



## การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีผลต่อการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### The Effects of Model-Based Learning on Analytical Thinking Ability and Academic Achievement on Cells and Cell's Function for Grade 10 Students

รติมา บุญแนน<sup>1</sup> และพรพรรณวิไล ดอกไม้<sup>2</sup>

Ratima Boonnan<sup>1</sup> and Panwilai Dokmai<sup>2</sup>

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม<sup>1,2</sup>

Master of Education Program in Science Education, Faculty of Education, Rajabhat Maha Sarakham University<sup>1,2</sup>

Corresponding author, E-mail: 668010300107@rmu.ac.th<sup>1</sup>

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ในจังหวัดกาฬสินธุ์ ปีการศึกษา 2567 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผนจัดการเรียนรู้ รวม 15 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) แบบวัดการคิดวิเคราะห์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ นำมาวิเคราะห์ข้อมูลใช้การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ ค่า Normalized Gain <g> และสถิติ One-Sample t-test

ผลการวิจัยพบว่า 1) เมื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์โดยศึกษาความก้าวหน้าการคิดวิเคราะห์รายบุคคลด้วยสถิติ <g> นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 6.45 และระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 93.55 เมื่อวิเคราะห์แยกเป็นรายด้าน พบว่าด้านการจำแนก นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 20 ส่วนด้านการจัดหมวดหมู่ด้านการเชื่อมโยง ด้านการสรุปความ และด้านการประยุกต์อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 80 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติ One-Sample t-test พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, การคิดวิเคราะห์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



### ABSTRACT

This research aimed to: 1) study the analytical thinking of Grade 10 students in model-based learning, and 2) compare the post-learning academic achievement on cells and cell's function of Grade 10 students in model-based learning with a criterion of 70 percent. The sample consisted of 31 Grade 10 students from an extra-large school in Kalasin Province during the 2024 academic year, selected through cluster random sampling. The instruments used in the experiment included five learning management plans for 15 hours. The instruments used for data collection included: 1) a 30-items multiple-choices analytical thinking test and 2) a 40-items multiple-choices achievement test. Data were analyzed using mean, standard deviation, percentage, Normalized gain  $\langle g \rangle$ , and One-Sample t-test.

The results showed that: 1) when analyzing analytical thinking by examining individual progress using the  $\langle g \rangle$  statistic, 6.45 percent of students had high progression in analytical thinking and 93.55 percent of students had moderate progression in analytical thinking. The analytical thinking in each aspect were; 20 percent of students had high progression in the comparing aspect, while 80 percent of students had moderate progression in classifying, analyzing errors, inductive reasoning, and deductive reasoning aspects. 2) Students had an average academic achievement of 78.08 percent, which was significantly higher than the criterion of 70 percent. When analyzed using the One-Sample t-test, there was a statistically significant difference at the .05 level.

**Keywords:** Model-Based Learning, Analytical Thinking, Academic Achievement.



## บทนำ

ในยุคสมัยที่เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญ การคิดวิเคราะห์ กลายเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการใช้ชีวิต นักเรียนที่มีทักษะ การคิดวิเคราะห์จะสามารถวิเคราะห์ข้อมูล แยกแยะข้อเท็จจริง ความคิดเห็น และอคติ ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และแก้ปัญหาได้ อย่างสร้างสรรค์ หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2560) จึงได้กำหนดสมรรถนะสำคัญ ของนักเรียนว่าต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิด สังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ การคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์ความรู้หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 2-6) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลง ทางสังคมยังส่งผลต่อการเรียนการสอนที่นักเรียนยุคใหม่ไวต่อ ข้อมูลข่าวสาร สามารถเข้าถึงความรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้สะดวกรวดเร็ว แต่การได้มาซึ่งข้อมูลเหล่านั้นจำเป็นอย่างยิ่ง ที่นักเรียนต้องคิดวิเคราะห์ว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นประโยชน์ ต่อตนเองอย่างแท้จริงหรือไม่ นักเรียนในศตวรรษที่ 21 จึงควร ได้รับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นและสอดคล้องกับ ธรรมชาติการเรียนรู้อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (ภาริณี สุวรรณศรี และประสาท เนื่องเฉลิม, 2562, น. 20-25)

การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดที่ต้องใช้การวิเคราะห์เป็นหลัก สำคัญในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของเหตุการณ์ใด ๆ และหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น หรือหาสาเหตุ ของสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป จะต้องใช้ความเป็นเหตุเป็นผลเป็นพื้นฐาน ดังนั้นการคิดวิเคราะห์มักจะอาศัยการคิดเชิงเหตุผลประกอบอยู่ ด้วยเสมอ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 49) โดยการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Marzano (2001 อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2553, น. 59) แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ทักษะการจำแนก ทักษะการจัดหมวดหมู่ ทักษะ การเชื่อมโยง ทักษะการสรุปความ และทักษะการประยุกต์ และ การที่นักเรียนสามารถนำความรู้มาคิดวิเคราะห์ได้จะช่วยให้อาจปฏิบัติงานได้อย่างมีระบบ มีหลักการ และมีเหตุผล ผลงานที่ได้รับ มีประสิทธิภาพ ยังช่วยให้ไม่ด่วนสรุปสิ่งใดง่าย ๆ (สุวิทย์ มูลคำ, 2556, น. 17)

