การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จุฑามาศ กันทะวัง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จุฑามาศ กันทะวัง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

Model-based Learning Approaches in Biology to Promote Learning Achievement and Scientific Reasoning of Tenth Grade Students

JUTAMAS KANTAWANG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENTS FOR MASTER OF EDUCATION

IN SCIENCE TEACHING

FACULTY OF EDUCATION

BURAPHA UNIVERSITY

2020

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ จุฑามาศ กันทะวัง ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....

(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....

(ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง ทับศรี)

..... กรรมการ

(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)

..... กรรมการ

(ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์)

..... กรรมการ

(ดร.กิตติมา พันธ์พฤกษา)

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สฎายุ ธีระวณิชตระกูล)

วันที่ 23 เดือน กันยายน พ.ศ. 2563

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)

วันที่ 25 เดือน กันยายน พ.ศ. 2563

BUU iThesis 61910061 thesis / recv: 28082563 14:59:23 / seq: 77

61910061: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จุฑามาศ กันทะวัง : การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (Model-based Learning Approaches in Biology to Promote Learning Achievement and Scientific Reasoning of Tenth Grade Students) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สมศิริ สิงห์ลพ, กศ.ด., ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, กศ.ด. ปี พ.ศ. 2563.

การศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยายในรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และค่าขนาดของผล

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) สูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) สูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

61910061: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: Model-based Learning, Learning achievement, Scientific Reasoning

JUTAMAS KANTAWANG : MODEL-BASED LEARNING APPROACHES IN BIOLOGY TO PROMOTE LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC REASONING OF TENTH GRADE STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: SOMSIRI SINGLOP, Ed.D., THANAWUTH LATWONG, Ed.D. 2020.

The study of using model-based learning aimed to examine learning achievement in topic of DNA Technology, study scientific reasoning and observe satisfaction of tenth grade students. The target group was 45 tenth grade students in second semester of 2019 academic year at Chonradsadornumrung school. The research instruments were provided consist of lesson plans containing Model-based learning, learning achievement test, scientific reasoning test and satisfied questionnaire. Research information was processed in descriptive as classroom action research. Analyze statistics were performed by mean, standard deviation, percentage, and effect size. Research results revealed that:

1. The students raised higher learning achievement in topic of DNA Technology after treated with model-based learning.

2. The students gained higher scientific reasoning after treated with model-based learning.

3. The students' satisfaction being treated with model-based learning held in high level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาจาก ดร.สมศิริ สิงห์ลพ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ชี้แนะ ให้คำแนะนำ ตรวจสอบเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง และให้กำลังใจกับผู้วิจัยเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. ฉลอง ทับศรี ประธาน และ ดร. กิตติมา พันธ์พฤกษา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. สุวิชัย โกศัยยะวัฒน์ อาจารย์มันทนา เมฆิยานนท์ ดร.สมพิศ เผ่าจินดา ดร.มณเฑียร ส่งเสริม และ อาจารย์จำเนียร ตั่นไพบูลย์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา อาจารย์พี่เลี้ยง และคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ทุกท่านที่เป็นกำลังใจ ให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ให้ความร่วมมือในระหว่างการเก็บข้อมูล

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษาตลอดหลักสูตร

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นกตัญญูฑิตาแด่บุพการี ครู อาจารย์ ผู้มีพระคุณทั้งในอดีตและปัจจุบัน อีกทั้งผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยเสมอมา

จุฑามาศ กันทะวัง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
คำถามการวิจัย 6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6
ความสำคัญของการวิจัย / ประโยชน์ที่ได้รับ 7
ขอบเขตการวิจัย 7
กรอบแนวคิด 8
นิยามศัพท์เฉพาะ 9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12
กรอบสาระการเรียนรู้วิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม) เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ 12
การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) 20
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง 30
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 34
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 39
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ 47
การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) 52
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 56
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 60
กลุ่มเป้าหมาย 60
รูปแบบการวิจัย 60
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 62

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 62
วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวมรวมข้อมูล 76
การวิเคราะห์ข้อมูล 77
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 77
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 81
สัญลักษณ์ที่ใช้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมาย 81
ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) 82
ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) 85
ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) 89
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามวงจรที่ 1-3 (PAOR) 92
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 111
สรุปผลการวิจัย 112
อภิปรายผลการวิจัย 112
ข้อเสนอแนะ 117
บรรณานุกรม 119
ภาคผนวก 127
ภาคผนวก ก 128
ภาคผนวก ข 137
ภาคผนวก ค 151
ประวัติย่อของผู้วิจัย 189

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม (ว 31242) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 15

ตารางที่ 2-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ 18

ตารางที่ 2-3 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 29

ตารางที่ 2-4 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 39

ตารางที่ 2-5 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของการประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 43

ตารางที่ 3-1 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ 63

ตารางที่ 3-2 การกำหนดจำนวนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ 69

ตารางที่ 3-3 การกำหนดองค์ประกอบและจำนวนข้อคำถามของแบบวัดการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ 74

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมาย 82

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียน 83

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียน 86

ตารางที่ 4-4 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 89

ตารางที่ 4-5 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้านผู้สอนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 90

ตารางที่ 4-6 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 90

ตารางที่ 4-7 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 91

ตารางที่ 4-8 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้านการวัดและประเมินผลของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 92

ตารางที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จากผู้เชี่ยวชาญ.....138

ตารางที่ ข-2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จากผู้เชี่ยวชาญ.....141

ตารางที่ ข-3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ 144

ตารางที่ ข-4 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้.....145

ตารางที่ ข-5 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ 147

ตารางที่ ข-6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์.....149

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย....8
ภาพที่ 2-1 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ นพเก้า ณ พัทลุง (2551)....53
ภาพที่ 2-2 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Stringer (1999)....54
ภาพที่ 2-3 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) 55
ภาพที่ 2-4 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของงานวิจัย 55
ภาพที่ 4-1 แผนภาพแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 85
ภาพที่ 4-2 แผนภาพแสดงคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียน....88
ภาพที่ 4-3 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1....94
ภาพที่ 4-4 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1....94
ภาพที่ 4-5 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1....96
ภาพที่ 4-6 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1....96
ภาพที่ 4-7 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1....97
ภาพที่ 4-8 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2....99
ภาพที่ 4-9 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2....99
ภาพที่ 4-10 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2....100
ภาพที่ 4-11 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3....102
ภาพที่ 4-12 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3....102
ภาพที่ 4-13 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3....104
ภาพที่ 4-14 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3....104
ภาพที่ 4-15 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4....107
ภาพที่ 4-16 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4....107

ภาพที่ 4-17 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....107
ภาพที่ 4-18 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....108
ภาพที่ 4-19 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....109
ภาพที่ 4-20 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (Center for Food Safety, 2016; Agropages, 2018).....109

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาศาสตร์อื่น ๆ ที่ประยุกต์ใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นปัจจัยพื้นฐานในการพัฒนาประเทศที่สามารถวัดได้จากผลผลิตทางเศรษฐกิจและสังคม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561ก) ส่งผลให้เกิดสิ่งอำนวยความสะดวกมากมายในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ การเรียนรู้และทำความเข้าใจวิทยาศาสตร์สามารถนำไปสู่การพัฒนากระบวนการคิดของมนุษย์ในหลากหลายด้าน เช่น ความเป็นเหตุเป็นผล การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังช่วยให้มนุษย์มีทักษะในการค้นคว้าและพัฒนาองค์ความรู้ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถพิจารณารับข้อมูลข่าวสารได้อย่างเหมาะสม (บรรจง อมรชีวิน, 2554) พร้อมสำหรับการก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในหลากหลายด้านอย่างรวดเร็ว ผู้คนจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตให้สอดคล้องกับสังคมยุคใหม่ เพื่อให้สามารถดำเนินชีวิตได้อย่างอย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข (เบญจวรรณ ถนอมชยธวัช, ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์, วุฒิชัย เนียมเทศ และณัฐวิทย์ พจนดันติ, 2559)

การให้เหตุผลเป็นหนึ่งในทักษะสำคัญที่ทำให้สามารถเผชิญสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาองค์ความรู้และเสริมความสามารถในด้านอื่น ๆ มีส่วนเชื่อมโยงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน อีกทั้งการตัดสินใจที่สำคัญในช่วงวัยรุ่น เช่น การค้นหาตัวตน การเลือกอาชีพ เป็นต้น (วิชัย เสวกงาม, 2557) การเรียนรู้ด้วยการให้เหตุผลกับประสบการณ์ที่ปรากฏขึ้นรอบตัว สามารถเรียกได้อีกอย่างว่าเป็นความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning) เป็นหนึ่งในทักษะสำคัญที่ทำให้เกิดการคิดและเรียนรู้ ซึ่งหมายรวมถึง การรับรู้ การเข้าใจ การใช้เหตุผล การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การวางแผน การจำ การใช้จินตนาการ (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2556) นำไปสู่ความสามารถในการพิจารณาสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม การสร้างองค์ความรู้จากการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ ตลอดจนสามารถสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ โดยเรียนรู้จากการประเมินหลักฐานและการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่มีอยู่กับสิ่งที่ต้องการทราบ (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2542) นอกจากจะส่งเสริมการเรียนรู้ใจความสำคัญทางวิทยาศาสตร์ ยังส่งเสริมการพัฒนาความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน ทำให้บุคคลสามารถตีความ พิจารณา รับมือและแก้ปัญหากับสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้อย่างเหมาะสม (นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์, 2554) ซึ่งสอดคล้องกับความมุ่งหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ที่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) แสดงให้เห็นว่าการให้เหตุผลไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือในการพัฒนาระดับสติปัญญาและทักษะการคิดขั้นสูง แต่ยังเป็นแนวทางให้ผู้เรียนสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาข้อมูลจากโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับนักเรียนนานาชาติ (TIMSS : Trends in International Mathematics and Science Study) ซึ่งประเมินครอบคลุมด้านเนื้อหาวิชาและพฤติกรรมการเรียนรู้ ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อพิจารณาผลการประเมินจำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านความรู้ ซึ่งประเมินจากความเข้าใจบนพื้นฐานข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ การข้อมูลหรือมีการจำที่ถูกต้อง มีความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ สัญลักษณ์ หน่วย รวมถึงสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ในการวัดได้อย่างเหมาะสม 2) ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ ประเมินความสามารถในการจัดการข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้หาคำตอบหรือสร้างคำอธิบาย โดยอาจใช้ตัวแทนทางความคิดประกอบการอธิบายโครงสร้างหรือความสัมพันธ์ และ 3) ด้านการใช้เหตุผล ประเมินจากการให้เหตุผลหรือวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ในบริบทที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น โดยต้องใช้เหตุผลหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หาคำตอบ จากผลการประเมินพบว่าประเทศไทยมีผลการทดสอบอยู่ในลำดับที่ 26 จากทั้งหมด 34 ประเทศ มีคะแนนเท่ากับ 456 คะแนน ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ากลางของการประเมิน (กำหนดไว้ที่ 500 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจัดอยู่ในกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 1 หรือระดับต่ำ (มีคะแนนตั้งแต่ 400 - 474 คะแนน) โดยเฉพาะในด้านการประยุกต์ใช้ความรู้และการใช้เหตุผลที่ทำคะแนนได้น้อยกว่าด้านความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) เช่นเดียวกับผลการศึกษาจากโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA : Programme for International Student Assessment) ที่มีเป้าหมายเพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศที่เข้าร่วมโครงการ เพื่อเตรียมความพร้อมเยาวชนให้มีศักยภาพสำหรับการแข่งขันในอนาคต โดยประเมินความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ไขปัญหาในชีวิตหรือ “ความฉลาดรู้” (Literacy) 3 ด้าน ได้แก่ การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ระบุเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการทำให้นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) โดยหมายรวมถึงความรู้ในมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้น

เพื่อศึกษาการรู้ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง สำหรับใช้ประกอบการปรับปรุงการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ จากผลการประเมินล่าสุดประจำปีการศึกษา 2561 ได้เผยแพร่ออกมาพบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์เท่ากับ 426 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย คือ 489 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561ข) นอกจากนี้จากการสรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2561 พบว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศของวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 30.51 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดจากทั้งหมด 5 รายวิชา (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) อีกทั้งจากรายงานการทดสอบวิชาความถนัดทางวิชาการและวิชาชีพ GAT/PAT ประจำปีการศึกษา 2561 พบว่าคะแนนการทดสอบความถนัดทางวิทยาศาสตร์ (PAT 2) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 72.12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน ซึ่งกล่าวได้ว่านักเรียนทำคะแนนได้น้อยกว่าร้อยละ 25 ของคะแนนทั้งหมด (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561)

จากที่กล่าวมาข้างต้นเป็นข้อมูลภาพรวมในระดับประเทศ และจากประสบการณ์ตรงของผู้วิจัย ซึ่งได้เก็บรวบรวมข้อมูลหลากหลายด้าน เช่น จากการสัมภาษณ์ครูผู้มีประสบการณ์ในการสอนวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นเวลา 26 ปี กล่าวว่า เมื่อสังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในการทำแบบฝึกหัดที่มีการเขียนบรรยายความรู้ เช่น การตอบแบบอัตนัยและการแก้ไขคำผิดจากข้อคำถามแบบเลือกตอบถูกผิด พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีการกล่าวถึงข้อเท็จจริง หลักการ หรือหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของตนเอง คำตอบมีลักษณะเป็นประโยคหรือคำที่มีความยาวไม่มากนัก โดยสรุปมาจากความเข้าใจในชั้นเรียน การสื่อสารใจความของคำตอบมักไม่ชัดเจน มีเพียงส่วนน้อยที่สามารถแสดงความเข้าใจของตนเองได้อย่างชัดเจน อีกทั้งความสามารถในการคาดการณ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงที่กำลังศึกษา มักพบในนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนโดดเด่น แตกต่างจากนักเรียนทั่วไปที่ต้องผ่านการจัดการเรียนรู้ก่อนจึงจะสามารถคาดเดาสถานการณ์ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับของความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนอีกเช่นกัน จึงต้องใช้เวลาในการทบทวนหรืออธิบายซ้ำหลาย ๆ ครั้ง นักเรียนจึงมีความรู้ความเข้าใจ สามารถอธิบายและเชื่อมโยงถึงปรากฏการณ์อื่น ๆ ได้ (สมพิศ เผ่าจินดา, สัมภาษณ์, 10 ตุลาคม 2562) และจากประสบการณ์การสอนวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของผู้วิจัยพบว่า เมื่อให้นักเรียนตอบคำถามที่ต้องใช้การเขียนบรรยายความคิดหรือความเข้าใจ นักเรียนไม่สามารถเขียนบรรยายคำตอบโดยนำเหตุและผลจากข้อเท็จจริง หลักการ หรือทฤษฎีที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนคำตอบของตนเอง เช่นเดียวกับการตอบคำถามในห้องเรียนเมื่อผู้สอนตั้งคำถามเพื่อ

กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ นักเรียนส่วนใหญ่มักตอบคำถามโดยใช้การคาดเดามากกว่าตอบคำถามจากการพิจารณาข้อเท็จจริง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายที่มาของคำตอบได้

การเรียนรู้เนื้อหาบางหัวข้อในวิชาชีววิทยาต่างมีสาระความรู้ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบขนาดเล็กของสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์หรือเครื่องมือเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับและถูกนำมาถ่ายทอดในปัจจุบัน เช่นเดียวกับการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม) เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับสารชีวโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีขนาดเล็กอยู่ภายในเซลล์ การทำความเข้าใจกับสาระของเนื้อหาดังกล่าว เช่น การตัดสายดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ การเชื่อมสายดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ไลเกส การหาขนาดดีเอ็นเอ การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ในกระบวนการดัดแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้จริงในห้องปฏิบัติการ ต้องอาศัยประสบการณ์ในการเรียนรู้เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง จึงยากสำหรับการทำความเข้าใจของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่เคยสัมผัสกับเนื้อหาและกระบวนการข้างต้นมาก่อน จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถทำความเข้าใจกระบวนการเหล่านี้ได้อย่างชัดเจน

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ ด้วยการส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองที่เป็นตัวแทนทางความคิด โดยอาศัยการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบและลงข้อสรุปด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Johnson-Laird, 1983) นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้เรียนรู้ในขั้นที่สูงขึ้น (Gobert and Buckley, 2000) โดยเริ่มจากให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดจากประสบการณ์เดิมของผู้เรียนในขั้นสร้างแบบจำลอง จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นประเมินแบบจำลองด้วยการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่ครูผู้สอนได้จัดขึ้น แบบจำลองแรกของผู้เรียนจะได้รับการพิจารณาและลงข้อสรุปด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ระบุปัญหา สังเกต ตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลอง เก็บข้อมูล วิเคราะห์ และแปลผลข้อมูลจากการทดลองในระหว่างทำกิจกรรม แบบจำลองที่ไม่สามารถเป็นตัวแทนทางความคิดจะได้รับการแก้ไขเป็นลำดับถัดมาในขั้นปรับปรุงแบบจำลอง จนกว่าจะเกิดแบบจำลองที่ผู้เรียนสามารถนำมาใช้ประกอบการอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญในขั้นการขยายแบบจำลอง ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะสำคัญในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้าง

องค์ความรู้ของผู้เรียนออกมาในลักษณะของแบบจำลอง (Model) การเรียนรู้ผ่านการสร้างแบบจำลองมีส่วนสำคัญในการพัฒนานักเรียนให้สามารถเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นนามธรรมให้นำไปสู่รูปธรรม สร้างตัวแทนทางความคิดและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อสื่อความหมายของข้อมูลหรืออธิบายแนวคิดที่ยากต่อการทำความเข้าใจ ไม่สามารถนึกภาพได้อย่างชัดเจน (ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2557)

ดังผลการศึกษาของ ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2558) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จากผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงความรู้สูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้สร้างแบบจำลองเบื้องต้นที่เป็นเสมือนการตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติและเก็บหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ และใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นหลักฐานสนับสนุนการอธิบายปรากฏการณ์ เช่นเดียวกับ จงกล บุญรอด (2557) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาปรากฏว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองช่วยพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จากการออกแบบ ดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นการลงมือปฏิบัติและส่งเสริมการสร้างความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งการแก้ไขแบบจำลองยังมีส่วนช่วยส่งเสริมการเชื่อมโยงให้นักเรียนเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น เนื่องจากต้องอาศัยการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ไขแบบจำลอง และนำไปใช้เป็นตัวแทนทางความคิดในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ในทำนองเดียวกับการศึกษาของ นิภาภรณ์ จันทะโยธา และสุวัตร นานันท์ (2558) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทั้งการทดลองและการสร้างแบบจำลอง มีการเปรียบเทียบแบบจำลองระหว่างก่อนและหลังการทดลอง จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้น อีกทั้งการศึกษาของพรรณนภา อนิวรรตนวงศ์ และร่มเกล้า จันทรายี (2562) ที่ได้ศึกษาการประเมินผลของการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการใช้การเชื่อมโยงหลักฐานและแบบจำลอง เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างแบบจำลอง นักเรียนสามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุล

ผ่านแบบจำลองที่สร้างขึ้น และการเชื่อมโยงหลักฐานและแบบจำลองส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งมีส่วนช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล จากการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น

จากข้อมูลงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ศึกษาข้างต้นพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่างานวิจัยส่วนใหญ่จะทำกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นก็ตาม ผู้วิจัยได้นำแนวทางนี้มาปรับใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจนำแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมาจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 โรงเรียนชลราษฎร-อำรุง

คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 หรือไม่อย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) ส่งผลต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 หรือไม่ อย่างไร

3. หลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับใด อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)

2. เพื่อศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)

ความสำคัญของการวิจัย / ประโยชน์ที่ได้รับ

1. แผนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม) เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สามารถนำความรู้และทักษะไปปรับใช้ในการเรียนและการดำเนินชีวิตได้

3. เป็นแนวทางให้กับผู้ที่สนใจพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในบทเรียนหรือรายวิชาอื่น ๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 45 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ที่พบว่าสามารถพัฒนาทักษะในการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการอธิบายความคิด โดยใช้การเชื่อมโยงกับเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจและอธิบายข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.2 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม) เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

3.1 พันธุวิศวกรรมและการโคลนยีน

3.2 การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์

3.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

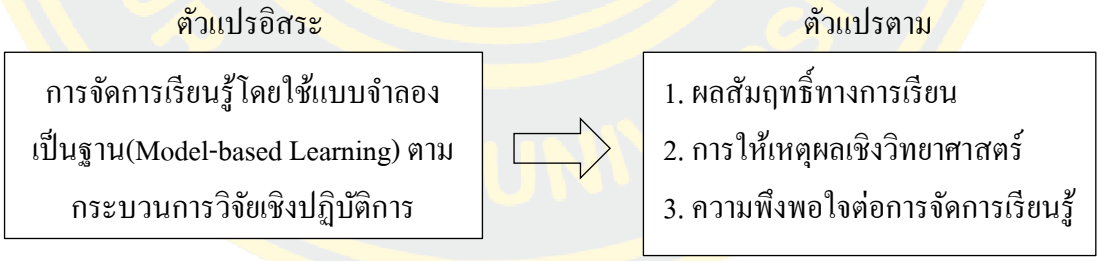
3.4 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลาในการเก็บข้อมูล 14 ชั่วโมง ได้แก่ ทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง จัดกิจกรรมการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง

กรอบแนวคิด

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีพื้นฐานจากทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งมีแนวคิดพื้นฐานจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์และวีก็อทสกี้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดการสร้างความรู้ใหม่ผ่านการประเมินหลักฐานและนำไปสู่การคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานของการปฏิบัติงาน รวมถึงสำรวจความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน (PAOR: Plan, Act, Observe, Reflex) ต่อเนื่อง 3 วงจร โดยในวงจรที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 วงจรที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และวงจรที่ 3 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ซึ่งสามารถนำเสนอในกรอบความคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระจากการสร้าง ใช้งาน ปรับปรุงและขยายแบบจำลอง เพื่อใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนทางความคิดประกอบการอธิบายปรากฏการณ์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation)

เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้ได้มากที่สุด โดยครูจะทำหน้าที่กระตุ้นและเร้าความสนใจให้ผู้เรียนด้วยคำถาม สื่อ หรือกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดจากความรู้เดิม สำหรับใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation)

ครูกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ และประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยใช้กระบวนการสำรวจและค้นหาข้อเท็จจริง เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ค้นพบในระหว่างจัดการเรียนรู้กับแบบจำลองที่สร้างขึ้นในขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification)

ผู้เรียนทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองที่เห็นว่าไม่สามารถเป็นตัวแทนทางความคิดจนเกิดการสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ สามารถอธิบายข้อมูลได้ถูกต้องและเป็นตัวแทนในการอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration)

ผู้เรียนใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขประกอบการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียง

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะเกี่ยวกับการคิดสามารถวัดได้หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่วางแผนไว้ล่วงหน้า ซึ่งได้รับจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครอบคลุมพฤติกรรมทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเป็นพฤติกรรมทางการเรียนรู้ทางสมองหรือสติปัญญา แบ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ด้าน ประกอบด้วย ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของ Anderson *et al*. (2001, อ้างถึงใน รัฐพล ประดับเวทย์ 2560)

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือสำหรับประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ทางสมองหรือสติปัญญา

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ด้าน ประกอบด้วย ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์ โดยเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ใช้วัดก่อนและหลังเรียนเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

4. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดโดยอ้างอิงจากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นการคิดแบบสืบสอบ ประกอบด้วยทักษะหลายด้าน ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเกตุ รวบรวม วิเคราะห์ และตีความข้อมูลจากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงสามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการทดลองทำนายหรือคาดการณ์สถานการณ์ได้ ครอบคลุมองค์ประกอบด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ 2 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน และการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์

5. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือสำหรับประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ 2 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน และการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกสองลำดับชั้น ตามแนวคิดของ Lawson (2000) จำนวน 12 ข้อ ภายใน 1 ข้อ ประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการเลือกคำตอบจาก 4 ตัวเลือก จากนั้นส่วนที่ 2 เป็นการเลือกเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนแรก นักเรียนจะได้รับ 1 คะแนน หากตอบถูกทั้ง 2 ส่วน ดังนั้นจึงคิดเป็นคะแนนเต็มทั้งหมด 12 คะแนน ใช้วัดก่อนและหลังเรียนเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

6. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความชอบหรือระดับความพอใจที่มีต่อบุคคลหรือสิ่งต่าง ๆ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ภายใต้ขอบเขตที่ควรจะได้รับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ผู้สอน กิจกรรมการเรียนรู้ อุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ รวมถึงการวัดและประเมินผล

7. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง เครื่องมือสำหรับประเมินความระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ ผู้สอน กิจกรรมการเรียนรู้ อุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ รวมถึงการวัดและประเมินผล โดยเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Scale) ประกอบด้วย พึงพอใจมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ที่ให้คะแนนเป็น 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ

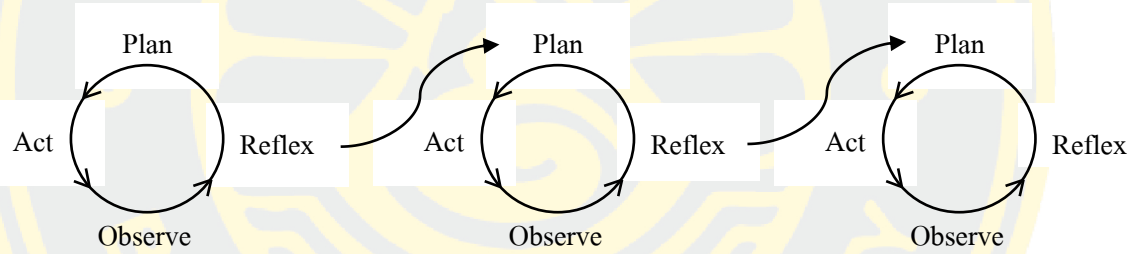
8. การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง รูปแบบการศึกษาที่อาศัยกระบวนการที่น่าเชื่อถือและเป็นระบบ เพื่อนำผลการศึกษาไปแก้ปัญหาหรือพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ผลการศึกษามีความจำเพาะกับชั้นเรียน ควรนำผลไปใช้ทันทีและสะท้อนข้อมูลที่เกิดกับตนเองและเพื่อนร่วมงาน เพื่อทำให้เกิดการพัฒนาทั้งครูและผู้เรียน ตามแนวทางของ พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551) กระบวนการวิจัยในชั้นเรียนสามารถสรุปได้เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

8.1 วางแผน (Plan) เพื่อกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้และลงมือเก็บข้อมูล

8.2 ลงมือปฏิบัติการ (Action) ดำเนินการวิจัยตามแผนที่ได้กำหนดไว้

8.3 สังเกต (Observe) พิจารณาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองและสรุปผลการเปลี่ยนแปลง

8.4 สะท้อนผล (Reflex) นำผลสรุปจากการศึกษามาปรับปรุงและวางแผนการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนต่อไป



บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. กรอบสาระการเรียนรู้วิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม) เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)
3. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
6. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
7. การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research)
8. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรอบสาระการเรียนรู้วิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม) เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ในกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการจนสามารถค้นพบองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาเพื่อเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการสังเกต การตรวจสอบ และการทดลอง ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติ จนเกิดเป็นหลักการแนวคิดและองค์ความรู้ภายในตัวบุคคล วิชาชีววิทยาเป็นหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษาครอบคลุมถึงชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

หลักสูตรสถานศึกษาศึกษาโรงเรียนชลราษฎรอำรุง ได้กำหนดกรอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

สาระการเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์ต่างประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เหมาะสมกับการดำเนินชีวิต ตามจุดมุ่งหมายของโรงเรียนดังต่อไปนี้

วิสัยทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง

มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ มีเหตุผล ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์ ก้าวทันเทคโนโลยีสมัยใหม่ มีทักษะในการดำรงชีวิต และเป็นคนดีของสังคมตามแนวทางของศาสนาที่ตนนับถือ

พันธกิจกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง

1. พัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ เกิดผลสัมฤทธิ์สูงสุดแก่นักเรียน

2.พัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่

3. พัฒนาผู้เรียนโดยการฝึกปฏิบัติตามแนวทางของศาสนาที่ตนนับถือ เพื่อให้เป็นคนดีของสังคม

การจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ประกอบด้วยเนื้อหาที่ศึกษาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

ศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล กฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ศึกษาเกี่ยวกับยีนและโครโมโซม การค้นพบสารพันธุกรรม โครโมโซม องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ โครงสร้างดีเอ็นเอ สมบัติของสารพันธุกรรม มิวเทชัน ศึกษาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ พันธุวิศวกรรม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ หลักฐานที่บ่งบอกถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ประชากร กำเนิดของสปีชีส์

โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด

ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรมคุณธรรม และค่านิยม

เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนควรมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาและเปลี่ยนแปลงไป ดังตัวชี้วัดของสาระชีววิทยา ดังนี้

สาระชีววิทยา

เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิติ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

เมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ในบทเรียนแต่ละบท สามารถแบ่งผลการเรียนรู้ตามมาตฐานหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานในแต่ละบทเรียนได้ ดังนี้

โครงสร้างรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลราษฎรอำรุง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กำหนดโครงสร้างรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม (ว 31242) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีหน่วยการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ ดังรายละเอียดในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม (ว 31242) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	1. สืบค้นข้อมูล อธิบายและสรุปผลการทดลองของเมนเดล 2. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม อัลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล 3. อธิบายและสรุปกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F_1 และ F_2 4. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล 5. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง 6. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมและยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ	14

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2. โครโมโซมและสารพันธุกรรม	1. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA 2. อธิบายและระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน 3. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชัน ระดับยีนละโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน	16
	สอบกลางภาค	1
3. เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	1. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ 2. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม	12

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
4. วิวัฒนาการ	1. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต 2. อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาร์ลส์ ดาร์วิน 3. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี้-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของอัลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของอัลลีลและจีโนไทป์ของประชากร โดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก 4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	16
	สอบปลายภาค	1
	รวม	60

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 12 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็น 4 หัวข้อย่อย ได้แก่ 1) พันธุวิศวกรรมและการโคลนยีน 2) การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ 3) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และ 4) เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม โดยมีผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอม-บิแนนท์	**พันธุวิศวกรรมและการโคลนยีน** - การตัดสายดีเอ็นเอด้วยเอนไซมตัดจำเพาะ - การเชื่อมสายดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ไลเกส - การถ่ายดีเอ็นเอรีคอม-บิแนนท์เข้าสู่เซลล์แบคทีเรียและคัดเลือกเซลล์ที่ต้องการ	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมและการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ 2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายการโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียและเทคนิค PCR	3
	การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ - การหาขนาดดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส - การหาลำดับนิวคลี-โอไทด์	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการหาขนาดดีเอ็นเอ โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส	3

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม	**การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ** - ด้านการแพทย์และเภสัชกรรม - ด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม - ด้านนิติวิทยาศาสตร์	1. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในการสร้างผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ การวินิจฉัยหรือการตรวจกรองโรค และการรักษา 2. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอสำหรับการปรับปรุงพันธุ์สิ่งมีชีวิต เพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และสิ่งแวดล้อม 3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอในการใช้ประโยชน์ด้านนิติ-วิทยาศาสตร์และวิเคราะห์ STR 4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ และชีวจริย-ธรรมในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	3

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ และชีวจริยธรรมในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	**เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม**	5. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ และชีวจริย-ธรรมในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	3
	รวม		12

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)

ความหมายของแบบจำลอง

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ให้ความหมายของแบบจำลองว่า เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี กฎ หรือเป็นตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ ซึ่งเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง

ชัยวิชิต เชียรชนะ (2560) ให้ความหมายของแบบจำลองว่า เป็นโครงสร้างความสัมพันธ์ของส่วนประกอบ ตัวแปร หลักการ แนวคิด ฟังก์ชัน ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ใด ๆ สามารถเรียกแทนได้อย่างหลากหลาย เช่น โมเดล รูปแบบ แบบจำลอง ตัวแบบ โดยแปลมาจากคำศัพท์ภาษาอังกฤษเพียงหนึ่งคำคือ model

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2553) ให้ความหมายของแบบจำลองว่า เป็นแนวทางของระบบที่ใช้ยึดถือในการทำงาน เช่น กฎเกณฑ์หรือวิธีการดำเนินงาน เพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการทำงานได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า นักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองเพื่อเป็นตัวแทนในการอธิบายสิ่งที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน ทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์กับความจริง

ความสำคัญของแบบจำลอง

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญและประโยชน์ของการมีส่วนร่วมในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ดังนี้

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแบบจำลองไว้ว่า แบบจำลองมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถเข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น รวมถึงนำไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติและช่วยทำให้มองเห็นภาพปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

พรรณวิไล ชมชิด (2552) ได้ระบุความสำคัญของแบบจำลองในวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. นักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลอง (model) เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบที่มองเห็นชัดเจนและสัมผัสได้ เพื่อเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมกับปรากฏการณ์หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจริง นำมาอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมนั่นให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น หรืออีกนัยหนึ่งนักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสื่อสาร (communication tools)

2. แบบจำลองช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถสังเกตปรากฏการณ์ที่เป็นอันตราย เสี่ยงต่อความปลอดภัย ที่ไม่สามารถสังเกตโดยตรงได้ เช่น แบบจำลองแสดงปฏิกิริยาลูกโซ่ของระเบิดนิวเคลียร์

3. แบบจำลองเป็นสื่อกลางที่นักเรียนสามารถนำมาใช้ตีความสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งนำแง่มุมที่หลากหลายของข้อเท็จจริงมาใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ โดยการนำเสนอความเชื่อมโยงของข้อเท็จจริงเหล่านั้นในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย ดังนั้นแบบจำลองจึงเป็นอีกวิธีที่ช่วยให้ครูเข้าถึงวิธีการสร้างความเข้าใจของนักเรียนต่อสิ่งที่เรียนรู้ได้

ลฎาภา ลดาชาติ (2561) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเป็นตัวแทน (representation) ของลักษณะบางประการเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยมีวัตถุประสงค์ในการสร้างที่แตกต่างกัน เช่น สื่อสาร (communication) ความคิดของตนเองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเพื่อบรรยาย (describe) ลักษณะของปรากฏการทางธรรมชาติเพื่ออธิบาย (explain) ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเกิดขึ้นได้อย่างไร และหรือเพื่อพยากรณ์ (predict) สิ่งที่จะเกิดขึ้นในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

จากข้อมูลข้างต้นแบบจำลองมีความสำคัญในการเป็นตัวช่วยในการอธิบายความคิด แนวคิด หรือปรากฏการณ์ ทำให้เกิดการส่งเสริมและกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ การสร้างคำอธิบาย การวิเคราะห์ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจและสามารถพัฒนาความเข้าใจให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้กับสาขาวิชาอื่น

ประเภทของแบบจำลอง

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ระบุว่า แบบจำลองสามารถแบ่งออกเป็น 8 ประเภท

1. แบบจำลองทางความคิด (mental models) เป็นแบบจำลองเฉพาะของแต่ละบุคคล สร้างขึ้นโดยบุคคลนั้น เป็นส่วนหนึ่งของความรู้ที่อยู่ภายใน จึงถือว่าเป็นแบบจำลองของบุคคล (personal model) ที่อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ อาจมีระดับของความสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ กันไป ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะทำให้ผู้อื่นเข้าใจแบบจำลองทางความคิดของแต่ละบุคคล

2. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (scientific models) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ แสดงความคิดเกี่ยวกับกระบวนการที่เกิดขึ้นในโลก เช่น แบบจำลองแสดงวัฏจักรของน้ำ แบบจำลอง DNA ของ Watson and Crick เป็นต้น สามารถแสดงออกได้หลายรูปแบบ เช่น ไดอะแกรม แผนผัง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือสมการทางคณิตศาสตร์

3. แบบจำลองประวัติศาสตร์ (history models) เป็นแบบจำลองที่เคยได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองอะตอมของโบร์ เป็นต้น

4. แบบจำลองที่แสดงออก (expressed models) เป็นการนำเสนอแบบจำลองทางความคิดเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ ทำให้แบบจำลองทางความคิดชัดเจนมากขึ้น

5. แบบจำลองมติของกลุ่ม (consensus models) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มผู้ศึกษาเรื่องนั้น ๆ เช่น แบบจำลองที่ได้จากการลงมติของผู้เรียนในชั้นเรียน เป็นต้น

6. แบบจำลองหลักสูตร (curricular model) เป็นแบบจำลองในรูปแบบที่ง่ายขึ้น มีจุดประสงค์เพื่อทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองแบบจุดของลิวอิส ที่ใช้แสดงโครงสร้างอะตอมและการสร้างพันธะของสาร เป็นต้น

7. แบบจำลองการสอน (teaching model) เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจแบบจำลองหลักสูตรมากขึ้น เช่น การใช้การอุปมาอุปมัยระหว่างระบบสุริยะจักรวาลกับโครงสร้างอะตอม เป็นต้น

