# การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

สิทธิโชค เอี่ยมบุญ, ภัทรภร ชัยประเสริฐ, ธนาวุฒิ ลาตวงษ์
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
อีเมล: st325@songtham.ac.th

Received: April,30,2020 Revised: May,29,2020 Accepted: June,30,2020

**บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับหลังการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดทรงธรรม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน ที่มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 1 ห้อง จำนวน 41 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง จำนวน 39 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบ t-test แบบ Independent Sample และ การทดสอบ t-test แบบ One Sample

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** ความคิดสร้างสรรค์, ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

# A Study of Creative Thinking and Constructing Scientific Model Ability for Twelfth Grade Students Using Model-Based Learning

Sittichok Eiamboon, Pattaraporn Chaiprasert, Thanawuth Latwong
Faculty of Education Burapha University
Email: st325@songtham.ac.th

## ABSTRACT

The purposes of this research were to compare creative thinking and constructing scientific model ability after using model-based learning with traditional instruction. The results were also compared with the 70-percent criterion. The samples were obtained by cluster random sampling of 80 twelfth-grade students studying in the second semester of academic year 2019 at Wat Songtham School. There are 41 students for experimental group and 39 students for control group. The research instrument consisted of model-based learning lesson plans, traditional instruction lesson plans, creative thinking and constructing scientific model ability test. The data was analyzed using Mean, Standard Deviation, t-test for independent sample and t-test for one sample.

The results indicated that: 1) The creative thinking of twelfth-grade students after using model-based learning technique were significantly higher than the traditional instruction at the .05 level of significant. 2) The creative thinking of twelfth-grade students after using model-based learning technique were statistically significantly higher than the 70-percent criterion at the .05 level of significant. 3) The constructing scientific model ability of twelfth-grade students after using model-based learning technique were significantly higher than the traditional instruction at the .05 level of significant. 4) The constructing scientific model ability of twelfth-grade students after using model-based learning technique were statistically significantly higher than the 70-percent criterion at the .05 level of significant.

**Keywords:** Creative Thinking, Constructing Scientific Model Ability, Model-Based Learning

**ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา**

วิทยาศาสตร์มีบทบาทในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์ทำให้คนพัฒนาวิธีคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้า มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและ ประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 92) โดยเฉพาะในส่วนของเคมี Johnstone (2000) กล่าวว่า เป็นวิชาที่เนื้อหาส่วนใหญ่มีความเป็นนามธรรม เนื่องจากเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสารทั้งในระดับอะตอมหรือโมเลกุล ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้จริง จึงยากต่อการทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชา นักวิทยาศาสตร์จึงเป็นผู้สร้างแบบจำลอง (models) ขึ้นมาเพื่ออธิบายข้อมูล ทำนายเหตุการณ์และช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์เหล่านั้น โดยแบบจำลองที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาจะเป็นตัวแทนของความคิดของตนเองเพื่อที่จะสื่อความหมายของข้อมูล เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระดับต่าง ๆ ซึ่งจะถูกนำเสนอออกมาได้ในหลายรูปแบบ เช่น วัตถุหรือสิ่งของที่เป็นรูปธรรม รูปภาพ ลักษณะท่าทาง หรือภาษา รวมไปถึงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น สมการทางคณิตศาสตร์ สูตรเคมีหรือสมการเคมีที่แสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นต้น (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2557) ดังนั้น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนดให้นักเรียน ได้เรียนรู้เนื้อหาเคมี ในสาระที่ 3 เรื่อง สารและสมบัติของสาร ซึ่งการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นต้องการให้นักเรียนได้เกิดการนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 10) โดยที่แนวทางดังกล่าว สอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติ ให้เข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ความคิดสร้างสรรค์เป็นอีกหนึ่งทักษะที่ได้กำหนดเป็นเป้าหมายในการจัดการศึกษา ดังที่ปรากฏในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ(ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553) หมวด 1 มาตรา 7 ซึ่งสรุปได้ว่า “ในกระบวนการเรียนรู้ต้องมุ่งส่งเสริม ให้มีความสามารถในการประกอบอาชีพ รู้จักพึ่งตนเอง มีความริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ และเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง” สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2560 - 2575 ที่มีเป้าหมายมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, หน้า 15) และความคิดสร้างสรรค์นั้น ควรเป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในผู้เรียน เนื่องจากในปัจจุบันต้องการบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ เพื่อที่จะนำไปเป็นกำลังในการพัฒนาประเทศให้ก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ดังนั้นการจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงต้องปรับเปลี่ยนให้ตอบสนองกับทิศทางการผลิตและการพัฒนาคน โดยมุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ได้ทั้งความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต (แผนการศึกษาแห่งชาติ, 2560, หน้า 15)

จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 - 2561 พบว่า คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 31.62, 29.37, 30.51 ตามลำดับ และคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนวัดทรงธรรม เท่ากับ 31.59, 27.69, 30.23 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบ

ทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2561) ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 แสดงให้เห็นว่า คุณภาพทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ประกอบกับการที่ผู้วิจัยได้สอนในรายวิชาเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดทรงธรรม พบว่าเนื้อหาเคมีอินทรีย์มีเนื้อหาที่มีปริมาณมาก ค่อนข้างซับซ้อน รวมไปถึงมีเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ ต้องใช้จินตนาการในการอธิบายโครงสร้างและรูปร่างของโมเลกุล นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ อีกทั้งจากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 ที่เรียนวิชาเคมี นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่า เนื้อหาเคมีอินทรีย์เป็นเนื้อหาที่มีปริมาณเยอะและละเอียด เข้าใจยาก ประกอบกับผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย นักเรียนจึงไม่สามารถบอกความแตกต่างของสารประกอบอินทรีย์แต่ละชนิด ส่งผลให้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้และอธิบายความรู้ที่นักเรียนเข้าใจจากโครงสร้างโมเลกุลที่เป็นภาพสองมิติ ให้เป็นโครงสร้างโมเลกุลในรูปแบบสามมิติได้ (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561, สัมภาษณ์, 22 กรกฎาคม 2562) ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองที่จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ดียิ่งขึ้น และส่งเสริมความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จนเกิดการพัฒนาให้กลายเป็นทักษะการสร้างแบบจำลอง ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ได้กำหนดให้ทักษะการสร้างแบบจำลอง เป็นหนึ่งในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้นำเสนอความคิด และสามารถสื่อความหมายออกมาในรูปของแบบจำลองต่าง ๆ และนำมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาในเรื่องอื่น ๆ ได้

จากการศึกษางานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การนำแบบจำลองมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนหรือการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาเคมี เพราะจะช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น (Gilbert, 2005) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำกระบวนการสร้างแบบจำลองมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิชาเคมีเพื่อให้นักเรียนมีการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมี รวมทั้งส่งเสริมให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีมากขึ้น ก็คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (model-based learning) (Gilbert & Justi, 2002) ซึ่งการสอนเคมีโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจ คิด และพยายามอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยการนำความรู้ที่มีอยู่มาออกแบบ และสร้างแบบจำลองที่สะท้อนความรู้และการคิดของนักเรียน เริ่มต้นจากการที่นักเรียนมีประสบการณ์เดิม เช่น การรับรู้ การคิด การอ่าน การเห็น การจินตนาการ การเรียนรู้ การได้ยิน การทดลอง และการใช้ประสาทสัมผัส จากนั้นจึงเกิดกระบวนการสร้างแบบจำลองภายใน (Internal modeling) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เรียกว่า การสร้างองค์ความรู้ (Cognitive construction) โดยองค์ความรู้ที่ได้มาก็คือ แบบจำลองทางความคิด (Mental model) ซึ่งนักเรียนสามารถถ่ายทอดแบบจำลองทางความคิดออกมาได้โดยการสร้างแบบจำลองภายนอก (External modeling) ขึ้นมา (สุทธิดา จำรัส, 2555) จะเห็นได้ว่า การสร้างแบบจำลองเป็นการจัดการเรียนการสอนอย่างหนึ่งที่ให้นักเรียนได้ค้นคว้า สังเกต และหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นวิธีเริ่มต้นของการเรียนด้วยวิธีสืบสอบ (Llewellyn, 2002, p. 108) จากแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการเรียนวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการคิดและการปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสำรวจตรวจสอบ การสร้างความเข้าใจ และการสื่อสารความรู้ความเข้าใจ โดยนักวิทยาศาสตร์จะสร้างและใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสดง อธิบาย และทำนายกระบวนการของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ รวมทั้งมีการประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง เมื่อได้รับหลักฐานชิ้นใหม่ หรือเพื่อเพิ่มความสามารถในการอธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยแบบจำลองทาง

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน 3 ประการ คือ 1) การสร้างแบบจำลองเป็นส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ 2) แบบจำลองทำให้ความคิดของนักเรียนมีความชัดเจนและเป็นประโยชน์สำหรับการสร้างและสื่อความเข้าใจ และ 3) การสร้างแบบจำลองช่วยสร้างให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในเนื้อหาสาระ วิธีการ การใช้เหตุผล และการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Schwarz et al., 2009) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐานพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จากการเรียนรู้ผ่านกระบวนการนี้สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยที่ความสามารถในการสร้างแบบจำลองนั้น จะสามารถพัฒนาไปสู่ทักษะการสร้างแบบจำลองซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ รวมไปถึงพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเนื้อหาวิชาเคมีในส่วนที่เป็นนามธรรมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และส่งเสริมให้เกิดคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 70

**สมมติฐานของการวิจัย**

1. ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
4. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

**ขอบเขตของการวิจัย**

**ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดทรงธรรม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนรวม 156 คน ซึ่งแต่ละห้องมีการจัดนักเรียนแบบคละความสามารถ

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดทรงธรรม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน ที่มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม แบ่งเป็น

1.2.1 กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 จำนวน 41 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

1.2.2 กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/4 จำนวน 39 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

**ตัวแปรที่ศึกษา**

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่
   1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
   1.2 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
   2.1 ความคิดสร้างสรรค์
   2.2 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

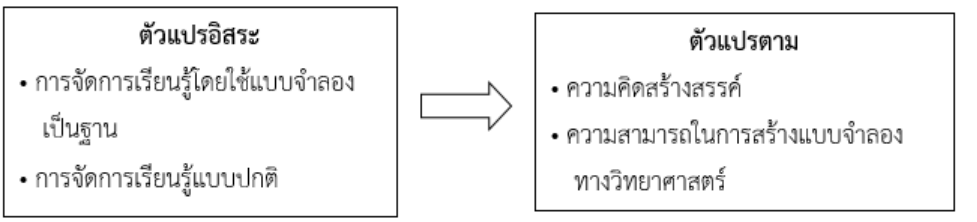
**เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย**

การวิจัยในครั้งนี้ ใช้เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 5 เรื่องเคมีอินทรีย์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา ได้แก่ 1) พันธะของคาร์บอน 2) ไอโซเมอริซึม 3) หมู่ฟังก์ชัน 4) สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน 5) ประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

**ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย**

การวิจัยในครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลาทั้งสิ้น 19 ชั่วโมง

**กรอบแนวคิดในการวิจัย**




ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

**วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล**

การดำเนินการทดลอง แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน โดยจะดำเนินการทดลองในชั่วโมงเรียนตามปกติ รายวิชาเคมี 5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เคมีอินทรีย์ โดยกลุ่มทดลองจะเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และกลุ่มควบคุมจะเป็นการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขแล้ว 3) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง 4) เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5) นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

การวิจัยในครั้งนี้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ 1) ค่าเฉลี่ย 2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3) การทดสอบ t-test แบบ Independent Sample t-test 4) การทดสอบ t-test แบบ One Sample t-test

**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**

ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

| กลุ่มตัวอย่าง | n | $\bar{X}$ | *S* | *df* | *t* | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| กลุ่มทดลอง | 41 | 11.05 | 1.482 | 60.183 | 4.071* | .000 |
| กลุ่มควบคุม | 39 | 9.13 | 2.567 | | | |

*$p < .05$

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.05 และ 1.482 ตามลำดับ และนักเรียนกลุ่มควบคุมหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.13 และ 2.567 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิด

สร้างสรรค์ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

| **กลุ่มตัวอย่าง** | n | **เกณฑ์** | $\overline{X}$ | *S* | *df* | *t* | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| หลังเรียน | 41 | 10.5 | 11.05 | 1.482 | 40 | 2.370* | .023 |