การคิดวิเคราะห์มีความสำคัญจำเป็นกับนักเรียนอย่างยิ่ง ดังที่กล่าวมาแล้ว แต่ผลศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และการมีจิตสาธารณะเพื่อพัฒนาศักยภาพการเป็นคนดี คนเก่งของ นักเรียนไทยกลับพบว่า มีนักเรียนเพียงร้อยละ 1.07 ที่สอบผ่าน การวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ สะท้อนให้เห็นว่านักเรียน ไทยมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ อยู่ในระดับที่ยังไม่น่า พอใจ (ดวงจันทร์ วรคามิน, บังปอนด์ รักอำนวนิกิจ และยศวีร์ สายฟ้า, 2559, น. 4-5) นอกจากนี้ผลการทดสอบระดับชาติ (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ยังพบว่าอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์ คือนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย O-NET ปี 2565 เพียง 28.08 คะแนน (สถาบันทดสอบทาง การศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2566, น. 1-11) ซึ่งผล การประเมินเหล่านี้บ่งชี้ถึงความเร่งด่วนของประเทศไทยใน การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอน การเขียน และการคิด วิเคราะห์ของนักเรียน ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อความสามารถคิด แก้ปัญหาของนักเรียน สอดคล้องกับข้อมูลรายงานการประเมิน ตนเองของสถานศึกษาของโรงเรียน ประจำปีการศึกษา 2564 ที่พบว่านักเรียนยังขาดทักษะการอ่าน การคิดวิเคราะห์ และ การเขียน (โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร, 2564, น. 15) ดังจะเห็นได้ จากผลการทดสอบ O-NET ที่พบว่าคะแนนรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีคะแนนผลการทดสอบที่ 25.26 คะแนน (โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร, 2564, น. 36) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นระดับชั้นที่มี การเลื่อนจากมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งนักเรียนที่เลือกเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ในระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำเป็นต้องเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ที่แตกแขนงแยกย่อยไปอีก ได้แก่ วิชาชีววิทยา วิชาฟิสิกส์ และวิชาเคมี เพื่อฝึกนักเรียนให้มีการคิดวิเคราะห์ในขั้นที่สูงขึ้น จึงมีความจำเป็น ที่ต้องหาวิธีแก้ไขโดยการหาวิธีการจัดการเรียนรู้นั้นให้นักเรียนเป็น สำคัญและฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ ซึ่งปัจจุบันแบบจำลองได้เข้ามามีบทบาทด้านการศึกษาในรูปของสื่อ ทางการศึกษาที่ใช้ในการอธิบายความรู้ ทฤษฎี ที่เป็นรูปธรรม เพื่อที่จะให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา นั้น ๆ ได้โดยเฉพาะในรายวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นรายวิชาที่มีการนำ แบบจำลองมาใช้ในการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเนื้อหา



ของบางบทเรียนมีลักษณะที่เป็นปรากฏการณ์ และสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ทันที ในรายวิชาชีววิทยาจึงได้มีการนำแบบจำลองในรูปแบบต่าง ๆ มาใช้ อย่างเช่น แบบจำลองสายใยอาหาร ตารางพันเนตต์ แบบจำลองลักษณะของดีเอ็นเอ

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ กฎ ทฤษฎี โดยอาจเป็นวัตถุหรือสัญลักษณ์ที่ใช้เป็นตัวแทนของสิ่งที่ต้องการอธิบายที่จะต้องสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการอธิบายกับความเป็นจริงได้ (Gilbert, 2011, pp. 9-26) ประกอบด้วย 5 ประเภท ได้แก่ แบบจำลองเชิงรูปธรรม (Concrete Models) เช่น แบบจำลองลักษณะทางกายภาพของดีเอ็นเอ แบบจำลองดินน้ำมันแสดงระบบย่อยอาหาร เป็นต้น แบบจำลองเชิงภาษา (Verbal Models) เช่น การบรรยายเกี่ยวกับโครงสร้างของ ดีเอ็นเอ การบรรยายโดยเปรียบเทียบของอยู่ปากของนกฟินช์กับอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรับประทานอาหารต่าง ๆ เช่น ช้อน ส้อม ตะเกียบ เป็นต้น แบบจำลองเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic Models) เช่น การใช้สัญลักษณ์และสมการมาช่วยในการคำนวณความถี่แอลลีล เป็นต้น แบบจำลองเชิงภาพ (Visual Models) เช่น ภาพแสดงโครงสร้างของดีเอ็นเอภาพแสดงทางเดินอาหารของสัตว์ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น และ แบบจำลองเชิงท่าทาง (Gestural Models) เช่น การใช้มือแสดงการเคลื่อนที่แบบเพอริสตัลซิส เป็นต้น (Bryce, et al., 2016, pp. 35-42) แบบจำลองมีความสำคัญทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ และทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากการ “การสร้างแบบจำลอง” ถูกกำหนดให้เป็นหนึ่งในองค์ประกอบของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ (Schwarz and White, 2005, pp. 165-205) จากการศึกษาพบว่า การสร้างแบบจำลอง เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเป็นรูปธรรมและลึกซึ้งยิ่งขึ้น ดังนั้น การที่ครูชีววิทยาเข้าใจถึงความสำคัญและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง และควรนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับรูปแบบการสอนของตนเอง (พรธณวิไล ชมชิต, 2552, น. 33-34)