8. แบบจำลองอะตอม (hybrid model) เป็นแบบจำลองที่เกิดจากการใช้ลักษณะของแบบจำลองหลาย ๆ ประเภทร่วมกัน

ชัยวิชิต เชียรชนะ (2560) ได้จำแนกประเภทของแบบจำลองไว้ ดังนี้

1. โมเดลภาษา เป็นลักษณะการพรรณนาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ด้วยคำบรรยาย เช่น รูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. โมเดลรูปภาพ เป็นลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ด้วยลักษณะรูปภาพ จำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1. ลักษณะสาเหตุ (Causal) เช่น โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.2. ลักษณะแผนภาพ (Diagram) เช่น รูปแบบการบริหารจัดการภาคเอกชน

3. โมเดลคณิตศาสตร์ เป็นลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ด้วยฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เช่น แบบจำลองสมการ โปรแกรมเชิงเส้น

4. โมเดลภาพ เป็นลักษณะที่เหมือน/คล้ายคลึงปรากฏการณ์จริง จำแนกเป็น

4.1. ลักษณะที่ใช้เป็นต้นแบบเพื่อจำลองสิ่งนั้น ๆ เช่น แบบจำลองรถยนต์ หุ่นไล่กา หุ่นร้านเสื้อผ้า แบบจำลองอาคาร

4.2. ลักษณะที่ใช้เป็นต้นแบบเพื่อการผลิตสิ่งนั้น ๆ ซึ่งมีขนาดเท่ากับของจริง เช่น แบบจำลองต้นแบบผลิตภัณฑ์รถยนต์ ตัวแบบผลิตภัณฑ์สินค้า ตัวแบบผลิตอุปกรณ์

Gilbert (2004) ได้จำแนกประเภทของแบบจำลองตามแนวคิดทางปรัชญาและลักษณะภายนอกได้ ดังนี้

1. ประเภทของแบบจำลองตามแนวคิดทางปรัชญา (ontological status)

1.1 แบบจำลองทางความคิด (mental model) มีลักษณะเป็นตัวแทนของ ปรากฏการณ์ที่บุคคลสร้างขึ้น ซึ่งอาจสอดคล้องหรือแตกต่างกับปรากฏทางวิทยาศาสตร์

1.2 แบบจำลองการแสดงออก (expression model) เป็นแบบจำลองทางความคิดที่บุคคลแสดงให้ผู้อื่นรับรู้ผ่านการแสดงออกในรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น คำพูด ท่าทาง ภาพวาด เป็นต้น

1.3 แบบจำลองกลุ่ม (consensus model) แบบจำลองที่มาจากแบบจำลองทางความคิดที่สอดคล้องกันภายในกลุ่มบุคคล ซึ่งเปิดเผยสู่สาธารณะและได้รับการยอมรับภายในกลุ่ม

1.4 แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (scientific model) เป็นแบบจำลองทางความคิดที่นักวิทยาศาสตร์ให้การยอมรับ ซึ่งส่วนใหญ่ผ่านการทดสอบจากนักวิทยาศาสตร์จนได้รับความเห็นที่สอดคล้องกันจากนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ในกรณีที่ไม่สามารถอธิบายหลักฐานที่มีในอนาคตหรือมีการค้นพบแบบจำลองที่สามารถอธิบายหลักฐานได้ดีกว่าแบบจำลองปัจจุบัน

2. แบบจำลองตามลักษณะภายนอก

2.1 แบบจำลองรูปธรรม (concrete mode) หรือแบบจำลองวัสดุ (material mode) เป็นแบบจำลอง 3 มิติ ที่สร้างขึ้นมาจากวัสดุชนิดต่าง ๆ เช่น การใช้พลาสติกแทนอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์

2.2 แบบจำลองภาษา (verbal mode) เป็นแบบจำลองในลักษณะข้อความที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งสามารถอยู่ในรูปภาษาพูดหรือภาษาเขียนก็ได้

2.3 แบบจำลองสัญลักษณ์ (symbolic mode) แบบจำลองที่ได้รับการแทนด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นที่ตกลงกันในกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์

2.4 แบบจำลองแผนภาพและกราฟ (visual mode) แบบจำลองที่ใช้แผนภาพ 2 มิติ แทนสถานการณ์ในธรรมชาติ

2.5 แบบจำลองท่าทาง (gestural model) เป็นแบบจำลองที่ใช้การแสดงท่าทางจากร่างกาย เพื่อจำลองหรือแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

กล่าวโดยสรุปประเภทของแบบจำลองสามารถแบ่งได้หลากหลายตามการนำไปใช้งาน แต่แบบจำลองทุกชนิดล้วนมีหน้าที่เป็นตัวแทนคำอธิบาย เช่น ความคิด ทฤษฎี ความรู้ ซึ่งสามารถแสดงออกมาได้หลากหลายรู้แบบ เช่น ภาษาที่ใช้สื่อสารกับตนเองหรือบุคคลอื่น รูปภาพ ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ แผนภาพ แบบจำลองสามมิติ เป็นต้น

ลักษณะของแบบจำลอง

แบบจำลองมีลักษณะเฉพาะตัวและมีข้อจำกัดในการใช้งาน ดังที่นักการศึกษาได้ระบุไว้ดังนี้

Gilbert and Ireton (2003) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของแบบจำลองไว้ ดังนี้

1. ไม่เป็นของจริง (Artificial) แบบจำลองทุกชนิดเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อเป็นตัวแทนของสิ่งอื่น อย่างไรก็ตามการไม่เป็นของจริง ก็ไม่ใช่การเป็นของปลอม

2. คำนึงถึงประโยชน์เป็นหลัก (Utilitarian) แบบจำลองถูกสร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์บางประการ มักถูกใช้เป็นตัวแทนบางส่วนของเป้าหมายมากกว่าการเป็นตัวแทนของเป้าหมายทั้งหมด เช่น การใช้แบบจำลองของโลกเพื่ออธิบายลักษณะทางภูมิศาสตร์ ไม่ใช่เพื่อการศึกษากระบวนการทางธรณีวิทยา

3. ง่าย (Simplified) การสร้างแบบจำลองต้องมีกระบวนการที่ง่ายต่อ ไม่ซับซ้อน มีรายละเอียดน้อยกว่าเป้าหมาย

4. ต้องตีความหมาย (Interpreted) แบบจำลองต้องตีความหมายได้ เพื่อทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นเป้าหมาย โดยระดับความยากง่ายขึ้นอยู่กับประเภทของแบบจำลอง

5. มีความไม่สมบูรณ์ (Imperfect) แบบจำลองทุกชนิดจะไม่มีความสมบูรณ์ในการเป็นตัวแทนของเป้าหมาย เนื่องจากแบบจำลองมีเป้าหมายเฉพาะที่ถือว่าสำคัญที่สุด

ชัยวิชิต เชียรชนะ (2560) ได้กล่าวถึงลักษณะที่ดีของแบบจำลองไว้ ดังนี้

1. สามารถสะท้อนปรากฏการณ์ที่ทำการศึกษาได้

2.สามารถเป็นเครื่องในการสร้างความคิดรวบยอด (Concept) ใหม่ได้

3. สามารถสะท้อนถึงขุมทรัพย์ทางปัญญาในการเพิ่มองค์ความรู้ (Body of Knowledge) ได้

4. สามารถแสดงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล กลไกต่าง ๆ ของสิ่งที่ศึกษาได้ถูกต้องและเชื่อถือได้

5. สามารถตรวจสอบ ทดสอบได้

6. สามารถอธิบาย หรือ ทำนาย หรือ ควบคุม ปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2558) ได้ระบุถึงลักษณะของแบบจำลอง ดังนี้

1. แบบจำลองมีความสัมพันธ์กับเป้าหมาย (target) ที่อาจเป็นสิ่งของ ปรากฏการณ์ เหตุการณ์ กระบวนการ ระบบ ข้อเท็จจริง แนวคิด ทฤษฎี กฎ ซึ่งถูกออกมาเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ

2. แบบจำลองใช้ในการเปรียบเทียบให้เห็นความชัดเจนของเป้าหมาย ซึ่งทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถเข้าถึงแบบจำลองได้ โดยเฉพาะการตั้งสมมุติฐานเพื่อทำนายผล

3. แบบจำลองแตกต่างจากเป้าหมาย ทำให้สามารถใช้งานได้ง่ายกว่า

4. แบบจำลองสามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

5. แบบจำลองสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้

6. แบบจำลองอาจแสดงลักษณะของปรากฏการณ์หรือวัตถุทั้งหมด เช่น ภาพวาดจากหลอดทดลอง

7. แบบจำลองแสดงเพียงบางส่วนของปรากฏการณ์หรือวัตถุ เช่น ภาพวาดปฏิกิริยาในหลอดทดลอง

8. แบบจำลองสามารถมีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าของจริงได้

9. แบบจำลองบางชนิดแสดงตัวแทนของสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือเอกลักษณ์ เช่น การไหลของพลังงาน การแสดงเวกเตอร์ของแรง

10. แบบจำลองสามารถแสดงทั้งสิ่งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมในแบบจำลองเดียวกัน เช่น การแสดงแรงผลักต่อโต๊ะเรียน

11. แบบจำลองสามารถแสดงแทนระบบหรือลำดับของเอกลักษณ์ในสิ่งต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น แบบจำลองอะตอมคาร์บอนในเพชร

12. แบบจำลองสามารถแสดงแทนเหตุการณ์ ช่วงการเกิดพฤติกรรมของระบบหรือบางสิ่งบางอย่าง เช่น การแสดงการเคลื่อนที่ของไอออนผ่านเยื่อเลือกผ่าน

13. แบบจำลองสามารถแสดงกระบวนการที่มีเพียงหนึ่งองค์ประกอบหรือมากกว่า เช่น แบบจำลองเครื่องเปลี่ยนตัวเร่งปฏิกิริยาของสารประกอบไฮโครคาร์บอน

กล่าวโดยสรุปแบบจำลองมีลักษณะและข้อจำกัดบางประการที่ควรทำความเข้าใจก่อนการนำไปใช้งาน ได้แก่ การเป็นตัวแทนของสิ่งอื่น จึงทำให้แบบจำลองไม่เป็นของจริง สร้างขึ้นโดยมีจุดประสงค์ที่เฉพาะเจาะจง มีกระบวนการที่ง่าย ไม่ซับซ้อน เพื่อเป็นตัวแทนบางส่วนของเป้าหมายในการอธิบายหรือพยากรณ์ ซึ่งสามารถมีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าของจริง แสดงสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือรูปธรรม โดยแบบจำลองทุกประเภทสามารถปรับปรุงแก้ไขได้

ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองไว้ ดังนี้

Buckley and Boulter (2000) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานว่า เป็นการเรียนรู้โดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นตัวแทนทางความคิดในการบรรยาย อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้กล่าวสรุปเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานถือว่าเป็นวิถีที่ให้ผู้เรียนได้สร้างหรือปรับปรุงแบบจำลอง กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหาแบบจำลองมาประกอบการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้ปรับปรุงแบบจำลอง เมื่อแบบจำลองไม่สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนในการอธิบาย เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการปฏิบัติหรือคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์

Gobert and Buckley (2010) ได้สรุปความหมายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ว่า เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลองทางความคิดที่เกิดขึ้นทั้งในระดับบุคคลและระดับกลุ่ม โดยอาศัยปัจจัยร่วมกัน ได้แก่ ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ กิจกรรมการเรียนรู้ และกระบวนการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระจากการสร้าง ใช้งาน ปรับปรุงและขยายแบบจำลอง เพื่อใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนทางความคิดประกอบการอธิบายปรากฏการณ์

แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานพบว่ามีนักการศึกษาได้แนะนำแนวทางไว้ ดังนี้

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การสร้างแบบจำลอง (Generating model) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้ได้มากที่สุด โดยครูจะทำหน้าที่กระตุ้นและเร้าความสนใจให้ผู้เรียนด้วยคำถามหรือกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดสำหรับอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อีกทั้งเมื่อครูทราบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนจึงเป็นโอกาสดีสำหรับการส่งเสริมและเพิ่มพูนแบบจำลองทางความคิดให้กลายเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้

2. การประเมินและการดัดแปลงแบบจำลอง (evaluating model) ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งผู้เรียนควรได้ฝึกออกแบบ ดำเนินการทดลอง หรือค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้การรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ และตรวจสอบว่าแบบจำลองของตนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ สามารถนำมาอธิบายปรากฏการณ์ได้กว้างขวางเพียงใด ครูต้องพยายามส่งเสริมแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนด้วยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปร กล่าวคือ ครูและนักเรียนต้องร่วมสร้าง (co-construction) และส่งเสริมแบบจำลองทางความคิด โดยมีเกณฑ์ของแบบจำลองคือ มีการเพิ่มตัวแปรใหม่หรือเพิ่มตัวปรับปรุงความสัมพันธ์ในแบบจำลอง และมีการนำความสัมพันธ์ในแบบจำลองมาอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นใหม่และอาจมีการเปลี่ยนแปลงภาพวาดเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

3. การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง (Modifying model) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ดัดแปลงและแก้ไขแบบจำลองจนสามารถใช้อธิบายข้อมูลได้อย่างถูกต้อง หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าแบบจำลองของตนไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ ข้อเท็จจริง หลักการ หรือกฎ ผู้เรียนอาจสามารถเปรียบเทียบแบบจำลองจากกลุ่มเพื่อน และรวบรวมแบบจำลองของแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองของกลุ่มหรือชั้นเรียน ทำให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสร้างแบบจำลองที่ดีที่สุดและสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการสร้างแบบจำลองและพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. การขยายแบบจำลอง (Elaborating) เป็นการใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขมาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์อื่น ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้น สามารถใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์อื่นได้อีกหรือไม่

Gobert and Buckley (2000) ได้อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจ

2. ครูประเมินและทบทวนแนวคิดหรือเนื้อหาที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง โดยครูอาจยังไม่สามารถเข้าถึงความคิดของนักเรียนได้ในขั้นตอนนี้ ครูจึงมีหน้าที่สรุปอ้างอิงจากเหตุผลที่นักเรียนอธิบาย

3. นักเรียนสร้างแบบจำลอง โดยรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างลักษณะและสาเหตุของปรากฏการณ์ จากนั้นนำมาเขียนแผนผังความคิดและเปรียบเทียบปรากฏการณ์กับสิ่งที่คล้ายคลึงกับสิ่งที่นักเรียนทราบ (metaphor analog) เพื่อหาแนวทางสร้างแบบจำลอง ตรวจสอบข้อมูล และลงมือสร้างแบบจำลอง

4. นักเรียนนำแบบจำลองไปใช้และประเมิน ซึ่งนักเรียนอาจพบว่าแบบจำลองไม่สามารถเป็นตัวแทนที่ดีได้ในขั้นตอนนี้

5. นักเรียนปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น

6. นักเรียนนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองอื่น ๆ มาประกอบ เพื่อขยายแนวคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้นให้ดียิ่งขึ้น

Louca and Zacharia (2012) เสนอแนวทางในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน ดังนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมสร้างแบบจำลอง โดยสร้างระบบการสังเกตและเก็บรวบรวมประสบการณ์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ รวมถึงชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบแบบจำลอง การเก็บรวบรวมหลักฐานการทดลองและการสังเกต

2. การสร้างแบบจำลองของปรากฏการณ์ที่ศึกษาด้วยข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกตและประสบการณ์ของนักเรียน นักเรียนบูรณาการความรู้ พฤติกรรม และกลไกที่เกี่ยวกับการเกิดปรากฏการณ์ ร่วมกับการสร้างแนวคิดใหม่ที่เป็นตัวแทนทางความคิด เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา

3. การประเมินแบบจำลอง เป็นการพิจารณาการอธิบายหรือทำนายความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ เพื่อระบุความสัมพันธ์ของสถานการณ์และประยุกต์ใช้แบบจำลอง โดยสามารถอธิบายคุณสมบัติและพฤติกรรมของปรากฏการณ์ตามจุดประสงค์ที่กำหนด รวมถึงตระหนักถึงข้อจำกัดของแบบจำลอง

4. การแก้ไขแบบจำลองและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองเดิมหรือเพิ่มเติมแบบจำลองให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและสามารถนำไปใช้อธิบายสถานการณ์ใหม่

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน สามารถสรุปเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ดังแสดงในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

แนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน		
Gobert and Buckley (2000)	**Louca and Zacharia (2012)**	**ชาตรี ฝ่ายคำตา และ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557)**
1. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด 2. ครูประเมินเนื้อหาและทบทวนแนวคิด 3. นักเรียนสร้างแบบจำลอง	1. นักเรียนรวบรวมข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลอง 2. นักเรียนสร้างแบบจำลอง	1. การสร้างแบบจำลอง (Generating model)
4. นักเรียนนำแบบจำลองไปใช้และประเมิน	3. นักเรียนประเมินแบบจำลอง	2. การประเมินแบบจำลอง (Evaluating model)
5. นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองให้อธิบายปรากฏการณ์ได้	4. นักเรียนแก้ไขแบบจำลอง	3. การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง (Modifying model)
6. นักเรียนนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติม เพื่อประกอบการขยายแนวคิด	-	4. การขยายแบบจำลอง (Elaborating)

จากแนวคิดของนักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน ผู้วิจัยได้ศึกษาและเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่ากระบวนการและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความคล้ายคลึงกัน ผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิดของ ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) มาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ของการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากลำดับขั้นตอนมีความชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการสร้าง ใช้งาน ปรับปรุง และแก้ไขแบบจำลอง สำหรับนำไปใช้ประกอบการอธิบายปรากฏการณ์ ในระหว่างการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 โรงเรียนชลราษฎร-อำรุง โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation)

เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้ได้มากที่สุด โดยครูจะทำหน้าที่กระตุ้นและเร้าความสนใจผู้เรียนด้วยคำถาม สื่อ หรือกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดจากความรู้เดิม สำหรับใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation)

ครูกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ และประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยใช้กระบวนการสำรวจและค้นหาข้อเท็จจริง เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ค้นพบในระหว่างจัดการเรียนรู้กับแบบจำลองที่สร้างขึ้นในขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification)

ผู้เรียนทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองที่เห็นว่าไม่สามารถเป็นตัวแทนทางความคิดจนเกิดการสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ สามารถอธิบายข้อมูลได้ถูกต้องและเป็นตัวแทนในการอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration)

ผู้เรียนใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขประกอบการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียง

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism)

ทฤษฎีเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาที่มีรากฐานมาจากเพียเจต์ (Piaget) และวีก็อทสกี้ (Vygotsky) นักทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม (cognitivism) ที่ให้ความสำคัญกับการรู้คิดหรือกระบวนการทางปัญญา (cognitive) ซึ่งนักทฤษฎีกลุ่มสร้างความรู้มีความเห็นว่าโลกและสิ่งต่าง ๆ มีความหมายแตกต่างกันออกไปตามการรับรู้และความคิดของบุคคล แต่ละคนสามารถให้ความหมายของสิ่งหนึ่งได้หลากหลายตามประสบการณ์ที่เป็นพื้นฐานของความคิด สิ่งแวดล้อมที่อยู่ในประสบการณ์ จึงเป็นความหมายส่วนหนึ่งของความคิดนั้น ๆ ดังมีแนวคิดพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้ (ทิศนา แขมมณี, 2560)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งเป็นไปตามวัยอย่างเป็นลำดับขั้นที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อม รวมถึงประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Social transmission) การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social transmission) วุฒิภาวะ (Maturity) และกระบวนการพัฒนาสมดุล (Equilibration) ซึ่งไม่ควรเร่งรัดให้ข้ามขั้นพัฒนาการ แต่สามารถสร้างเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ เพื่อช่วยในเด็กมีพัฒนาการได้ อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญที่สุดคือการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่ากระกระตุ้นพัฒนาการของเด็ก จากการศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็ก เพียเจต์ได้สรุปขั้นตอนหรือกระบวนการไว้ ดังนี้

1. ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor period) เกิดขึ้นในช่วงอายุ 0 - 2 ปี เด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง ไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น ความคิดของเด็กจึงขึ้นอยู่กับการรับรู้และการกระทำเป็นหลัก

2. ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational period) พัฒนาการช่วงอายุ 2 - 7 ปี ความคิดของเด็กขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ แต่ยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้งได้

3. ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) เกิดขึ้นในช่วงอายุ 7 - 11 ปี เป็นขั้นการคิดที่เด็กสามารถสร้างภาพในใจ สามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ

4. ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal operational period) พัฒนาการในช่วงอายุ 11 - 15 ปี เด็กสามารถคิดแบบนามธรรมได้ รวมถึงสามารถตั้งสมมุติฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

ทั้งนี้เพียเจต์ได้กล่าวว่า กระบวนการคิดของเด็กและผู้ใหญ่นั่นมีความแตกต่างกัน โดยกระบวนการทางสติปัญญามีลักษณะ ดังนี้

1. การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) กระบวนทางสมองที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ประสบการณ์ เรื่องราว และข้อมูล เพื่อเก็บเป็นข้อมูลสำหรับนำออกมาใช้ในอนาคต

2. การปรับและการจัดระบบ (Accommodation) การบวนการทางสมองที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความสมดุลระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เป็นระบบหรือระบบเครือข่ายทางปัญญาของบุคคล และเกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่

3. การเกิดความสมดุล (Equilibration) กระบวนการที่เกิดจากการปรับ การปรับที่เข้ากันได้ จะส่งผลให้เกิดสภาพสมดุล แต่หากไม่สามารถปรับประสบการณ์ให้เข้ากันได้ จะส่งผลให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาในตัวบุคคล

แตกต่างกันในส่วนของวีก็อทสกี้ นักจิตวิทยาชาวรัสเซียที่ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคม และได้อธิบายไว้ว่า มนุษย์รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เกิด ทั้งจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและทางสังคม จึงทำให้สถาบันทางสังคมต่าง ๆ มีบทบาทต่อพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ภาษายังถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและพัฒนาเชาว์ปัญญาขั้นสูง โดยพัฒนาการทางด้านภาษาและความคิด มีจุดเริ่มต้นที่แตกต่างกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้ง 2 ด้าน จะเป็นไปร่วมกัน

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวีก็อทสกี้

วีก็อสกี้ให้ความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคลและการช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถพัฒนาไปถึงความสามารถที่จะไปถึงได้ดังแนวคิดเกี่ยวกับ “zone of proximal development” ที่อธิบายไว้ว่าเด็กทุกคนมีระดับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของตน และมีระดับพัฒนาการที่มีศักยภาพไปถึง ช่วงระยะห่างของศักยภาพในปัจจุบันและระดับศักยภาพที่จะเจริญเติบโต เรียกว่า “zone of proximal development” หรือ “zone of proximal growth” ที่มีความแตกต่างกันในบุคคล แนวคิดดังกล่าวจึงส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ที่ควรเน้นให้นำหน้าระดับพัฒนาการของผู้เรียน โดยได้รับความช่วยเหลือหรือการชี้แนะจากผู้อื่นในลักษณะ “assisted learning” หรือ “scaffolding” เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เด็กสามารถพัฒนาไปให้ถึงระดับความสามารถที่เด็กจะไปถึงได้ อีกทั้งปฏิสัมพันธ์ทางสังคมสามารถส่งผลต่อการพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กได้เช่นเดียวกัน โดยมีวัฒนธรรมเป็นตัวกำหนดความรู้ ความคิด เจตคติ ค่านิยมให้กับเด็ก การรับรู้ผ่านประสบการณ์หรือสื่อ เช่น หนังสือ วิทยุ โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ล้วนมีภาษาเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กเกิดพัฒนาการทางสติปัญญา ดังการพัฒนาการทางสติปัญญาของวีก็อทสกี้ที่แบ่งออกเป็น 2 ขั้น ได้แก่ (อัชรา เอื่บสุขสิริ, 2559)

1. ระดับสติปัญญาขั้นพื้นฐาน (elementary mental process) เป็นความสามารถที่เกิดตามธรรมชาติโดยไม่ต้องอาศัยการเรียนรู้ เช่น การดูดนม การหยิบจับสิ่งของ เป็นต้น

2. ระดับสติปัญญาขั้นสูง (higher mental process) เป็นความสามารถที่พัฒนาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสภาพแวดล้อม การเลี้ยงดู โดยมีภาษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการคิดและพัฒนาสติปัญญา

ทั้งนี้วีก็อทสกี้ได้ให้ความสำคัญกับเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาสติปัญญาคือ ภาษา และแบ่งพัฒนาการทางภาษาออกเป็น 3 ขั้น ได้แก่

1. ภาษาทางสังคม (social speech) ภาษาที่เด็กใช้สื่อสารกับผู้อื่นในช่วงอายุ 0 - 3 ปี เพื่อบอกความคิด ความต้องการ หรืออารมณ์ความรู้สึกของตนเอง

2. ภาษาพูดกับตนเอง (egocentric speech) ภาษาที่เด็กใช้พูดกับตนเองในช่วงอายุ 3 - 7 ปี เพื่อช่วยในการคิดและตัดสินใจแสดงพฤติกรรม

3. ภาษาในตนเอง (inner speech) เกิดขึ้นในช่วงอายุประมาณ 7 ปี เป็นภาษาที่ใช้ในการคิดเมื่อเด็กพบเจอปัญหาที่ยุ่งยากมากขึ้น เพื่อวางแผนและแก้ปัญหาไปตามขั้นตอนโดยใช้ภาษาของตนเอง เด็กจะต้องพัฒนาภาษาภายในใจอันเป็นการส่งเสริมการพัฒนาของสติปัญญาให้สูงขึ้นตามระดับอายุ

นอกจากภาษาแล้ว เด็กยังใช้เครื่องหมาย (sign) เป็นตัวช่วยในการพัฒนาสติปัญญา แบ่งเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. เครื่องหมายดัชนี (indexical sign) ใช้อธิบายสิ่งที่มีลักษณะเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน เช่น ฝนตกหนัก น้ำจึงท่วม

2. เครื่องหมายภาพตัวแทน (iconic sign) เครื่องหมายที่มีลักษณะเป็นสื่อสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น สีขาวของธงไตรรงค์ที่เป็นสัญลักษณ์แทนศาสนา

3. เครื่องหมายสัญลักษณ์ (symbolic sign) เป็นเครื่องหมายแทนสิ่งทีเป็นนามธรรม เช่น ภาษา

โดยสรุปทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) กล่าวถึงความสามารถในการเรียนรู้ของบุคคลที่มีความแตกต่างกันตามประสบการณ์และระดับพัฒนาการที่แตกต่างกัน เกิดจากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งทางธรรมชาติและทางสังคม ซึ่งต้องอาศัยการพัฒนาไปเป็นลำดับขั้นตอน แต่ละบุคคลมีระดับความสามารถปัจจุบันที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถพัฒนาให้เป็นระดับความสามารถที่มีศักยภาพพัฒนาไปถึงได้ หากได้รับคำแนะนำหรือความช่วยเหลืออย่างเหมาะสม ผู้วิจัยได้นำแนวคิดข้างต้นมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยผ่านการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากการใช้ภาษาของตนเองถ่ายทอดออกมาเป็นแบบจำลองรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม โดยมีครูผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและกระตุ้นให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ไปตามพัฒนาการของนักเรียนด้วยการใช้คำถามและการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้ระบุไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) เป็นผลการเรียนรู้ตามแผนที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งเกิดจากการจัดกระบวนการเรียนการสอนในช่วงเวลาหนึ่งที่ผ่านมา ใช้แบบทดสอบในการวัดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น สิ่งที่มุ่งหวังจึงเป็นความรู้หรือทักษะบางประการ (โดยมากเป็นทักษะทางสมองหรือความคิด) ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น

สมพล พงศ์ไทย (2554) ได้กล่าวว่า เป็นการตรวจสอบการบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งได้มีการวางแผนไว้ล่วงหน้าก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่ง จากไม่เคยกระทำหรือกระทำได้น้อยมาก่อนที่จะมีการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

กล่าวโดยสรุป ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะเกี่ยวกับการคิด สามารถวัดได้หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่วางแผนไว้ล่วงหน้า

ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถจำแนกได้หลากแบบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้จำแนก ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2542) ได้จำแนกประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion referenced test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์พฤติกรรม มีจุดตัดหรือเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินความรู้ของผู้เข้าสอบ

2. แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm referenced test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างเพื่อวัดความสามารถของผู้เข้าสอบ มีเป้าหมายในการจำแนกตามความเก่ง การรายงานผลสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานที่แสดงถึงสมรรถภาพของบุคคลนั้น ๆ เปรียบเทียบกับบุคคลอื่นที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1.1 แบบสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามกระบวนการมาตรฐานของสำนักทดสอบหรือบริษัทสร้างแบบทดสอบ มีการออกแบบข้อสอบให้ครอบคลุมสาระ

การเรียนรู้ตามหลักสูตร เพื่อให้สามารถใช้กับสถาบันการศึกษาทั่วไปได้ โดยมีรูปแบบเป็นมาตรฐานทั้งด้านการดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผลเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบสอบ

1.2 แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้าง เป็นแบบทดสอบที่ครูผู้สอนออกแบบและสร้างขึ้นมาใช้เอง มักมีเนื้อหาครบคลุมเฉพาะหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง ส่งผลให้การตรวจและแปลผลคะแนนเป็นการเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มหรือเปรียบเทียบตามเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนด

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบทดสอบที่สามารถใช้กับสาขาวิชาต่าง ๆ อย่างเฉพาะเจาะจง อาจจำแนกแบบทดสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

3.1 แบบทดสอบความพร้อม เป็นแบบทดสอบที่เน้นการวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้วิชา บทเรียน หน่วยการเรียน เพื่อพิจารณาวางแผนการปูพื้นฐานให้กับผู้เรียน

3.2 แบบสอบวินิจฉัย เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดทักษะการเรียนรู้ที่เป็นจุดเด่นจุดด้อย ตรวจสอบกลไก และองค์ประกอบย่อยที่ครอบคลุมกระบวนการเรียน เพื่อหาสาเหตุของปัญหาในการเรียนรู้ของผู้เรียน และปรับปรุง แก้ไข หรือสอนซ่อมเสริม

3.3 แบบสอบสมรรถภาพ เป็นแบบทดสอบสำหรับวัดระดับความเหมาะสมของสมรรถนะผู้เรียน ใช้เป็นเครื่องมือบ่งชี้ระดับความสามารถในการคัดเลือก เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา เป็นต้น

3.4 แบบสอบเชิงสำรวจ เป็นแบบทดสอบสำหรับวัดความรู้เชิงสรุปทั่วไปของนักเรียนเฉพาะสาขาวิชา เนื้อหาของแบบทดสอบจึงครอบคลุมเนื้อหาทั่วไป ซึ่งสุ่มมาจากมวลเนื้อหาแบบกว้าง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบทดสอบปลายภาคเรียน

4. จำแนกตามการแปลผล

4.1 แบบสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบสอบที่มุ่งเน้นการเปรียบเทียบความแตกต่างของความรู้ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบถูกสร้างและเลือกมาเพื่อจำแนกระดับความสามารถที่ต่างกันของผู้สอบ คะแนนที่ได้ถูกแปลความหมายจากการเปรียบเทียบความรู้ความสามารถระหว่างผู้เข้าสอบ

4.2 แบบสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสร้างให้ครอบคลุมความรู้หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่มุ่งหวังให้ถูกสร้างขึ้นหลังจากการเรียนรู้ คะแนนที่ได้แปลผลจากการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

5.1 แบบสอบประเภทเสนอคำตอบ

5.1.1 แบบสอบความเรียง

5.1.2 แบบสอบแบบตอบสั้น

5.1.3 แบบสอบแบบเติมคำ

5.2 แบบสอบประเภทเลือกตอบ

5.2.1 แบบสอบแบบถูก-ผิด

5.2.2 แบบสอบแบบจับคู่

5.2.3. แบบสอบแบบหลายตัวเลือก

สมนึก ภัททิยธนี (2553) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบไว้ 6 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเพียงคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบอย่างเสรี สามารถบรรยายความรู้สึก ข้อคิดเห็น โดยต้องแสดงหลักฐานสนับสนุน รวมถึงยกตัวอย่างที่เข้าใจได้ง่าย

2. ข้อสอบแบบถูก-ผิด (True-False Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก โดยตัวเลือกทั้งสองเป็นตัวเลือกแบบคงที่และมีความหมายตรงข้ามกัน เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ เพื่อให้นักเรียนเติมคำ ประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น (Short Answer Test) เป็นข้อสอบที่คล้ายคลึงกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่ข้อสอบแบบตอบสั้นเขียนประโยคคำถามสมบูรณ์ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่การบรรยายแบบความเรียงหรือข้อสอบอัตนัย

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด เพื่อให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ข้อความที่มีความสัมพันธ์ตามที่ผู้สอนกำหนด

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) โดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตัวเลือก (Choice) ตัวเลือกประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง มีคำถามที่กำหนดให้พิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ประเภทของแบบวัดความสามารถแบ่งได้หลากหลายแบบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ในการจำแนก ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบวัดแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก สำหรับสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

แนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีแนวทางจากนักการศึกษาและหน่วยงานภาครัฐ ดังนี้

Bloom (1956; อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์, 2542) ได้สรุปการองค์ประกอบของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจำแนกตามวัตถุประสงค์ 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) การพัฒนาทางสมองหรือสติปัญญา ความรู้ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

2. ด้านจิตพิสัย (Affective domain) คุณลักษณะด้านจิตใจหรือความรู้สึก ความสนใจ เจตคติ และการปรับตัว

3. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) ความสัมพันธ์ระหว่างร่างกายและสมองที่มีการปฏิบัติจนเกิดเป็นทักษะและความชำนาญ

Anderson *et al*. (2001, อ้างถึงใน รัฐพล ประดับเวทย์ 2560) พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยสามารถจำแนกเป็นพฤติกรรมทางสมองจากระดับต้นไปยังพฤติกรรมที่มีระดับสูงขึ้น 6 ระดับ ดังนี้

1. การจำ (remembering) ความสามารถทางสมองในการระลึกถึงได้ จำความรู้ สารสนเทศ แสดงรายการได้ ระบุ บอกชื่อได้ ซึ่งเป็นความจำระยะยาว โดยไม่ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงความรู้

2. การเข้าใจ (understanding) ความสามารถทางสมองในการแปลความ ตีความ สร้างความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป และขยายความ โดยสามารถจับใจความสำคัญของเรื่องและร้อยเรียงเป็นภาษาของตนเองด้วยความหมายเดิม

3. การประยุกต์ใช้ (Applying) ความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงหรือคล้ายกับสถานการณ์เดิม

4. การวิเคราะห์ (Analyzing) ความสามารถในการแยกแยะรายละเอียดของเนื้อหา การหาองค์ประกอบย่อยและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และข้อมูลย่อยนั้น

5. การประเมินค่า (Evaluating) ความสามารถของสติปัญญาเกี่ยวกับการตรวจสอบ ควบคุม หรือทดสอบ โดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้เป็นหลัก เพื่อค้นหาความไม่สอดคล้องหรือความขัดแย้งในกระบวนการผลิต และการวิพากษ์ต่าง ๆ เพื่อการตัดสินใจ

6. การคิดสร้างสรรค์ (Creating) ความสามารถของสติปัญญาในการสร้าสรรค์สิ่งใหม่จากสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือพบเห็นในบริบทต่าง ๆ โดยสามารถสร้างสรรค์งาน วางแผนงาน และดำเนินงานตามกระบวนการจนได้รับความสำเร็จ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้คิด หมายถึง ความรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหาหรือแนวคิดหลัก แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำ คือ การรู้ข้อเท็จจริง จำได้และระลึกถึงข้อมูลหรือสาระสนเทศ

1.2 ความเข้าใจ คือ การมีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้

1.3 การนำไปใช้ คือ การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

1.4 การวิเคราะห์ คือ การแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนและเข้าใจง่าย

1.5 การสังเคราะห์ คือ การรวบรวมความรู้และข้อเท็จจริง เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่

1.6 การประเมินค่า คือ การตัดสินใจเลือก

2. กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน

2.1 ด้านทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การรับรู้ เตรียมความพร้อม การตอบสนอง การฝึกฝนการปฏิบัติจนทำได้ การเชื่อมโยงทักษะ

2.2 กระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้

3. เจตคติ หมายถึง จิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ด้าน

3.1 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพิจารณาในตัวผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน สามารถเปรียบเทียบองค์ประกอบของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังแสดงในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Anderson *et al*. (2001)	**Bloom (1956)**	**สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)**
การจำ	ความรู้	ความรู้ความจำ
การเข้าใจ	ความเข้าใจ	ความเข้าใจ
การประยุกต์ใช้	การนำใช้	การนำไปใช้
การวิเคราะห์	การวิเคราะห์	การวิเคราะห์
การประเมินค่า	การสังเคราะห์	การสังเคราะห์
การคิดสร้างสรรค์	การประเมิน	การประเมินค่า

โดยสรุปการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความสามารถในการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเกี่ยวข้องพฤติกรรมด้านความรู้ทางสมองหรือสติปัญญา สามารถแยกพฤติกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 6 ด้าน ประกอบด้วย 1) การจำ (Remembering) 2) การเข้าใจ (Understanding) 3) การประยุกต์ใช้ (Applying) 4) การวิเคราะห์ (Analyzing) 5) การประเมินค่า (Evaluating) 6) การคิดสร้างสรรค์ (Creating) ตามแนวคิดของ Anderson *et al*. (2001, อ้างถึงใน รัฐพล ประดับเวทย์ 2560) ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ในการวัดผลก่อนและหลังเรียนเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Friedler, Nachmias, and Linn. (1990) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลที่ประกอบด้วย การระบุปัญหาในเชิงวิทยาศาสตร์ ตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลอง สังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล ตีความข้อมูล และสามารถนำผลข้อมูลมาประยุกต์ใช้ รวมถึงนำผลการทดลองไปทำนายปรากฏการณ์ได้

Zimmerman (2005) ระบุว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการคิดแบบสืบสอบ การทำการทดลอง การประเมินหลักฐาน การอนุมาน และการโต้แย้ง ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดหรือความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์

Schen (2007) ได้ระบุว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการให้เหตุผลโดยยึดจากหลักฐาน ซึ่งครอบคลุมทั้งการให้เหตุผลเชิงอุปนัยและนิรนัย เพื่อนำไปสู่การปรับเปลี่ยนและตรวจสอบทฤษฎีจากหลักฐานที่มีอยู่ และนำไปสู่การค้นพบผ่านการทดลองภายใต้กรอบทฤษฎี

กล่าวโดยสรุป การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการคิดโดยอ้างอิงจากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นการคิดแบบสืบสอบ โดยประกอบด้วยทักษะหลายด้าน ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเกตุ รวบรวม วิเคราะห์และตีความข้อมูลจากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงสามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการทดลองทำนายหรือคาดการณ์สถานการณ์ได้

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบหรือลักษณะสำคัญที่เป็นตัวชี้วัดความสามารถของผู้เรียน ซึ่งมีหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาได้ให้รายละเอียดไว้ ดังนี้

PISA ได้นำความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically หรือ EPS) และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence หรือ USE) ซึ่งเป็นความสามารถที่ปรากฏในนิยามของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มาเป็นตัวชี้วัดในการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือว่ามีบทบาทในการทำให้บุคคลสามารถใช้ความรู้เพื่อตัดสินใจและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้ (โครงการ PISA ประเทศ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนแสดงสมรรถนะดังกล่าวเมื่อมีการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ใด ๆ โดยสมรรถนะหมายรวมถึง การบรรยาย การตีความปรากฏการณ์ และการคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

2. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

การรู้ความหมายและความสำคัญของสิ่งที่พบจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่า และการสื่อสาร ร่วมกับความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือความรู้วิทยาศาสตร์ หรือทั้งสองอย่าง การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์มีความหมายรวมถึงความสามารถดังต่อไปนี้

2.1 รู้ว่าจะต้องใช้ประจักษ์พยานใด แสดงถึงความเข้าใจต่อข้อมูลที่ต้องมีหลักฐานมารองรับ ซึ่งเป็นหลักฐานที่มาจากการค้นคว้า เก็บข้อมูล เป็นพื้นฐานของการกล่าว การอ้างข้อสรุป การคาดการณ์ล่วงหน้า หรือการโต้แย้ง

2.2 สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล จากประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินความสอดคล้องของสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นกับประจักษ์พยานที่มีอยู่

2.3 สื่อสารข้อสรุป เป็นการสื่อสารข้อมูลเฉพาะหรือข้อสรุปจากประจักษ์พยาน ซึ่งข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งจากสถานการณ์และข้อมูลที่มี โดยการสื่อสารจะต้องชัดเจน ผู้รับสารสามารถเข้าใจได้

2.4 การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากการวัดการแสดงความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการนำแนวคิด (Concept) ไปใช้ในสถานการณ์ที่กำหนด การอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง

การศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (TIMSS) ได้กำหนดกรอบการประเมินครอบคลุมด้านเนื้อหา (content domain) และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (cognitive domain) โดยแบ่งพฤติกรรมด้านการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เหตุผล ซึ่งได้กำหนดพฤติกรรมด้านการใช้เหตุผลของผู้เรียนไว้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

1. วิเคราะห์ (Analyze)

- บ่งชี้ปัญหา ใช้ข้อมูล รูปแบบข้อมูล แนวคิด ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องในการตอบคำถามและแก้ปัญหา

2. สังเคราะห์ (Synthesize)

- การหาคำตอบที่ใช้การพิจารณาปัจจัยหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

3. ตั้งคำถาม/สมมุติฐาน/ทำนาย (Formulate Questions/Hypothesize/Predict)

- การตั้งคำถามที่สามารถหาคำตอบจากการสำรวจตรวจสอบและทำนายผลของการสำรวจตรวจสอบ

- การตั้งสมมุติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ โดยมีพื้นฐานจากความเข้าใจ แนวคิด ความรู้จากประสบการณ์ การสังเกต และ/หรือการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

- ให้หลักฐานและความเข้าใจในแนวคิด เพื่อทำนายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือสภาวะทางกายภาพ

4. ออกแบบการสำรวจตรวจสอบ (Design Investigations)

- วางแผนการสำรวจตรวจสอบหรือวิธีการที่เหมาะสม เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์หรือตรวจสอบสมมุติฐาน

- อธิบายลักษณะหรือเข้าใจลักษณะของการสำรวจตรวจสอบที่ดี ในด้านตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น

5. ประเมิน (Evaluation)

- ประเมินความเป็นไปได้ของคำอธิบาย
- ประเมินความได้เปรียบ/เสียเปรียบ เพื่อเปรียบเทียบกระบวนการและวัสดุที่เป็นไปได้
- ประเมินผลการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่มากพอ เพื่อสนับสนุนข้อสรุป

6. สรุป (Draw Conclusion)

- ลงข้อสรุปจากการสังเกต หลักฐาน และ/หรือความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ตามความเป็นจริง
- ลงข้อสรุปเพื่อตอบคำถามหรือพิสูจน์สมมุติฐาน และแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจต่อสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น

ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2558) ได้นำเสนอองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากการสำรวจ ค้นคว้า ทดลอง หรือสังเคราะห์เอกสาร เป็นพื้นฐานในการบอกกล่าว กล่าวอ้าง สรุป พยากรณ์หรือคาดการณ์ล่วงหน้า

2. ความสามารถในการสร้างข้อสรุป คือ นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมเหตุ สอดคล้องกับข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ หรือประประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปจากผู้อื่น

3. ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ คือ นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุและสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงบรรยาย ตีความหมาย หรือคาดการณ์ปรากฏการณ์โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน สามารถแสดงข้อเปรียบเทียบองค์ประกอบของการประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของการประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

PISA (2551)	TIMSS (2560)	ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2558)	ผู้วิจัย
- การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	- วิเคราะห์ (Analyze) - สังเคราะห์ (Synthesis) - ตั้งถาม/สมมุติฐาน/ทำนาย (Formulate/Question/ Hypothesize/Predict) - ออกแบบการสำรวจตรวจสอบ (Design Investigations) - ประเมิน (Evaluation) - สรุป (Draw Conclusion)	- ความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ - ความสามารถในการสร้างข้อสรุป	- การวิเคราะห์หลักฐานและสร้างข้อสรุป
- การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		- ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์	- การอธิบายและทำนายปรากฏการณ์

กล่าวโดยสรุป องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวเนื่องกัน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน หมายถึง การสร้างข้อสรุปจากการวิเคราะห์ ตีความ ประเมิน โดยยึดจากหลักฐานและข้อมูลที่มีอยู่เป็นสำคัญ และสร้างเป็นข้อสรุปที่มีเหตุผลสอดคล้องกับหลักฐาน รวมถึงอาจนำไปสู่การตั้งสมมุติฐานและออกแบบการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานต่อไป

2. การอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ หมายถึง การถ่ายทอดข้อเท็จจริงหรือข้อสรุป โดยอ้างอิงจากประจักษ์พยานที่สามารถเชื่อถือได้ ซึ่งเกิดจากความเข้าใจและสามารถนำข้อมูลมาใช้คาดการณ์หรือทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติรวมถึงสถานการณ์ที่สอดคล้องกันได้

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำมาเป็นองค์ประกอบในการสร้างเครื่องมือวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งเป็นองค์ประกอบด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ 2 ด้าน คือ 1) การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน และ 2) การอธิบายและทำนายปรากฏการณ์

แนวทางการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือได้หลากหลายประเภท ดังนี้

Lawson (2000) ได้นำเสนอเครื่องมือสำหรับวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีชื่อว่า Lawson’s Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบตัวเลือกสองลำดับชั้น (two-tier diagnostic test) ประกอบด้วยคำถามสองส่วน ดังนี้

1. ส่วนที่ 1 เป็นแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ 2 - 4 ตัวเลือก หรือแบบเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้น ข้อคำถามเกี่ยวข้องกับความรู้และเนื้อหา มีลักษณะเป็นสถานการณ์ประกอบด้วยข้อมูลและรูปภาพ สำหรับวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์สถานการณ์ การคาดการณ์และการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

2. ส่วนที่ 2 เป็นคำถามที่เกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนแรก ทำให้ประเมินความสามารถผู้เรียนได้มากกว่าความจำ โดยสามารถประเมินได้ถึงความเข้าใจของผู้เรียน

การให้คะแนนแบบทดสอบเป็นการให้คะแนนแบบจับคู่ หากนักเรียนตอบถูกทั้งสองส่วนจะได้รับ 1 คะแนน โดยแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson มีทั้งหมด 24 ส่วน จึงคิดเป็น 12 คะแนน ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินที่ระบุระดับความสามารถของนักเรียนทั้งหมด 3 ระดับ (Moore, 2012) ดังนี้

1. ต่ำกว่าร้อยละ 25 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีระดับการคิดขั้นปฏิบัติการคิดรูปธรรม (concrete operational level) นักเรียนสามารถใช้ตรรกะได้อย่างเหมาะสม มีรูปแบบการคิดที่สามารถเข้าใจมโนทัศน์ที่ใช้อ้างอิงถึงการกระทำที่คล้ายคลึงกันหรืออ้างอิงถึงวัตถุที่สามารถสังเกตเห็นได้ สามารถอธิบายในรูปแบบของการเชื่อมโยงอย่างง่ายได้ สามารถคิดตามขั้นตอนวิธีการอย่างเป็นลำดับ และสามารถเชื่อมโยงความคิดตนเองกับหลักฐานที่คล้ายกันได้ แต่ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่อยู่นอกเหนือบริบทที่เป็นรูปธรรม ทำให้การสร้างมโนทัศน์และสมมุติฐานเป็นไปได้ยาก ไม่สามารถจำแนกหรือวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาแบบเป็นขั้นตอน รวมถึงการให้เหตุผลยังไม่คงที่หรือมีความขัดแย้งในข้อเท็จจริงของนักเรียนเอง

2. อยู่ในช่วงร้อยละ 25 – 58 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีระดับการคิดระหว่างรูปธรรมและนามธรรม (transitional level) เช่น การให้เหตุผลแบบสัดส่วน (prepositional reasoning) นักเรียนที่มีความคิดในระดับรูปธรรม (concrete operational level) นักเรียนจะไม่คำนึงถึงผลของอัตราส่วนและหาคำตอบจากการคาดเดา ขณะที่นักเรียนผู้มีระดับการคิดระหว่างรูปธรรมและนามธรรมจะคำนึงถึงผลของอัตราส่วน แต่จะมีสมมุติฐานว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งก็จะมีการเปลี่ยนแปลงเท่ากัน นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถสร้างสมมุติฐานและแก้ปัญหาได้ในบางสถานการณ์

3. เกินร้อยละ 58 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดแบบนามธรรม (formal operational level) นักเรียนสามารถคิดในเชิงนามธรรม ให้เหตุผลเชิงตรรกะ แสดงความคิดเห็นเชิงนามธรรม โดยไม่ต้องอาศัยของจริงประกอบ และเขียนข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานเชิงสาเหตุที่เป็นไปได้ สามารถให้เหตุผลเชิงนิรนัยเพื่อทดสอบสมมุติฐาน หรือสามารถบอกปัจจัยเชิงสาเหตุ แสดงการให้เหตุผลแบบนิรนัยอย่างเป็นลำดับ อีกทั้งสามารถประยุกต์ใช้ตรรกะในสถานการณ์สมมุติในบริบทส่วนใหญ่ได้ เริ่มมีความคิดใกล้เคียงกับนักวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาการให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัย (hypothetio-deductive reasoning) โดยสามารถตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลอง พิสูจน์ แปลข้อมูล ลงข้อสรุป อนุมานผลจากข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้ รวมถึงมีความสามารถในการอนุรักษ์เรื่องปริมาณได้ดี

การประเมินผลจากโครงการ TIMSS มีรูปแบบของแบบทดสอบทั้งแบบเลือกตอบและเขียนตอบ ข้อคำถามประกอบด้วยบริบทหรือสถานการณ์ที่อยู่ในรูปข้อเขียนสั้น ๆ หรือเนื้อความที่มีตาราง แผนภาพ หรือแผนภูมิเป็นองค์ประกอบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใกล้เคียงกับการประเมินผลจากโครงการ PISA (โครงการ PISA ประเทศ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

Bao *et al*. (2009) ได้ใช้แนวทางในการประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ Lawson (Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning: LCTSR) ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบสองลำดับชั้น แบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามที่ประกอบด้วยสถานการณ์ที่มีข้อมูลรูปภาพ สำหรับวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์สถานการณ์ การสร้างคำอธิบาย และแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยแบบทดสอบสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย

1. ข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยสามารถใช้ตัวเลือกได้ตั้งแต่ 2 – 4 ตัวเลือก
2. ข้อสอบแบบเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้น

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามสำหรับให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของคำตอบในตอนที่ 1

การพิจารณาผลคะแนนมีเกณฑ์วัดพฤติกรรมบ่งชี้ได้ ดังนี้

1. คะแนน 0 - 4 สามารถบ่งชี้ว่านักเรียนมีระดับการคิดในระดับประจักษ์-อุปนัย (empirical – inductive thinking)
2. คะแนน 5 - 8 สามารถบ่งชี้ว่านักเรียนมีระดับการคิดระหว่างระดับประจักษ์-อุปนัย (empirical – inductive thinking) และสมมุติฐาน-อุปนัย (hypothetical – inductive level thinking)
3. คะแนน 9 - 12 สามารถบ่งชี้ว่านักเรียนมีการคิดในระดับสมมุติฐาน - อุปนัย (hypothetical – inductive level thinking)

โดยสรุปแล้วแนวทางในการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถใช้แบบทดสอบได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) แบบเลือกตอบ และ 2) แบบเขียนตอบ แบบทดสอบเพื่อวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบตัวเลือกสองลำดับชั้นสามารถวัดความเข้าใจของผู้เรียนได้ดีกว่า โดยข้อคำถามสามารถเป็นได้ทั้งแบบเลือกตอบและแบบเขียนตอบอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองแบบได้ ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดของ Lawson (2000) มาเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเป็นแบบทดสอบตัวเลือกสองลำดับชั้น จำนวน 12 ข้อ ภายใน 1 ข้อประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการเลือกคำตอบจาก 4 ตัวเลือก จากนั้นส่วนที่ 2 เป็นการเลือกเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนแรก นักเรียนจะได้รับ 1 คะแนน หากตอบถูกทั้ง 2 ส่วน ดังนั้นจึงคิดเป็นคะแนนเต็มทั้งหมด 12 คะแนน ใช้วัดผลก่อนและหลังเรียนเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

ความหมายของความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

Good (1973) ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า คุณภาพ สภาพ หรือระดับความพึงพอใจ ที่มาจากความสนใจต่อสิ่งต่าง ๆ และทัศนะคติของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

นที รักษดาวรรณ (2552) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า เป็นแรงขับเคลื่อนหลักของสิ่งมีชีวิต มีสมองทำงานตามหลักแห่งความพึงพอใจ (pleasure principle) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณในการเอาตัวรอด แสดงออกมาให้รูปแบบของพฤติกรรม หากพฤติกรรมนั้นส่งเสริมการอยู่รอดจะได้รับการตอกย้ำและยังคงอยู่ เช่น การหาอาหาร การสืบพันธุ์ การหาที่อยู่ที่ปลอดภัย

สรชัย พิศาลบุตร (2549) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับความพอใจว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ คือ ผู้ใช้บริการได้รับในสิ่งที่ต้องการ ภายในขอบเขตที่ผู้ให้บริการสามารถจัดหาหรือทำให้ได้โดยไม่ขัดต่อวัตถุประสงค์หรือความถูกต้องในการให้บริการ

กล่าวโดยสรุปความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ คือ ความชอบหรือระดับความพอใจที่มีต่อบุคคลหรือสิ่งต่าง ๆ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ภายใต้ขอบเขตที่ควรจะได้รับ

แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคล ซึ่งสามารถชักนำและสร้างขึ้นมาได้ โดยมีทฤษฎีและแนวคิดต่าง ๆ ได้อธิบายไว้ ดังนี้

ทฤษฎีแรงจูงใจของ Maslow

ทฤษฎีแรงจูงใจของ Maslow มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ทฤษฎีลำดับขั้นแห่งความต้องการของ Maslow (Maslow's Hierarchy of Needs) มีสมมุติฐานว่ามนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอและไม่มีที่สิ้นสุด เมื่อความต้องการใดได้รับการตอบสนอง ความต้องการอื่นจะเข้ามาแทนที่ โดยเริ่มจากความต้องการระดับต่ำ เพื่อให้มีชีวิตอยู่รอดปลอดภัย ไปจนถึงความต้องการระดับสูงที่เป็นความต้องการพัฒนาตนเองไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ (Self-Actualization) ความต้องการแบบลำดับขั้นของมนุษย์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2556) ดังนี้

1. ความต้องการด้านสรีระ (Physiological Need) เป็นความต้องการพื้นฐานและเป็นสิ่งจำเป็นที่สุดสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น อาหาร อากาศ ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ความต้องการการพักผ่อน ความต้องการทางเพศ

2. ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety Need) เป็นความรู้สึกที่ต้องการมีชีวิตอยู่อย่างมั่นคงและปลอดภัยจากอันตรายทั้งในปัจจุบันและอนาคต

3. ความต้องการความรักและความเป็นเจ้าของ (Love and Belonging Needs) เป็นความต้องการในการเป็นส่วนหนึ่งและได้รับการยอมรับในสังคม

4. ความต้องการการเห็นตนเองมีคุณค่า (Esteem Needs) เป็นความต้องการระดับสูงที่ต้องการรับความชื่นชมยกย่อง รวมถึงความเชื่อมั่นในตนเอง ความรู้ ความสามารถ ความเป็นอิสระและเสรีภาพ

5. ความต้องการพัฒนาตนเองไปสู่ระดับที่สมบูรณ์ที่สุด (Self-Actualization) เป็นความต้องการขั้นสูงที่ให้ความสำคัญกับความต้องการเป็นตัวของตัวเอง พัฒนาศักยภาพของตนเองให้ประสบความสำเร็จด้วยตนเอง

ทฤษฎีแรงจูงใจของซิกมันต์ ฟรอยด์

ซิกมันต์ ฟรอยด์ ได้ตั้งสมมุติฐานว่าบุคคลมักไม่รู้ตัวว่าพลังทางจิตวิทยามีส่วนในการสร้างพฤติกรรม เขาได้พบว่า บุคคลสามารถเพิ่มและความคุมสิ่งเร้าที่อยู่นอกเหนือการควบคุมได้หลายอย่าง ทำให้มนุษย์มีอารมณ์ที่อยู่เหนือเหตุผล รวมถึงมีพฤติกรรมวิตกจริตหรือเกิดอาการหลอน โดยฟรอยด์ได้แบ่งการทำงานของจิตออกเป็น 3 ระดับ (โพชฌงค์ ทองน้อย, 2556) ดังนี้

1. จิตไร้สำนึก (Unconscious Mind) เป็นการแสดงพฤติกรรมโดยไม่รู้ตัวที่เกิดจากพลังของจิตไร้สำนึก ซึ่งมีหน้าที่กระตุ้นให้บุคคลแสดงออกตามความพึงพอใจหรือความปรารถนาของตน

2. จิตสำนึก (Conscious Mind) บุคคลรับรู้ผ่านประสามสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งเป็นการรับรู้ทั่วไปของมนุษย์ที่ควบคุมการกระทำให้อยู่ในระดับรู้ตัว (Awareness) พฤติกรรมที่แสดงออกจึงมีความต้องการและจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน

3. จิตก่อสำนึก (Preconscious Mind) เป็นส่วนหนึ่งของประสบการณ์ที่สะสมจากอดีตที่ผ่านมา เมื่อบุคคลต้องการนำกลับมาใช้ก็สามารถระลึกได้เสมอ และสามารถนำกลับมาใช้ในระดับจิตสำนึกได้

โดยสรุปแรงจูงใจเกิดขึ้นจากความต้องการของบุคคลที่ก่อให้เกิดการแสดงพฤติกรรม เมื่อบุคคลเกิดความพึงพอใจกับความต้องการพื้นฐาน บุคคลจะสามารถพัฒนาตนเองตามศักยภาพของตนตามความพึงพอใจ ซึ่งสามารถเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ เมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จึงสามารถวัดความพึงพอใจจากพฤติกรรมหรือความรู้สึกที่แสดงออกมาก ผู้วิจัยจึงใช้การประเมินความพึงพอใจจากแบบสอบถาม

องค์ประกอบของการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาแนวทางการประเมินความพึงพอและได้สรุปไว้ ดังนี้

สุรพล เย็นเจริญ (2543) ได้ศึกษาและกล่าววถึงทัศนะคติของ Roger ว่าองค์ประกอบของความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียน ประกอบด้วย

1. คุณสมบัติของครู
2. วิธีสอนหรือการจัดการเรียนรู้
3. กิจกรรมการเรียนรู้
4. การวัดและประเมินผลของครู

จารุวรรณ เทวกุล (2554) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดด้านแรงจูงใจที่ส่งผลให้การเรียนรู้สอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียนและเกิดความต้องการหรือสนใจในการเรียน รวมถึงเกิดความพึงพอใจในการเรียนตามมา โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. เนื้อหาที่เรียน
2. ผู้สอน
3. วิธีการสอน
4. อุปกรณ์และสื่อ
5. วิธีการวัดและประเมินผล

พรรณี ภิบาลวงษ์, อุษา ทองไพโรจน์ และบังอร แถวโนนงิ้ว (2558) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้และการสอนแบบปกติ พร้อมกับศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยพิจารณารายด้าน ดังนี้

1. บทบาทของผู้เรียน
2. สื่อการเรียนรู้
3. สาระการเรียนรู้
4. การวัดผลและประเมินผล
5. บทบาทครูผู้สอน

กล่าวโดยสรุป องค์ประกอบที่ใช้ในการวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ผู้สอน 2) กิจกรรมการเรียนรู้ 3) อุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ และ 4) การวัดและประเมินผล ผู้วิจัยจึงนำมาเป็นองค์ประกอบในการสร้างเครื่องมือวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน วิชาชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

แนวทางในการวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

ความพึงพอใจสามารถวัดได้โดยใช้มาตราวัดทัศนคติ ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบ ดังต่อไปนี้

สมโภชน์ อเนกสุข (2559) ได้นำเสนอมาตราวัดทัศนคติที่ใช้ในการวิจัย 3 ชนิด ประกอบด้วย

1. มาตราวัดทัศนคติตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) หรือมาตราประมาณค่าแบบรวม (Summated rating scale) โดยใช้ชุดข้อความสอบถามความรู้สึกของบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และให้บุคคลแสดงความรู้สึกต่อข้อความดังกล่าว การตอบสนองต่อข้อความอาจเป็นได้ทั้งความพอใจ (Flavorable) หรือไม่เห็นด้วยกับข้อความ (Unfavorable) หรือไม่แน่ใจ (Uncertain) กับข้อความนั้น และพิจารณาจากการรวมคำตอบของทุกข้อความในมาตราวัด โดยกำหนดระดับของการตอบสนองแต่ละข้อความเป็น 5 ระดับ ซึ่งอาจให้คะแนนเป็น 1 ถึง 5 หรือ 0 ถึง 4 ตามระดับที่กำหนด เช่น

1) เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly agree)

2) เห็นด้วย (Agree)

3) ไม่แน่ใจ (Uncertain) หรือความรู้สึกกำกึ่งระหว่างเห็นด้วยกับไม่เห็นด้วย

4) ไม่เห็นด้วย (Disagree)

5) ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly disagree)

การให้คะแนนนิยมกำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความรู้สึก คือ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	กำหนดคะแนนหรือน้ำหนักความรู้สึกเป็น 5 หรือ 4
เห็นด้วย	กำหนดคะแนนหรือน้ำหนักความรู้สึกเป็น 4 หรือ 3
ไม่แน่ใจ	กำหนดคะแนนหรือน้ำหนักความรู้สึกเป็น 3 หรือ 2
ไม่เห็นด้วย	กำหนดคะแนนหรือน้ำหนักความรู้สึกเป็น 2 หรือ 1
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	กำหนดคะแนนหรือน้ำหนักความรู้สึกเป็น 1 หรือ 0

การสรุปผลจึงใช้วิธีการรวมน้ำหนักหรือคะแนนจากการตอบทุกข้อความของแต่ละคน ถ้าน้ำหนักรวมจากการตอบคำถามมีค่าสูงแสดงว่าระดับทัศนคติของบุคคลต่อสิ่งนั้นเป็นไปในลักษณะทางที่ดี แต่หากได้คะแนนหรือน้ำหนักรวมต่ำแสดงว่าบุคคลมีทัศนคติไม่ดีต่อสิ่งนั้น

2. มาตรวัดทัศนคติโดยใช้ความหมายของภาษา (Semantic differential scale) โดยใช้คำคุณศัพท์ต่าง ๆ อธิบายความหมายของสิ่งเร้าที่มีส่วนสัมพันธ์กับบุคคลออกมาเป็นคุณค่าต่าง ๆ และตีความค่าเหล่านั้นออกมาเป็นค่าของทัศนคติของบุคคล สามารถแบ่งคำคุณศัพท์ที่ใช้เป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) องค์ประกอบเชิงประมาณค่า (Evaluation factor) เป็นคำคุณศัพท์ที่ใช้ในการประเมินค่า เช่น ดี-เลว เกลียด-รัก ยุติธรรม-ลำเอียง เมตตา-ทารุณ ฉลาด-โง่ เป็นต้น

2) องค์ประกอบเชิงศักยภาพ (Potency factor) เป็นคำคุณศัพท์ที่เกี่ยวกับศักยภาพและกำลังงาน เช่น หนัก-เบา แข็งแรง-อ่อนแอ ใหญ่-เล็ก ลึก-ตื้น บอบบาง-ทนทาน เป็นต้น

3) องค์ประกอบเชิงกิจกรรม (Activity factor) เป็นคำคุณศัพท์ที่แสดงกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ช้า-เร็ว ร่าเริง-หงอยเหงา เฉื่อยชา-กระตือรือร้น เป็นต้น

การตรวจให้คะแนนทำได้โดยกำหนดค่าน้ำหนักประจำระดับความรู้สึก (Scale) ของมาตราการวัดทัศนคติแบบใช้ความหมายของภาษา ใช้วิธีการกำหนดค่าประจำแบบจงใจ (Arbitrary weighting method) โดยกำหนดน้ำหนักให้เป็น -3 ถึง +3 น้ำหนักสูงสุดของการอธิบายคุณลักษณะในทางที่ดีเป็น +3 และในทางที่ไม่ดีเป็น -3 ดังนั้นน้ำหนักที่ให้จึงเป็น +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3 น้ำหนักที่กำหนดนี้จะยุ่งยากในเรื่องการใช้ผลการวัด เพราะมีค่าติดลบ ดังนั้นในเชิงปฏิบัติการกำหนดค่าจึงนิยมกำหนดโดยไม่ให้มีน้ำหนักในทางลบ คือกำหนดน้ำหนักหรือคะแนนในแต่ละข้อเป็น 7 6 5 4 3 2 1 การให้น้ำหนักหรือคะแนนการอธิบายความรู้สึกดังกล่าวจะใช้แบบ -3 ถึง +3 หรือแบบ 1 ถึง 7 ก็ได้แต่ต้องใช้เหมือนกันทุกมาตรการวัด และการแปลระดับความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลนั้น จะใช้น้ำหนักรวมหรือคะแนนรวมของแต่ละคน เพื่ออธิบายภาพพจน์ หรือความคิดรวบยอดของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ

3. มาตรการวัดทัศนคติตามวิธีของเทอร์สโตน (Thurstone scaling) อาศัยกฎของการตัดสินใจเปรียบเทียบ ซึ่งสามารถระบุคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับมโนทัศน์หนึ่งได้ แม้ว่าผู้คนต่างมีการตัดสินใจที่แตกต่างกัน แต่การตัดสินใจเหล่านั้นก็เกาะกลุ่มอยู่กับคำตอบที่ดีที่สุดอย่างหนึ่งเท่านั้น

ปริญญา จเรรัชต์, วิโรจน์ ฤทธิ์ฤาชัย, อานุภาพ เส็งสาย และแพรวพรรณ ชูช่วย (2546) ได้ระบุวิธีการวัดความพึงพอใจว่าสามารถทำได้หลากหลายวิธี ดังนี้

1. การใช้แบบสอบถามที่ออกแบบโดยผู้สอบถาม โดยมีจุดประสงค์เพื่อทราบความคิดเห็น โดยสามารถกำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอย่างอิสระ

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจที่ต้องอาศัยเทคนิคและทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นความจริง

3. การสังเกต เป็นการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย เช่น การพูด การแสดงท่าทาง โดยอาศัยกระบวนการสังเกตที่มีระเบียบแบบแผน

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการวัดความรู้สึกของบุคคลต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง นิยมใช้การกำหนดระดับการตอบสนองต่อข้อความ ตามมาตราวัดทัศนคติตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) เนื่องจากมีความชัดเจนและสะดวกต่อการประเมินผลข้อมูล ผู้วิจัยจึงนำมาเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ

(Likert Scale) ได้แก่ พึงพอใจมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ที่ให้คะแนนเป็น 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research)

ความหมายของงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

สุวิมล ว่องวาณิช (2548) ได้สังเคราะห์นิยามเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน และสรุปไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในชั้นเรียน เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนหรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์สูงสุด เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันที และสะท้อนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานให้ทั้งตนเองและเพื่อนร่วมงานในโรงเรียนได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในแนวทางที่ได้ปฏิบัติ และนำผลที่เกิดขึ้นไปใช้พัฒนาการเรียนรู้ทั้งของครูและผู้เรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551) ได้กล่าวว่า การวิจัยที่ครูได้แสวงหาวิธีการหรือนวัตกรรมสำหรับแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน

นพเก้า ณ พัทลุง (2551) ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการวิจัยประเภทหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการศึกษาและตรวจสอบ เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้แก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพงานขององค์กร ผลการวิจัยอาจไม่เกิดประโยชน์ต่อปัญหาอื่น อาจมีประโยชน์ต่อการศึกษานั้นและในเวลานั้น สามารถกระทำเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มบุคคลได้

ประสาท เมืองเฉลิม (2556) กล่าวไว้ว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการดำเนินงานควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานของครู ต้องใช้กระบวนการที่น่าเชื่อถือและเป็นระบบในการแสวงหาคำตอบในสถานการณ์หรือบริบทของชั้นเรียน

กล่าวโดยสรุปการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ รูปแบบการศึกษาที่อาศัยกระบวนการที่น่าเชื่อถือและเป็นระบบ เพื่อนำผลการศึกษาไปแก้ปัญหาหรือพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน โดยผลการศึกษามีความจำเพาะกับชั้นเรียน ควรนำผลไปใช้ทันทีและสะท้อนข้อมูลที่เกิดกับตนเองและเพื่อนร่วมงาน เพื่อทำให้เกิดการพัฒนาทั้งครูและผู้เรียน

แนวทางการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551) ระบุว่า การวิจัยในชั้นเรียนเป็นการวิจัยที่มีลักษณะเป็นวงจรการทำงานแบบ PAOR ดังนี้

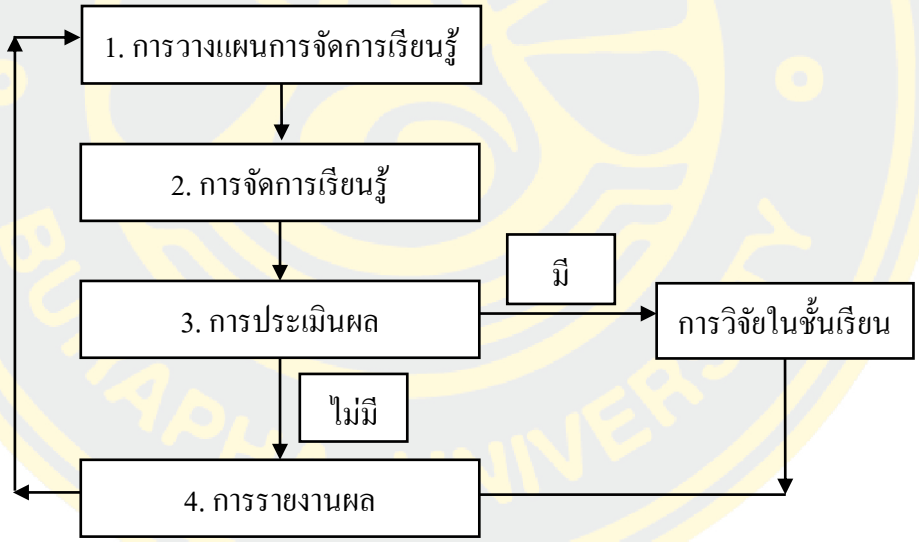
1. วางแผนการดำเนินงาน (Plan) หรือการวางแผนการวิจัย

2. ลงมือปฏิบัติการ (Action) ดำเนินการวิจัย เพื่อปฏิบัติการแก้ไขปัญหา พัฒนาผู้เรียน หรือทดลองตามแผนที่ได้กำหนดไว้

3. สังเกตผล (Observe) มีการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียน

4. สะท้อนผลกลับ (Reflex) นำข้อค้นพบที่ได้ กลับมาปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนในชั้นเรียน

นพเก้า ณ พัทลุง (2551) กล่าวว่า การวิจัยเป็นกระบวนการเชิงระบบ ที่ใช้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน กระทำเป็นวงจรของการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวางแผนการจัดการเรียนรู้ 2) การดำเนินการจัดการเรียนรู้ 3) การประเมินผล และ 4) การรายงานผล ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ นพเก้า ณ พัทลุง (2551)

ประวิต เอราวรรณ์ (2545 อ้างถึงใน ประสาท เมืองเฉลิม, 2556) ได้กล่าวถึงกระบวนการและขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ดังนี้

1. การสำรวจสภาพการปฏิบัติงาน (Reconnaissance) การสำรวจปัญหาที่เกิดในสภาพการปฏิบัติงานของครู วิเคราะห์หาสาเหตุ และหาแนวทางปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขสภาพการปฏิบัติงานในบางขั้นตอน

2. การวางแผน (Planning) ขั้นตอนการกำหนดวัตถุประสงค์ วิธีการปฏิบัติงาน และวางแผนเพื่อลงมือปฏิบัติ (Action) เพื่อค้นคว้าคำตอบหรือพัฒนานวัตกรรม รวมถึงแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงสภาพการที่เป็นปัญหา

3. การลงมือปฏิบัติ (Acting) การปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้

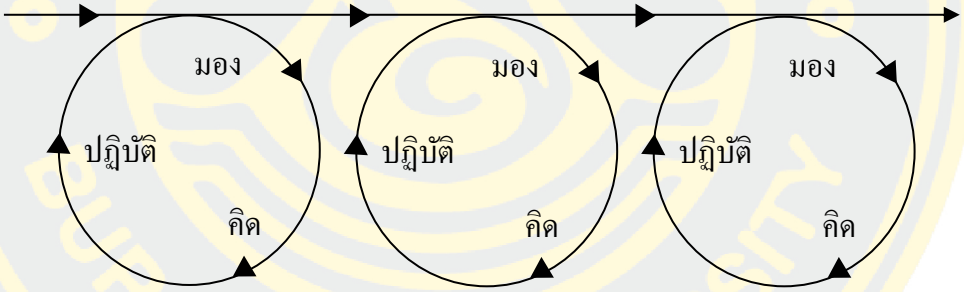
4. การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) การพิจารณาสิ่งที่เกิดขึ้นหลังจากปฏิบัติตามแผนจนเกิดผล โดยต้องนำมาสรุปผลการเปลี่ยนแปลงและวางแผนปรับปรุงหรือแก้ปัญหาใหม่ต่อไป

Stringer (1999 อ้างถึงใน วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์, 2558) ได้เสนอกระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ดังภาพที่ 2-2 เกิดขึ้นเป็นวงจรตามลำดับ ดังนี้

1. พินิจพิเคราะห์ หรือการมอง

2. การคิดวิเคราะห์ หรือการคิด

3. การปฏิบัติการ หรือการปฏิบัติ



ภาพที่ 2-2 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Stringer (1999)