*$p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.05 และ 1.482 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (10.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน) พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

| **กลุ่มตัวอย่าง** | n | $\overline{X}$ | *S* | *df* | *t* | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| กลุ่มทดลอง | 41 | 39.54 | 4.572 | 62.125 | 7.362* | .000 |
| กลุ่มควบคุม | 39 | 29.23 | 7.520 | | | |

*$p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 39.54 และ 4.572 ตามลำดับ และนักเรียนกลุ่มควบคุมหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 29.23 และ 7.520 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

| **กลุ่มตัวอย่าง** | n | **เกณฑ์** | $\overline{X}$ | *S* | *df* | *t* | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| หลังเรียน | 41 | 31.5 | 39.54 | 4.572 | 40 | 11.255* | .000 |

*$p < .05$

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 39.54 และ 4.572 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (31.5 คะแนน

จากคะแนนเต็ม 45 คะแนน) พบว่า ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**สรุปผลการวิจัย**

1. ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**อภิปรายผลการวิจัย**

จากการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นการอภิปรายออกเป็น 2 ประเด็น ดังต่อไปนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้ เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ใช้ความรู้จากการศึกษา และประสบการณ์เดิม ควบคู่ไปกับการใช้จินตนาการ ในการระบุโครงสร้างของสารอินทรีย์ของนักเรียน เพื่อใช้ในการอธิบายข้อมูล แนวคิด หลักการเรื่องของเคมีอินทรีย์ ที่เป็นนามธรรม ในรูปแบบจำลองทางความคิดผ่านการวาดภาพที่เป็นลักษณะสองมิติ และมีการนำเอาแบบจำลองสามมิติมาช่วยในการอธิบายข้อมูล แนวคิด หลักการนั้น ๆ ให้เกิดความชัดเจนและถูกต้องสมบูรณ์ ผ่านแบบจำลองที่เป็นรูปธรรม สามารถจับต้องได้และดูลักษณะการจัดเรียงตัวของโครงสร้างได้ทุกด้าน ส่งผลให้เกิดการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Torrance (1962, pp. 85-89) ที่ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์หรือผลิตสิ่งแปลกใหม่ที่ไม่มีใครทำมาก่อน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อาจเกิดจากการรวบรวมเอาความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากประสบการณ์แล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ ๆ อาจออกมาในรูปผลผลิตทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์ หรืออาจเป็นเพียงกระบวนการ โดยในงานวิจัยนี้ เห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 ลักษณะ ดังนี้

1.1 ความคิดริเริ่ม สามารถพัฒนาได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในขั้นที่ 5 ขั้นขยายแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนนำเอาแบบจำลองที่สมบูรณ์แล้ว มาใช้ในการอธิบายหลักการทาง

วิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีอินทรีย์ หรือนำไปพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น โดยแนวคิดที่เกิดขึ้นจะเกิดเป็นลักษณะวิธีการจดจำ หรือความเข้าใจของตนเอง เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวความคิดของตนเองในการอธิบายแนวคิดที่มีรูปแบบเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้กว้างขึ้น ซึ่งนักเรียนจะเกิดความคิดริเริ่ม จากการที่นักเรียนอยากศึกษาโครงสร้างของสารอินทรีย์เพิ่มเติมจากที่เรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Torrance (1965, pp. 125-144) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลง และประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น เป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก มีลักษณะทางกระบวนการ คือ เป็นกระบวนการผลิต และสามารถแตกความคิดจากของเดิมไปสู่ความคิดแปลกใหม่ ที่ไม่ซ้ำซ้อนกับของเดิม