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้โดยมีการสร้างแบบจำลองขึ้นในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนโดยมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน และนักเรียน

กับนักเรียน เพื่อพัฒนาความคิด (Jong, et al., 2015, pp. 986-1018) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยการสร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบายปรากฏการณ์เหตุการณ์หรือการทดลองที่เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นนามธรรม เข้ากับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง โดยเริ่มจากให้นักเรียนเขียนความรู้เดิมและข้อมูลใหม่ที่ได้รับ จากนั้นนักเรียนต้องรวบรวมข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ว่าสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใด และลงมือสร้างแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นอาจอยู่ในรูปแบบของภาพวาด คำพูดลักษณะท่าทางหรือสัญลักษณ์ จากนั้นนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปใช้และประเมินแบบจำลอง หากไม่สามารถอธิบายได้นักเรียนก็จำเป็นต้องดัดแปลงแก้ไขแบบจำลองจนกระทั่งสามารถอธิบายข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และพัฒนาไปสู่แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์รวมถึงการนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ เพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น (Buckley, et al., 2004, pp. 23-41) การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้รับการพิสูจน์แล้วว่า มีประสิทธิภาพในการพัฒนาการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา โดยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในระบบชีวภาพผ่านการสร้างแบบจำลองเชิงรูปธรรมและนามธรรม ซึ่งนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Coll, France and Taylor, 2005, pp. 183-198) เป็นกระบวนการที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ส่วนประกอบต่าง ๆ และเชื่อมโยงเป็นระบบที่ซับซ้อนขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้แบบจำลองยังส่งผลต่อการพัฒนาโน้มน้าวและความสัมพันธ์กับแบบจำลองทางความคิด (Martínez, 2016, pp. 261-264) ซึ่งเป็นการนำเสนอภาพที่เกิดจากการแปลความหมายของข้อมูลในสมอง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เซลล์ และการทำงานของเซลล์



มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ฐานีย์ แสงใจ และคณะ, 2566, น. 181-190)

ด้วยเหตุนี้ในการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ จึงควรส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน (Ladachart and Ladachart, 2017, pp. 149-162) เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเกิดความสนใจในรายวิชาชีววิทยา และเกิดทักษะต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากกระบวนการสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีผลต่อการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ของนักเรียนให้มีความพร้อมที่จะนำความรู้ไปพัฒนาตนเองและประเทศชาติต่อไปในอนาคต

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

### สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

## ขอบเขตการวิจัย

### ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ตามมาตรฐานและตัวชี้วัด พุทธศักราช 2560) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ โดยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน รวมระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 15 ชั่วโมง

### ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน  
ตัวแปรตาม คือ การคิดวิเคราะห์รายบุคคลและรายด้าน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

### ขอบเขตด้านสถานที่

โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ในจังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาฬสินธุ์

### ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

### วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีผลต่อการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้ศึกษาวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้



### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ในจังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 270 คน รวมทั้งหมดมี 7 ห้องเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ในจังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้อง รวม 31 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เนื่องจากนักเรียนมีความต่างกันภายในกลุ่มแต่มีความคล้ายคลึงกันระหว่างกลุ่ม จึงเลือกมากลุ่มใดกลุ่มหนึ่งจากทั้งหมด 7 ห้อง

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBL) เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 5 แผน รวม 15 ชั่วโมง ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านด้านหลักสูตรและการสอน 2) ด้านการวัดและการประเมิน และ 3) ด้านเนื้อหาและการสอน พบว่ามีค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุดทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ( $\bar{X}=4.54-4.60$ ,  $S.D.=0.58-0.59$ )

2. แบบวัดการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน ตามแนวคิดของ Marzano ประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ทักษะด้านการจำแนก ทักษะด้านการจัดหมวดหมู่ ทักษะด้านการเชื่อมโยง ทักษะด้านการสรุปความ และทักษะด้านการประยุกต์ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.33-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.73 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.85

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน ตามแนวคิดของ Bloom ทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ วิเคราะห์ และประเมินค่า มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.37-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.22-0.49 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.94

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ระยะเวลา 15 ชั่วโมง โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียน

2. ทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน

3. ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลต่อการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 5 แผนการจัดการเรียนรู้

4. ระหว่างเรียนมีการเก็บข้อมูลจากใบงาน ใบกิจกรรม การสร้างแบบจำลอง และการประเมินการนำเสนอแบบจำลองของนักเรียนเป็นกลุ่ม

5. ทำเมื่อสิ้นสุดการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน

6. คะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานและสรุปผลการวิจัย

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์มาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ และใช้สถิติ Normalized Gain <g> ตามแนวคิดของ Hake (1998; อ้างถึงในอภิสิทธิ์ รังไชย, 2556, น. 15) ในการจำแนกการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน มีเกณฑ์ดังนี้