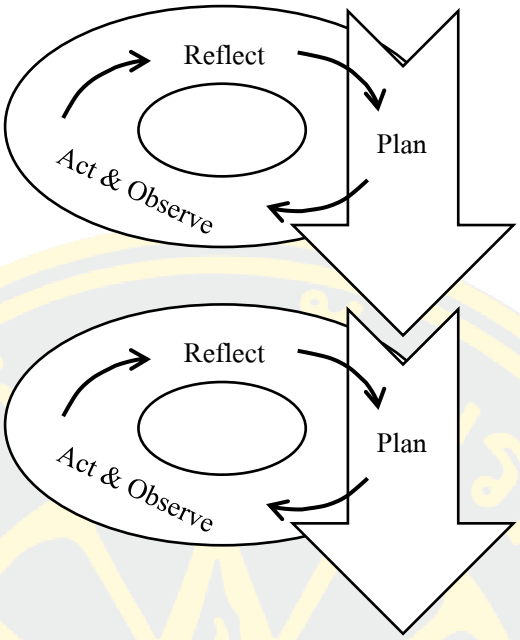
Kemmis and McTaggart (1988 อ้างถึงใน วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์, 2558) ได้นำเสนอกระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ประกอบด้วยกิจกรรมสำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก คือ

1. การวางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น (Planning)

2. ลงมือปฏิบัติการตามแผน (Action)

3. สังเกตการณ์ (Observation)

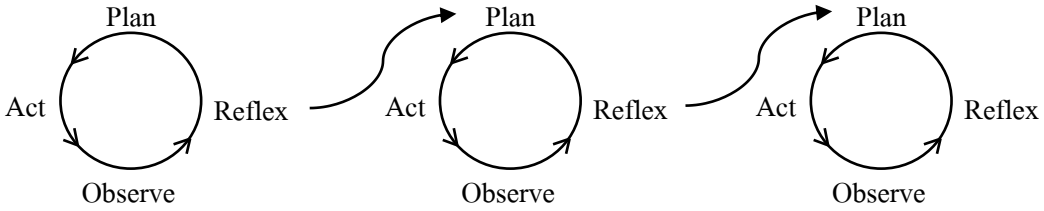
4. สะท้อนกลับ (Reflection) กระบวนการและผลจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเพื่อปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน (Re-planning) และดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988)

จากการศึกษาแนวทางการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นวิธีการค้นคว้า เพื่อหาทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในชั้นเรียน เริ่มต้นด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้ล่วงหน้าและนำผลที่เกิดขึ้นมาพิจารณาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ต่อไป กระบวนการวิจัยในชั้นเรียนสามารถสรุปได้เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. วางแผน (Plan) เพื่อกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้และลงมือเก็บข้อมูล
2. ลงมือปฏิบัติการ (Action) ดำเนินการวิจัยตามแผนที่ได้กำหนดไว้
3. สังเกต (Observe) พิจารณาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองและสรุปผลการเปลี่ยนแปลง
4. สะท้อนผล (Reflex) นำผลสรุปจากการศึกษามาปรับปรุงและวางแผนการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนต่อไป



ภาพที่ 2-4 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของงานวิจัย

ผู้วิจัยจึงนำการจัดการเรียนรู้แบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแนวคิดของ พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551) มาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จงกล บุญรอด (2557) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง ผลการศึกษาปรากฏว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองช่วยพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการออกแบบดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการลงมือปฏิบัติและส่งเสริมการสร้างความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งการแก้ไขแบบจำลองยังมีส่วนช่วยส่งเสริมการเชื่อมโยงให้นักเรียนเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น เนื่องจากต้องอาศัยการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ไขแบบจำลอง และนำไปใช้เป็นตัวแทนทางความคิดในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2554) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงความรู้สูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้สร้างแบบจำลองเบื้องต้นที่เป็นเสมือนการตั้งสมมุติฐาน ลงมือปฏิบัติและเก็บหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ และใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นหลักฐานสนับสนุนการอธิบายปรากฏการณ์

รัตนาภรณ์ ศุภพร, สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และวิทัศน์ ฝักเจริญผล (2562) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียน จากผลการศึกษาพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากนักเรียนได้ใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนสำหรับการอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความเป็นจริง นักเรียนจึงสามารถทำความเข้าใจกับเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งแบบจำลองยังมีจุดแข็งคือ ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น จากการเปรียบเทียบหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากแบบจำลอง นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการจัด

การเรียนรู้มีการใช้แบบจำลองที่นักเรียนสามารถจับต้องได้ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ได้ทำกิจกรรมอย่างอิสระ ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน บรรยากาศในห้องเรียนจึงส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น

พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ (2556) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้ง และแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่าการใช้แบบจำลองช่วยส่งเสริมศักยภาพในการโต้แย้งโดยใช้ข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างมีเหตุผล และการนำแบบจำลองประกอบการโต้แย้งสามารถช่วยให้การโต้แย้งมีความชัดเจนและเป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับตรวจสอบข้อโต้แย้ง ข้อสรุป และความมีเหตุผลได้ง่าย

สุทธิชาติ เปรมกมล (2558) ได้ศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จากการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐาน จากผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป เนื่องจากแบบจำลองช่วยส่งเสริมศักยภาพของการใช้ข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ในการอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นเหตุเป็นผล อีกทั้งต้องนำเสนอข้อกล่าวอ้างของนักเรียนให้เป็นที่ยอมรับของเพื่อนในชั้นเรียน

อารยา ควัฒน์กุล (2558) ได้ศึกษาการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองสูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกการประเมินแบบจำลอง ซึ่งทำให้นักเรียนทราบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเองและทำการค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเอง และเกิดการสร้างองค์ความรู้ที่ถูกต้องหลังจากได้อภิปรายร่วมกันภายในชั้นเรียน โดยใช้องค์ความรู้จากการมีส่วนร่วมในการสำรวจตรวจสอบการปรึกษาเพื่อหารูปแบบของแบบจำลองและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งเพื่อลงมติสร้างแบบจำลอง และการให้เหตุผลด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งพบว่านักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดและมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองที่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เนื่องมาจากการสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นการสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนร่วมกับการใช้คำถาม ช่วยกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้

และลงมือสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองหรือของกลุ่ม รวมถึงการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้แสดงแบบจำลองทางความคิดของตนเองอย่างหลากหลาย ที่ทำให้นักเรียนได้เปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองและเพื่อน เมื่อพบจุดเด่นหรือจุดด้อยจึงนำไปสู่การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง เพื่อให้อธิบายแนวคิดหรือปรากฏการณ์ต่อไปได้

Ogan-Bekiroglu and Arsian (2014) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจต่อแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิชาฟิสิกส์ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบสอบโดยไม่มีการสร้างแบบจำลอง พบว่ากลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยสามารถสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลอง กำหนดตัวแปร ตั้งสมมุติฐาน และแปลความหมายข้อมูลได้ดีกว่าก่อนเรียน

Braaten and Windschitl (2011) ศึกษาการสร้างและแก้ไขคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในนักศึกษาครูระดับปริญญาตรีที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้นักเรียนสร้างและแก้ไขคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่าครูมีความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้

Harrison and Treagust (2000) ได้ศึกษามโนทัศน์แบบนามธรรมที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดของแบบจำลองอะตอม โมเลกุล และพันธะเคมี หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบจำลองอะตอมหลากหลายแบบ จัดการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ กำหนดเป้าหมาย (focus) ปฏิบัติการ (action) และการสะท้อนผล (reflection) จากการศึกษาพบว่านักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรมได้มากขึ้น

Campbell, Oh and Neilson. (2011) ได้ศึกษาผลลัพธ์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Inquiry) เปรียบเทียบกับการสอนแบบสาธิตและการบรรยายแบบเดิม (Traditional Demonstration and Lecture: TDL) ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ จากการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีผลลัพธ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสาธิตและการบรรยายแบบเดิมในทุกด้าน โดยเฉพาะด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากมีกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากการสร้างและประเมินแบบจำลองที่ทำให้นักเรียนได้ประเมินหลักฐานด้วยการเชื่อมโยงข้อมูลกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงเกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิดในการสร้างแบบจำลองร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนและนำไปสู่การแก้ไขแบบจำลองให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น สำหรับใช้เป็นตัวแทนสนับสนุนการอธิบายต่อไป ผู้เรียนจึงเกิดความเข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรมและสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนในหลายด้าน ส่งเสริมความเข้าใจและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสร้างแบบจำลองที่เปรียบเสมือนการตั้งสมมุติฐาน ลงมือเก็บหลักฐานและนำมาสนับสนุนการสร้างคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผล ผู้เรียนจึงมีโอกาสพัฒนาศักยภาพในการใช้ข้อมูลและส่งผลให้การสื่อสารข้อมูลมีความชัดเจนและเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งได้ดำเนินการค้นคว้าตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวมรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 45 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ที่พบว่าสามารถพัฒนาทักษะในการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการอธิบายความคิด โดยใช้การเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจและอธิบายข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตจากพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) หรือกระบวนการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และวัดระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยจากกลุ่มเป้าหมาย เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจากการเปรียบเทียบพัฒนาการของผู้เรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน โดยมีรายละเอียดการดำเนินการแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน (PAOR: Plan, Act, Observe, Reflex) ตามลำดับ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ รูปแบบการจัดการเรียนการสอน ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ธรรมชาติของเนื้อหา และสิ่งแวดล้อม เพื่อนำมาประกอบกับการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ จึงได้นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ หลังจากสังเกตผลการเรียนรู้ของนักเรียนหรือหลังจากขั้นการสะท้อนผลในวงจรก่อนหน้า

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติตามแผน (Action)

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในชั้นเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยแบ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง ต่อเนื่องกัน 3 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 2

วงจรที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ที่ได้รับการปรับปรุงหลังจากสะท้อนผลจากวงจรที่ 1

วงจรที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ที่ได้รับการปรับปรุงหลังจากสะท้อนผลจากวงจรที่ 2

ขั้นที่ 3 การสังเกตผล (Observe)

ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างและปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ระหว่างดำเนินการสอนมีการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและการปฏิบัติการสอนของตนเอง เก็บข้อมูลด้วยแบบทดสอบท้ายวงจร การเขียนบันทึกหลังการสอน บันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน และการสัมภาษณ์ผู้เรียน เป็นต้น

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflex)

ข้อมูลจากขั้นการสังเกตผลประกอบด้วยข้อมูลเชิงบรรยายและข้อมูลเชิงปริมาณที่นำมาสรุปและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นและค่าขนาดของผล เพื่อหาแนวทางแก้ไขและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนในวงจรต่อไป จนถึงขั้นตอนที่ 4 ของวงจรที่ 3 ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการวิจัย จึงจะนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงบรรยาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
3. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษากรอบสาระการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยเน้นองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ มาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง โดยกำหนดเนื้อหาใน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ประกอบด้วยเนื้อหา 4 หัวข้อ ใช้เวลาทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรม	ผลงาน	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
1. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรมและการโคลนยีน** - การตัดสายดีเอ็นด้วยเอนไซมตัดจำเพาะ - การเชื่อมสายดีเอ็นด้วยเอนไซม์ไลเกส - การถ่ายดีเอ็นเอรีคอม-บิแนนท์เข้าสู่เซลล์แบคทีเรียและคัดเลือกเซลล์ที่ต้องการ	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมและการสร้างดีเอ็นเอรีคอม-บิแนนท์ 2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียและเทคนิค PCR	- การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิเนนท์ - เทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่	- แบบจำลองดีเอ็นเอรีคอม-บิเนนท์และการอภิปรายผลการทำกิจกรรม - ตารางสรุปเหตุการณ์ในปฏิกิริยาลูกโซ่	3

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรม	ผลงาม	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การหาขนาดของดีเอ็นเอ และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ - การหาขนาดดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส - การหาลำดับนิวคลีโอไทด์	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการหาขนาดดีเอ็นเอ โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทร-ฟอรีซิส	- ปฏิบัติการเจลอิเล็กโทร-ฟอรีซิส	- รายงานปฏิบัติการเจลอิเล็กโทร-ฟอรีซิส - ใบกิจกรรมการหาลำดับนิวคลีโอไทด์	3

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรม	ผลงาน	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
2. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ** - ด้านการแพทย์และเภสัชกรรม - ด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม - ด้านนิติวิทยาศาสตร์	1. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในการสร้างผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ การวินิจฉัยหรือการตรวจกรองโรค และการรักษา 2. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอสำหรับการปรับปรุงพันธุ์สิ่งมีชีวิต เพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และสิ่งแวดล้อม	- การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	- งานนำเสนอเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	3

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรม	ผลงาน	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
		3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอในการใช้ประโยชน์ด้านนิติ-วิทยาศาสตร์และวิเคราะห์ STR			
3. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ และชีวจริย-ธรรมในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม**	1. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ และชีวจริย-ธรรมในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	- สืบค้นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริย-ธรรม	- โปสเตอร์ความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริย-ธรรม	3
				รวม	12

1.3 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อวางขั้นตอนการจัดกิจกรรม โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาจำนวน 4 แผน โดยมีโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ดังนี้

1.3.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.3.2 ผลการเรียนรู้

1.3.3 สาระสำคัญ

1.3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.3.5 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.3.6 สมรรถนะสำคัญ

1.3.7 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.3.8 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation)

2) ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation)

3) ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification)

4) ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration)

1.3.9 วัสดุ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1.3.10 การวัดและประเมินผล

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้และเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง จากนั้นจึงปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเป็นที่เรียบร้อยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอน และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียน และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540) ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนน นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (บุญชุม ศรีสะอาด, 2553) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยทีสุด

กำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 โดยประยุกต์ใช้จาก ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น

1.6 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยแก้ไขคำผิด ปรับรูปแบบของการจัดกิจกรรมเพื่อลดช่องว่างที่อาจทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และปรับเปลี่ยนการใช้คำในแบบประเมินให้เหมาะสม จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน มีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับความเหมาะสมมากถึงระดับความเหมาะสมมากที่สุด และมีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ± 0.19 ดังแสดงใน (ภาคผนวก ข)

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/16 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง เพื่อสังเกตความถูกต้อง ความเหมาะสม และตรวจสอบความเป็นไปได้ พร้อมทั้งบันทึกปัญหาและข้อบกพร่องที่พบ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 โรงเรียนชลราษฎร-อำรุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ต่อไป

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 ศึกษาผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ แบ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ด้าน ประกอบด้วย 1) ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมินค่า และ 6) การคิดสร้างสรรค์

2.3 สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยกำหนดให้มีสัดส่วนจำนวนข้อของแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การกำหนดจำนวนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ							
		ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การคิดสร้างสรรค์	รวม (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1. พันธุ-วิศวกรรมและการโคลนยีน	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมและการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	2	-	-	2	-	-	4	2

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ							
		ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การคิดสร้างสรรค์	รวม (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
	2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียและเทคนิค PCR	-	-	-	4	-	-	4	2
2. การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์	3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการหาขนาดดีเอ็นเอโดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทร-ฟอรีซิส	2	4	-	2	-	4	12	6
3. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	4. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในการสร้างผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ การวินิจฉัยหรือการตรวจกรองโรค และการรักษา	2	8	6	-	2	-	18	9

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ							
		ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การคิดสร้างสรรค์	รวม (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
	5. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอสำหรับการปรับปรุงพันธุ์สิ่งมีชีวิต เพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และสิ่งแวดล้อม	-	-	6	-	-		6	3
	6. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอในการใช้ประโยชน์ด้านนิติ-วิทยาศาสตร์และวิเคราะห์ STR	2	2	6	2	-	-	12	6
4. เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีว-จริยธรรม	7. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ และชีวจริย-ธรรมในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	-	2	-	-	-	2	4	2
				รวม				60	30

2.4 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องการวัดจากข้อคำถามแต่ละข้อ รวมถึงความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ จากนั้นจึงนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ได้รับจากอาจารย์ที่ปรึกษา

2.5 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเป็นที่เรียบร้อยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิชาชีววิทยา ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้านการออกแบบข้อสอบ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย จากนั้นพิจารณาเลือกข้อคำถามในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.50 – 1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2546) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง

2.7 ดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ โดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 (ภาคผนวก ข) ซึ่งได้ปรับเปลี่ยนข้อความให้อ่านง่ายและมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ปรับจุดประสงค์ของข้อคำถาม แก้ไขคำผิด เรียงลำดับตัวเลือกและปรับเปลี่ยนให้รูปแบบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

2.8 จัดพิมพ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มาแล้ว และไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/16 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 48 คน

2.9 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มาตรวจคำตอบ โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อคำถามเดียวกัน จากนั้นวิเคราะห์คะแนนรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p)

และค่าอำนาจจำแนก (B) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2546)

2.10 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมต่อจุดประสงค์การเรียนรู้และโครงสร้างของข้อสอบที่กำหนด จากผลการประเมินพบว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.21 - 0.79 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24 - 0.62 (ภาคผนวก ข)

2.11 นำข้อคำถามที่คัดเลือกมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ โดยวิธีของโลเวท (Lovett Method) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบควรมีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป (สมนึก ภัททิยธนี, 2546) จึงจะสามารถเชื่อถือได้ว่ามีความคงที่ ซึ่งจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 (ภาคผนวก ข)

2.12 จัดพิมพ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาต่อไป

3. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 ศึกษาความหมายและแนวคิดของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 ศึกษาหลักการและรูปแบบของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงกำหนดองค์ประกอบด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน และ 2) การอธิบายและทำนายปรากฏการณ์

3.3 สร้างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบตัวเลือกสองลำดับชั้น จำนวน 24 ข้อ ใช้จริง 12 ข้อ โดยภายใน 1 ข้อ ประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และส่วนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนแรก นักเรียนจะได้รับ 1 คะแนน หากตอบถูกทั้ง 2 ส่วน ดังนั้นจึงคิดเป็นคะแนนเต็มทั้งหมด 12 คะแนน โดยกำหนดองค์ประกอบและจำนวนข้อคำถามของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การกำหนดองค์ประกอบและจำนวนข้อคำถามของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1. การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน	12	6
2. การอธิบายและทำนายปรากฏการณ์	12	6
รวม	24	12

3.4 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ให้คำแนะนำ และปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไข เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของสถานการณ์กับองค์ประกอบที่ต้องการวัด การใช้คำถาม และประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

3.6 วิเคราะห์ผลการประเมินและพิจารณาเลือกแบบวัดที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.50 – 1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2549) และดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือ ปรับปรุงข้อคำถามให้มีความชัดเจน จัดลำดับตัวเลือกให้อ่านง่ายมากยิ่งขึ้น และแก้ไขคำผิด เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ

3.7 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขเป็นที่เรียบร้อยไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/16 จำนวน 44 คน ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและได้ใช้เก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (Try out) บันทึกปัญหาและข้อบกพร่อง เพื่อปรับปรุงแก้ไขและนำแบบทดสอบไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

3.8 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์คะแนนรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) จากนั้นคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2546)

3.9 ดำเนินการคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 12 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมต่อองค์ประกอบที่ต้องการวัด จากผล

การประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.26 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23 – 0.84 (ภาคผนวก ข)

3.10 นำข้อคำถามที่คัดเลือกมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ โดยวิธีการสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient) ค่าความเชื่อมั่นควรมีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559) จึงจะสามารถเชื่อถือได้ว่ามีความคงที่ ซึ่งจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 (ภาคผนวก ข)

3.11 จัดพิมพ์แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

4. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เพื่อกำหนดโครงสร้างของการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ผู้สอน กิจกรรมการเรียนรู้ อุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ ของ Likert จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีองค์ประกอบทั้งหมด 4 ด้าน คือ ผู้สอน กิจกรรมการเรียนรู้ อุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559) ดังนี้

5 คะแนน หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly agree)

4 คะแนน หมายถึง เห็นด้วย (agree)

3 คะแนน หมายถึง ไม่แน่ใจ (uncertain) หรือความรู้สึกก้ำกึ่งระหว่างเห็นด้วยกับไม่เห็นด้วย

2 คะแนน หมายถึง ไม่เห็นด้วย (disagree)

1 คะแนน หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly disagree)

4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ให้คำแนะนำ และปรับปรุงแก้ไข

4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาชีววิทยา และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามแต่ละข้อ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับองค์ประกอบของความพึงพอใจที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับองค์ประกอบของความพึงพอใจที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ตรงกับองค์ประกอบของความพึงพอใจที่ต้องการวัด

4.5 วิเคราะห์ผลการประเมินและพิจารณาเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.50 - 1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2549) และดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ

4.6 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเป็นที่เรียบร้อยไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/16 จำนวน 44 คน ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและได้ใช้เก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (Try out) บันทึกปัญหาและข้อบกพร่อง จากนั้นปรับปรุงแก้ไขและนำแบบทดสอบไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายต่อไป

4.7 นำข้อคำถามที่คัดเลือกมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับโดยวิธีการสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient) ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามควรมีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559) จึงจะสามารถเชื่อถือได้ว่ามีความคงที่ ซึ่งจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97 (ภาคผนวก ข)

4.8 จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวมรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุง และแก้ไขเรียบร้อยแล้ว โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 4 แผน ใช้เวลาสอนทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยดำเนินการสอนตามกระบวนการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน (PAOR) ต่อเนื่องเป็น 3 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 2

วงจรที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

วงจรที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

4. สังเกตและรวบรวมข้อมูลระหว่างการปฏิบัติสอนตามแผนการเรียนรู้ จากแบบบันทึกการสอน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ก่อนนำไปใช้วางแผนปฏิบัติการสอนในวงจรถัดไป

5. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอน จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

6. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ รวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลจากแต่ละวงจร เพื่ออธิบายและแก้ปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไข

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าขนาดของผล

2. วิเคราะห์ข้อมูลการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และค่าขนาดของผล

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (μ) โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2560)

$$\mu = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ μ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาร้อยละ โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2560)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.3 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2560)

$$\sigma = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N\left(N-1\right)}}$$

เมื่อ σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง

$\left(\sum x\right)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

1.4 หาค่าขนาดของผล (Effect Size) โดยใช้สูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553)

$$\gamma = \frac{\left|\mu_0 - \mu_1\right|}{\sigma}$$

เมื่อ γ แทน ขนาดของผลที่เป็นค่าสัมบูรณ์

$\mu_0 - \mu_1$ แทน ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

σ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

พิจารณาเทียบกับเกณฑ์ทั่วไป ดังนี้

ขนาดของผล	γ
น้อย	0.20
ปานกลาง	0.50
มาก	0.80

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546) คำนวณได้จากสูตรดังนี้

2.2.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ดัชนีค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนคนตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)

N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

U แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ที่ตอบถูก

L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ที่ตอบถูก

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิธีของโลเวท (Lovett Method) (สมนึก ภัททิยธนี, 2546)

$$r_{cc} = 1 - \frac{K\sum X_i - \sum X_i^2}{(K-1)\sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

X_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

C แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

2.4 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยวิธีการสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559)

$$\alpha = \frac{n}{(n-1)}\left[1-\frac{\sum S_i^2}{S^2}\right]$$

เมื่อ n แทน จำนวนข้อคำถาม

S_i^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมในเครื่องมือฉบับนั้น

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 5 ประเด็น ดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมาย
2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)
3. ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)
4. ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)
5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามวงจรที่ 1-3 (PAOR)

สัญลักษณ์ที่ใช้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมาย

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

μ	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
σ	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล
P	แทน	ร้อยละ
γ	แทน	ค่าขนาดของผล

2. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ หลักสูตรปกติ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จำนวน 45 คน โดยมีข้อมูลสัดส่วนของนักเรียน ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย	เพศ		
	หญิง (ร้อยละ)	ชาย (ร้อยละ)	รวม (ร้อยละ)
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13	12 (26.67)	33 (73.33)	45 (100.00)

โรงเรียนชลราษฎรอำรุงเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ตั้งอยู่ในตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ดำเนินการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีการจัดกิจกรรมการสอนอย่างหลากหลายตามความเหมาะสมของเนื้อหาและความสามารถของนักเรียน ซึ่งมาจากครอบครัวที่มีสถานภาพทางสังคมที่หลากหลาย โดยมากอยู่ในระดับปานกลางไปจนถึงระดับสูง

การจัดการเรียนรู้เป็นการสอนภายในอาคาร 4 ซึ่งเป็นอาคารสูง 6 ชั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จัดกิจกรรมการเรียนรู้บริเวณชั้น 2 ถึง 4 โดยทั่วไปมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในรูปแบบบรรยายและปฏิบัติการ ห้องเรียนมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก มีประตู 2 บาน และมีหน้าต่างที่ลมพัดถ่ายเทสะดวก ภายในห้องเรียนประกอบด้วยโต๊ะเรียนที่ถูกจัดอยู่ในลักษณะกลุ่ม แบ่งเป็นโต๊ะเรียนละ 5 คน มีอุปกรณ์การสอนครบครัน เช่น กระดานไวท์บอร์ด ลำโพง คอมพิวเตอร์ เครื่องฉายภาพ 3 มิติ อ่างล้างอุปกรณ์ เป็นต้น

ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)

ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยและค่าขนาดของผลของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียน โดยแสดงข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าขนาดของผลเป็นรายบุคคล ดังตารางที่ 4-2

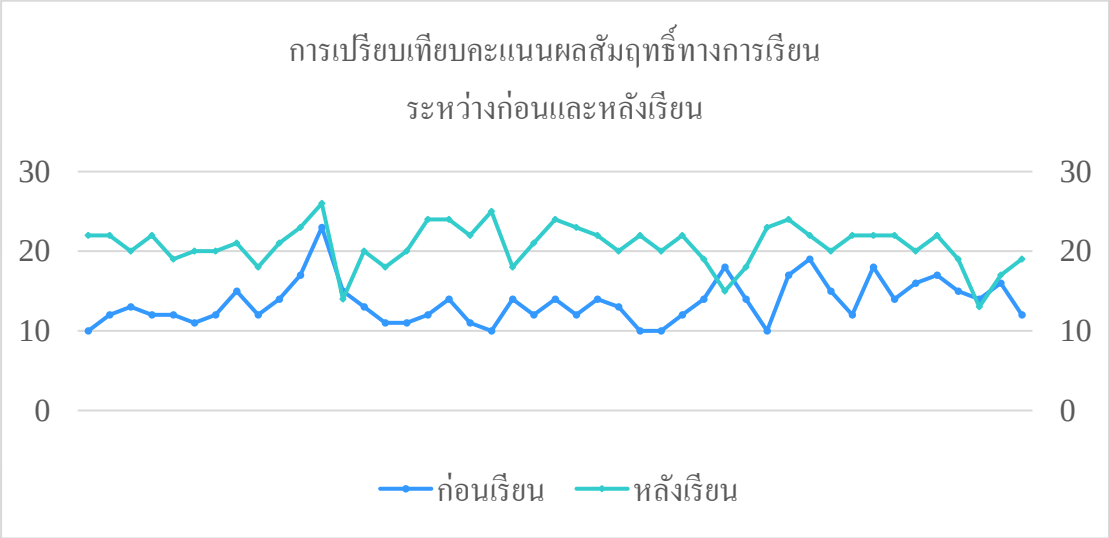
ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียน

ลำดับที่	คะแนนที่ได้รับจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	10	22
2	12	22
3	13	20
4	12	22
5	12	19
6	11	20
7	12	20
8	15	21
9	12	18
10	14	21
11	17	23
12	23	26
13	15	14
14	13	20
15	11	18
16	11	20
17	12	24
18	14	24
19	11	22
20	10	25
21	14	18
22	12	21
23	14	24

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนที่ได้รับจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
24	12	23
25	14	22
26	13	20
27	10	22
28	10	20
29	12	22
30	14	19
31	18	15
32	14	18
33	10	23
34	17	24
35	19	22
36	15	20
37	12	22
38	18	22
39	14	22
40	16	20
41	17	22
42	15	19
43	14	13
44	16	17
45	12	19
μ	13.60	20.67
σ	2.72	2.67
$\sigma_{(\text{ประชากร})}$	2.70	
ขนาดของผล (γ)	2.62	

จากตารางที่ 4-2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนและหลังเรียนมีค่าขนาดของผลเฉลี่ยเท่ากับ 2.62 หรือมีความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับมาก นักเรียนจำนวน 42 คน จากทั้งหมด 45 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 93 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 13.60 ± 2.72 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 20.67 ± 2.67 คะแนน ดังแสดงในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 แผนภาพแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)

ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยและค่าขนาดของผลของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียน โดยแสดงข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และค่าขนาดของผลเป็นรายบุคคล ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียน

ลำดับที่	คะแนนจากการทำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			
	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
1	5	41.67	7	58.33
2	4	33.33	7	58.33
3	5	41.67	7	58.33
4	6	50.00	7	58.33
5	5	41.67	8	66.67
6	3	25.00	1	8.33
7	4	33.33	7	58.33
8	3	25.00	7	58.33
9	4	33.33	7	58.33
10	4	33.33	7	58.33
11	5	41.67	7	58.33
12	5	41.67	5	41.67
13	1	8.33	3	25.00
14	4	33.33	5	41.67
15	1	8.33	4	33.33
16	3	25.00	7	58.33
17	5	41.67	2	16.67
18	6	50.00	7	58.33
19	0	0.00	7	58.33
20	5	41.67	7	58.33
21	4	33.33	1	8.33
22	5	41.67	7	58.33

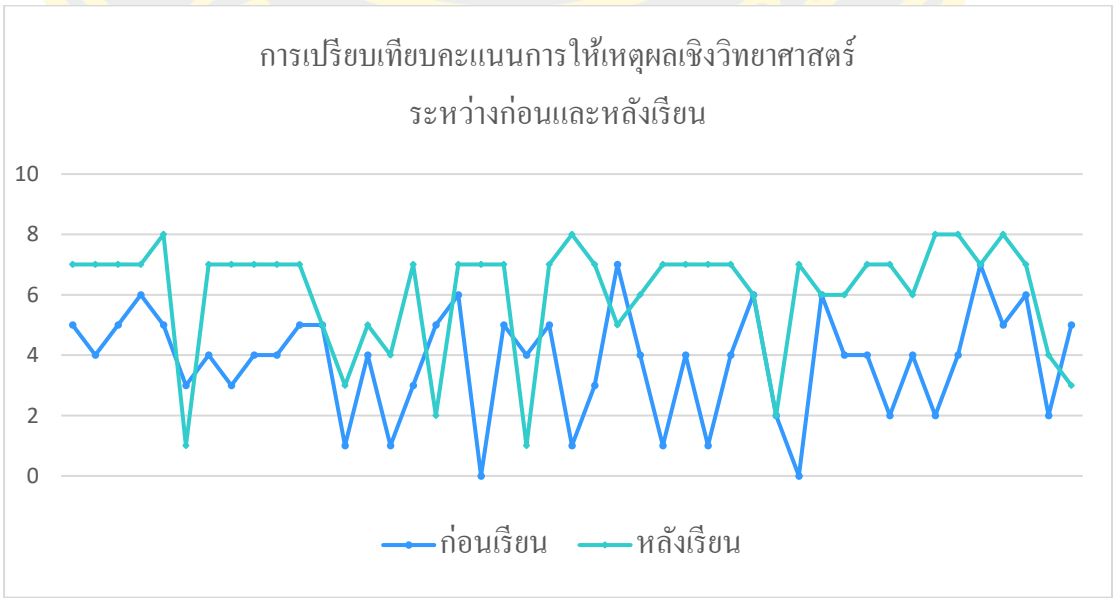
ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนจากการทำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			
	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
23	1	8.33	8	66.67
24	3	25.00	7	58.33
25	7	58.33	5	41.67
26	4	33.33	6	50.00
27	1	8.33	7	58.33
28	4	33.33	7	58.33
29	1	8.33	7	58.33
30	4	33.33	7	58.33
31	6	50.00	6	50.00
32	2	16.67	2	16.67
33	0	0.00	7	58.33
34	6	50.00	6	50.00
35	4	33.33	6	50.00
36	4	33.33	7	58.33
37	2	16.67	7	58.33
38	4	33.33	6	50.00
39	2	16.67	8	66.67
40	4	33.33	8	66.67
41	7	58.33	7	58.33
42	5	41.67	8	66.67
43	6	50.00	7	58.33
44	2	16.67	4	33.33

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนจากการทำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			
	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
45	5	41.67	3	25.00
μ	3.80	31.67	6.07	50.56
σ	1.78	14.87	1.85	15.46
$\sigma_{(ประชากร)}$		1.82		
ขนาดของผล (γ)		1.25		

จากตารางที่ 4-3 พบว่าคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเปรียบเทียบหว่างก่อนและหลังเรียนมีค่าขนาดของผลเฉลี่ยเท่ากับ 1.25 หรือมีความแตกต่างของคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับมาก นักเรียนจำนวน 35 คน จากทั้งหมด 45 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 78 มีคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 3.80 ± 1.78 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 6.07 ± 1.85 คะแนน ดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 แผนภาพแสดงคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียน

ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)

ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยแบ่งเป็นความพึงพอใจโดยภาพรวมและรายด้าน ดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยภาพรวม แสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	μ	σ	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านผู้สอน	4.46	0.18	มาก
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.42	0.10	มาก
3. ด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้	4.57	0.13	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและประเมินผล	4.52	0.08	มาก
รวม	4.49	0.06	มาก

จากตารางที่ 4-4 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจโดยภาพรวมในด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ± 0.13 ส่วนด้านอื่น ๆ ได้แก่ การวัดและประเมินผล ผู้สอน และกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจรองลงมาตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ย คือ 4.52 ± 0.08 4.46 ± 0.18 และ 4.42 ± 0.10

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานด้านผู้สอน แสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้านผู้สอนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ระดับความพึงพอใจในด้านผู้สอน	μ	σ	ระดับ
1. ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย	4.68	0.47	มากที่สุด
2. ผู้สอนจัดลำดับเนื้อหาจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก	4.33	0.69	มาก
3. ผู้สอนจัดเตรียมเนื้อหา สื่อ หรือข้อมูลที่น่าสนใจให้กับผู้เรียนเสมอ	4.68	0.52	มากที่สุด
4. ผู้สอนมีการสอดแทรกคุณธรรมและจริธรรมให้กับผู้เรียน	4.40	0.83	มาก
5. ผู้สอนกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นหรือเกิดกระบวนการคิดด้วยการตั้งคำถาม	4.23	0.61	มาก
รวม	4.46	0.18	มาก

จากตารางที่ 4-5 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในด้านผู้สอนมาจากการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยและการจัดเตรียมเนื้อหา สื่อ หรือข้อมูลที่น่าสนใจให้กับผู้เรียนมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 ± 0.47 และ 4.68 ± 0.52 ส่วนการสอดแทรกคุณธรรมและจริยธรรม การจัดลำดับเนื้อหาจากเรื่องง่ายไปสู่ยาก และการกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นหรือเกิดกระบวนการคิดด้วยการตั้งคำถาม มีระดับความพึงพอใจเป็นลำดับถัดมา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ± 0.83 4.33 ± 0.69 และ 4.23 ± 0.61 ตามลำดับ

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานด้านกิจกรรมการเรียนรู้ แสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ระดับความพึงพอใจในด้านกิจกรรมการเรียนรู้	μ	σ	ระดับ
1. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	4.48	0.67	มาก
2. รูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น	4.48	0.63	มาก
3. ระยะเวลาที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.25	0.73	มาก

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ระดับความพึงพอใจในด้านกิจกรรมการเรียนรู้	μ	σ	ระดับ
4. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.35	0.69	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการใช้เหตุผลของผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น	4.53	0.59	มากที่สุด
รวม	4.42	0.10	มาก

จากตารางที่ 4-6 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในด้านกิจกรรมการเรียนรู้มาจากการส่งเสริมการใช้เหตุผลของผู้เรียนมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ± 0.59 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้กับเนื้อหาและการส่งเสริมความเข้าใจของเนื้อหามีระดับความพึงพอใจอยู่ในลำดับถัดมา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 4.48 ± 0.67 และ 4.48 ± 0.63 ส่วนการส่งเสริมการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและระยะเวลาการจัดกิจกรรมมีระดับความพึงพอใจในลำดับถัดมา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ± 0.69 และ 4.25 ± 0.73 ตามลำดับ

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ แสดงดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ระดับความพึงพอใจในด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้	μ	σ	ระดับ
1. มีการใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.75	0.43	มากที่สุด
2. ผู้เรียนสามารถใช้แหล่งข้อมูลในการสืบค้นได้อย่างอิสระ	4.65	0.48	มากที่สุด
3. ผู้สอนใช้สื่อการเรียนการสอนที่หลากหลาย	4.48	0.55	มาก
4. สื่อการสอนมีความน่าสนใจ ทำให้เกิดความสนใจต่อบทเรียน	4.38	0.76	มาก
5. สื่อการสอนเหมาะสมกับเนื้อหาในบทเรียน	4.58	0.59	มากที่สุด
รวม	4.57	0.13	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-7 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้มาจากการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 ± 0.43 ส่วน