1.2 ความคิดคล่องแคล่ว สามารถพัฒนาได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างแบบจำลองผ่านการวาดภาพ โดยใช้ความรู้จากการศึกษาเรื่อง เคมีอินทรีย์ หรือนำความรู้เดิมที่เคยเรียนมาแล้ว มาสร้างแบบจำลองให้ได้คำตอบในปริมาณมากที่สุด ภายในระยะเวลา 20 นาทีที่กำหนดไว้ของขั้นการสร้างแบบจำลองทางความคิด แล้วจึงนำไปตรวจสอบความถูกต้องในขั้นต่อไป เพื่อเลือกหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดผ่านการใช้แบบจำลองสามมิติ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดหาคำตอบ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมาก และรวดเร็ว ภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Torrance (1965, pp. 125-144) กล่าวว่า ความคิดคล่องแคล่ว คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณมากในระยะเวลาที่จำกัด โดยที่ลักษณะของความคล่องแคล่วในการคิด เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เป็นความสามารถอันดับแรกในการที่จะพยายามเลือกเฟ้นให้ได้ความคิดที่ดีและเหมาะสมที่สุด จึงจำเป็นต้องคิดออกมาให้ได้มากหลายอย่าง และแตกต่างกัน แล้วจึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมด มาพิจารณาแต่ละอย่างเปรียบเทียบกันว่าความคิดอันใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุด

1.3 ความคิดยืดหยุ่น สามารถพัฒนาได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในขั้นที่ 2 ขั้นแสดงออกแบบจำลอง ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนจะเริ่มลงมือสร้างแบบจำลองสามมิติจากผลที่นักเรียนได้ศึกษาและสร้างแบบจำลองทางความคิดเอาไว้ในขั้นที่ 1 ซึ่งจากขั้นนี้ แบบจำลองสามมิติที่นักเรียนสร้างขึ้น จะถูกดัดแปลงให้มีโครงสร้างที่มีความหลากหลายมากขึ้น การจัดเรียงโครงสร้าง รวมไปถึงการใช้อะตอมของธาตุมาเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของสารอินทรีย์ ผ่านการต่อแบบจำลองสามมิติ โดยที่นักเรียนจะมีการตรวจสอบหรือค้นพบว่าแบบจำลองทางความคิดที่ได้เขียนไว้นั้น ถูกต้องครบถ้วนหรือไม่ หรือมีองค์ประกอบใดที่ต้องเพิ่มเติมหรือแก้ไขปรับปรุง และสามารถอธิบายออกมาเป็นแนวคิดได้มากขึ้นจากที่เขียนแบบจำลองทางความคิดได้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการดัดแปลงคิดหาคำตอบ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้หลากหลายกลุ่ม หรือหลากหลายประเภท ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Torrance (1965, pp. 125-144) กล่าวว่า ความยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง ซึ่งความิดยืดหยุ่นทางด้านการดัดแปลง จะเป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลาย และสามารถคิดดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้

1.4 ความคิดละเอียดลออ สามารถพัฒนาได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในขั้นที่ 3 ขั้นประเมินแบบจำลอง ที่นักเรียนจะนำเสนอแบบจำลองของตนเอง และมีการอภิปรายร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนและผู้วิจัย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง และขั้นที่ 4 ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง หลังจากมีการอภิปรายร่วมกันแล้ว นักเรียนจะมีการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน เมื่อได้แนวความคิดที่ถูกต้องแล้ว นักเรียนจะทำการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองของตนเอง เพื่อให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นถูกต้องสมบูรณ์ พร้อมทั้งสามารถอธิบายแนวคิดได้ละเอียดมากขึ้นจากการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง ซึ่งจากขั้นนี้

นักเรียนจะมีการปรับเปลี่ยนแนวความคิดของตนเอง ควบคู่ไปกับการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้คอยให้คำแนะนำเพิ่มเติมในส่วนที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่ยังไม่ชัดเจน เมื่อนักเรียนได้ศึกษาอย่างละเอียดผ่านการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองแล้ว ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก็จะถูกปรับเปลี่ยนให้ถูกต้องสมบูรณ์ สอดคล้องกับแนวคิดของ Torrance (1965, pp. 125-144) กล่าวว่า ความคิดละเอียดลออ คือความคิดในรายละเอียด เพื่อตกแต่ง หรือขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และแนวคิดของ Guilford (1967, pp. 145-151) กล่าวว่า ความคิดละเอียดลออเป็นความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพได้ชัดเจน