- <g> มากกว่า 0.70 มีการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ในระดับสูง
- <g> ระหว่าง 0.30-0.70 มีการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ในระดับปานกลาง
- <g> น้อยกว่า 0.30 มีการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ในระดับต่ำ



2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำผลคะแนนมาเทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบ One-Sample t-test

### ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้และหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ด้วยแบบทดสอบ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ วัดทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการจำแนก ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการเชื่อมโยง ด้านการสรุปความ และด้านการประยุกต์ จากนั้นวิเคราะห์โดยใช้สถิติ Normalized Gain <g> โดยแบ่งเป็นความก้าวหน้าผลการคิดวิเคราะห์รายบุคคล และความก้าวหน้าผลการคิดวิเคราะห์แยกตามองค์ประกอบรายด้าน ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

**ตารางที่ 1** ความก้าวหน้าผลการคิดวิเคราะห์รายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

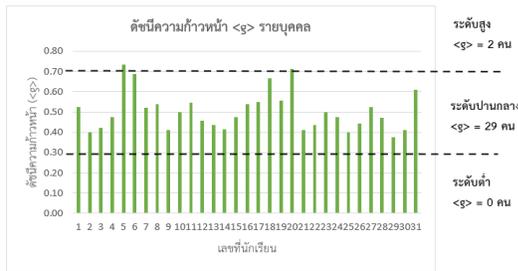
ลำดับที่	คะแนนสอบ 30 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ)		<g>	ระดับ
	ก่อน (N = 31)	หลัง (N = 31)		
1	30.00	66.67	0.52	ปานกลาง
2	33.33	60.00	0.40	ปานกลาง
3	13.33	50.00	0.42	ปานกลาง
4	36.67	66.67	0.47	ปานกลาง
5	50.00	86.67	0.73	สูง
6	46.67	83.33	0.69	ปานกลาง
7	23.33	63.33	0.52	ปานกลาง
8	13.33	60.00	0.54	ปานกลาง
9	43.33	66.67	0.41	ปานกลาง
10	20.00	60.00	0.50	ปานกลาง
11	26.67	66.67	0.55	ปานกลาง

(ต่อ)

### ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนสอบ 30 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ)		<g>	ระดับ
	ก่อน (N = 31)	หลัง (N = 31)		
12	20.00	56.67	0.46	ปานกลาง
13	23.33	56.67	0.43	ปานกลาง
14	20.00	53.33	0.42	ปานกลาง
15	36.67	66.67	0.47	ปานกลาง
16	13.33	60.00	0.54	ปานกลาง
17	33.33	70.00	0.55	ปานกลาง
18	50.00	83.33	0.67	ปานกลาง
19	40.00	73.33	0.56	ปานกลาง
20	53.33	86.67	0.71	สูง
21	43.33	66.67	0.41	ปานกลาง
22	46.67	70.00	0.44	ปานกลาง
23	20.00	60.00	0.50	ปานกลาง
24	36.67	66.67	0.47	ปานกลาง
25	16.67	50.00	0.40	ปานกลาง
26	40.00	66.67	0.44	ปานกลาง
27	30.00	66.67	0.52	ปานกลาง
28	43.33	70.00	0.47	ปานกลาง
29	46.67	66.67	0.38	ปานกลาง
30	43.33	66.67	0.41	ปานกลาง
31	40.00	76.67	0.61	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	33.33	66.56	0.50	ปานกลาง

จากตารางที่ 1 เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการคิดวิเคราะห์รายบุคคลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 31 คน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 30 คะแนนโดยการหาค่าดัชนีความก้าวหน้า (Normalized Gain: <g>) และแบ่งความก้าวหน้าทางการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ระดับ พบว่า นักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับสูง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.45 และระดับปานกลาง จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 93.55 ตามลำดับ และเมื่อหาค่าเฉลี่ย <g> จากกลุ่มตัวอย่างพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้าทางการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับปานกลาง



**ภาพที่ 1** ดัชนีความก้าวหน้าทางการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นรายบุคคล

**ตารางที่ 2** ความก้าวหน้าผลการคิดวิเคราะห์แยกตามองค์ประกอบรายด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ประเด็นการคิดวิเคราะห์รายด้าน (ด้านละ 6 คะแนน)	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก (%)		<g>	ระดับ
	ก่อน (N = 31)	หลัง (N = 31)		
1. ทักษะด้านการจำแนก	48.39	90.32	0.81	สูง
2. ทักษะด้านการจัดหมวดหมู่	41.94	77.96	0.62	ปานกลาง
3. ทักษะด้านการเชื่อมโยง	37.63	68.82	0.50	ปานกลาง
4. ทักษะด้านการสรุปความ	24.19	50.54	0.35	ปานกลาง
5. ทักษะด้านการประยุกต์	15.59	45.16	0.35	ปานกลาง

จากตารางที่ 2 เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการคิดวิเคราะห์รายด้านของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 31 คน โดยการหาค่าดัชนีความก้าวหน้า (Normalized Gain: <g>) และแบ่งความก้าวหน้าทางการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้านออกเป็น 3 ระดับ พบว่า ทักษะด้านการจำแนกด้านที่ 1 นักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับสูง ทักษะด้านการจัดหมวดหมู่ ทักษะด้านการเชื่อมโยง ทักษะด้านการสรุปความ และทักษะด้านการประยุกต์อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นความก้าวหน้า