การใช้แหล่งข้อมูลในการสืบค้นอย่างอิสระ ความเหมาะสมของสื่อการสอนกับบทเรียน ความหลากหลายของสื่อการสอน และความน่าสนใจของสื่อการสอนที่ทำให้เกิดความสนใจต่อบทเรียนมีระดับความพึงพอใจอยู่ในลำดับถัดมา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 ± 0.48 4.58 ± 0.59 4.48 ± 0.55 และ 4.38 ± 0.76 ตามลำดับ

5. ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานด้านการวัดและประเมินผล แสดงดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้านการวัดและประเมินผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ระดับความพึงพอใจในด้านการวัดและประเมินผล	μ	σ	ระดับ
1. ผู้เรียนได้รับการประเมินผลการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ	4.40	0.66	มาก
2. การวัดและประเมินผลมีความชัดเจน ตรวจสอบได้	4.48	0.59	มาก
3. เครื่องมือการประเมินเหมาะสมกับผู้เรียน	4.60	0.54	มากที่สุด
4. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีระดับความยากง่ายที่เหมาะสม	4.60	0.54	มากที่สุด
5. มีการวัดผลจากผลงานของผู้เรียน	4.53	0.52	มากที่สุด
รวม	4.52	0.08	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-8 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้านการวัดและประเมินผลมาจากความเหมาะสมและระดับความยากง่ายของเครื่องมือมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 4.60 ± 0.54 ส่วนการวัดผลจากผลงานของผู้เรียน ความชัดเจนของการวัดและประเมินผล และความหลากหลายของการประเมินผลการเรียนรู้มีระดับความพึงพอใจอยู่ในลำดับถัดมา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ± 0.52 4.48 ± 0.59 และ 4.40 ± 0.66 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามวงจรที่ 1-3 (PAOR)

งานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นลงมือปฏิบัติการ (Action) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflex) ในหนึ่งวงจร ซึ่งกระทำต่อเนื่องเป็นวงจร (PAOR) ทั้งหมด 3 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2

วงจรที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

วงจรที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

วงจรที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรมและการโคลนยีน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การหาขนาดของดีเอ็นและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้วางแผนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 ดังนี้

1.1 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 4 แผน โดยศึกษาข้อมูลจากตำรา บทความ และแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ

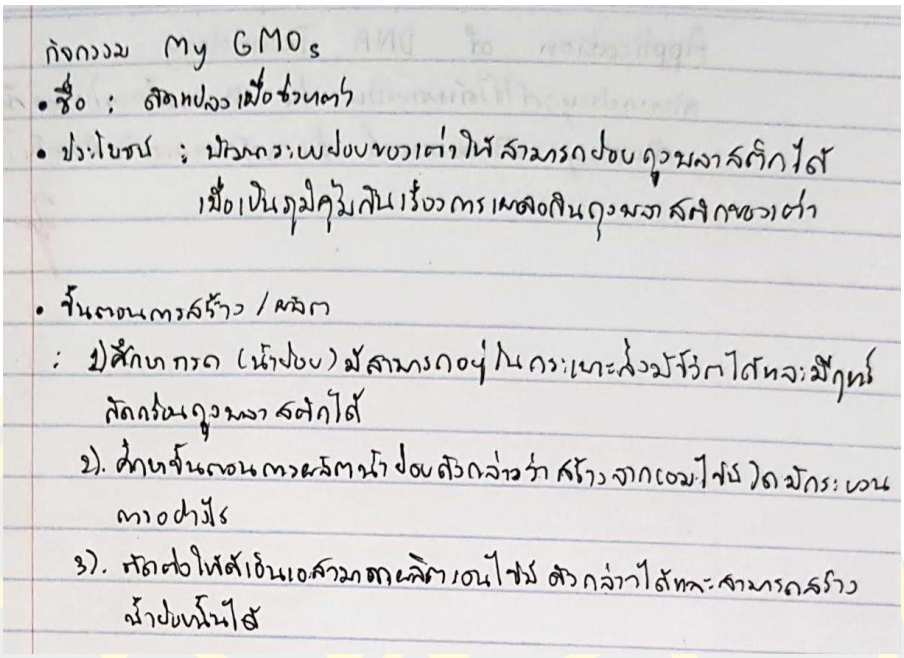
1.2 จัดทำสื่อการเรียนรู้ แบบฝึกหัด และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

1.3 จัดเตรียมและตรวจสอบเครื่องมือสำหรับวัดผลก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) ของนักเรียน ได้แก่ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 30 ข้อ แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ

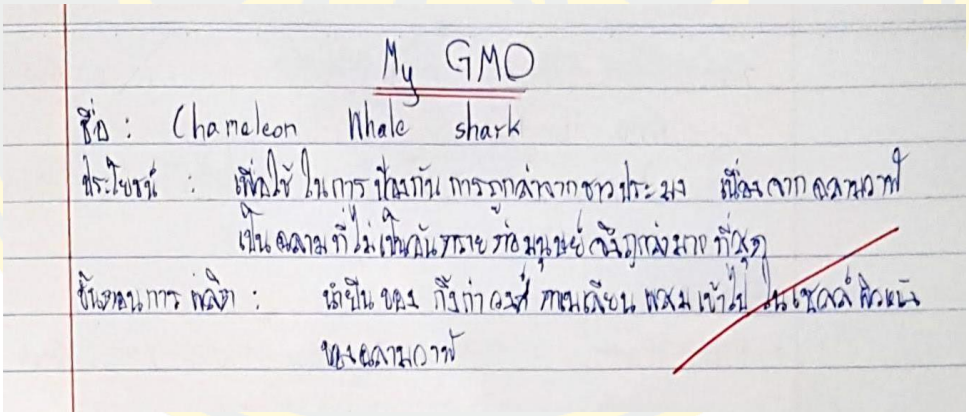
2. ขั้นลงมือปฏิบัติการ (Action) และ 3. ขั้นสังเกต (Observe)

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแผนที่ 1

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ขั้นตอนการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม (GMOs) ตามความสนใจของตนเอง โดยในขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation) นักเรียนได้ออกแบบสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่นักเรียนสนใจ ระบุการนำไปใช้ประโยชน์ และกระบวนการสร้างโดยภาพรวมตามความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งพบว่ามีนักเรียนเพียงส่วนน้อยที่สามารถออกแบบสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีความเป็นไปตามหลักการและขั้นตอนของการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ดังภาพที่ 4-3 และ 4-4 โดยนักเรียนส่วนใหญ่สร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมแบบข้ามสายพันธุ์ ซึ่งมีความเป็นไปได้โดยหลักการน้อยมาก ยกตัวอย่าง เช่น คนบินได้ เป็นต้น



ภาพที่ 4-3 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1



ภาพที่ 4-4 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ในขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation) หลังจากที่ผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาหลักการของการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมจากวีดิโอ ซึ่งได้นำเสนอวิธีการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหลากหลายวิธีทั้งในพืชและสัตว์ ซึ่งมีหลักการเดียวกันคือ นำดีเอ็นเอที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ต้องการให้แสดงออก ถ่ายทอดลงไปในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดที่ต้องการให้มีลักษณะข้างต้น จากนั้นจึงให้นักเรียนทำกิจกรรม การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ (Recombinant DNA) หรือการสร้างดีเอ็นเอลูกผสมที่สามารถผลิตสารมีลักษณะตามต้องการ โดยจำลองจากเหตุการณ์

ที่เกิดขึ้นในหลอดทดลอง และการคัดเลือกเซลล์ที่ได้รับดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ จากกิจกรรมพบว่านักเรียนบางส่วนสามารถตอบคำถามจากผลการทดลองหลังทำกิจกรรมได้ว่า กรณีใดที่แสดงให้เห็นว่าการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์จะประสบความสำเร็จ และในกรณีใดที่แสดงว่าการทดลองเกิดความล้มเหลว ยกตัวอย่างเช่น

ครู : กรณีใดที่เซลล์สามารถเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มียาปฏิชีวนะได้

นักเรียน : พลาสมิด + ยีน หรือ พลาสมิด + พลาสมิด

ครู : เพราะเหตุใด

นักเรียน : เพราะพลาสมิดมียีนต้านยาปฏิชีวนะ

ครู : แล้วเซลล์ในกรณีใดที่สามารถสร้างสารที่ต้องการได้

นักเรียน : เซลล์ที่ได้รับ พลาสมิด + ดีเอ็นเอ

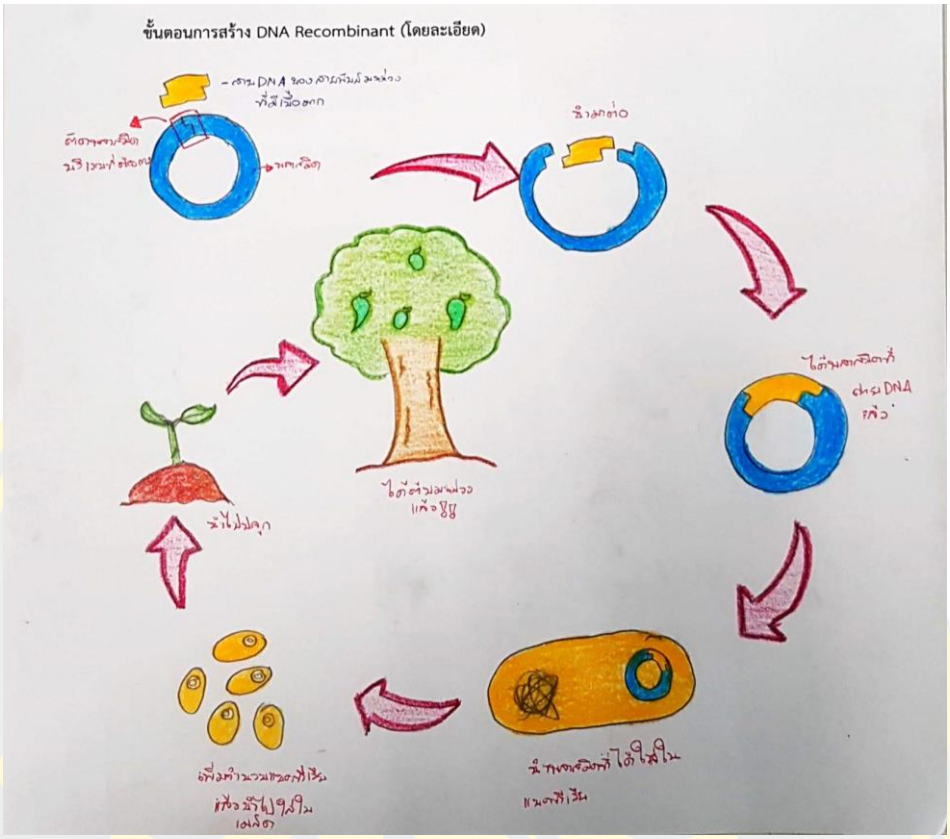
ครู : แล้วในกรณีใดที่เซลล์ไม่สามารถเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มียาปฏิชีวนะได้

นักเรียน : ยีน + ยีน

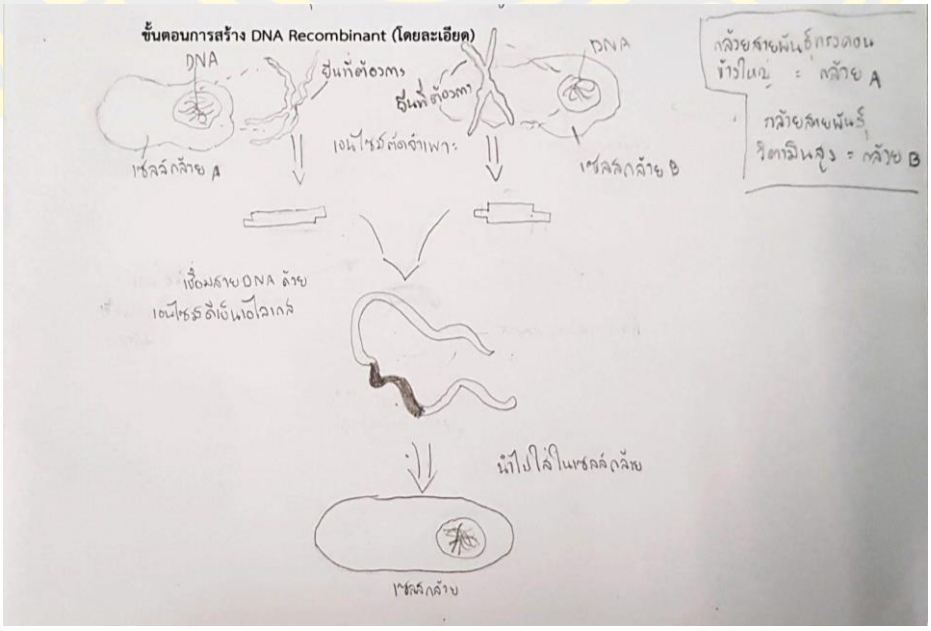
ครู : เพราะเหตุใด

นักเรียน : เพราะไม่มียีนต้านยาปฏิชีวนะ

ลำดับถัดมาในขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification) ผู้วิจัยให้นักเรียนวาดภาพหรือเขียนสรุปกระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในภาพรวม ตั้งแต่ขั้นตอนแรกไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของการดัดแปรพันธุกรรม โดยแสดงรายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมลงไปในการออกแบบที่ทำไว้ก่อนเริ่มบทเรียน ซึ่งพบว่านักเรียนประมาณร้อยละ 20 สามารถถ่ายทอดข้อมูลที่เป็นไปตามหลักการ หรือสามารถอธิบายขั้นตอนการสร้าง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในแต่ละขั้นตอนได้อย่างครบถ้วนและสมบูรณ์ ดังภาพที่ 4-5 และ 4-6 อย่างไรก็ตามในระหว่างสร้างผลงานยังคงมีนักเรียนบางส่วนไม่เข้าใจวิธีการบางขั้นตอน เนื่องจากในระหว่างทำกิจกรรมนักเรียนต้องเตรียมอุปกรณ์ด้วยตนเอง ด้วยการตัดแถบกระดาษและเชื่อมให้เป็นวงกลม (จำลองพลาสมิด) จากนั้นจึงตัดกระดาษที่ถูกเชื่อมให้ขาดออกจากกันอีกครั้ง (จำลองการตัดพลาสมิดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ) จึงทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดความสับสน จึงรวบรัดขั้นตอนด้วยการตัดกระดาษเพียงครั้งเดียว ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถทำกิจกรรมในขั้นตอนต่อไปได้ และใช้เวลาทำกิจกรรมมากยิ่งขึ้น

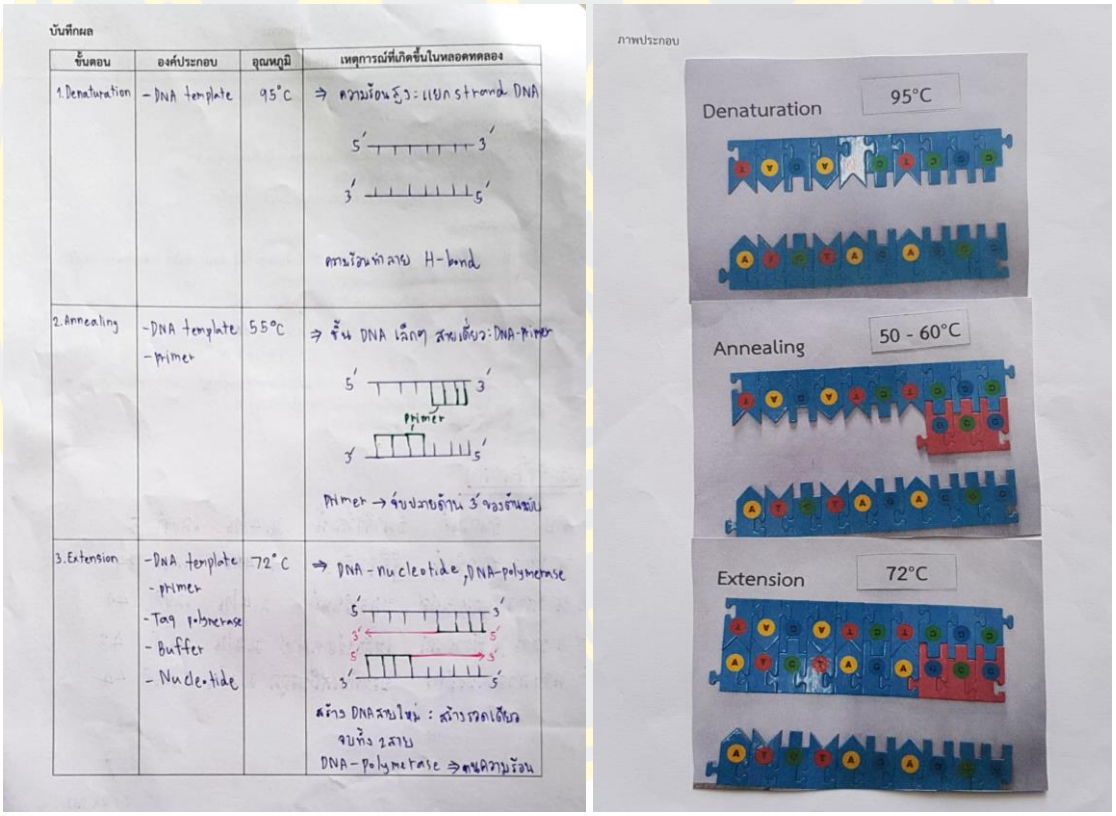


ภาพที่ 4-5 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1



ภาพที่ 4-6 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ต่อมาในขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration) นักเรียนได้เรียนรู้ขั้นตอนถัดไปที่เกิดขึ้นจริงในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ที่สมบูรณ์ให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับใช้ในการทำการทดลองหลาย ๆ ซ้ำ และเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อปฏิบัติการเกี่ยวกับกับดีเอ็นเอ โดยใช้กิจกรรม เทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่ (Polymerase chain reaction; PCR) จำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในหลอดทดลองระหว่างทำปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งเป็นการเลียนแบบกระบวนการจำลองดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต จากการทำกิจกรรมพบว่านักเรียนสามารถบันทึกข้อมูลลงในตารางได้อย่างถูกต้อง โดยผู้วิจัยเพียงให้ข้อเสนอแนะกับนักเรียนว่านักวิทยาศาสตร์ใช้การเพิ่ม-ลดอุณหภูมิเพื่อแยกเกลียวดีเอ็นเอแทนการใช้เอนไซม์ต่าง ๆ ในสิ่งมีชีวิต ดังภาพที่ 4-7



ภาพที่ 4-7 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแผนที่ 2

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เป็นการเรียนรู้จากการทำปฏิบัติการ เรื่อง เจลอิเล็กโทร-ฟอรีซิส (Gel electrophoresis) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ร่วมกับการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เพื่อตรวจสอบความสำเร็จในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยใน

ขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation) ผู้วิจัยใช้คำถามเชื่อมโยงกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริงในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านมา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสร้างแบบจำลองทางความคิดสำหรับตรวจสอบผลของการทำปฏิบัติการที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยตาเปล่า ยกตัวอย่างเช่น

ครู : เมื่อนักเรียนสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์เสร็จเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่เกิดขึ้นในหลอดทดลองจะเป็นเพียงสารละลายสีใสเท่านั้น นักเรียนจะใช้วิธีการใดเพื่อทำให้ทราบว่าการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์นั้นประสบความสำเร็จและมีลักษณะที่สมบูรณ์

นักเรียน : ติดสีหรือติดสารเรืองแสงให้กับดีเอ็นเอ

อย่างไรก็ตามพบว่านักเรียนที่สามารถตอบคำถามได้ตรงตามหลักการมีจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 5 ผู้วิจัยจึงได้ให้ข้อมูลเบื้องต้นและทำการตั้งสมมุติฐานของการทดลองก่อนนำเข้าสู่ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation) ที่นักเรียนได้ศึกษาจากการทำปฏิบัติการจำลองเทคนิคเจลอิเล็ก-โทรฟอรีซิส (Gel electrophoresis) หรือเทคนิคการแยกขนาดของดีเอ็นเอด้วยสนามไฟฟ้าผ่านเจลตัวกลางที่มีลักษณะเป็นรูพรุน โดยใช้การจำลองจากวัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ทั่วไปและใช้สีผสมอาหารแทนตัวอย่างดีเอ็นเอ เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นการเคลื่อนที่ของตัวอย่างได้อย่างชัดเจน ซึ่งหลังจากการทดลองนักเรียนควรมีเวลาเพื่อสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม แต่ด้วยเวลาที่มีอย่างจำกัดนักเรียนจึงมีเวลาสำหรับวิเคราะห์ผลและสรุปผลน้อย ผู้วิจัยจึงอภิปรายและสรุปผลร่วมกับนักเรียนด้วยการตั้งคำถาม ดังนี้

ครู : ในทิศทางของหัวเจล ซึ่งมีช่องสำหรับใส่ตัวอย่าง นักเรียนต้องต่อขั้วไฟฟ้าชนิดใด

นักเรียน : ขั้วลบ

ครู : เพราะเหตุใด

นักเรียน : ดีเอ็นเอมีคุณสมบัติเป็นขั้วลบ

ครู : ดังนั้นท้ายเจลจึงต้องต่อขั้วไฟฟ้า...

นักเรียน : ขั้วบวก

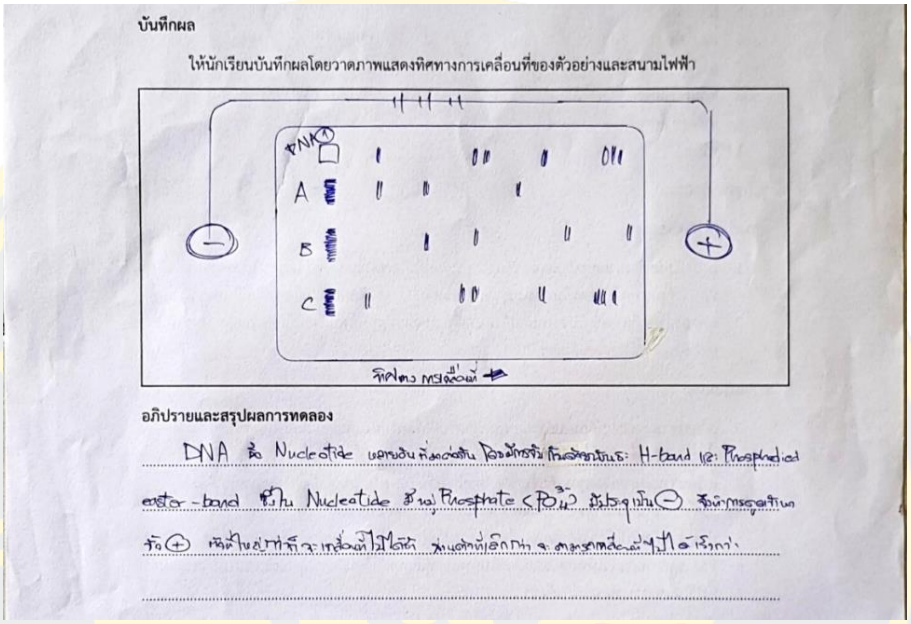
ครู : เพื่อให้ตัวอย่างเคลื่อนที่จากทิศทางใดไปสู่ทิศทางใด

นักเรียน : จากหัวเจลไปยังท้ายเจล

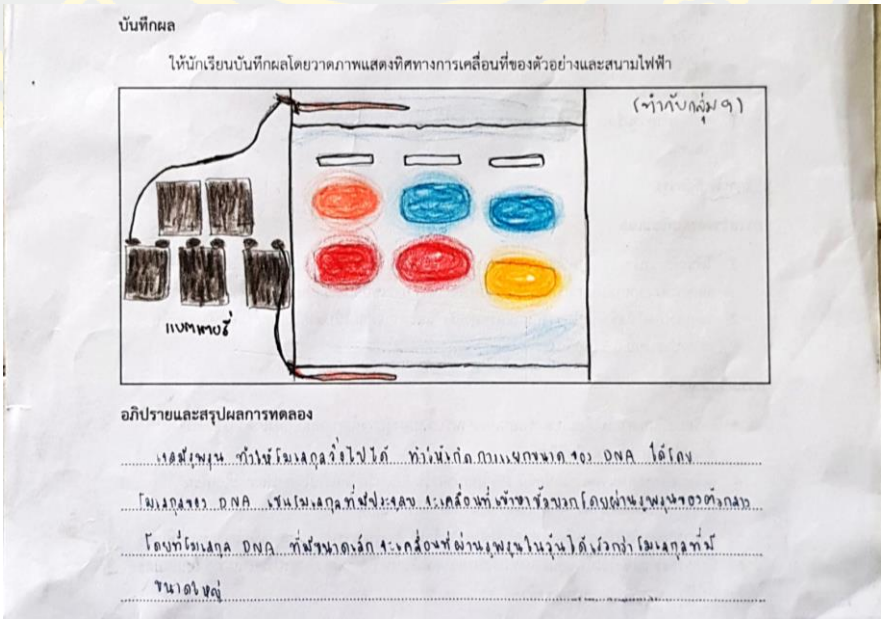
ครู : ในระหว่างทางที่ตัวอย่างวิ่งไป ตัวอย่างขนาดใหญ่หรือขนาดเล็กจะวิ่งไปได้ไกลกว่ากัน

นักเรียน : ขนาดเล็ก

ต่อมาในขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification) นักเรียนได้เขียนรายงานผลการปฏิบัติการที่ประกอบด้วยการวาดภาพผลการทดลอง การวิเคราะห์และสรุปผล ดังภาพที่ 4-8 และ 4-9

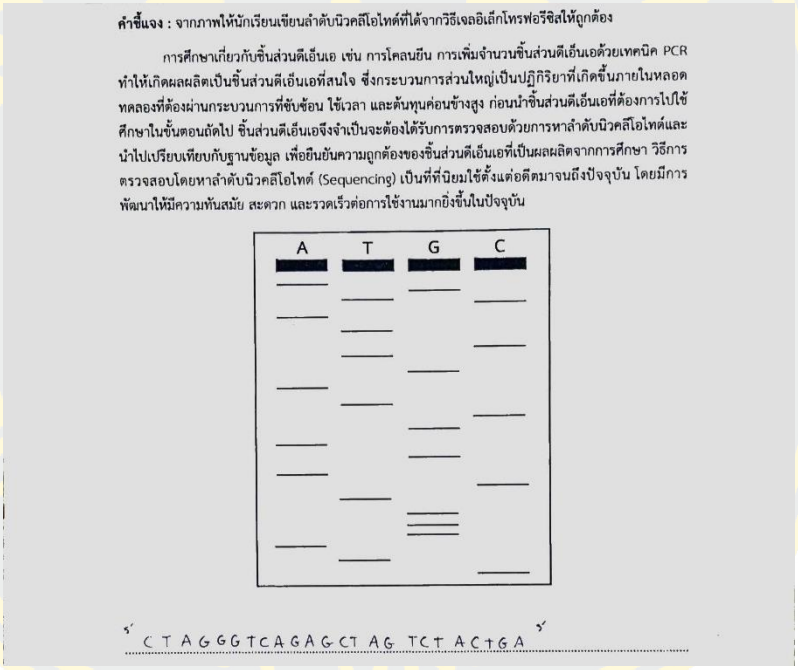


ภาพที่ 4-8 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2



ภาพที่ 4-9 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

และในขั้นขยายแบบจำลอง (elaboration) ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA Sequencing) โดยให้นักเรียนเรียงลำดับของนิวคลีโอไทด์บนสายดีเอ็นเอจากแถบดีเอ็นเอที่มีขนาดแตกต่างกัน ซึ่งเป็นหลักการเดียวกันที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในยุคแรกเริ่มตลอดจนเป็นหลักการของอุปกรณ์อัตโนมัติในปัจจุบัน พบว่านักเรียนส่วนมากสามารถทำใบกิจกรรมได้ ดังภาพที่ 4-10 แต่ยังคงมีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่ตั้งใจทำกิจกรรม จึงไม่สามารถทำใบกิจกรรมได้ด้วยตนเอง ต้องอาศัยการอธิบายเพิ่มเติมจากครูหรือเพื่อนเข้ามาช่วยจึงสามารถทำใบกิจกรรมได้ ซึ่งส่วนมากนักเรียนสามารถทำความเข้าใจหลักการได้อย่างรวดเร็วและสามารถทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองได้จนสำเร็จ



ภาพที่ 4-10 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflex)

ผู้วิจัยได้สะท้อนผลการปฏิบัติหลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานทั้งแผนที่ 1 และแผนที่ 2 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีรายละเอียดในการสะท้อนผลการปฏิบัติ ดังนี้

จากการวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในแผนที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรมและการโคลนยีน เป็นการให้นักเรียนได้จำลองเหตุการณ์ในหลอดทดลองที่เกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ โดยเปรียบให้เป็นการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปร

พันธุกรรมที่ต่อยอดจากการออกแบบตามความสนใจของนักเรียนอย่างอิสระ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สนใจและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม แต่ยังคงพบข้อบกพร่องคือ การจัดลำดับและการให้คำอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมของผู้วิจัยเอง ซึ่งได้ปรับปรุงแก้ไขในแผนถัดไป

จากการวิเคราะห์ผลการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในแผนที่ 2 เรื่อง การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ เป็นการทำปฏิบัติการโดยจำลองการใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส ซึ่งเป็นกระบวนการต่อเนื่องจากขั้นตอนการทำปฏิบัติการที่ได้เรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พบว่านักเรียนสนุกสนานและให้ความสนใจกับการทำปฏิบัติการดี แต่ยังพบข้อบกพร่องคือ นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงการใช้ประโยชน์ที่เกี่ยวเนื่องกันของทั้งสองกิจกรรม ซึ่งต้องอาศัยการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ด้วยการถามคำถามในระหว่างการอภิปรายกิจกรรม

แนวทางการปรับแผนในวงจรถัดไป

จากข้อมูลที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ดังนี้

1. ผู้วิจัยให้เวลากับการอธิบายข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการทำกิจกรรมให้นักเรียนเห็นภาพได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. ผู้วิจัยใช้การเปรียบเทียบตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน

3. ผู้วิจัยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเป็นระยะในระหว่างทำกิจกรรม

4. ผู้วิจัยอภิปรายและสรุปเนื้อหาร่วมกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรม

วงจรที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

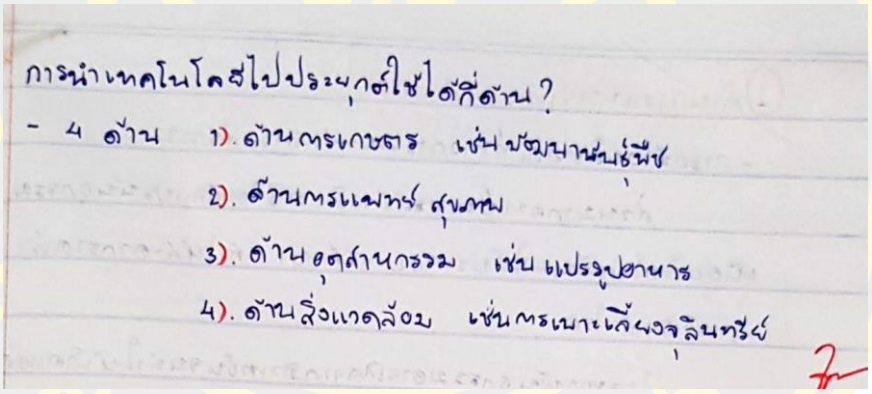
1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้วางแผนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแผนที่ 3 เพื่อทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

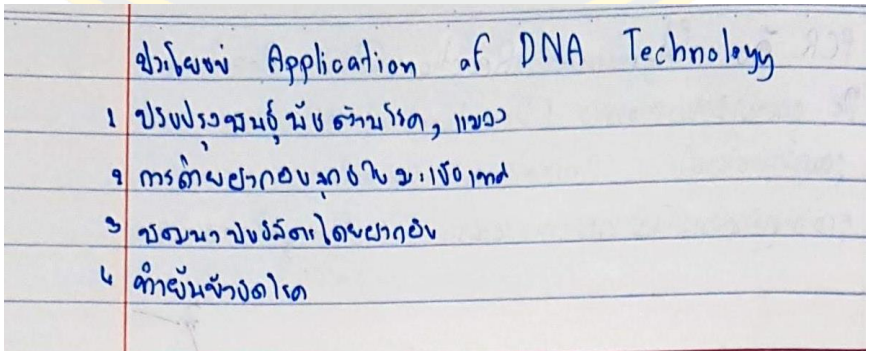
2. ขั้นลงมือปฏิบัติการ (Action) และ 3. ขั้นสังเกต (Observe)

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแผนที่ 3

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษาความหลากหลายของการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปใช้ประโยชน์ เริ่มจากขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation) โดยการตั้งคำถามว่า “เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านใดได้บ้าง” เพื่อให้นักเรียนได้นึกถึงประโยชน์ของการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในมุมมองแบบกว้าง พบว่าคำตอบส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกัน ได้แก่ ด้านการแพทย์ ด้านเกษตรกรรม ด้านสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้พบว่านักเรียนบางส่วนให้คำตอบเพิ่มเติม คือ ด้านนิติวิทยาศาสตร์ และนักเรียนบางส่วนไม่ได้จำแนกออกเป็นด้านที่ชัดเจน แต่ระบุตัวอย่างของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ดังภาพที่ 4-11 และ 4-12

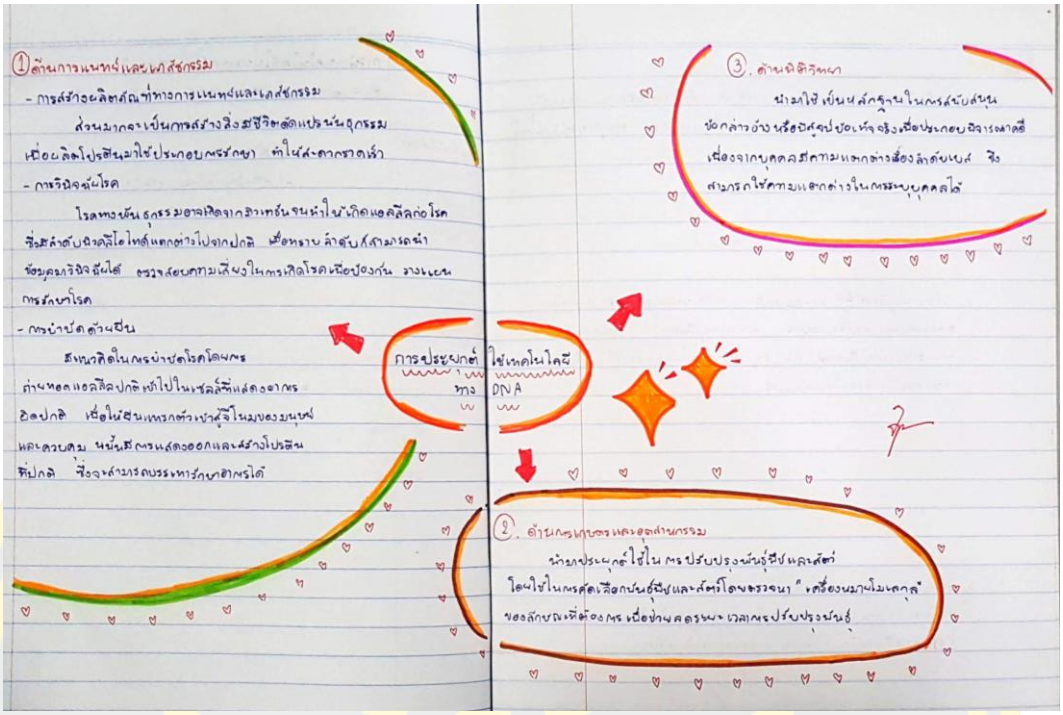


ภาพที่ 4-11 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

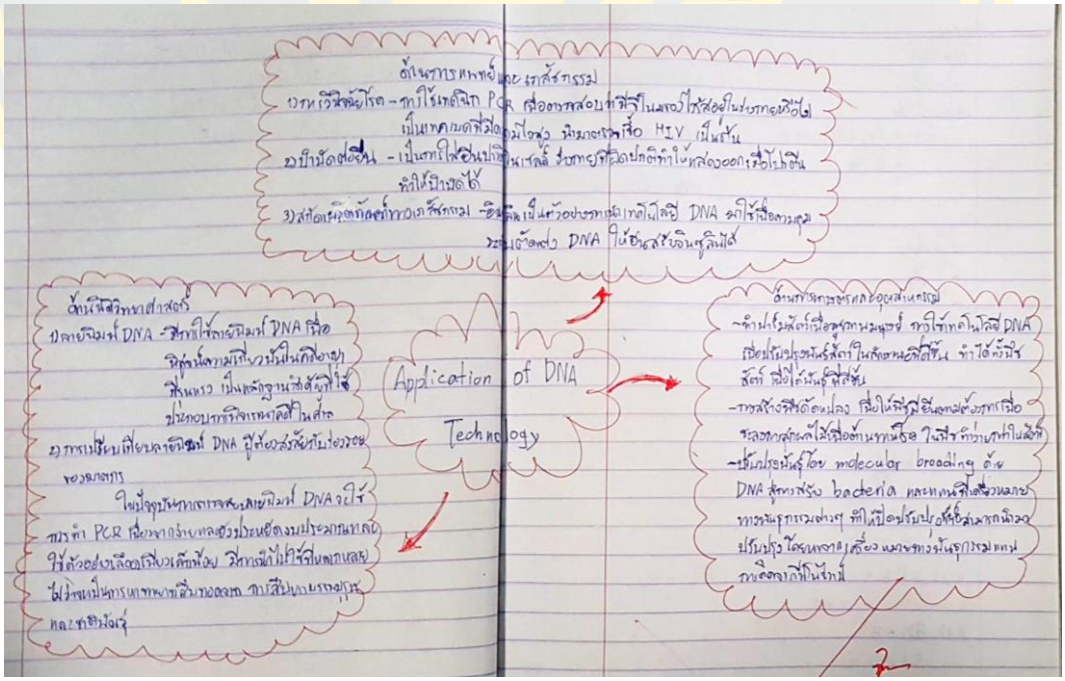


ภาพที่ 4-12 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

จากนั้นนักเรียนจึงได้สืบค้นข้อมูลสำหรับใช้ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนในขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation) โดยผู้วิจัยได้กำหนดหัวข้อที่แตกต่างกันให้กับนักเรียน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลมีความหลากหลาย ครอบคลุม และมีความน่าสนใจ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการ เทคนิค และวิธีการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งพบว่านักเรียนร้อยละ 70 สามารถนำเสนอข้อมูลได้ดีและสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามยังคงมีบางประเด็นที่ยังยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน จึงส่งผลให้รายละเอียดของการนำเสนอไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมหลังจากการนำเสนอผลงานของนักเรียน เนื่องด้วยเวลาที่มีอย่างจำกัดผู้วิจัยจึงไม่มีโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เวลาให้การสร้างแบบจำลองได้อย่างเต็มที่ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนได้วาดแผนภาพความคิดในขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification) เพื่อสรุปความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ พบว่านักเรียนยังคงสามารถแสดงแผนภาพได้อย่างเป็นที่น่าพอใจ โดยมีการจำแนกประเภทของการประยุกต์ได้อย่างชัดเจนและมีรายละเอียดครบถ้วน ดังภาพที่ 4-13 และ 4-14 และในขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration) ผู้วิจัยได้ใช้คำถามเกี่ยวกับชีวจริยธรรม เพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ได้แก่ “เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอสามารถสร้างหมูให้มีกล้ามเนื้อขนาดใหญ่กว่าปกติได้หรือไม่” และ “นักเรียนคิดว่าเป็นการดีหรือไม่ที่หมูจะมีกล้ามเนื้อขนาดใหญ่” เป็นต้น ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า “ดี” เนื่องจากทำให้สามารถผลิตเนื้อหมูสำหรับบริโภคได้มากขึ้น