**2. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์**

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สูงกว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ทั้งนี้ เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำเอาความรู้จากการศึกษา เรื่อง เคมีอินทรีย์ และประสบการณ์ความรู้เดิมที่เคยเรียนในรายวิชาเคมี มาสร้างเป็นแบบจำลองทางความคิดผ่านการเขียนหรือการวาดภาพตามความเข้าใจของนักเรียน เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ แนวคิด หลักการทางวิทยาศาสตร์ ให้ได้ข้อสรุป หลังจากนั้นจึงนำแบบจำลองทางความคิดที่เป็นรูปแบบสองมิติที่เป็นนามธรรม มาทำการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองในรูปแบบสามมิติที่เป็นรูปธรรม โดยแบบจำลองสามมิติที่สร้างขึ้น จะเป็นตัวแทนของความคิดเพื่อที่จะสื่อความหมายของข้อมูล เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ทำให้อธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ดีขึ้น และขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Buckley et al. (2004) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานว่า เป็นการนำแบบจำลองมาใช้ประกอบในการเรียนรู้ โดยจะสามารถสร้างเป็นแบบจำลองได้หลากหลายรูปแบบ เช่น แบบจำลองทางความคิด แสดงด้วยสัญลักษณ์ ตัวแปร คำอธิบาย รูปภาพ ภาพวาดสองมิติ ชิ้นงานสามมิติ ขึ้นอยู่กับเนื้อหาของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ผู้วิจัยได้มุ่งพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จากการวัดทั้ง 3 ส่วน ได้แก่

2.1 การสร้างแบบจำลองทางความคิด สามารถพัฒนาขึ้นในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด ที่เป็นการให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว มาอภิปราย เพื่อให้ได้แบบจำลองทางความคิด สำหรับการนำไปสร้างเป็นแบบจำลองสามมิติในขั้นต่อไป โดยความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในส่วนนี้จะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ เมื่อนักเรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เขียนโครงสร้าง หรือสมการเคมี ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ผู้วิจัยจึงต้องมีหน้าที่ในการใช้คำถามในการกระตุ้น และทบทวนความรู้ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Gilbert, Bouter and Elmer (2000, p. 11) ที่กล่าวว่า การสร้างแบบจำลองในการจัดการเรียนรู้นั้น แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะต้องมีความชัดเจนถูกต้องและต้องประกอบด้วยเอกลักษณ์ จากข้อมูลที่ไม่สามารถจับต้องและไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ แต่แสดงตัวเหมือนกับเป็นวัตถุที่สามารถสัมผัสได้

2.2 การสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลสามมิติจาก 3D Printer สามารถพัฒนาขึ้นในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในขั้นที่ 2 ขั้นแสดงออกแบบจำลอง และขั้นที่ 3 ขั้นประเมินแบบจำลอง ที่นักเรียนทุกคนจะได้ทดสอบว่าแบบจำลองทางความคิดที่ตนเองได้เขียนหรือวาดภาพขึ้นมาในรูปแบบสองมิตินั้นถูกต้องครบถ้วนหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ Schwarz et al. (2009, p. 635-636) ที่กล่าวว่า

ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง เป็นการนำความรู้มาสร้างแบบจำลองสามมิติเพื่อให้เกิดความเข้าใจ และสามารถอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง โดยกระบวนการสร้างแบบจำลอง ต้องมีการสร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับหลักฐานและทฤษฎี รวมไปถึงขั้นที่ 4 ขั้นปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง หากนักเรียนพบว่าแบบจำลองสามมิติที่นักเรียนสร้างขึ้นมีจุดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขให้ชัดเจนจากการที่ได้อภิปรายร่วมกับเพื่อน และได้รับคำแนะนำจากครู ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ Gobert and Buckley (2002, p. 892) ที่กล่าวว่า การนำแบบจำลองไปใช้และประเมินในขั้นนี้ นักเรียนอาจพบว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นมา อาจถูกปฏิเสธเนื่องจากอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ไม่ดีพอ นักเรียนจะกลับไปปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง เพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดียิ่งขึ้น

2.3 การอธิบายแบบจำลองด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาขึ้นในกระบวนการจัดการเรียนที่โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในขั้นที่ 5 ขั้นขยายแบบจำลอง ที่นักเรียนได้มีการเรียนรู้อย่างละเอียด หรือมีการศึกษาเพิ่มเติมแล้ว และสามารถนำเอาความรู้นั้นไปใช้ในการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีอินทรีย์ ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ Schwarz et al. (2009, p. 635-636) ที่กล่าวว่า การสร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนทัศน์ เป็นการแสดงความเข้าใจในลักษณะการเขียนบรรยายหรือพูดโดยสรุปเอง หรือจากการเรียนรู้แล้วได้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักฐานและทฤษฎี เพื่อที่จะสามารถยกตัวอย่างในการอธิบาย หรือทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้