ทางการคิดวิเคราะห์ระดับสูงร้อยละ 20 และความก้าวหน้าทางการคิดวิเคราะห์ระดับปานกลางร้อยละ 80 ตามลำดับ

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และนำคะแนนเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ด้วยแบบทดสอบ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ วัดทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ และด้านประเมินค่าซึ่งผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบทดสอบมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติในการทดสอบสมมติฐาน One-Sample t-test เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

N	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ	$\bar{X}$	S.D.	df	t-test
31	40	70	31.23	2.247	30	7.994*

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 40 คะแนน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หรือคิดเป็น 28 คะแนน พบว่านักเรียนจำนวน 31 คน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 31.23 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.08 เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยสถิติ One-Sample t-test พบว่าผลการทดสอบที่มีค่า 7.994 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



## สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. จากการศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าการคิดวิเคราะห์รายบุคคลก่อนเรียนของนักเรียนทั้งหมด 31 คน มีคะแนนการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้านตามแนวคิดของ Marzano (2001 อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2553, น. 59) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33.33 และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานพบว่าคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 66.56 เมื่อนำมาหาค่า Normalized Gain <g> พบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าของการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับปานกลาง 29 คน และระดับสูง 2 คน ตามลำดับ และความก้าวหน้าการคิดวิเคราะห์รายด้าน เมื่อนำมาหาค่า Normalized Gain <g> พบว่าในด้านทักษะการจำแนก มีค่าความก้าวหน้า เท่ากับ 0.81 อยู่ในระดับสูง ด้านทักษะการจัดหมวดหมู่ เท่ากับ 0.62 ด้านทักษะการเชื่อมโยง เท่ากับ 0.50 ด้านทักษะการสรุปความ เท่ากับ 0.35 ด้านทักษะการประยุกต์ เท่ากับ 0.35 อยู่ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับการวิจัยของของฐาปนีย์ แสนใจ และคณะ (2566, น. 187) ที่ศึกษาเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องเซลล์ และการทำงานของเซลล์ พบว่ามีการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับชามาส จันทรสกุล (2562, น. 95) ที่ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง การแบ่งเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (Normalized Gain <g>) เท่ากับ 0.38 โดยนักเรียนส่วนใหญ่ (64.52%) มีผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นในระดับ "ปานกลาง" สอดคล้องกับงานวิจัยของพลอยศิริ พุทธิรักษา (2566, น. 79-84) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการคิด

วิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การที่ผลวิจัยปรากฏดังนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีขั้นตอนที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ที่ตั้งใจ ในขั้นที่ 1 ขั้นตอบสนองต่องานที่ได้รับ ครูได้นำภาพโครงสร้างเซลล์ ให้นักเรียนสังเกตและมีการถามคำถามนักเรียน ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ด้านการจำแนกและด้านการจัดหมวดหมู่ โดยนักเรียนแต่ละบุคคลอาจมีแบบจำลองทางความคิดที่แตกต่างกัน การที่ครูนำภาพโครงสร้างเซลล์มาแสดงให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ นักเรียนจะได้ใช้แบบจำลองในการทำความเข้าใจผ่านการคิดวิเคราะห์โดยการจำแนกและการจัดหมวดหมู่ชนิดของเซลล์ สอดคล้องกับที่ วีระ สุดสังข์ (2550, น. 26-28) กล่าวว่าสามารถฝึกสมองให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ได้ โดยให้กำหนดการพิจารณาแยกแยะ เป็นการกำหนดการพินิจวิเคราะห์ แยกแยะ และกระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแบบจำลองเริ่มต้น ครูมอบหมายให้นักเรียนนำข้อมูลองค์ประกอบที่ค้นพบมาสร้างแบบจำลองเริ่มต้น แสดงถึงระบบการทำงานของเซลล์ โดยชี้ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่ได้นำมาหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงโดยการสร้างแบบจำลองให้มีลักษณะ 2 มิติขึ้นไป ให้นักเรียนเตรียมอุปกรณ์ เช่น ดินน้ำมันมาด้วยตนเอง ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้ใช้การคิดวิเคราะห์ด้านการเชื่อมโยง สอดคล้องกับที่เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2553, น. 40-41) กล่าวว่า ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์และเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ อย่างมีเหตุมีผล เช่น การหาสาเหตุของเหตุการณ์หนึ่ง ๆ การเชื่อมโยงประเด็นต่าง ๆ เข้าด้วยกัน การระบุองค์ประกอบของสถานการณ์ และการพิจารณาผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตจากทางเลือกหรือการกระทำใด ๆ การเชื่อมโยงเชิงเหตุผลนี้จะทำให้การวิเคราะห์ลึกซึ้งและเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจ และสอดคล้องกับที่ ชาตรี ฝ้ายคำตา และภรทพิทย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557, น. 86-99) กล่าวว่าแบบจำลองเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง ใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี กฎ หรือเป็นตัวแทนของวัตถุแนวคิดกระบวนการหรือระบบขั้นที่ 3 ขั้นนำไปใช้และประเมิน ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้นำแบบจำลอง