ภาพที่ 4-13 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3



ภาพที่ 4-14 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflex)

ผู้วิจัยได้สะท้อนผลการปฏิบัติหลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแผนที่ 3 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีรายละเอียดในการสะท้อนผลการปฏิบัติ ดังนี้

จากการวิเคราะห์ผลการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในแผนที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เป็นการให้นักเรียนได้สืบค้นและนำเสนอข้อมูล จากนั้นจึงสรุปความรู้ที่ได้ในรูปแบบของแผนภาพความคิด พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำเสนอข้อมูลได้ดี แต่นักเรียนยังขาดลักษณะที่ดีในการเป็นผู้นำเสนอข้อมูล เช่น ไม่มีความมั่นใจในการนำเสนอข้อมูล ส่งผลให้นักเรียนคอยอ่านเนื้อหาที่จดไว้หรือหันมองจอฉายภาพในระหว่างนำเสนอข้อมูล จึงส่งผลในบรรยากาศในห้องเรียนค่อนข้างเบื่อหน่ายและมีนักเรียนบางกลุ่มไม่สนใจฟังเพื่อนนำเสนอ

แนวทางการปรับแผนในวงจรถัดไป

จากข้อมูลที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ดังนี้

1. พยายามให้เวลาในการค้นคว้าและปรับปรุงแบบจำลองให้มีรูปแบบที่หลากหลายสำหรับประกอบการอธิบายความเข้าใจของนักเรียน

2. อาจมีการยกตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่างที่ยากต่อการทำความเข้าใจก่อนทำกิจกรรมเพื่อใช้โอกาสนี้อธิบายความรู้ให้กับนักเรียนในเบื้องต้น

3. กระตุ้นและให้คำแนะนำนักเรียนในระหว่างหรือหลังจากทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ลักษณะที่ดีของการนำเสนอและนำไปปรับใช้กับการนำเสนอข้อมูลต่อไป

4. ตั้งคำถามสำหรับผู้นำเสนอทันทีหลังจากการนำเสนอ เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่นำเสนออย่างแท้จริง

วงจรที่ 3 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

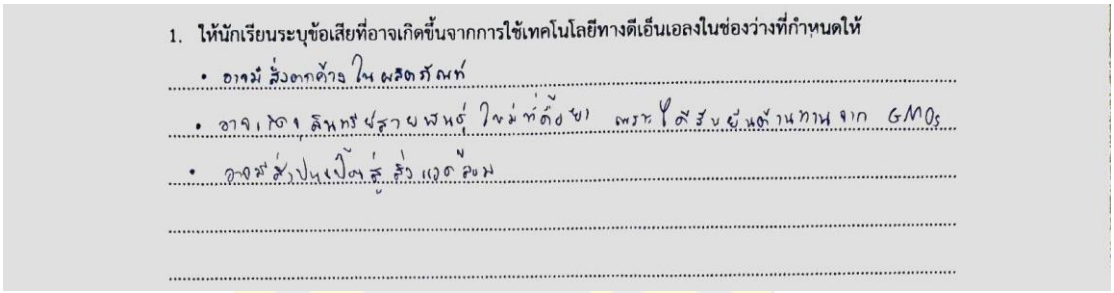
1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้วางแผนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแผนที่ 4 เพื่อทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

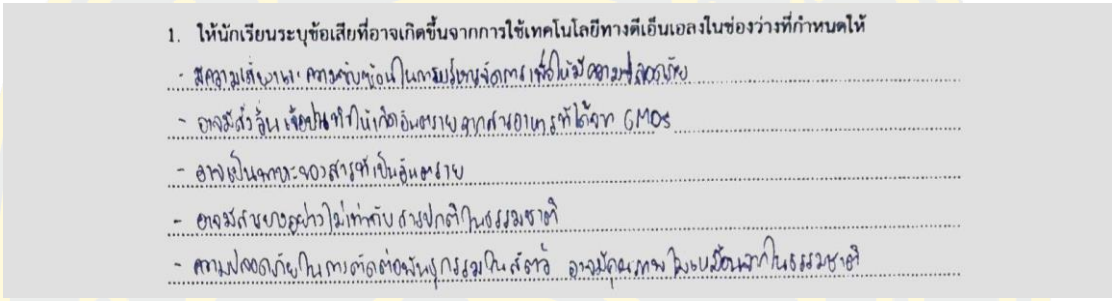
2. ขั้นลงมือปฏิบัติการ (Action) และ 3. ขั้นสังเกต (Observe)

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแผนที่ 4

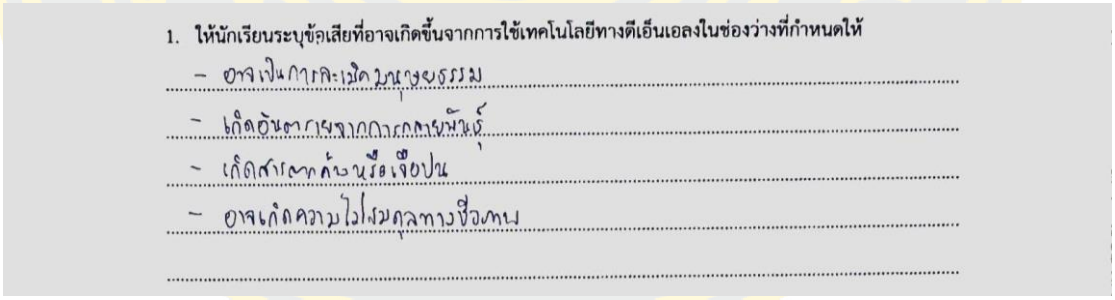
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จักประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรมที่สามารถเกิดขึ้นได้ในท่ามกลางการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบที่คาดไม่ถึงต่อนักเรียนและประชากรโลก รวมถึงการดำรงชีวิตของนักเรียนในฐานะผู้บริโภค โดยให้นักเรียนค้นคว้าข่าวที่มีการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอและมีประเด็นเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรมเพื่อจำแนกและวิเคราะห์ประเด็นดังกล่าวร่วมกัน ในขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation) ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนว่า “การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่นักเรียนได้เห็นแล้วว่ามีประโยชน์มากมาย นักเรียนคิดว่าเทคโนโลยีเหล่านี้อาจจะมีข้อเสียบ้างหรือไม่” ซึ่งพบว่านักเรียนเกือบทั้งห้องให้คำตอบว่า “มี” และโดยส่วนมากลงรายละเอียดในประเด็นต่าง ๆ ดังภาพที่ 4-15 ถึง 4-17 จากนั้นผู้วิจัยจึงยกตัวอย่างการโคลนมนุษย์ให้นักเรียนได้เห็นถึงปัญหาความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม ก่อนเข้าสู่ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation) โดยให้นักเรียนค้นคว้าข่าวตามความสนใจของนักเรียน และสรุปประเด็นสำคัญของข่าวลงบนกระดาษวาดเขียนในรูปแบบของโปสเตอร์ ดังภาพที่ 4-18 พร้อมกับจำแนกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรมและเสนอแนวทางแก้ไข ก่อนแลกเปลี่ยนโปสเตอร์ระหว่างกลุ่ม แต่เนื่องด้วยอุปสรรคทางด้านเวลาจึงทำให้การแลกเปลี่ยนโปสเตอร์ต้องทำผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์และให้นักเรียนศึกษาข้อมูลด้วยตนเอง


1. ให้นักเรียนระบุข้อเสียที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอลงในช่องว่างที่กำหนดให้
• อาจมีสิ่งตกค้าง ในผลิตภัณฑ์
• อาจเกิดสินทรัพย์ทางพันธุ์ใหม่ที่ด้อยลง เพราะได้รับยีนต้านทานจาก GMOs
• อาจมีส่งปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม

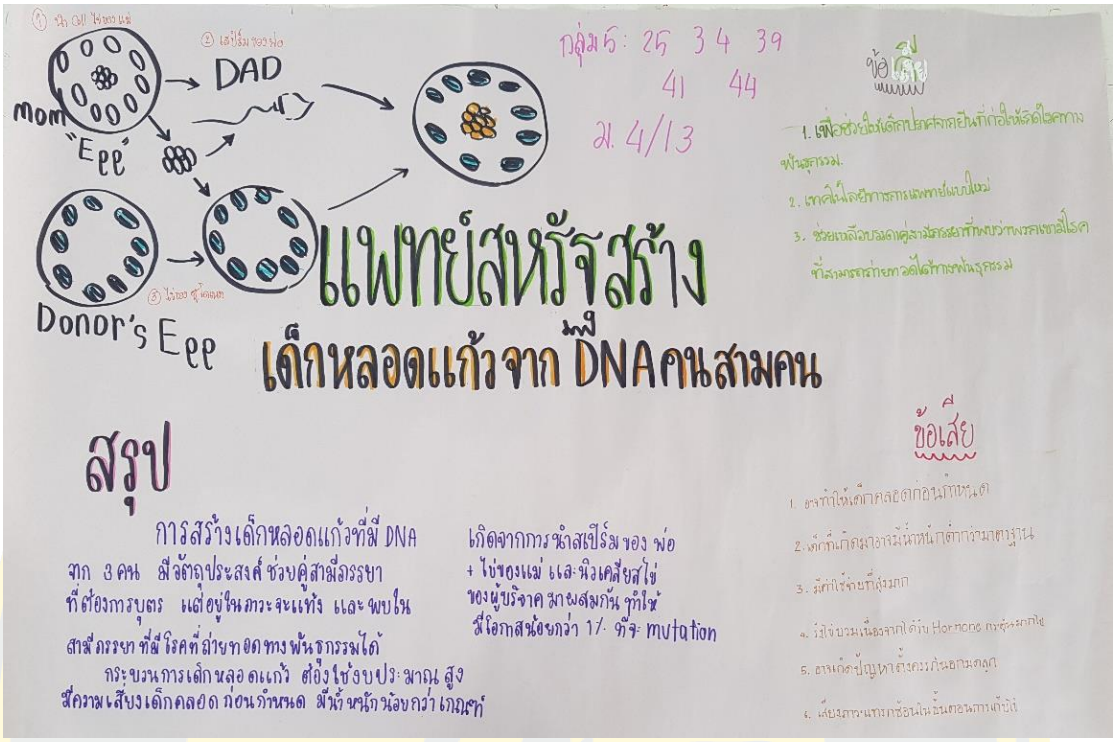
ภาพที่ 4-15 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4


1. ให้นักเรียนระบุข้อเสียที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอลงในช่องว่างที่กำหนดให้
- มีความเสี่ยงมาก ควรระมัดระวังในการปรับปรุงพันธุกรรมเพื่อให้มีความปลอดภัย
- อาจมีสิ่งปนเปื้อนทำให้เกิดอันตรายจากสารอาหารที่ได้จาก GMOs
- อาจเป็นอันตรายต่อสารที่เป็นอันตราย
- อาจมีชนิดของพืชที่ไม่เหมาะสมปลูกในธรรมชาติ
- ความปลอดภัยในการดัดแปลงพันธุกรรมในสัตว์ อาจมีผลกระทบในระยะยาวในธรรมชาติ

ภาพที่ 4-16 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

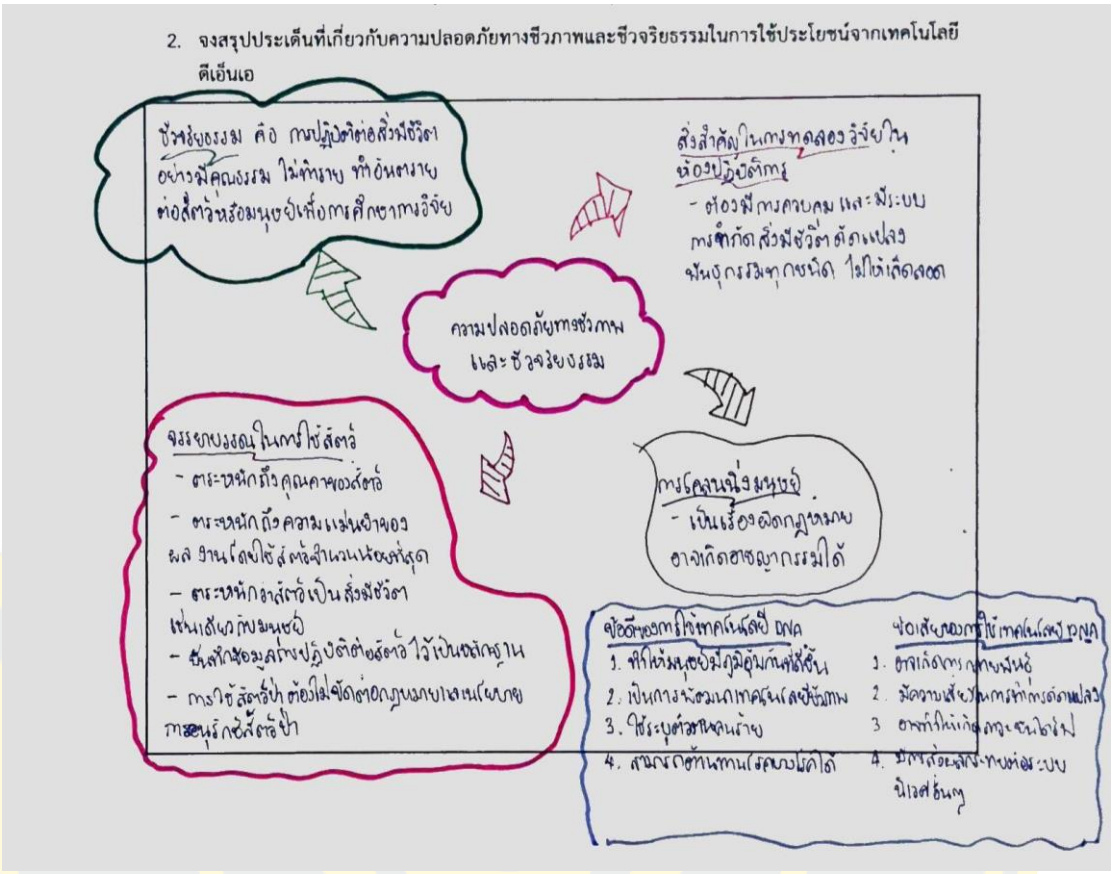

1. ให้นักเรียนระบุข้อเสียที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอลงในช่องว่างที่กำหนดให้
- อาจเป็นการละเมิดวัฒนธรรม
- เกิดอันตรายจากการกลายพันธุ์
- เกิดสารตกค้างในเนื้อเยื่อปน
- อาจเกิดความไม่มั่นคงทางชีวภาพ

ภาพที่ 4-17 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4



ภาพที่ 4-18 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ต่อมาในขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (modification) นักเรียนจึงได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้แลกเปลี่ยนและสร้างแผนภาพความคิดรายบุคคล ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนมากสามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดี โดยมีปริมาณรายละเอียดมากน้อยแตกต่างกันตามบุคคล ดังภาพที่ 4-19 และในขั้นขยายแบบจำลอง (elaboration) ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนจำแนกภาพบรรจุภัณฑ์ของอาหารที่มีและไม่มีการใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม พบว่านักเรียนสามารถจำแนกได้ ดังภาพที่ 4-20



ภาพที่ 4-19 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ภาพที่ 4-20 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (Center for Food Safety, 2016; Agropages, 2018)

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflex)

ผู้วิจัยได้สะท้อนผลการปฏิบัติหลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแผนที่ 4 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีรายละเอียดในการสะท้อนผลการปฏิบัติ ดังนี้

จากการวิเคราะห์ผลการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในแผนที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม เป็นการสืบค้นและวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ พบว่า นักเรียนสามารถเลือกประเด็นที่เกี่ยวข้องได้ สมาชิกในกลุ่มมีความตื่นตัวและให้ความร่วมมือในระหว่างทำกิจกรรมดี อย่างไรก็ตามยังคงมีปัญหาในเรื่องของระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมและวันหยุด จึงส่งผลให้นักเรียนมีเวลาในการเรียนรู้อย่างจำกัด

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่าโดยส่วนมากนักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

วงจรที่ 1 นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นสำคัญเกี่ยวกับพันธุวิศวกรรมและการโคลนยีนในภาพรวม ได้แก่ การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิเนนท์ เทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่ การหาขนาดของดีเอ็นเอ และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยสามารถอธิบายเหตุการณ์สำคัญและที่มาของหลักการในขั้นตอนต่าง ๆ ได้

วงจรที่ 2 นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านต่าง ๆ ได้ พร้อมทั้งสามารถอธิบายขั้นตอนและวิธีการประยุกต์ใช้ได้

วงจรที่ 3 นักเรียนสามารถจำแนกข้อดีและข้อจำกัดของการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ โดยเชื่อมโยงถึงข้อควรคำนึงเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพและอยู่บนพื้นฐานของชีวจริยธรรม

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action research) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลักสูตรปกติ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 การเก็บข้อมูลดำเนินการตามแบบแผนการวิจัยแบบ 4 ขั้นตอน (PAOR) คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นลงมือปฏิบัติการ (Action) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อน (Reflex) ต่อเนื่อง 3 วงจร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 4 แผน มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนเท่ากับ 4.58 ± 0.19 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.21 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.24 - 0.62 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยทั้งฉบับโดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett method) เท่ากับ 0.78 3) แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.26 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.23 - 0.84 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha coefficient) เท่ากับ 0.93 และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น 4 ด้าน จำนวน 20 ข้อ มีดัชนีความสอดคคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha coefficient) เท่ากับ 0.97 โดยมีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ร้อยละ และค่าขนาดของผล (γ)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) สูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) สูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงขึ้น โดยมีค่าขนาดของผล (2.62) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียนในระดับมาก เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ด้วยกระบวนการสร้าง ปรับปรุง และใช้งานแบบจำลองของตนเอง ดังที่ ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้กล่าวว่า การนำแบบจำลองมาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน จะช่วยให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และส่งเสริมให้เกิดการสร้างและพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพเหตุการณ์ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าและเกิดการเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ Clement (2010) ยังได้กล่าวว่าการสร้างแบบจำลองเป็นการส่งเสริมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้คิด จากการเชื่อมโยงและเพิ่มเติมรายละเอียดให้กับประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้อง จึงส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ ในทำนองเดียวกันกับ Gilbert (2004) ที่ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการสร้างและใช้แบบจำลองเป็นหนึ่งในวิธีการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation) ทำให้นักเรียนได้ดึงความเข้าใจที่มีต่อประเด็นต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นประเด็นที่เป็นไปตามข้อเท็จจริงหรืออาจคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง นักเรียนจึงได้มีโอกาสทำความเข้าใจ

กับความคิดของตนเองที่มีอยู่ ลักษณะโดยรวมของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นในขั้นตอนนี้จึงมีลักษณะที่ไม่ซับซ้อน (Clement, 2010) ดังเช่นตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้นำเสนอในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองจากทั้ง 4 แผน ซึ่งเห็นได้ชัดว่าแบบจำลองแรกของนักเรียนมีลักษณะเป็นข้อความสั้น ๆ ไม่มีการให้คำอธิบายหรือรายละเอียดที่สามารถสื่อให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้มาใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในระหว่างขั้นตอนสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยได้พยายามให้เวลานักเรียนในการสร้างแบบจำลองแรก โดยใช้การตั้งคำถามและแสดงภาพเพื่อกระตุ้นการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของนักเรียน ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดของ Nunez-Oviedo, Clement and Rea-Ramirez (2008) คือ การกระตุ้นความรู้เดิม ซึ่งเป็นความรู้ที่มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียน ส่งผลให้เกิดการสร้างแรงกระตุ้นภายใน และสร้างความรู้ใหม่ ก่อนนำความรู้ไปใช้ในการประเมินและปรับปรุงต่อไป 2) ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation) เป็นขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูลที่เป็นประเด็นสนับสนุนหรือขัดแย้งกับความเข้าใจที่ได้สร้างขึ้นในรูปของแบบจำลองในขั้นตอนก่อนหน้า นักเรียนจึงมีโอกาสได้พิจารณาข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์โดยละเอียด ซึ่งสามารถส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดหรือเกิดการจัดการข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Clement, 2000)

อย่างไรก็ตามจากการสังเกตพบว่า นักเรียนบางกลุ่มเริ่มมีการประเมินแบบจำลองในระหว่างสร้างแบบจำลอง เนื่องจากนักเรียนเกิดการตั้งคำถามที่มีความขัดแย้งกับแบบจำลองแรกของตนเองในขณะนั้น 3) ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้สร้างความเข้าใจที่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการปรับปรุงแบบจำลองหรือความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ส่งผลให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้หรือประเด็นต่าง ๆ รวมถึงเกิดการสร้างข้อโต้แย้งและประเด็นสนับสนุนแบบจำลองเดิมที่ได้สร้างขึ้น (Johnson-Laird, 1980) ซึ่งพบว่าในขั้นตอนนี้วิธีการที่ง่ายและรวดเร็วคือการสร้างแผนผังทางความคิดที่ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการสร้างความเข้าใจจากการเชื่อมโยงประเด็นที่ได้ศึกษาและมองเห็นประเด็นทั้งหมดในภาพรวม สังเกตได้ในระหว่างการสร้างแผนภาพ มีนักเรียนบางส่วนเข้ามาสอบถามข้อสงสัยกับผู้วิจัยเกี่ยวกับประเด็นที่ยังไม่แน่ใจ และสามารถกลับไปสร้างแผนภาพที่สอดคล้องกันได้เมื่อผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติม และ 4) ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้นำความรู้มาปรับใช้ในกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือสร้างคำอธิบายให้กับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นไปตามที่ Coll and Lajium (2011) ได้กล่าวว่าความสามารถในการใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยจากการสังเกตพบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามพร้อมกับลงรายละเอียดของคำตอบได้มากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในขั้นสร้างแบบจำลองที่ผู้วิจัยให้นักเรียนตอบ

คำถามเกี่ยวกับการหาขนาดของดีเอ็นเอ ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามได้เพียง 1-2 คำตอบ ซึ่งต่อมาในขั้นขยายแบบจำลอง เมื่อให้นักเรียนเรียงลำดับนิวคลีโอไทด์ในขั้นตอนการขยายแบบจำลอง นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้องและสามารถอธิบายหลักการได้เมื่อผู้วิจัยสอบถามเพิ่มเติม นำไปสู่การเสริมสร้างความเข้าใจในด้านเนื้อหาสาระให้กับผู้เรียน ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ดังที่ได้กล่าวข้างต้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจึงเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ จากการรวบรวมข้อเท็จจริงและประเด็นสำคัญ เพื่อเชื่อมโยงและเพิ่มรายละเอียดลงไปในแบบจำลองทางความคิดของบุคคล ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์หรือความเข้าใจที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่กำลังเรียนรู้ สอดคล้องกับการศึกษาของ รัตนาภรณ์ ศุภพร และคณะ (2562) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เช่นเดียวกับการศึกษาของ จงกล บุญรอด (2557) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง และพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากกระบวนการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีการสืบค้นข้อมูล เชื่อมโยง และปรับใช้ข้อมูล จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

อย่างไรก็ตามยังคงมีนักเรียนร้อยละ 4 ที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน จากการสังเกตในห้องเรียนนักเรียนส่วนหนึ่งของกลุ่มข้างต้นเป็นนักเรียนกลุ่มอ่อนที่มักทำคะแนนได้ค่อนข้างน้อยจากหลายครั้งที่ทำการทดสอบ และอีกส่วนหนึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มปานกลางที่สามารถทำคะแนนได้ดีในเนื้อหาบางเรื่องและมีผลคะแนนน้อยในการทดสอบบางครั้ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยภายในที่ส่งผลต่อกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียน โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เห็นกับความรู้เดิม ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างความรู้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544)

2. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงขึ้น โดยมีค่าขนาดของผล เท่ากับ 1.25 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียนระดับมากระดับมาก อาจเนื่องมาจากนักเรียนได้ฝึกพิจารณาความเข้าใจหรือแบบจำลองทางความคิดของตนเองด้วยการหา

ข้อสนับสนุนหรือข้อโต้แย้งให้กับความคิดของตนเอง การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นทักษะสำคัญที่นักเรียนได้นำมาใช้ในกระบวนการปรับปรุงแบบจำลองในขั้นประเมินแบบจำลอง (evaluation) และขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (modification) สอดคล้องกับคำอธิบายของ Nunez-Oviedo, Clement and Rea-Ramirez (2008) ที่ได้กล่าวว่านักเรียนจะสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองขึ้นมาจากการใช้เหตุผลและการสร้างตัวแทนให้กับสิ่งนั้น ๆ เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจกับข้อเท็จจริง อีกทั้ง Lawson (2004) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการสร้างคำบรรยาย โดยมีที่มาจากการตั้งสมมุติฐานเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงด้วยการให้เหตุผลที่หลากหลาย ในทำนองเดียวกันกับทฤษฎีการสร้างแบบจำลองทางความคิดของ Collin and Gentner (1987) ได้กล่าวว่าเมื่อนักเรียนต้องให้เหตุผลกับสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนจะใช้วิธีจัดการด้วยการสร้างแผนผังเชิงอุปมาหรือการเปรียบเทียบ และหากสถานการณ์มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น นักเรียนอาจเปรียบเทียบแบบจำลองจากความคิดหลากหลายกลุ่มร่วมกัน ดังเช่นการอภิปรายและสรุปผลจากกิจกรรมเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส (Gel electrophoresis) ที่นอกเหนือจากการใช้ความรู้ทางด้านชีววิทยาแล้ว นักเรียนยังต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสนามไฟฟ้า จึงทำให้เกิดการวาดภาพและอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในเทคนิคเจลอิเล็กโทร-ฟอรีซิสได้อย่างสมบูรณ์ โดยอาศัยการตั้งสมมุติฐานก่อนทำการทดลอง การสังเกตและรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และตีความข้อมูล ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาทักษะด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับที่ Joyce and Weil (1996) ได้กล่าวว่า ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เริ่มจากการสร้างมโนทัศน์ ก่อนจะเกิดการแปลความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปเพื่อนำไปประกอบการประยุกต์ใช้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2554) ที่ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน พบว่านักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เช่นเดียวกับ สุทธิชาติ เปรมกมล (2558) ซึ่งได้ศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐาน และพบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

อย่างไรก็ตามนักเรียนส่วนมากมีผลการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากเดิม แต่ไม่มีนักเรียนที่มีผลคะแนนมากกว่าร้อยละ 70 อาจเนื่องมาจากความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของนักเรียน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อสภาพสังคม (conceptual ecology) และการให้ความรู้ในเชิงปฏิบัติ (practical contexts) ภายในห้องเรียน (Clement, 2000) ที่เปิดโล่งและสามารถได้ยินเสียงจากการทำกิจกรรมของห้องเรียนที่อยู่ติดกัน รวมถึงห้องเรียนที่

มีการจัดโต๊ะในลักษณะกลุ่ม จึงมีโอกาสให้นักเรียนเบนความสนใจจากเนื้อหา ไม่เป็นบรรยากาศแห่งการเรียนรู้เท่าที่ควร

3. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ อยู่ในระดับมากขึ้นไปในทุกด้าน โดยนักเรียนมีความพึงพอใจในด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้มากที่สุด รองลงมาเป็นด้านการวัดและประเมินผล ด้านผู้สอน และด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ตามลำดับ ในด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดใน ประเด็นความเหมาะสมของสื่อการสอนกับเนื้อหาในบทเรียน การใช้แหล่งสืบค้นได้อย่างอิสระ และการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากกิจกรรมส่วนใหญ่ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่มีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ นักเรียนจึงได้มีส่วนร่วมและมีการลงมือปฏิบัติ อีกทั้งมีการสืบค้นอย่างอิสระ นักเรียนจึงได้นำข้อมูลที่หลากหลายมาแบ่งปันกับเพื่อนในชั้นเรียน ในด้านการวัดและประเมินผล นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดในประเด็นความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ประเมิน ระดับความยากง่ายของเครื่องมือที่เหมาะสม และการวัดผลจากผลงานของผู้เรียน ซึ่งมีการประเมินหลากหลายรูปแบบ ทั้งการทำแบบฝึกหัด รายงานผลการปฏิบัติการ การนำเสนองาน การทำแบบทดสอบ และการวาดแผนภาพ ในด้านผู้สอน นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดในประเด็นการจัดเตรียมเนื้อหา สื่อ หรือข้อมูลที่น่าสนใจให้กับผู้เรียน รวมถึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามข้อสงสัย เนื่องจากในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สอดแทรกเนื้อหาโดยใช้กรณีตัวอย่างที่เคยเกิดขึ้นจริง การตั้งคำถาม ภาพที่มีสีสัน ภาพเคลื่อนไหว และในด้านกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดในประเด็นการส่งเสริมการใช้เหตุผลของนักเรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากการอภิปรายและสรุปสาระสำคัญในแต่ละหัวข้อหลังจากสิ้นสุดแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้การเชื่อมโยงด้วยเหตุผลเพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจกับที่มาของประเด็นต่าง ๆ ได้ง่ายยิ่งขึ้น แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ รัตนาภรณ์ ศุภพร และคณะ (2562) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก เนื่องจากมีการใช้แบบจำลองที่นักเรียนสามารถจับต้องได้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และได้ทำกิจกรรมอย่างอิสระ ส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน เช่นเดียวกับการศึกษาของ โชติภรณ์ ลีเวียง และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2560) ซึ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งมาจากการส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนเมื่อเรียนโดยใช้แบบจำลอง โดยเฉพาะในเนื้อหาส่วนที่เป็นนามธรรม ฝึกให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ และกระตุ้นความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองจึงสามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากการศึกษาพบว่าขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานยังขาดลักษณะที่ผู้วิจัยเห็นว่ามีความสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนรู้ว่าเนื้อหาที่จะได้เรียนต่อไปนี้มีความสำคัญอย่างไร อีกทั้งการสรุปสาระสำคัญและการประเมินความเข้าใจ เพื่อตรวจสอบให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องและสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งป้องกันการเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในบทเรียน ดังนั้นจึงควรมีการปรับใช้รูปแบบการจัดการอื่น ๆ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งอาจส่งผลให้การจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินไปได้อย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น

2. การจัดกิจกรรมในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองควรให้เวลาที่เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้คิด พิจารณา และทำความเข้าใจกับความคิดของตนเอง ซึ่งอาจส่งผลดีต่อการปรับปรุงแบบจำลองให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นเมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานควรคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของนักเรียนเป็นสำคัญ เพื่อทำให้การจัดกิจกรรมเป็นไปด้วยความราบรื่น และเป็นที่น่าสนใจของนักเรียน

4. ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีการกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนใช้การอุปมาอุปมัยหรือการเปรียบเทียบ รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมการสร้างแบบจำลองทางความคิดของบุคคล

5. ในขั้นตอนการปรับปรุงแบบจำลองครูควรให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองหลากหลายรูปแบบตามความเหมาะสม เช่น การวาดภาพ การสร้างแบบจำลองสามมิติ การใช้คำพูดเพื่ออธิบายตามความสนใจของนักเรียน เพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน

6. ครูควรแนะนำและส่งเสริมให้มีการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือและเป็นหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เช่น วารสาร งานวิจัย เอกสาร หนังสือจากห้องสมุดของโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนั้นจึงควรศึกษาการนำกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้นไปปรับใช้กับเนื้อหาในบทอื่น ๆ ของวิชาชีววิทยา หรือรายวิชาวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เป็นนามธรรม เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ในรายวิชาที่แตกต่างกัน และส่งเสริมให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้อย่างเป็นรูปธรรมและครอบคลุมกับเนื้อหา

2. ควรมีการศึกษาปัจจัยอื่นที่อาจมีความเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การอุปมาอุปมัย ความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลอง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากอาจเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมประสิทธิภาพในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาและรายวิชาวิทยาศาสตร์ อีกทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นคว้าอย่างนักวิทยาศาสตร์ มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งอาจส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4. จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนส่วนน้อยที่ลดลงหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ จึงควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยภายในที่ส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาและให้ความช่วยเหลือต่อไป

5. จากการใช้ค่าขนาดของผลในการศึกษาพัฒนาการของนักเรียน พบว่ามีนักเรียนทำคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนได้น้อยกว่าก่อนเรียน จึงส่งผลให้เกิดความแตกต่างในเชิงลบ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับคำอธิบายของค่าขนาดของผลที่สัมพันธ์กับปัญหาที่เกี่ยวเนื่องกับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน

6. จากการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ในประเด็นเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้พบว่า มีค่าน้อยกว่าข้อคำถามอื่นในด้านเดียวกัน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาปัจจัยที่สามารถส่งเสริมการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

บรรณานุกรม

โครงการ PISA สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับโลกวันพรุ่งนี้*. กรุงเทพฯ: เซเว่นพริ้นติ้ง

จงกล บุญรอด. (2557). *ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จารุวรรณ เทวกุล. (2554). *ความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาพาณิชยกรรมชั้นปีที่ 1 ชั้น ปีที่ 2 ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยอาชีวศึกษาฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาธุรกิจศึกษา, คณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชัยวิชิต เชียรชนะ. (2560). การสร้างและการพัฒนาโมเดล/รูปแบบ/แบบจำลอง/ตัวแบบ. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, 9*(1), 1-11.

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Model-Based Learning. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 29*(3), 86-99.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2558). *กลยุทธ์การสอนเคมีอย่างมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: วิสต้า อินเตอร์ปริ้นท์.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2560). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: อมรการพิมพ์.

โชติภรณ์ ลีเวียง และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์. (2560). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วันที่เข้าถึงข้อมูล 27 สิงหาคม 2563, เข้าถึงจาก http://gnru2017.psru.ac.th/proceeding/246-25600830112257.pdf

ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2558). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบทอดโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. ดุษฎีนิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 22). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นที รักษดาวรรณ. (2552). ความพอใจ ความเจ็บปวด และการควบคุมตนเอง. *แม่และเด็ก, 32*(444), 82-83.

นพเก้า ณ พัทลุง. (2551). *เทคนิคการวิจัยในชั้นเรียน*. สงขลา: เทมการพิมพ์สงขลา.

นิภาภรณ์ จันทะโยธา และสุวัตร นานันท์. (2558). *การพัฒนาวิถีทางมโนมติวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วันที่ค้นข้อมูล 26 สิงหาคม 2563, เข้าถึงจาก https://gsbooks.gs.kku.ac.th/58/the34th/pdf/HMP11.pdf

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2554). การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์: สะพานเชื่อมระหว่างประสาทวิทยาศาสตร์เชิงปัญญาและวิทยาศาสตร์ศึกษา. *วารสารหลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น 4*(1-2), 30-38.