**ข้อเสนอแนะ**

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ควรชี้แจงบทบาทของนักเรียนในการทำกิจกรรมให้เกิดความเข้าใจชัดเจน เพื่อให้สามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างถูกต้องครบถ้วน และไม่เกิดความสับสนต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ตลอดจนชี้แจงให้เห็นถึงประโยชน์ของการทำกิจกรรม เพื่อสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอน

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ควรตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ครบตามเนื้อหาวิชา

1.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ใช้แบบจำลองและเวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ควรตรวจสอบความพร้อมของแบบจำลองและกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสม

1.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในงานวิจัยนี้ ใช้แบบจำลองโมเลกุลสามมิติ โดยใช้โมเดลจาก 3D-Printer เป็นเครื่องมือ หากไม่มีวัสดุอุปกรณ์ 3D-Printer สามารถใช้เครื่องมืออื่นในการสร้างแบบจำลองสามมิติได้ เช่น แบบจำลองโมเลกุลสำเร็จรูป, ดินน้ำมัน เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในเนื้อหาเรื่องอื่น ที่ต้องใช้จินตนาการในการศึกษาสิ่งที่มีรูปแบบเป็นนามธรรมให้ออกมาในรูปแบบต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรม

2.2 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคอื่น ๆ เพื่อช่วยพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้ดียิ่งขึ้น

**บรรณานุกรม**

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ:

กระทรวงศึกษาธิการ.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 29(3), 86-98.

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. (2542, 19 สิงหาคม). ราชกิจจานุเบกษา. หน้า 3.

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2556). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, วิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2561). *สทศ. ประกาศผลสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 จำแนกตามสังกัด ขนาดโรงเรียน ที่ตั้ง ภูมิภาค รายสาระ*. เรียกใช้เมื่อ 23 เมษายน 2560 จาก สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน): http://www.niets.or.th/

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2575*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

สุทธิดา จำรัส. (2555). *แบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. เข้าถึงได้จาก https://chamrat2012.wordpress.com/2012/04/25/model-and-modeling-teaching/

Buckly, B.C. et al. (2004). Model-Based Teaching and Learning With BioLogicaTM: What Do They Learn? How Do They Learn? How Do We Know?, *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), pp. 23-41.

Gilbert, J.K., Bouter, C.J. and Elmer, R. (2000). *Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In Gilbert, J.K. and Bouter, C.J., Developing Models in Science Education*, Netherlands: Kluwer Academic Publisher, pp. 3-17.

Gilbert, J.K. (2005). *Visualization in Science Education*, Netherlands: Springer, pp. 217-251.

Gilbert, J.K. and R. Justi. (2002). *Models and modeling in chemical education*. Chemical Education: Toward Research-based Practice.

Gobert. J.D. and Buckley. B.C. (2002). Introduction to Model-based teaching and learning in Science Education. *International Journal of Science Education*, 22(9), pp. 891-894

Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.

Johnstone. (2000). Chemical Education Research: Where from here?. *Proceeding from Variety in chemistry Teaching meeting*.

Kenyon, L., C. Schwarz and B. Hug. (2008). *The benefits of scientific modeling*. Science and Children, pp. 41-44.

Khan, K. (2007). Model-Based inquiries in chemistry. *Science Education*, 91, pp. 877-905.

Llewellyn, D. (2002). *Inquire within: implementing inquiry-based science standards*. Thousand Oaks, Calif: Corwin fress.

Rea-Ramirez, M.A., J. Clement and M.C. Núnez-Oviedo. (2008). An Instructional Model Derived from Model Construction and Criticism Theory. *Springer Science*, 2, pp. 23-43.

Schwarz, C.V. et al. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal of Research in Science*, 46, pp. 632-654.

Torrance, E.P. (1962). *Guiding creative talent*. New Jersey: Prentice-Hall.

Torrance, E.P. (1965). *Rewarding creative behavior: experiments in classroom creativity*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.