ที่ได้สร้างขึ้นมานำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนจะได้ใช้ทั้งแบบจำลองเชิงรูปธรรม และแบบจำลองเชิงภาษา เนื่องจากต้องอธิบายแบบจำลองเพื่อทำความเข้าใจ และให้เหตุผล ถึงปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบย่อยของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น นอกจากนี้ยังต้องทำการประเมินแบบจำลองของตนเองว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีข้อดี ข้อเสีย หรือมีจุดบกพร่องในเรื่องใดบ้างซึ่งนักเรียนต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปความ สอดคล้องกับที่ Bryce, et al. (2016, pp. 35-42) กล่าวว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีจุดประสงค์เพื่อให้อธิบายองค์ความรู้และปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นสอดคล้องกับที่ Louca and Zacharia (2012, pp. 471-492) กล่าวว่า การประเมินแบบจำลอง เป็นการพิจารณาการอธิบายหรือทำนายความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ เพื่อระบุความสัมพันธ์ของสถานการณ์และประยุกต์ใช้แบบจำลอง โดยสามารถอธิบายคุณสมบัติและพฤติกรรมของปรากฏการณ์ตามจุดประสงค์ที่กำหนด รวมถึงตระหนักถึงข้อจำกัดของแบบจำลอง ชั้นที่ 4 ชั้นปฏิสธแบบจำลองและปรับปรุงแบบจำลอง ครูจับกลุ่มให้นักเรียนแลกเปลี่ยนผลการใช้แบบจำลองว่า แบบจำลองสามารถใช้อธิบายได้สอดคล้องกับเนื้อหาได้หรือไม่ หากแบบจำลองใช้อธิบายเนื้อหาได้ยังไม่สมบูรณ์จะปรับปรุงแบบจำลองอย่างไร โดยมีเพื่อนร่วมชั้นให้คำแนะนำและครูผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกให้คำแนะนำ ชั้นนี้นักเรียนจะได้ใช้แบบจำลองเชิงภาษา ในการแนะนำปัญหาหรือข้อผิดพลาดให้กับเพื่อนร่วมชั้น โดยใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์การประยุกต์ สอดคล้องกับที่ วีระ สุดสังข์ (2550, น. 26-28) กล่าวว่าทักษะการคิดวิเคราะห์สามารถฝึกได้โดยให้มีการสรุปคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้ และชั้นที่ 5 ขยายแบบจำลอง ครูผู้สอนนำเสนอกรณีตัวอย่างโดยการนำเสนอแบบจำลองเชิงภาพ ชี้นำให้นักเรียนได้นำไปคิดต่อว่ากรณีตัวอย่างที่ยกมานั้นมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับแบบจำลองที่นักเรียนสร้างอย่างไร ซึ่งชั้นนี้นักเรียนจะได้ใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ในด้าน การเชื่อมโยง สอดคล้องกับที่ Gagne (1970 อ้างถึงในทิศนา ขัมมณีและคณะ, 2544, น. 16) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่เป็นทักษะทางปัญญาต้องมีการสร้างกระบวนการหรือกฎขั้นสูง กล่าวคือ

ต้องนำกฎหลาย ๆ ข้อที่สัมพันธ์กันมาประมวลเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นหลักการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้นักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบที่มองเห็นชัดเจนและสัมผัสได้ เพื่อเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมกับปรากฏการณ์ หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจริง นำมาอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมนั้นให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นหรืออีกนัยหนึ่งนักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสื่อสาร (Communication Tools) นั้นเอง

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ สะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นแนวทางที่ส่งเสริมพัฒนาการด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนของการใช้แบบจำลอง ไม่เพียงส่งผลต่อการเรียนรู้เฉพาะด้านเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังมีส่วนสำคัญต่อการหล่อหลอมกระบวนการคิดที่เป็นระบบ ส่งเสริมการเชื่อมโยงความรู้ และการประยุกต์ใช้ในบริบทที่หลากหลาย ซึ่งล้วนเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21

2. จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่านักเรียนจำนวน 31 คน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 31.23 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.08 เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยสถิติ One-Sample t-test พบว่าผลการทดสอบที่มีค่า 7.994 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับที่ฐาปนีย์ แสนใจ และคณะ (2566, น. 187) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนได้เรียนโดยผ่านกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนนำความรู้ที่เป็นนามธรรมมาแสดงเป็นรูปธรรมโดยการสร้างแบบจำลอง ซึ่งจะส่งผลไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้นด้วย การที่ผลสัมฤทธิ์มีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการต่าง ๆ ดังนั้นแบบจำลองจึงเป็นอีกวิธีที่ช่วยให้ครูเข้าถึงวิธีการสร้างความรู้ความเข้าใจของนักเรียนต่อสิ่ง