บรรจง อมรชีวิน. (2554). *Thinking School สอนให้คิด.* กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2542). *การวิจัยเบื้องต้น*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยสำหรับครู* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

เบญจวรรณ ถนอมชยธวัช, ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์, วุฒิชัย เนียมเทศ และณัฐวิทย์ พจนดันติ. (2559). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21: ความท้าทายในการพัฒนานักศึกษา 21st Century Skills: A Challenge for Student Development. *วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้, 3*(2), 208-222.

ประวิต เอราวรรณ์. (2545). *การวิจัยปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: ดอกหญ้าวิชาการ.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปริญญา จเรรัชต์, วิโรจน์ ฤทธิ์ฤาชัย, อานุภาพ เส็งสาย และแพรวพรรณ ชูช่วย. (2546). *ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ผลิตและผู้ใช้เสบียงสัตว์ จังหวัดสุพรรณบุรี กิจกรรมนาหญ้าและพัฒนาอาชีพผลิตเสบียงสัตว์เพื่อการจำหน่ายการฝึกอบรมหลักสูตร "พัฒนานักวิจัยกรมปศุสัตว์เบื้องต้น รุ่นที่ 1"*. กรุงเทพฯ: กองอาหารปศุสัตว์.

พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. ดุษฎีนิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรรณนภา อนิวรรตนวงศ์ และร่มเกล้า จันทรายี. (2562). การประเมินผลของการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการใช้การเชื่อมโยงหลักฐานและแบบจำลองที่มีต่อการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้, 5*(1), 65-83.

พรรณวิไล ชมชิด. (2552). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง. *นิตยาสาร สสวท., 38*(163), 33-34.

พรรณี ภิบาลวงษ์, อุษา ทองไพโรจน์ และบังอร แถวโนนงิ้ว. (2558). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้และการสอนแบบปกติ. *วารสารการบริหารและพัฒนา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 7*(1), 21-32.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชิต ฤทธิจรูญ. (2551). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจแม้นท์.

โพชฌงค์ ทองน้อย. (2556). *ปัจจัยที่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานองค์กรขนาดใหญ่ กรณีศึกษา: แผนก่อสร้างโรงงานบางชัน*. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้, 1*(1), 97-124.

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2553). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัฐพล ประดับเวทย์. (2560). แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีตามแนวคิดอนุกรมวิธาน.ของบลูม. *Veridian E-Journal, Silpakorn University, 9*(2), 1051-1065.

รัตนาภรณ์ ศุภพร, สุรเดช อนันตสวัสดิ์, และวิทัศน์ ฝักเจริญผล. (2562). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์, 3*(2), 62-71.

ลฎาภา ลดาชาติ. (2561). แบบจำลองกับการศึกษาวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปกร, 38*(4), 133-159.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2553). การวิจัยพัฒนารูปแบบ. *วารสารมหาวิทยาลัยสกลนคร, 2*(4), 1-15.

วิชัย เสวกงาม. (2557). ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามาถที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารครุศาสตร์ 42*(2), 207-223.

วีระยุทธ์ ชาตะการญจน์. (2558). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ Action Research. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี 2*(1), 29-49.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CLASSICAL TEST THEORY)* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2561). *รายงานค่าสถิติพื้นฐาน การสอบ GAT/PAT ประจำปี 2561 (กุมภาพันธ์ 2561).* วันที่ค้นข้อมูล 4 ธันวาคม 2562, เข้าถึงได้จาก http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM6_2561.pdf

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2562). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561.* วันที่ค้นข้อมูล 4 ธันวาคม 2562, เข้าถึงได้จาก http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM6_2561.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015*. วันที่ค้นข้อมูล 3 เมษายน 2562, เข้าถึงได้จาก http://timssthailand.ipst.ac.th/timss/reports/2015

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561ก). *จุดเริ่มต้นของวิทยาศาสตร์กับรากฐานของการพัฒนาประเทศ*. วันที่ค้นข้อมูล 25 มีนาคม 2562, เข้าถึงได้จาก https://www.scimath.org/article-science/item/8660-2018-09-11-07-58-40

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561ข). *ผลการประเมินโครงการ PISA 2018 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. วันที่ค้นข้อมูล 4 ธันวาคม 2562, เข้าถึงได้จาก https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2018-summary-result/

สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมพล พงศ์ไทย. (2554). *หลักการและแนวคิดการจัดการเรียนรู้ในทศวรรษใหม่และการวัดผลและประเมินผลการศึกษาในมิติใหม่*. ฉะเชิงเทรา: เอ็มเอ็นคอมพิวออฟเซท.

สมพิศ เผ่าจินดา. (2562, 10 ตุลาคม). ครูชำนาญการพิเศษ. สัมภาษณ์.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีวิจัยทางสถิติสำหรับการวิจัย (Statistical methods for research)* (พิมพ์ครั้งที่ 4). ชลบุรี : ภาควิชาวิจัยและวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2559). *การวิจัยทางการศึกษา Educational Research* (พิมพ์ครั้งที่ 8). ชลบุรี : ภาควิชาวิจัยและวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สรชัย พิศาลบุตร. (2549). *สำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ*. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2556). *การรู้คิด*. วันที่ค้นข้อมูล 2 เมษายน 2562, เข้าถึงได้จาก http://www.royin.go.th/

สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง. (2549). *ผลิตภัณฑ์ประชาชาติ คืออะไร*. วันที่ค้นข้อมูล 5 สิงหาคม 2562, เข้าถึงจาก http://www2.fpo.go.th/S-I/Source/Article/Article41.htm

สุทธิชาติ เปรมกมล. (2558). *ผลของการใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรพล เย็นเจริญ. (2543). *ความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาชีพธุรกิจของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปทุมคงคา สังกัดกรมสามัญศึกษา*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการบริหารการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ. (2535). *ความพึงพอใจของสมาชิกที่มีต่อบทบาทของสหกรณ์การเกษตรสารภีจำกัด*. วิทยานิพนธ์เทคโนโลยีการเกษตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์สหกรณ์, สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.

อัจฉรา เอิบสุขศิริ. (2560). *จิตวิทยาสำหรับครู* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารยา ควัฒน์กุล. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., & Wittrock, M.C. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Pearson, Allyn & Bacon.

Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., Liu, Q., Ding, L., Cui, L., Luo, Y. & Wang, Y. (2009). Learning and Scientific Reasoning. *Education Forum 323*(5914), 586-587.

Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science education, 95*(4), 639-669.

Buckley, B. C., Robert, J. D., Kindfield, A. C. H., Howilz, P., Tinker, R. F., Gerlits. B., Wilensky, U., Dede, C., & Wilett, J. (2004). Model-based teaching and Learning with biologic: what do they learn? How do we know? *Journal of Science Education and Technology, 13*(1), 23-41.

Buckley, C. B., & Boulter, J. C. (2000). *Investigating the Role of Representations and Expressed Models in Building Mental Model*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Campbell, T., Oh, P. S., & Neilson, D. (2012). Discursive modes and their pedagogical functions in model-based inquiry (MBI) classroom. *International Journal of Science Education, 34*(15), 2393-2419.

Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education, 22*(9), 1041-1063.

Coll, R. K., & Lajium, D. (2011). Modeling and the future of science learning. *Models and modeling*, 6, 3-21.

Collins, A. and D. Gentner. 1987. *Cultural Models in Language and Though*. UK: Cambridge University Press.

Friedler, Y., Nachmias, R., & Linn, M. C. (1990). Learning Scientific Reasoning Skills in Microcomputer-Based Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching 27*, 173-191.

Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: routes to more authentic science education. International Journal of Science and Mathematics Education, 2(2), 115-130.

Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2*(2), 115-130.

Gilbert, J. K., & Ireton, S. W. (2003). *Understanding models in earth and space science*. Arlington: NSTA Press.

Gobert, D. J. and Buckley, C. B. (2010). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education, 22*(9), 891-894.

Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education, 22*(9), 891-894.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw – Hill Book Company.

Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education, 22*(9), 1011-1026.

Johnson-Laird, P. N. (1980). Mental models in cognitive science. *Cognitive science, 4*(1), 71-115.

Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness* (6th ed.). United State of America: Harvard University Press.

Joyce, B. and Weil, M. (1996). *Models of teaching* (Fifth edition). NJ: Prentice-Hall.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planer* (3rd ed.). Victoria: Deakin University.

Lawson, A. E. (2004). The Nature and Development of Scientific Reasoning : A Synthetic View. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2*, 307-330.

Lawson, A. E. (2010). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Science Education, 94*(2), 336-364.

Louca, L. T., & Zacharia, Z. C. (2012). Modeling-based learning in science education: cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. *Educational review, 6*(4), 471-492.

Moore, J. C. (2012). Transitional to Formal Operational: Using Authentic Research Experiences to Get Non-Science Students to Think More Like Scientists. *European Journal of Physics Education, 3*(4), 1-12.

Ogan-Bekiroglu, F., & Arslan, A. (2014). Examination of the effects of model-based inquiry on students' outcomes: Scientific process skills and conceptual knowledge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 141*, 1187-1191.

Rea-Ramirez, M. A., Clement, J., & Núñez-Oviedo, M. C. (2008). *Model based learning and instruction in science*. USA: Springer.

Schen, M. S. (2007). *Scientific reasoning skills development in the introductory biology courses for undersgraduates*. The Ohio State University.

Stringer, E. (1999). *Action Research* (2nd ed.). California: Sage.

Zimmerman, C. (2005). The development of scientific reasoning: What psychologists contribute to an understanding of elementary science learning. Paper commissioned by the National Academies of Science (National Research Council's Board of Science Education, Consensus Study on Learning Science, Kindergarten through Eighth Grade).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
2. สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ
3. สำเนาหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย
4. สำเนาหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. รศ.ดร. สุวิชัย โกศัยยะวัฒน์	อาจารย์ ภาควิชาประชากรและการพัฒนา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. นางมันทนา เมฆิยานนท์	อาจารย์ปฏิบัติการสอนวิชาชีววิทยา โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ดร.สมพิศ เผ่าจินดา	ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง
4. ดร.มณเฑียร ส่งเสริม	ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง
5. นางสาวจำเนียร ตั่นไพบูลย์	ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลกันยานุกูล

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
ที่ อว ๘๑๑๘/ว. ๑๙๕๐ **วันที่** ๒๙ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๒
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิชัย โกศัยยะวัฒน์

ด้วยนางสาวจุฑามาศ กันทะวัง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.สมศิริ สิงห์ลพ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
ที่ อว ๘๑๑๘/ว. ๑๘๕๐ **วันที่** ๒๔ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๒
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน นางมันทนา เมฆิยานนท์

ด้วยนางสาวจุฑามาศ กันทะวัง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.สมศิริ สิงห์ลพ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ อว ๘๑๑๘.๒๐.๑๐๐๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.สมพิศ เผ่าจินดา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวจุฑามาศ กันทะวัง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.สมศิริ สิงห์ลพ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕
ผู้วิจัย ๐๘๓-๘๖๔๘๙๔๔

ที่ อว ๘๑๑๘/ว.๑๐๐๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.มณเฑียร ส่งเสริม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวจุฑามาศ กันทะวัง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.สมศิริ สิงห์ลพ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕
ผู้วิจัย ๐๘๓-๘๖๔๘๙๔๔

ที่ อว ๘๑๑๘.๑๐.๑๐๐๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๘ ธันวาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาวจำเนียร ตั้นไพบูลย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวจุฑามาศ กันทะวัง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.สมศิริ สิงห์ลพ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙
โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕
ผู้วิจัย ๐๘๓-๘๖๔๘๙๔๔

ที่ อว ๘๑๓๗/๐๕๖

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๙ มีนาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชลราษฎรอำรุง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (หาคุณภาพ)

ด้วยนางสาวจุฑามาศ กันทะวัง รหัสประจำตัว ๖๑๙๑๐๐๖๑ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ (Model-based Learning Approaches in Biology to Promote Learning Achievement and Scientific Reasoning of Mattayomsuksa Four Students) โดยมี ดร.สมศิริ สิงห์ลพ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการหาคุณภาพจากเครื่องมือวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตดังรายนามข้างต้น ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๔ จำนวน ๑ ห้องเรียน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลักสูตรปกติ จำนวน ๔๕ คน ระหว่างช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดังรายนามข้างต้นได้ที่เบอร์โทร ๐๘๓-๘๖๔๘๙๔๔ หรือที่ E-mail: j.kantawang@outlook.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

ที่ อว ๘๑๓๗/๐๔๓

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๙ มีนาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชลราษฎรอำรุง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนางสาวจุฑามาศ กันทะวัง รหัสประจำตัว ๖๑๙๑๐๐๖๑ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ (Model-based Learning Approaches in Biology to Promote Learning Achievement and Scientific Reasoning of Mattayomsuksa Four Students) โดยมี ดร.สมศิริ สิงห์ลพ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตดังรายนามข้างต้น ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๔ จำนวน ๑ ห้องเรียน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลักสูตรปกติ จำนวน ๔๕ คน ระหว่างวันที่ ๑๘ – ๓๑ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดังรายนามข้างต้น ได้ที่เบอร์โทร ๐๘๓-๘๖๔๘๙๔๔ หรือที่ E-mail: j.kantawang@outlook.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

ภาคผนวก ข

1. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

2. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

3. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

4. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

5. การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

6. การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ตารางที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	σ	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พันธุวิศวกรรมและการโคลนยีน								
1. สาระสำคัญ	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ผลการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
5.1 การนำเสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
5.2 การมอบหมายงานหรือนำเสนอบทเรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.3 การนำเสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
6. การวัดและประเมินผล	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
			รวม			4.53	0.49	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์								
1. สาระสำคัญ	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
2. ผลการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	σ	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
5.1 การนำเสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	3	4	4	5	4.20	0.84	มาก
5.2 การมอบหมายงานหรือนำเสนอบทเรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.3 การนำเสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
6. การวัดและประเมินผล	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
			รวม			4.53	0.55	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ								
1. สาระสำคัญ	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
2. ผลการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4. สาระการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
5.1 การนำเสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 การมอบหมายงานหรือนำเสนอบทเรียน	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.3 การนำเสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
			รวม			4.62	0.53	มากที่สุด

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	σ	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม								
1. สาระสำคัญ	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ผลการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	3	4	5	4.40	0.89	มาก
4. สาระการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
5.1 การนำเสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.2 การมอบหมายงานหรือนำเสนอบทเรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.3 การนำเสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
6. การวัดและประเมินผล	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
			รวม			4.58	0.55	มากที่สุด
					รวม	4.58	0.19	มากที่สุด

จากตารางที่ ข-1 วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 4 แผน จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า มีค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 4.53 – 4.62 ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ± 0.19

2. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ตารางที่ ข-2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จากผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
5	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
6	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
10	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
11	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
13	1	1	1	1	-1	3	0.6	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
16	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
20	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
21	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
22	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
23	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
27	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
29	1	1	0	0	1	3	0.6	ใช้ได้
30	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
31	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
32	1	1	0	0	1	3	0.6	ใช้ได้
33	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
34	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
35	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
36	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
37	1	1	1	1	-1	3	0.6	ใช้ได้
38	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
39	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
41	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
42	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
43	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
44	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
45	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
46	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
47	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
48	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
49	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
50	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
51	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
52	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
53	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
54	1	1	0	0	1	3	0.6	ใช้ได้
55	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
56	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
57	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
58	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
59	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
60	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

จากตาราง ข-2 วิเคราะห์คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00

3. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ ข-3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
11	1	1	1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
13	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
14	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
15	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
16	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
17	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
19	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
20	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
23	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

จากตารางที่ ข-3 วิเคราะห์คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่าแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00

4. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ ข-4 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ด้านผู้สอน								
1	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
7	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
8	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้								
1	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
7	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
9	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
ด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้								
1	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
6	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
10	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ด้านการวัดและประเมินผล								
1	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
6	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
10	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้

จากตารางที่ ข-4 วิเคราะห์คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่าแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00

5. การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ตารางที่ ข-5 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจำแนก	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจำแนก
1*	0.56	0.44	**31***	0.79	0.29
2	0.07	0.14	**32***	0.35	0.33
3	0.47	-0.19	**33**	0.16	-0.33

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจำแนก	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจำแนก
4	0.79	0.48	**34**	0.14	0.10
5	0.35	0.05	**35***	0.56	0.38
6*	0.79	0.29	**36**	0.23	-0.19
7*	0.77	0.33	**37**	0.05	0.10
8*	0.79	0.38	**38***	0.79	0.38
9	0.23	0.19	**39**	0.21	-0.05
10	0.93	0.10	**40**	0.91	0.14
11*	0.53	0.43	**41***	0.79	0.38
12*	0.49	0.52	**42***	0.67	0.62
13*	0.58	0.52	**43**	0.00	0.00
14	0.07	-0.05	**44**	0.12	-0.14
15*	0.21	0.24	**45***	0.77	0.43
16*	0.58	0.43	**46**	0.09	0.19
17*	0.77	0.33	**47**	0.79	0.38
18	0.98	0.10	**48***	0.53	0.52
19	0.19	0.00	**49***	0.79	0.29
20	0.26	-0.14	**50***	0.79	0.48
21	0.28	-0.10	**51**	0.93	0.19
22*	0.63	0.24	**52**	0.12	0.14
23*	0.40	0.24	**53***	0.77	0.24
24*	0.21	0.33	**54**	0.95	-0.05
25*	0.35	0.24	**55**	0.91	0.05
26*	0.79	0.29	**56***	0.58	0.43
27*	0.21	0.33	**57**	0.02	-0.05
28*	0.42	0.29	**58**	0.86	0.14

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
29	0.30	-0.05	**59**	0.16	-0.14
30	0.09	0.10	**60***	0.56	0.48

หมายเหตุ * คือ ข้อที่เลือกไว้เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากตารางที่ ข-5 ข้อที่เลือกให้เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ฉบับใช้จริงมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.79 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24 - 0.62 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.78

6. การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ ข-6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.20	-0.09	**13***	0.59	0.49
2	0.05	-0.02	**14**	0.80	0.23
3*	0.72	0.49	**15***	0.48	0.74
4*	0.50	0.58	**16**	0.47	-0.02
5	0.56	-0.51	**17**	0.26	-0.16
6*	0.41	0.84	**18***	0.57	0.67
7*	0.40	0.67	**19**	0.18	-0.19
8*	0.76	0.30	**20***	0.77	0.42
9*	0.45	0.56	**21***	0.63	0.65

ตารางที่ ข- 6 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจำแนก	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจำแนก
10	0.09	-0.05	**22**	0.63	-0.58
11	0.61	-0.63	**23**	0.05	0.00
12	0.18	-0.14	**24***	0.26	0.81

หมายเหตุ * คือ ข้อที่เลือกไว้เป็นแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ ข-6 ข้อที่เลือกให้เป็นแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ฉบับใช้จริงมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.26 - 0.80 มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.23 - 0.84 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.93

ภาคผนวก ค

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
3. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาชีววิทยา 2 (ว31242) **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**

หน่วยการเรียนรู้ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

เรื่อง การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562** **เวลาเรียน 3 ชั่วโมง**

ครูผู้สอน นางสาวจุฑามาศ กันทะวัง

มาตรฐานการเรียนรู้

เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นและอธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

สาระสำคัญ

การหาขนาดของโมเลกุลดีเอ็นเอเพื่อนำไปวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์มีหลากหลายวิธี เช่น เทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส (Gel electrophoresis) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นส่วนดีเอ็นเอ โดยการนำชิ้นส่วนของดีเอ็นเอไปวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์และเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลต่อไป

จุดประสงค์การเรียนรู้

แบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านความรู้ (K : Knowledge)

นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและอธิบายการหาขนาดดีเอ็นเอ โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P : Process)

การวิเคราะห์และให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ด้านคุณลักษณะ (A : Attribute)

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

4. ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย

5. มีความรับผิดชอบ

สาระการเรียนรู้

เทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส (gel eletrophoresis) เป็นการแยกโมเลกุลดีเอ็นเอตามขนาดในสนามไฟฟ้า ผ่านตัวกลางที่มีลักษณะเป็นวุ้น เรียกว่า อะกาโรสเจล (Agarose gel) มีลักษณะเป็นรูพรุน ทำให้โมเลกุลดีเอ็นเอที่มีขนาดเล็กสามารถเคลื่อนที่ผ่านรูพรุนและเดินทางไปได้เร็วและไกลมากกว่า ประกอบด้วยขั้นตอน ได้แก่

1. เตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ สำหรับละลายเจล และเป็นสารละลายตัวกลางในสนามไฟฟ้า

2. เตรียมเจลสำหรับใส่สารละลายตัวอย่าง

3. วางเจลลงในถาดรันเจล เติมสารละลายบัฟเฟอร์ให้พอท่วมเจล และใส่สารละลายตัวอย่าง รวมถึงดีเอ็นเอขนาดมาตรฐาน

4. เชื่อมแหล่งกำเนิดสนามไฟฟ้าเข้ากับถาดเจล เพื่อให้ตัวอย่างดีเอ็นเอเคลื่อนที่ผ่านเจลไปตามสนามไฟฟ้า

5. ตรวจสอบขนาดของดีเอ็นเอด้วยแสงอัลตราไวโอเลต

นอกจากนี้เทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิสในอดีตสามารถนำไปใช่ร่วมกับการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA Sequencing) แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ให้มีความรวดเร็วและแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยใช้เครื่องมือ เรียกว่า เครื่องหาลำดับนิวคลีโอไทด์แบบอัตโนมัติ (Automated sequence) ทำให้สามารถสามารถศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ และนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ต่อไป

สมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการคิด

2. ความสามารถในการสื่อสาร

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย

2. ใฝ่เรียนรู้

3. ซื่อสัตย์สุจริต
4. มุ่งมั่นในการทำงาน
5. มีจิตสาธารณะ

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอน	การจัดการเรียนรู้	เวลา (นาที)	สื่อการเรียนรู้
ขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation)	1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามเพื่อนำไปสู่กระบวนการตรวจสอบขนาดของดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส ดังนี้ - หลังจากสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิเนนท์ นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าผลที่เกิดขึ้นประสบความสำเร็จหรือไม่ (แนวคำตอบ : ใช้การตรวจสอบขนาดของดีเอ็นเอ เพราะหากพลาสมิดได้รับยีนที่สนใจแล้ว จะต้องมีขนาดที่ใหญ่ขึ้น) - เราจะสามารถตรวจสอบดีเอ็นเอได้อย่างไร (แนวคำตอบ : อาศัยการตรวจสอบโดยอ้อมจากคุณสมบัติของดีเอ็นเอ) - คุณสมบัติใดของดีเอ็นเอที่นักเรียนสามารถตรวจสอบได้ (แนวคำตอบ : การมีประจุลบที่อยู่ภายในหมู่ฟอสเฟตที่เป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอ) - นักเรียนคิดว่ามีวิธีการใดที่สามารถตรวจสอบขนาดของดีเอ็นเอได้หรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ : ได้ โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทร-ฟอรีซิส ที่สามารถใช้แยกขนาดโมเลกุลของดีเอ็นเอด้วยสนามไฟฟ้าผ่านตัวกลางเจลที่มีลักษณะเป็นชั้นตาข่าย)	50	- PowerPoint เรื่อง การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์

กิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอน	การจัดการเรียนรู้	เวลา (นาที)	สื่อการเรียนรู้
	2. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน จำนวน 9 กลุ่ม 3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและออกแบบขั้นตอนการตรวจสอบขนาดของดีเอ็นเอด้วยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่สามารถเข้าถึงได้		
ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation)	4. ครูให้นักเรียนศึกษาหลักการและขั้นตอนการแยกขนาดโมเลกุลของดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิสจากการทำกิจกรรมปฏิบัติการ เจลอิเล็กโทรฟอรีซิส (Gel electrophoresis) โดยจำลองขั้นตอนและกระบวนการใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส 5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการทำกิจกรรม โดยมีข้อสรุปคือ การตรวจสอบขนาดของดีเอ็นเอสามารถทำได้โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส ที่ใช้หลักการนำโมเลกุลดีเอ็นเอผ่านตัวกลางที่มีลักษณะเป็นชั้นตาข่ายด้วยสนามไฟฟ้า โดยประจุบวกที่อยู่ท้ายแผ่นเจลจะดึงดูดดีเอ็นเอที่มีประจุลบ ส่งผลให้ดีเอ็นเอที่มีขนาดเล็กสามารถเดินทางผ่านชั้นเจลได้ไกลและรวดเร็วมากกว่า จึงสามารถสังเกตเห็นแถบสีบนเจล 6. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการแปลผลจากเทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิสแบบดั้งเดิมเพิ่มเติม	50	- PowerPoint เรื่อง การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ - ใบรายงานผลการปฏิบัติการ เรื่อง เทคนิคเจลอิเล็กโทร-ฟอรีซิส (Gel electropho-resis)

กิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอน	การจัดการเรียนรู้	เวลา (นาที)	สื่อการเรียนรู้
ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification)	7. ครูให้นักเรียนออกแบบวิธีการนำเสนอหลักการของเทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิสตามความสนใจของนักเรียน เช่น การวาดภาพ การสร้างแบบจำลอง 3 มิติ เพื่อนำมานำเสนอและประกอบการอธิบายกระบวนการหาขนาดของดีเอ็นเอ	20	
ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration)	8. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการประยุกต์ใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิสเพื่อหาลำดับนิวคลีโอไทด์จากกิจกรรม การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA Sequencing) เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจหลักการของการหาลำดับนิวคลีโอไทด์แบบอัตโนมัติที่ใช้ในปัจจุบัน	30	- ใบกิจกรรม เรื่อง การหาลำดับนิวคลี-โอไทด์ (DNA Sequencing)

ชิ้นงาน/ภาระงาน

- ใบรายงานผลการปฏิบัติการ เรื่อง เทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส (Gel electrophoresis)
- ใบกิจกรรม เรื่อง การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA sequencing)

วัสดุ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนชีววิทยา ม.4 เล่ม 2 บทที่ 6 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
- PowerPoint เรื่อง การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์
- โทรศัพท์เคลื่อนที่พร้อมระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับสืบค้นข้อมูล

การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีประเมิน	เครื่องมือประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ **(K: Knowledge)** สืบค้นข้อมูลและอธิบายการหาขนาดดีเอ็นเอ โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทร-ฟอรีซิส	- การตรวจและประเมินจากรายงานผลการปฏิบัติการ	- แบบประเมินรายงานผลการปฏิบัติการ	- ความถูกต้องของคำตอบไม่ต่ำกว่า 70%
ด้านทักษะ/กระบวนการ **(P: Process)** การวิเคราะห์และให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	- การนำเสนอหน้าชั้นเรียน และการสอบถามเพิ่มเติม โดยมีการแสดงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	- แบบประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	- ผลการประเมินอยู่ในระดับ “ดี” ขึ้นไป
คุณลักษณะ **(A: Attribute)** 1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน 4. ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย 5. มีความรับผิดชอบ	- การสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	- แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะ	- ผลการประเมินอยู่ในระดับ “ดี” ขึ้นไป

บันทึกหลังการสอน (ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข)

นักเรียนส่วนมากให้ความสนใจในการทำกิจกรรม ผู้สอนใช้การตั้งคำถามเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงความเข้าใจ ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามได้เป็นอย่างดี จนสามารถอภิปรายและสรุปผลการทดลองได้ อย่างไรก็ตามก่อนทำกิจกรรมยังไม่ควรแจกอุปกรณ์ให้กับนักเรียนทันที ควรเน้นย้ำถึงข้อควรระวังและขั้นตอนในการทำปฏิบัติการก่อน โดยอาจมีการแจกรายการอุปกรณ์ให้นักเรียนได้เห็นว่าจะต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง จากนั้นจึงแจกอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียนได้ทำความรู้จัก เนื่องจากปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในขณะทำปฏิบัติการคือ นักเรียนจะให้ความสนใจกับอุปกรณ์เป็นอย่างแรก จนไม่สนใจคำฟังคำอธิบายหรือคำแนะนำจากครูผู้สอน

ลงชื่อ .....(นางสาวจุฑามาศ กันทะวัง)..... ครูผู้สอน

ปฏิบัติการ

เจลอิเล็กโทรฟอรีซิส (Gel electrophoresis)

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำการทดลองและบันทึกผล

วัสดุและอุปกรณ์

เจลถาดเจล

1. กล่องพลาสติกใส
2. ไม้ไอศครีมขนาดเล็กและขนาดใหญ่
3. เทปใส
4. กรรไกร
5. น้ำ
6. เบกกิ้งโซดา
7. ผงวุ้น
8. ฟิล์มพลาสติก
9. เครื่องทำความร้อน
10. ใบมีด

สนามไฟฟ้า

1. ลวด
2. ถ่านไฟฉาย 9 โวลต์
3. สายไฟปากจระเข้

ตัวอย่าง

1. กลีเซอรีน
2. สีผสมอาหาร
3. หลอดหยดปลายแหลม
4. บีกเกอร์

วิธีการทำกิจกรรม

การสร้างถาดเตรียมเจล

1. ให้นักเรียนสร้างถาดสำหรับเทเจล เริ่มจากประกอบไม้ไอครีมขึ้นเป็นหวี โดยวางไม้ไอศครีมแท่งเล็กในทิศทางตั้งฉากบนไม้ไอศครีมแท่งใหญ่ เว้นระยะห่าง 0.6 เซนติเมตร และใช้เทปใสยึดให้แน่น

2. ทดลองนำหวีที่สร้างขึ้นไปวางบนกล่องพลาสติก และตรวจสอบให้ปลายไม้ไอศครีมอยู่ห่างจากพื้นกล่องประมาณ 0.5 เซนติเมตร

การเตรียมเจล

1. เตรียมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอนเนตสำหรับผสมผงวุ้นผง โดยผสมเบกกิ้งโซดา 0.2 กรัม ในน้ำเปล่าปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2.เตรียมสารละลายเจลความเข้มข้น 1% โดยนำผงวุ้น 0.5 กรัม ใส่ลงไปในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอนเนตปริมาตร 50 มิลลิลิตร และปิดปากด้วยฟิล์มพลาสติก

3.นำสารละลายไปให้ความร้อนบนเครื่องทำความร้อนจนผงวุ้นละลายและกลายเป็นสารละลายสีใส

4. ทิ้งสารละลายเจลไว้ให้พออุ่นและเทลงในถาดเจลที่เสียบหวีไว้จนมีความสูงประมาณ 1.5 เซนติเมตร

5.ทิ้งถาดเจลไว้ในแนวราบจนเจลเริ่มแข็งตัว

การเตรียมสนามไฟฟ้า

1. ต่อขั้วบวกของถ่านไฟฉายทั้งหมดเข้ากับขั้วลบ

2.ใช้สายไฟปากจระเข้สีแดงปากคีบถ่านไฟฉายขั้วบวก และใช้ปากคีบสีดำคีบถ่านไฟฉายขั้วลบ

3.นำลวด 2 เส้นมาดัดให้พอดีกับขอบด้านกว้างของกล่องพลาสติกทั้ง 2 ด้าน เพื่อใช้เป็นตัวนำไฟฟ้า

4. เมื่อเจลแข็งตัวใช้ใบมีดตัดเจลบริเวณหัวและท้ายถาดเจลออกประมาณ 1 เซนติเมตร จากนั้นจึงวางเส้นลวดลงไป

5. เทสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตลงในถาดเจลให้พอท่วมเจล

6. ใช้หลอดหยดปลายแหลมดูดสารละลายสีต่าง ๆ ใส่ลงไปในหลุมเจล 1 หลุม ต่อ 1 สี

7. ต่อขั้วไฟฟ้าโดยให้ขั้วบวกอยู่บริเวณท้ายเจล และขั้วลบอยู่บริเวณหัวเจล รอจนกว่าสีจะวิ่งประมาณ 3 ใน 4 ของแผ่นเจล หรือแถบสีแยกออกจากกันชัดเจน จึงหยุดการจ่ายกระแสไฟ

8. สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง และบันทึกผล

บันทึกผล

ให้นักเรียนบันทึกผลโดยวาดภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวอย่างและสนามไฟฟ้า

อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

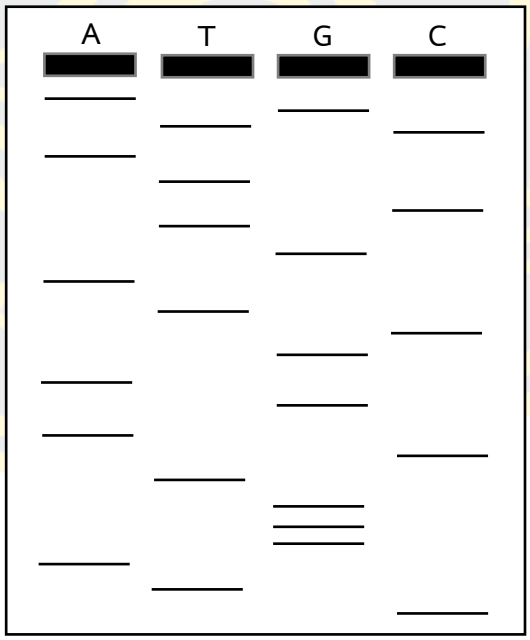
ใบกิจกรรม

เรื่อง การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA Sequencing)

ชื่อ – สกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง : จากภาพให้นักเรียนเขียนลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้จากเทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส ให้ถูกต้อง

การศึกษาที่เกี่ยวกับชิ้นส่วนดีเอ็นเอ เช่น การโคลนยีน การเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนดีเอ็นเอด้วยเทคนิค PCR ทำให้เกิดผลผลิตเป็นชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่มีขนาดแตกต่างกัน ซึ่งกระบวนการส่วนใหญ่เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในหลอดทดลองผ่านกระบวนการซับซ้อนที่ใช้เวลาและต้นทุนค่อนข้างสูง ก่อนนำชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ต้องการไปใช้ศึกษาในขั้นตอนถัดไปจึงจำเป็นจะต้องได้รับการตรวจสอบด้วยการหาลำดับนิวคลีโอไทด์และนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล เพื่อยืนยันความถูกต้องของชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่เป็นผลผลิตจากการทดลอง วิธีการตรวจสอบโดยหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (Sequencing) เป็นที่นิยมใช้ตั้งแต่อดีตและได้รับการพัฒนาให้มีความทันสมัย สะดวกและรวดเร็วต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้นในปัจจุบัน



..... AGTCATCTGATCGAGACTGGG .....

แบบประเมินรายงานผลการปฏิบัติการ

เรื่อง .....

ชั้น ..... กลุ่ม .....

สมาชิกกลุ่ม

1. ..... เลขที่ .....
2. ..... เลขที่ .....
3. ..... เลขที่ .....
4. ..... เลขที่ .....
5. ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนตามความเหมาะสม จากมากที่สุดคือ 5 คะแนน ไปจนถึงน้อยที่สุดคือ 1 คะแนน

รายการประเมิน	**ระดับความคิดเห็น**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
1. ความถูกต้อง					
2. ความเชื่อมโยง					
3. การให้คำอธิบาย					
4. การตรงต่อเวลา					
รวม					
รวมทั้งหมด					

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับคะแนน	ต่ำกว่า 5 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง
ระดับคะแนน	5 – 9 คะแนน	ระดับคุณภาพ	พอใช้
ระดับคะแนน	10 - 14 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดี
ระดับคะแนน	15 - 20 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดีมาก

เกณฑ์การประเมินรายงานผลการปฏิบัติการ

เรื่องที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ
1. ความถูกต้อง	
- คำตอบถูกต้องตรงตามหลักการ ชัดเจน เข้าใจง่าย	5
- คำตอบถูกต้องตรงตามหลักการ แต่ยังใช้คำอธิบายไม่ชัดเจน	4
- คำตอบถูกต้อง ใกล้เคียงตามหลักการ	3
- คำตอบส่วนน้อยสอดคล้องกับหลักการ	2
- คำตอบไม่ตรงตามหลักการ ขาดประเด็นสำคัญ	1
2. ความเชื่อมโยง	
- คำตอบเชื่อมโยงกับเนื้อหาในบทเรียนและสถานการณ์จริง	5
- คำตอบเชื่อมโยงกับเนื้อหาในบทเรียน	4
- คำตอบเชื่อมโยงกับเนื้อหาในบทเรียนบางส่วน	3
- คำตอบส่วนใหญ่ไม่เชื่อมโยงกับเนื้อหาในบทเรียน	2
- คำตอบไม่มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาในบทเรียน	1
3. การให้คำอธิบาย	
- มีการอธิบายเพิ่มเติมและให้เหตุผลที่สอดคล้องกับคำตอบอย่างชัดเจน	5
- มีการอธิบายเพิ่มเติมและให้เหตุผลที่สอดคล้องกับคำตอบ แต่ยังไม่ชัดเจน	4
- มีการอธิบายเพิ่มเติม แต่มีเพียงส่วนน้อยที่สอดคล้องกับคำตอบ	3
- มีการอธิบายเพิ่มเติม แต่ไม่สอดคล้องกับคำตอบ	2
- ไม่มีการอธิบายคำตอบเพิ่มเติม	1
4. การตรงต่อเวลา	
- ส่งงานตรงตามกำหนดเวลา	5
- ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1-2 วัน	4
- ส่งงานช้ากว่ากำหนด 3-6 วัน	3
- ส่งงานช้ากว่ากำหนดมากกว่า 1 สัปดาห์	2
- ไม่ส่งงาน	1

แบบประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เรื่อง .....

ชั้น ..... กลุ่ม .....

สมาชิกกลุ่ม

1. ..... เลขที่ .....
2. ..... เลขที่ .....
3. ..... เลขที่ .....
4. ..... เลขที่ .....
5. ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนตามความเหมาะสม จากมากที่สุดคือ 5 คะแนน ไปจนถึงน้อยที่สุดคือ 1 คะแนน

รายการประเมิน	**ระดับความคิดเห็น**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
1. การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน					
2. การอธิบายและทำนายปรากฏการณ์					
รวม					
รวมทั้งหมด					

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับคะแนน	ต่ำกว่า 5 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง
ระดับคะแนน	5 – 6 คะแนน	ระดับคุณภาพ	พอใช้
ระดับคะแนน	7 - 8 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดี
ระดับคะแนน	9 - 10 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดีมาก

เกณฑ์การประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ
1. การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน	
- นักเรียนสามารถวิเคราะห์ ตีความ ประเมิน สร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับหลักฐาน รวมถึงตั้งสมมุติฐานและออกแบบการทดลองได้	5
- นักเรียนสามารถวิเคราะห์ ตีความ ประเมิน และสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับหลักฐานอย่างสมเหตุสมผล	4
- นักเรียนสามารถวิเคราะห์ ตีความ ประเมิน และสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับหลักฐาน แต่ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร	3
- นักเรียนสามารถวิเคราะห์ ตีความ และประเมินหลักฐานได้ แต่ขาดการสรุป	2
- นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ ตีความ ประเมิน และสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับหลักฐาน	1
2. การอธิบายและทำนายปรากฏการณ์	
- สามารถถ่ายทอดข้อเท็จจริงหรือข้อสรุป และสามารถใช้ข้อมูลทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5
- สามารถถ่ายทอดข้อเท็จจริงหรือข้อสรุป และสามารถใช้ข้อมูลทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องได้ ยังคงมีบางประเด็นที่ไม่ชัดเจน	4
- สามารถถ่ายทอดข้อเท็จจริงหรือข้อสรุปได้ชัดเจน แต่ไม่สามารถใช้ข้อมูลทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสถานการณ์ที่สอดคล้อง	3
- สามารถถ่ายทอดข้อเท็จจริงหรือข้อสรุปได้ ยังคงมีบางประเด็นที่ไม่ชัดเจน	2
- ไม่สามารถถ่ายทอดข้อเท็จจริงหรือข้อสรุป	1

แบบประเมินพฤติกรรมในชั้นเรียน

เรื่อง .....

ชั้น ..... กลุ่ม .....

สมาชิกกลุ่ม

1. ..... เลขที่ .....
2. ..... เลขที่ .....
3. ..... เลขที่ .....
4. ..... เลขที่ .....
5. ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนตามความเหมาะสม จากมากที่สุดคือ 5 คะแนน ไปจนถึงน้อยที่สุดคือ 1 คะแนน

รายการประเมิน	**ระดับความคิดเห็น**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
1. เข้าห้องเรียนตรงตามเวลา					
2. มีความใฝ่รู้ ใฝ่เรียน					
3. ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง					
4. ความร่วมมือภายในกลุ่ม					
รวม					
รวมทั้งหมด					

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับคะแนน	ต่ำกว่า 5 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง
ระดับคะแนน	5 – 9 คะแนน	ระดับคุณภาพ	พอใช้
ระดับคะแนน	10 - 14 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดี
ระดับคะแนน	15 - 20 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดีมาก

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมในชั้นเรียน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ
1. เข้าห้องเรียนตรงตามเวลา	
- สมาชิกในกลุ่มเข้าห้องเรียนตรงเวลาและครบถ้วน	5
- สมาชิกในกลุ่มเข้าห้องเรียนช้า แต่ไม่เกิน 5 นาที	4
- สมาชิกในกลุ่มเข้าห้องเรียนช้าเกินกว่า 5 นาที	3
- สมาชิกในกลุ่มเข้าห้องเรียนช้าเกินกว่า 10 นาที	2
- สมาชิกในกลุ่มไม่เข้าห้องเรียน	1
2. มีความใฝ่รู้ ใฝ่เรียน	
- นักเรียนตั้งใจเรียนและให้ความร่วมมือในการตอบคำถามดีมาก	5
- นักเรียนตั้งใจเรียนและให้ความร่วมมือในการตอบคำถามดี	4
- นักเรียนตั้งใจเรียนและให้ความร่วมมือในการตอบคำถามเพียงบางส่วน	3
- นักเรียนตั้งใจเรียน แต่ไม่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม	2
- นักเรียนไม่ตั้งใจเรียนและไม่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม	1
3. ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง	
- นักเรียนสืบหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือเพิ่มเติม	5
- นักเรียนสืบหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทั่วไปเพิ่มเติม	4
- นักเรียนสืบหาข้อมูลด้วยการถามเพื่อนกลุ่มอื่น	3
- นักเรียนสืบหาข้อมูลด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม	2
- นักเรียนไม่มีความกระตือรือร้นในการสืบหาข้อมูล	1
4. ความร่วมมือภายในกลุ่ม	
- สมาชิกในกลุ่มแบ่งงานและช่วยเหลือกันซึ่งกันและกันดีมาก	5
- สมาชิกในกลุ่มแบ่งงานและช่วยเหลือกันซึ่งกันและกันดี	4
- สมาชิกในกลุ่มแบ่งงานและช่วยเหลือกันซึ่งกันและกันเพียงบางส่วน	3
- สมาชิกในกลุ่มไม่แบ่งงานร่วมกัน	2
- สมาชิกในกลุ่มไม่ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน	1

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัยจำนวน 30 ข้อ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกคือ ก ข ค ง ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 15 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวแล้วกากบาทลงในช่องตัวอักษร ก ข ค ง ในกระดาษคำตอบที่แจกให้
3. ไม่อนุญาตให้นักเรียนเริ่มทำแบบทดสอบก่อนได้รับอนุญาต
4. ไม่อนุญาตให้นำแบบทดสอบออกนอกห้องสอบ
5. ไม่อนุญาตให้นักเรียนคัดลอกแบบทดสอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา BURAPHA UNIVERSITY

1. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบสำคัญในการสร้างรีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอ (ความจำ)

   ก. Ligase
   ข. Plasmid
   ค. Chromosome
   ง. Restriction enzyme

2. ยีนที่สนใจดังต่อไปนี้สามารถใช้เอนไซม์ชนิดใดในขั้นตอนการเตรียมพลาสมิดและยีนที่สนใจ (การวิเคราะห์)

5’-ACTTGAGGATCCGATTC-3’

3’-TGAACTCCTAGGCTAAG-5’

ตัวเลือก	ชื่อเอนไซม์	บริเวณจดจำ
ก.	ECO R1	5’-G|AATTC-3’ 3’-CTTAA|G-5’
ข.	Bam H1	5’-G|GATCC-3’ 3’-CCTAG|G-5’
ค.	Bal I	5’-TGG|CCA-3’ 3’-ACC|GGT-5’
ง.	Sma I	5’-CCC|GGG3’ 3’GGG|CCC5’

3. ในกระบวนการ PCR ที่ใช้การเพิ่ม-ลดอุณหภูมิ 12 รอบ ทำให้ภายในหลอดทดลองมีโมเลกุลดีเอ็นเอทั้งหมดกี่โมเลกุล (การวิเคราะห์)

   ก. 128
   ข. 1024
   ค. 2048
   ง. 4096

4. เพราะเหตุใดการใช้อุณหภูมิในขั้นตอนการจับบนดีเอ็นเอของไพร์เมอร์ (annealing) จึงมีอุณหภูมิที่ไม่แน่นอน (การวิเคราะห์)

   ก. ขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
   ข. ขึ้นอยู่กับความยาวและชนิดของนิวคลีโอไทด์บนไพรเมอร์
   ค. ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสภาพอากาศในช่วงที่ทำการทดลอง
   ง. เนื่องจาก เมื่อลดอุณหภูมิลงมาแล้วจะทำให้อุณหภูมิไม่คงที่

5. สมชายและแก้วตาทำการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอโดยใช้วิธี PCR แต่หลังจากตรวจสอบผลด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส สมชายพบว่าขนาดของแถบดีเอ็นเอไม่คมชัดเหมือนของแก้วตา สมชายควรทำอย่างไร (การคิดสร้างสรรค์)
   ก. เพิ่มปริมาณไพร์เมอร์
   ข. เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอแม่แบบ
   ค. เพิ่มเวลาที่ใช้ในระหว่างเพิ่มอุณหภูมิของขั้นตอนสุดท้าย
   ง. ปรับอุณหภูมิในขั้นตอนการจับสายดีเอ็นเอแม่แบบของไพรเมอร์
6. หากนักเรียนเป็นนักวิจัยที่ต้องเร่งวิเคราะห์ขนาดดีเอ็นเอให้เสร็จภายใน 2 ชั่วโมง แต่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง นักเรียนจะทำอย่างไรเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลได้ทันเวลา (การคิดสร้างสรรค์)
   ก. สอบถามผู้มีประสบการณ์
   ข. ใช้ถ่านไฟฉายแทนเครื่องจ่ายไฟฟ้า
   ค. ไม่สามารถทำงานให้เสร็จทันเวลาได้
   ง. ย้ายชุดการทดลองไปยังสถานที่ใกล้เคียงที่การจ่ายกระแสไฟฟ้าเป็นปกติ
7. ข้อความคู่ใดต่อไปนี้ถูกต้อง เกี่ยวกับการแยกขนาดของดีเอ็นเอ (ความจำ)
   ก. Agarose gel - RNA
   ข. Agarose gel - DNA
   ค. Polyacrylamide gel - DNA และ RNA
   ง. Polyacrylamide gel – Protein และ DNA
8. การแยกขนาดดีเอ็นเอด้วยสนามไฟฟ้า ส่งผลให้โมเลกุลดีเอ็นเอเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามข้อใดต่อไปนี้ (ความเข้าใจ)
   A. จากขั้วลบ ไปยัง ขั้วบวก
   B. จากขั้วบวก ไปยัง ขั้วลบ
   C. ทิศทางจากหัวเจล ไปยัง ท้ายเจลเสมอ

   ก. A. เท่านั้น
   ข. B. เท่านั้น
   ค. A. และ C.
   ง. A., B. และ C.

9. เทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิสใช้คุณสมบัติใดของดีเอ็นเอในการแยกขนาด (ความเข้าใจ)

A. ความยาวของพอลินิวคลีโอไทด์

B. ประจุบวกบนพอลินิวคลีโอไทด์

C. ประจุลบบนพอลินิวคลีโอไทด์

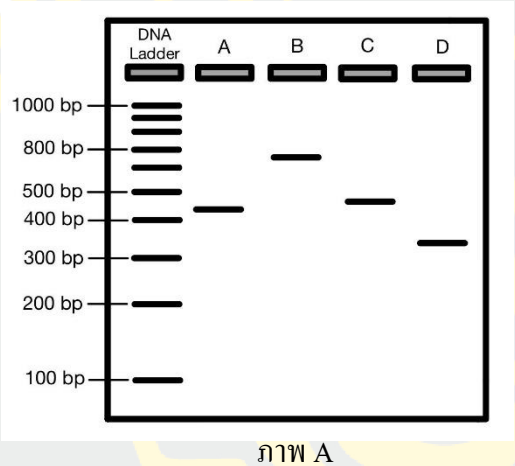
ก. A. และ B.

ข. A. และ C.

ค. B. และ C.

ง. A. B. และ C.

10. จากภาพข้อใดคือแถบดีเอ็นเอที่มีขนาด 490 คู่เบส (การวิเคราะห์)



ภาพ A

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

11. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการนำเอาเทคโนโลยีทางดีเอ็นมาประยุกต์ใช้ในเชิงเภสัชกรรม (ความจำ)

ก. สะดวกและรวดเร็ว

ข. ผลิตได้ปริมาณมาก

ค. สามารถลดต้นทุนในการผลิต

ง. สามารถผลิตได้ภายในสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิด

12. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับการบำบัดด้วยยีน (ความเข้าใจ)

ก. มีความปลอดภัยสูง

ข. สามารถทำได้ภายนอกร่างกาย

ค. ใช้ไวรัสแทรกเข้าไปภายในเซลล์ของมนุษย์

ง. เป็นการถ่ายยีนที่เป็นปกติเข้าไปในเซลล์ที่แสดงอาการผิดปกติ

13. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)
    ก. การตรวจแก้จีโนม - การตรวจสอบโรคและแก้ไขยีนที่ผิดปกติ
    ข. การบำบัดด้วยยีน - การถ่ายทอดยีนที่สามารถลดการแสดงออกของยีนที่ผิดปกติ
    ค. การบำบัดด้วยยีน - การถ่ายทอดยีนที่เป็นปกติเข้าไปในเนื้อเยื่อที่แสดงอาการผิดปกติ
    ง. การตรวจแก้จีโนม - การรักษาโรคโดยการแก้ไขเฉพาะตำแหน่งที่เกิดมิวเมชันภายในยีน
14. ในการรักษาโรคหายากชนิดหนึ่ง ซึ่งมีสาเหตุมาจากมิวเทชันระดับยีน นักเรียนคิดว่าวิธีใดคือวิธีที่เหมาะสมสำหรับการรักษาโรคดังกล่าว (การประยุกต์ใช้)
    ก. พีซีอาร์
    ข. ยีนบำบัด
    ค. การตรวจแก้จีโนม
    ง. เจลอิเล็กโทรฟอรีซิส
15. ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้าที่ระบุว่ามีส่วนผสมของดีเอ็นเอ สามารถช่วยฟื้นฟูและบำรุงผิวหน้าได้จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด (การประยุกต์ใช้)
    ก. ไม่จริง เนื่องจาก ดีเอ็นเอไม่สามารถแทรกเข้าสู่เซลล์ได้โดยตรง
    ข. จริง เนื่องจาก ดีเอ็นสามารถเข้าไปเติมเต็มบริเวณที่เกิดความเสียหายได้
    ค. จริง เนื่องจาก ดีเอ็นเอสามารถเข้าไปซ่อมแซมบริเวณที่เกิดความผิดปกติได้
    ง. ไม่จริง เนื่องจาก ต้องอาศัยการทำงานของเอนไซม์อื่น ๆ ภายในเซลล์ทำงานร่วมกัน
16. การตรวจสอบเชื้อไวรัส โดยใช้เอนไซม์ reverse transcriptase ในการจำลองสาย RNA และเพิ่ม-ลดอุณหภูมิ เพื่อเพิ่มจำนวนของไวรัสและตรวจสอบชนิดของโปรตีนที่ถูกสร้างขึ้น สามารถเรียกวิธีการดังกล่าวว่าอะไร (ความเข้าใจ)
    ก. PCR
    ข. RFLP
    ค. Gel electrophoresis
    ง. DNA/RNA fingerprint
17. การยืนยันการติดเชื้อแบคทีเรียของผู้ป่วย ควรวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ในบริเวณใด (การประยุกต์ใช้)
    ก. ลำดับเบสของของพลาสมิด
    ข. ลำดับเบสจากไรโบโซมของแบคทีเรีย
    ค. ลำดับเบสที่กำหนดการสังเคราะห์โปรตีนของแบคทีเรีย
    ง. ลำดับเบสของยีน cytochrome oxidase subunit I ในไมโทคอนเดรีย

18. โรคใดต่อไปนี้ไม่สามารถวิเคราะห์โดยใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ (ความเข้าใจ)

ก. เอดส์
ข. มาลาเรีย
ค. ทาลัสซีเมีย
ง. กล้ามเนื้ออักเสบ

19. นักเรียนคิดว่าในอนาคตเราอาจจะใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในการรักษาโรคใดได้ (การประเมินค่า)

ก. โรคอ้วน
ข. โรคเอดส์
ค. นิ่วในถุงน้ำดี
ง. ดาวน์ซินโดรม

20. ข้อใดต่อไปนี้เป็นประโยชน์ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ (การประยุกต์ใช้)

ก. การสร้างจุลินทรีย์ผลิต growth hormone
ข. การถ่ายฝากตัวอ่อน
ค. การโคลนแม่พันธุ์วัว
ง. การผสมเทียม

21. นักวิทยาศาสตร์ค้นพบยีนชนิดหนึ่งในจีโนมของเบอรี่ป่า ซึ่งสามารถผลิตสารต้านมะเร็งได้ในส้มสายน้ำผึ้ง นักวิทยาศาสตร์จึงทำการถ่ายยีนลงไปในจีโนมของส้มสายน้ำผึ้ง โดยใช้กระบวนการในข้อใด (การประยุกต์ใช้)

ก. Gel electrophoresis
ข. Genetic engineering
ค. Natural selection
ง. Selective breeding

22. พืชสายพันธุ์ A ไวต่อการติดเชื้อรา ต่างกันกับพืชสายพันธุ์ B ที่สามารถผลิตโปรตีนทำลายเชื้อราได้ ข้อใดต่อไปนี้เป็นวิธีการสร้างพืชสายพันธุ์ A ให้สายสามารถต้านทานเชื้อราได้ (การประยุกต์ใช้)

ก. ถ่ายทอดยีนผลิตโปรตีนทำลายเชื้อราจากพืชสายพันธุ์ B ให้พืชสายพันธุ์ A
ข. สกัด DNA ของพืชสายพันธุ์ B ผสมกับปุ๋ยและเทลงบนดินบริเวณโดยรอบของพืชสายพันธุ์ A
ค. สร้างดีเอ็นเอของเชื้อราให้เกิดการกลายพันธุ์ และถ่ายทอดเข้าไปในจีโนมของพืชสายพันธุ์ A
ง. นำสารละลายดีเอ็นเอของพืชสายพันธุ์ B ฉีดพรมบนพืชสายพันธุ์ A ให้เกิดการดูดซึมผ่านทางปากใบ

23. ลายพิมพ์ดีเอ็นเอใช้ข้อมูลใดในการบ่งชี้ความแตกต่างของสิ่งมีชีวิต (ความเข้าใจ)

ก. Protein
ข. tRNA
ค. Gene
ง. mRNA

24. DNA fingerprint ใช้สำหรับกรณีใด (ความจำ)

ก. ความสัมพันธ์ทางสายเลือดระหว่างบุคคล

ข. หาเบาะแสของคนร้ายในที่เกิดเหตุ

ค. ตรวจสอบความเป็นพ่อ-แม่

ง. ถูกทุกข้อ

25. ข้อใดคือกระบวนการสำคัญของการใช้ DNA ในที่เกิดเหตุเพื่อระบุตัวตนของผู้ต้องสงสัย (การประยุกต์ใช้)

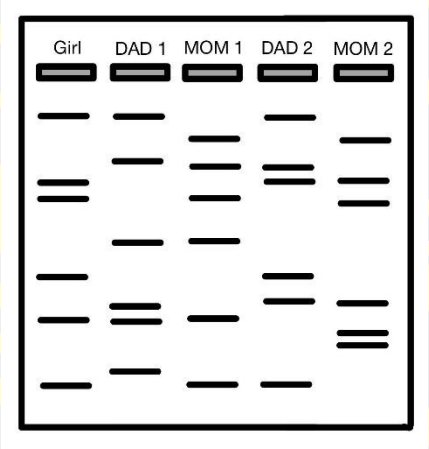
ก. Polymerase Chain Reaction

ข. Gel electrophoresis

ค. Restriction enzyme

ง. RFLP

26. จากการทำ DNA fingerprint เพื่อวิเคราะห์ความเป็นพ่อแม่ลูกดังภาพ B ข้อใดคือคู่ที่เป็นพ่อและแม่ที่แท้จริงของเด็กหญิงเอ (การวิเคราะห์)



ภาพ B

ก. DAD 1 และ MOM 1

ข. DAD 1 และ MOM 2

ค. MOM 1 และ DAD 2

ง. MOM 2 และ DAD 2

27. นางสายสมรหายตัวไปอย่างลึกลับในกลางดึกของคืนวันหนึ่ง ตำรวจจึงต้องการ DNA ของเธอเพื่อหาเบาะแสที่เป็นประโยชน์ ตำรวจควรเก็บตัวอย่างดีเอ็นเอจากที่ใด (การประยุกต์ใช้)

ก. รองเท้ากีฬา

ข. แปรงหวีผม

ค. หมอนในห้องนอน

ง. จานและช้อนส้อมในตู้เก็บจาน

28. นายสมศักดิ์ได้พบกับนางสาวพิมพ์ใจและดูเหมือนว่าเธอจะเป็นน้องสาวที่หายไปเมื่อ 15 ปีก่อน นายสมศักดิ์ควรทำอย่างไร เพื่อพิสูจน์ข้อสงสัยของตนเอง (การประยุกต์ใช้)

ก. ตรวจสอบหมู่เลือด

ข. ตรวจสอบโรคทางพันธุกรรม

ค. เปรียบเทียบลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

ง. ตรวจสอบด้วยวิธีการ karyotype

29. ข้อความในข้อใดส่งผลให้เกิดประเด็นทางสังคมจากการใช้พืชดัดแปรพันธุกรรมได้มากที่สุด (ความเข้าใจ)

ก. ผลระยะยาวของการใช้พืชดัดแปรพันธุกรรม

ข. การดัดแปรพันธุกรรมเพื่อลดการใช้ยากำจัดศัตรูพืช

ค. การใช้พืชดัดแปรพันธุกรรมเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต

ง. การดัดแปรพันธุกรรมเพื่อสร้างอาหารสำหรับกลุ่มผู้ขาดแคลนอาหาร

30. นักวิจัยต้องการพัฒนาวิธีการคัดกรองภาวะเอดส์ที่สามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ข้อใดเป็นผลที่อาจจะเกิดขึ้นหลังจากการวิจัยนี้สำเร็จ (การคิดสร้างสรรค์)

A. การจำกัดสิทธิ์ของผู้ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลและใช้ประโยชน์จากข้อมูล

B. จริยธรรมในการรักษาโรค ซึ่งเป็นสิทธิส่วนบุคคล

C. จริยธรรมในการยุติการตั้งครรภ์

ก. A. และ B.

ข. A. และ C.

ค. B. และ C.

ง. A., B. และ C.

เฉลยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1. ค.
2. ข.
3. ง.
4. ข.
5. ง.
6. ข.
7. ข.
8. ก.
9. ข.
10. ค.
11. ง.
12. ก.
13. ง.
14. ค.
15. ก.
16. ก.
17. ค.
18. ง.
19. ข.
20. ก.
21. ข.
22. ก.
23. ค.
24. ง.
25. ง.
26. ค.
27. ข.
28. ค.
29. ก.
30. ข.

มหาวิทยาลัยบูรพา BURAPHA UNIVERSITY

แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบวัดแบบเลือกสองลำดับชั้น จำนวน 12 ข้อ โดยเป็นแบบทดสอบตัวเลือกสองลำดับชั้น ภายใน 1 ข้อ ประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นการเลือกคำตอบจาก 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค และ ง

ส่วนที่ 2 เป็นการเลือกเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนแรก

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวแล้วกากบาทลงในช่องตัวอักษร ก ข ค และ ง ในกระดาษคำตอบที่แจกให้

3. ไม่อนุญาตให้นักเรียนเริ่มทำแบบทดสอบก่อนได้รับอนุญาต

4. ไม่อนุญาตให้นำแบบทดสอบออกนอกห้องสอบ

5. ไม่อนุญาตให้นักเรียนคัดลอกแบบทดสอบ

1. จากการทดลองวัดอัตราการคายน้ำของพืชชนิดหนึ่ง โดยให้แต่ละกิ่งมีจำนวนใบเท่ากันและมีพื้นที่รวมของผิวใบเท่ากัน โดยทำการทดลองดังนี้

กิ่งที่ 1 ไม่ทาวาสลีน

กิ่งที่ 2 ทาวาสลีนที่ผิวใบด้านบนและผิวใบด้านล่างของทุกใบ

กิ่งที่ 3 ทาวาสลีนที่ผิวใบด้านบนทุกใบ

กิ่งที่ 4 ทาวาสลีนที่ผิวใบด้านล่างทุกใบ

เมื่อนำแต่ละกิ่งมาทำการทดลองวัดอัตราการคายน้ำ กิ่งใดจะมีการคายน้ำน้อยที่สุด

ก. กิ่งที่ 1
ข. กิ่งที่ 2
ค. กิ่งที่ 3
ง. กิ่งที่ 4

เพราะเหตุใด

ก. วาสลีนช่วยป้องกันการระเหยของน้ำ
ข. วาสลีนทำหน้าที่คล้ายแว็กซ์ที่อยู่บนใบไม้
ค. วาสลีนกระตุ้นให้เกิดการทำงานที่ผิดปกติ
ง. วาสลีนเป็นสารประเภทลิพิด ซึ่งไม่ละลายในน้ำ น้ำจึงไม่สามารถแทรกผ่านลิพิดออกมาได้

2. น้ำหวานได้ลูกสุนัขมาเป็นของขวัญวันเกิดชื่อว่า โกโก้ น้ำหวานเรียกเจ้าโกโก้ แต่มันก็ไม่เดินมาหาน้ำหวาน น้ำหวานอยากเล่นกับมันมาก เธอจึงใช้กระดิ่งเพื่อทำให้โกโก้สนใจ แต่โกโก้ก็ไม่สนใจ เธอเหลือบไปเห็นไก่ป๊อป เธอจึงสั่นกระดิ่งพร้อมกับยื่นไก่ป๊อปให้โกโก้ โกโก้สนใจอาหารแล้ววิ่งเข้ามาหาเธอ เธอดีใจมากจึงหยิบไก่ป๊อปโกโก้พร้อมกับสั่นกระดิ่งไปเรื่อย ๆ นักเรียนคิดว่าจากนี้ไปสถานการณ์ใดที่จะทำให้โกโก้มาหาน้ำหวาน

ก. เมื่อมีอาหาร
ข. เมื่อน้ำหวานเรียก
ค. เมื่อสั่นกระดิ่ง
ง. เมื่อสั่นกระดิ่งและให้อาหาร

เพราะเหตุใด

ก. โกโก้เกิดการเรียนรู้เงื่อนไขที่น้ำหวานสร้างขึ้น
ข. โกโก้เกิดการเรียนรู้ว่าจะได้กินอาหาร
ค. เป็นธรรมชาติของสุนัขเมื่อหิว
ง. โกโก้เริ่มคุ้นเคยกับน้ำหวาน

3. แก้วได้รับปลามาชนิดหนึ่ง แก้วไม่อยากให้มันตาย แก้วจึงนำเปิดน้ำจากก็อกใส่กะละมังให้ปลาอยู่ชั่วคราว หากปลาชนิดนี้เป็นปลาน้ำเค็มจะเกิดอะไรขึ้นในเวลาต่อมา

ก. ปลาตาย
ข. ปลายว่ายน้ำปกติ
ค. ปลาจะหายใจถี่ขึ้น
ง. ปลาจะว่ายน้ำช้าลง

เพราะเหตุใด

ก. ปลาเกิดการปรับตัว
ข. ปลาต้องรักษาสมดุลของร่างกาย
ค. ทำให้การทำงานของระบบต่าง ๆ ผิดปกติ
ง. น้ำออสโมซิสเข้าไปภายในเซลล์ ทำให้เซลล์แตก

4. เซลล์สาหร่ายเป็นเซลล์พืชหนึ่งที่มีความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์ 0.8 M ถ้าจะศึกษาปรากฏการณ์การเต่งของเซลล์จะต้องเลี้ยงเซลล์สาหร่ายในสารละลายที่มีความเข้มข้นเท่าใด

ก. 0.7 M
ข. 0.4 M
ค. 1.0 M
ง. 1.2 M

เพราะเหตุใด

ก. ภายในเซลล์มีความเข้มข้นมากกว่า จึงส่งผลให้น้ำออสโมซิสเข้าไปในเซลล์
ข. ภายในเซลล์มีความเข้มข้นมากกว่า จึงส่งผลให้น้ำออสโมซิสออกจากเซลล์
ค. ภายในเซลล์มีความเข้มข้นน้อยกว่า จึงส่งผลให้น้ำออสโมซิสเข้าไปในเซลล์
ง. ภายในเซลล์มีความเข้มข้นน้อยกว่า จึงส่งผลให้น้ำออสโมซิสออกจากเซลล์

5. จากการทดลองการจัดกระทำกับนมวัว ดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 นมวัว
การทดลองที่ 2 นมวัว + น้ำมะนาว

นักเรียนคิดว่าเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร

ก. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
ข. การทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 ตกตะกอน
ค. การทดลองที่ 1 ไม่ตกตะกอน ส่วนการทดลองที่ 2 ตกตะกอน
ง. การทดลองที่ 1 ตกตะกอน ส่วนการทดลองที่ 2 ไม่ตกตะกอน

เพราะเหตุใด

ก. เวลาที่ตั้งทิ้งไว้ยังไม่มากพอ

ข. โปรตีนเกิดการเสียสภาพจากกรด

ค. โปรตีนเสียสภาพจากการทำปฏิกิริยากับสารบางชนิด

ง. โปรตีนเกิดการเสียสภาพเมื่ออยู่ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน

6. จากการทดลองเลี้ยงหนู 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เลี้ยงด้วยโปรตีนจากข้าวโพด

กลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยโปรตีนจากน้ำนม

กลุ่มที่ 3 เลี้ยงด้วยโปรตีนทั้ง 2 ชนิด ทั้งจากข้าวโพดและน้ำนม

นักเรียนคิดว่าหนูจะกลุ่มใดจะมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยมากที่สุด

ก. กลุ่มที่ 1

ข. กลุ่มที่ 3

ค. กลุ่มที่ 2

ง. ทุกกลุ่มมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากัน

เพราะเหตุใด

ก. โปรตีนจากข้าวโพดเป็นกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นจำนวนมาก

ข. โปรตีนจากน้ำนมประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วน

ค. โปรตีนจากข้าวโพดประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วน

ง. โปรตีนจากน้ำนมประกอบด้วยกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นจำนวนน้อย

7. ในขั้นตอนต่อสายดีเอ็นเอ หากเลือกปรับอุณหภูมิไว้ที่ 75 °C จะส่งผลต่อการทดลองอย่างไร

ก. แถบดีเอ็นเอมีปริมาณน้อยกว่าที่เคยเป็น

ข. แถบดีเอ็นเอมีความชัดเจนมากกว่าเดิม

ค. ไม่ส่งผลต่อปริมาณแถบดีเอ็นเอ

ง. ไม่เกิดแถบดีเอ็นเอ

เพราะเหตุใด

ก. ไพรเมอร์ไม่สามารถทำงานได้

ข. เอนไซม์พอลิเมอเรสไม่สามารถทำงานได้

ค. นิวคลีโอไทด์ไม่สามารถจับดีเอ็นเอสายแม่แบบได้

ง. เอนไซม์พอลิเมอเรสทำงานได้ แต่ไม่มีประสิทธิภาพ

8. นักเรียนไปท่องเที่ยวในวันหยุดด้วยการเดินป่า นักเรียนทราบมาว่าระยะทางจากจุดเริ่มต้นไปจนถึงจุดพักจะยาวไกลและใช้เวลานานมาก นักเรียนควรจะเตรียมเครื่องดื่มชนิดใดติดตัวไปในขณะเดินทาง

ก. ชา
ข. กาแฟ
ค. น้ำแดง
ง. น้ำเปล่า

เพราะเหตุใด

ก. ช่วยลดอาการเหนื่อยล้าได้
ข. ทำให้ร่างกายมีพลังงานในการเดินป่า
ค. ทำให้ร่างกายรู้สึกสดชื่น กระปรี้กระเปร่า
ง. เครื่องดื่มที่ชอบจะทำให้มีความสุขกับการเดินทาง

9. เย็นวันหนึ่งนักเรียนจะต้องออกไปพบปะสังสรรค์กับเพื่อน โดยมีการนัดกันใส่เสื้อประจำกลุ่มสีขาว แต่ก่อนจะถึงเวลานัด 1 ชั่วโมง นักเรียนเผลอน้ำแดงหกลงบนเสื้อ นักเรียนจะทำอย่างไรเพื่อแก้ไขสถานการณ์ดังกล่าว

ก. ซักเสื้อ
ข. ใส่เสื้อคลุม
ค. ใช้ทิชชู่ซับหลาย ๆ ครั้ง
ง. ซักด้วยน้ำเปล่าแค่บริเวณที่เปื้อน

เพราะเหตุใด

ก. น้ำเปล่าเป็นตัวทำละลายของน้ำตาลได้
ข. น้ำตาลละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว
ค. น้ำตาลสามารถเกิด imbibition ได้
ง. น้ำตาลสามารถออสโมซิสได้

10. หากวิชัยรับประทานสุราเป็นประจำจะส่งผลต่ออวัยวะใดมากที่สุด

ก. ตับ
ข. ม้าม
ค. เม็ดเลือดขาว
ง. กระเพาะอาหาร

เพราะเหตุใด

ก. ดูดซับสารพิษ
ข. มี SER ที่กำจัดสารพิษ
ค. กำจัดแอลกอฮอล์ออกจากเลือด
ง. มีการดูดซึมแอลกอฮอล์เป็นที่แรก

11. ข้อใด<u>ไม่</u>จำเป็นในการโคลนยีนโดยใช้เทคนิค Polymerase chain reaction

ก. tRNA
ข. ไพรเมอร์
ค. นิวคลีโอไทด์
ง. DNA polymerase

เพราะเหตุใด

ก. เป็นองค์ประกอบที่ทำงานในกระบวนการ Translation

ข. เป็นองค์ประกอบที่ทำงานในกระบวนการ Replication

ค. เป็นองค์ประกอบที่ทำงานในกระบวนการ Transcription

ง. เป็นองค์ประกอบที่ทำงานในกระบวนการ RNA processing

12. เด็กชายปริญไปรับประทานหมูกระทะด้วยความหิวโหย เขาวางหมูลงไปหลายชิ้นมาก เด็กชายปริญจะต้องทำอย่างไรจึงจะทราบว่าหมูชิ้นไหนจะได้กินเร็วที่สุด

ก. ชิ้นที่กลายเป็นสีขาวทั่วทั้งชิ้น

ข. ชิ้นที่ด้านใดด้านหนึ่งเป็นสีขาว

ค. ชิ้นที่เห็นลายเส้นบนเนื้อชัดเจน

ง. ชิ้นที่มีสีน้ำตาลติดอยู่นิดหน่อย

เพราะเหตุใด

ก. โปรตีนเสียสภาพแล้ว

ข. มั่นใจได้ว่าสุกแน่นอน

ค. อย่างไรก็ตามควรรับประทานอาหารที่มั่นใจว่าสุกแล้ว

ง. โปรตีนเสียสภาพจากอุณหภูมิที่สูงพอจะสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์

เฉลยแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ส่วนที่ 1	ส่วนที่ 2
1.	ข.	ง.
2.	ค.	ก.
3.	ก.	ง.
4.	ข.	ก.
5.	ค.	ข.
6.	ค.	ข.
7.	ก.	ง.
8.	ค.	ข.
9.	ง.	ก.
10.	ก.	ข.
11.	ก.	ก.
12.	ก.	ง.

มหาวิทยาลัยบูรพา BURAPHA UNIVERSITY

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ให้ผู้เรียนตอบคำถามทุกข้อตามความเป็นจริง ข้อมูลจากผู้เรียนไม่มีถูกหรือผิด คำตอบของผู้เรียนจะเป็นความลับและไม่ส่งผลกระทบต่อการเรียน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

☐ เพศชาย ☐ เพศหญิง

ตอนที่ 2 ให้พิจารณาข้อความต่อไปนี้และทำเครื่องหมาย ✓ ที่ตรงกับระดับความความพึงพอใจของผู้เรียน

ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วย
ระดับ 3 หมายถึง ไม่แน่ใจ
ระดับ 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย
ระดับ 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านผู้สอน					
1. ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย					
2. ผู้สอนจัดลำดับเนื้อหาจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก					
3. ผู้สอนจัดเตรียมเนื้อหา สื่อ หรือข้อมูลที่น่าสนใจให้กับผู้เรียนเสมอ					
4. ผู้สอนมีการสอดแทรกคุณธรรมและจริธรรมให้กับผู้เรียน					
5. ผู้สอนกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นหรือเกิดกระบวนการคิดด้วยการตั้งคำถาม					
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
1. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน					
2. รูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น					
3. ระยะเวลาที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
4. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการใช้เหตุผลของผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น					
ด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้					
1. มีการใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน					
2. ผู้เรียนสามารถใช้แหล่งข้อมูลในการสืบค้นได้อย่างอิสระ					
3. ผู้สอนใช้สื่อการเรียนการสอนที่หลากหลาย					
4. สื่อการสอนมีความน่าสนใจ ทำให้เกิดความสนใจต่อบทเรียน					
5. สื่อการสอนเหมาะสมกับเนื้อหาในบทเรียน					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านการวัดและประเมินผล					
1. ผู้เรียนได้รับการประเมินผลการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ					
2. การวัดและประเมินผลมีความชัดเจน ตรวจสอบได้					
3. เครื่องมือการประเมินเหมาะสมกับผู้เรียน					
4. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีระดับความยากง่ายที่เหมาะสม					
5. มีการวัดผลจากผลงานของผู้เรียน					