ที่เรียนรู้ได้ ซึ่งผลการวิจัยที่พบนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรัสวดี ปะภิระเค (2561, น. 81) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับปริญาพันธ์ นวลจันทร์ (2563, น. 80) ที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับวิจัยของพรพิมล โพธิ์โรจน และพรธณวีไล ดอกไม้ (2566, น. 465-480) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การที่ผลวิจัยปรากฏดังนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนต้องลงมือสร้างแบบจำลองด้วยตนเองตามขั้นตอนของ Buckley, et al. (2004, pp. 23-41) โดยขั้นที่ 1 ตอบสนองต่องานที่ได้รับ นักเรียนมีความรู้-ความจำ และความเข้าใจ เนื่องจากนักเรียนนำความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างแบบจำลองที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือกลไกการทำงานของเซลล์ที่กำลังศึกษาได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับชาติรี ฝ่ายคำตา และภรทพิทย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557, น. 91) กล่าวว่า ก่อนเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง นักเรียนจะต้องมีแบบจำลองทางความคิด ซึ่งหมายถึงมีความเข้าใจหรือความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่งมาก่อน ขั้นที่ 2 สร้างแบบจำลองเริ่มต้น นักเรียนมีความรู้ด้านการวิเคราะห์และการประเมินค่าจากการนำข้อมูลองค์ประกอบที่ค้นพบมาสร้างแบบจำลองเริ่มต้น โดยนักเรียนต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้ว่ามีปฏิสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร วัตถุประสงค์ที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลอง และสามารถนำไปใช้สร้างแบบจำลองได้จริง สอดคล้องกับ Harrison and Treagust (2000, pp. 1011-1026) กล่าวว่าแบบจำลองที่บุคคลสร้างขึ้นในระหว่างการทำความเข้าใจ

เพื่อให้เกิดกระบวนการทางปัญญา โดยนักเรียนแต่ละบุคคลอาจมีแบบจำลองทางความคิดที่แตกต่างกัน ขั้นที่ 3 นำไปใช้และประเมินนักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองไปใช้ผ่านการนำเสนอหน้าชั้นเรียน การให้เหตุผลถึงปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบย่อยของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นและทำการประเมินแบบจำลองของตนเองว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีข้อดี ข้อเสีย หรือมีจุดบกพร่องในเรื่องใดบ้างสอดคล้องกับ Schwarz et al. (2009; อ้างถึงใน พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์, 2556, น. 53) กล่าวว่าแบบจำลองทำให้เกิดความคิดของนักเรียนมีความชัดเจนและเป็นประโยชน์สำหรับการสร้างและสื่อสารความเข้าใจ ขั้นที่ 4 ปฏิเสธแบบจำลองและปรับปรุงแบบจำลอง ครูจับกลุ่มให้นักเรียนแลกเปลี่ยนแบบจำลองกันทดลองว่า หากแลกเปลี่ยนกับเพื่อนร่วมชั้นแล้ว ยังสามารถใช้อธิบายถึงความสอดคล้องของแบบจำลองกับเนื้อหาได้หรือไม่ได้ เพื่อนร่วมชั้นให้คำแนะนำ และครูผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกให้คำแนะนำ ขั้นนี้นักเรียนมีความรู้ด้านความเข้าใจ การวิเคราะห์ และการประเมินค่า ในการแนะนำปัญหาหรือข้อผิดพลาดให้กับเพื่อนร่วมชั้น สอดคล้องกับ จุฑามาศ กันทะวัง (2563, น. 21) ที่กล่าวว่าแบบจำลองมีความสำคัญในการเป็นตัวช่วยในการอธิบายความคิดแนวคิด หรือปรากฏการณ์ ทำให้เกิดการส่งเสริมและกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ การสร้างคำอธิบาย การวิเคราะห์ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจและสามารถพัฒนาความเข้าใจให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

จากผลการวิจัยข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ลงมือปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการสร้างแบบจำลอง ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่ยากและเป็นนามธรรมได้อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น อีกทั้งยังส่งเสริมการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ จึงถือได้ว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและควรส่งเสริมให้มีการนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในรายวิชาวิทยาศาสตร์และสาขาอื่น ๆ



## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เนื่องจากมีเวลาในการสอนแต่ละแผนค่อนข้างจำกัดจึงควรเลือกแผนที่สามารถให้นักเรียนในห้องสามารถสร้างแบบจำลองที่มีความหลากหลายในแต่ละกลุ่ม จากนั้นนำมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้กัน

1.2 ผู้สอนต้องมีการประเมินการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนไปด้วยระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อให้ทราบถึงการพัฒนาคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในแต่ละขั้นตอน

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีความอยากเรียนรู้ มีความพยายาม มีการใช้เหตุผล และมีความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมการสร้างแบบจำลอง ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อเจตคติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.2 จากการวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนได้มีการใช้ทักษะทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการทำกิจกรรมการสร้างแบบจำลอง ดังนั้นจึงควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ไปใช้ในการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้วิจัยเกิดความหลากหลาย และช่วยพัฒนาต่อยอดในการศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองต่อไปได้

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวีไล ดอกไม้ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาทางด้านวิชาการ ดูแลด้วยความเมตตา อย่างสม่ำเสมอ จนงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณคณะผู้เชี่ยวชาญ ที่กรุณาตรวจสอบให้คำแนะนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบคุณผู้บริหาร ครู และนักเรียนโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ในการให้ความร่วมมือในงานวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- กษามาส จันท์สกุล. (2562). การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต. สืบค้นจาก <https://rsuir-library.rsu.ac.th/handle/1234567892103>.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2553). *การคิดเชิงวิเคราะห์* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: ชัดเชดส์ดี.
- จุฑามาศ กันทะวัง. (2563). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา. สืบค้นจาก <http://ir.buu.ac.th/dspace/bitstream/1513/168/1/61910061>.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Model-Based Learning. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 29(3), 86-99.
- ฐาปนีย์ แสนใจ, ยุวดี อินสำราญ, และเนตรชนก จันท์สว่าง. (2566). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องเซลล์และการทำงานของเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 17(2), 181-190.



- ดวงจันทร์ วรคามิน, บังปอนด์ รักอำนวยกิจ และยศวีร์ สายฟ้า. (2559). *โครงการการศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และการมีจิตสาธารณะ เพื่อพัฒนาศักยภาพการเป็นคนดีคนเก่งของนักเรียนไทย* (รายงานวิจัย ผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.
- ทิตนา แชมมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- นิตยา ทันใจ, วิษณุ สุทธิวรรณ, และธัญวรัตน์ ปิ่นทอง. (2564). การใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 16(1), 31-47.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). *การคิดวิเคราะห์ (เล่ม 1)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิควรรณศิลป์.
- ปริญญาพันธ์ นวลจันทร์. (2563). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยมหาวชิราวุธราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. สืบค้นจาก [https://grad.vru.ac.th/VRU\\_Thesis/thesis/file\\_Pdf/full\\_59B54680208.pdf](https://grad.vru.ac.th/VRU_Thesis/thesis/file_Pdf/full_59B54680208.pdf).
- พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวความคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สืบค้นจาก <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/43652>.
- พรพิมล โพธิ์ไธสง, และพรรณวิไล ดอกไม้. (2566). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารสหวิทยาการวิจัยและวิชาการ*, 3(5), 465-480.
- พรรณวิไล ชมชิต. (2552). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง. *นิตยสาร สสวท.*, 38(163), 33-34.
- พลอยศิริ พุทธิรักษา. (2566). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง แสงที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนภัทรวิทยานุกูล จังหวัดนครปฐม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. สืบค้น จาก <http://ir.stou.ac.th/handle/123456789/13174?locale=en>.
- ภาวิณี สุวรรณศรี และประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2562). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*. 1(1), 20-25.
- โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร. (2564). *รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ปีการศึกษา 2564*. กภาพลิษฐ์: โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร.
- วีระ สุดสังข์. (2550). *การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดสร้างสรรค์ (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2566). *บทสรุปผู้บริหาร ผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน*. สืบค้นจาก <https://www.niets.or.th/content/view/25982>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูนิเคชั่น.



- สุรัสวดี ปะภิระเค. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. สืบค้นจาก <http://fulltext.rmu.ac.th/fulltext/2561/1270034/Pakiraka%20Surassawadee.pdf>.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2556). กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย. *วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*, 19(12), 15-18.
- Bloom, B. S., Krathwohl, D. R. and Masia, B. B. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives the Classification of Educational Goals*. New York: David McKay.
- Bryce, C. M., Baliga, V. B., De Nesnera, K. L., Fiack, D., Goetz, K., Tarjan, L. M., Bard, D. G. (2016). Exploring Models in the Biology Classroom. *The American Biology Teacher*, 78(1), 35-42.
- Buckley, B. C., Gobert, J. D., Kindfield, A. C., Horwitz, P., Tinker, R. F., Gerlits, B., Willett, J. (2004). Model-based Teaching and Learning with BioLogica™: What Do They Learn? How Do They Learn? How Do We Know? *Journal of Science Education and Technology*, 13, 23-41.
- Coll, R. K., France, B., and Taylor, I. (2005). The Role of Models and Analogies in Science Education: Implications from Research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198.
- Gilbert, S. W. (2011). *Models-based Science Teaching*. NSTA Press.
- Harrison, A. G., and Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Jong, J. P., Chiu, M. H., and Chung, S. L. (2015). The use of Modeling-based Text to Improve Students' Modeling Competencies. *Science Education*, 99(5), 986-1018.
- Ladachart, L., and Ladachart, L. (2017). Science Teachers' Perspectives on and Understandings about Scientific Models. *Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)*, 10(3), 149-162. [in Thai].
- Louca, L. T., and Zacharia, Z. C. (2012). Modeling-Based Learning in Science Education: Cognitive, Metacognitive, Social, Material and Epistemological Contributions. *Educational Review*, 64(4), 471-492.
- Martínez Solano, J. F. (2016). Wenceslao J. Gonzalez: Bas Van Fraassen's [Approach to Representation and Models in Science]. *Journal for General Philosophy of Science*, 47(1), 261-264.
- Marzano, R. J. (2001). *Designing a New Taxonomy of Education Objectives*. California: Corwin Press.
- Schwarz, C. V., and White, B. Y. (2005). Meta modeling Knowledge: Developing Students' Understanding of Scientific Modeling. *Cognition and Instruction*, 3(2), 165-205.