



การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

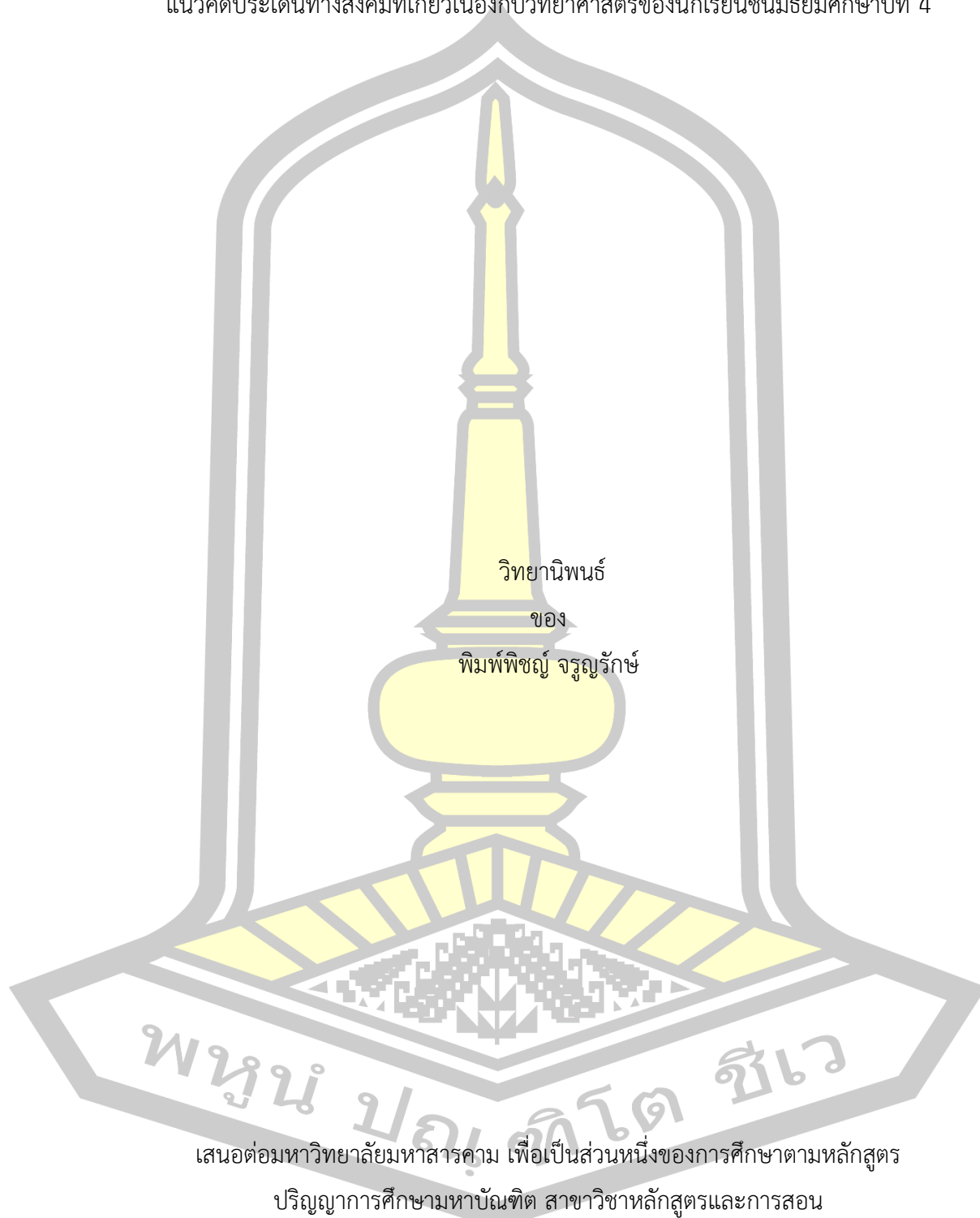
วิทยานิพนธ์
ของ
พิมพ์พิชญ์ จรุงรักษ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

สิงหาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

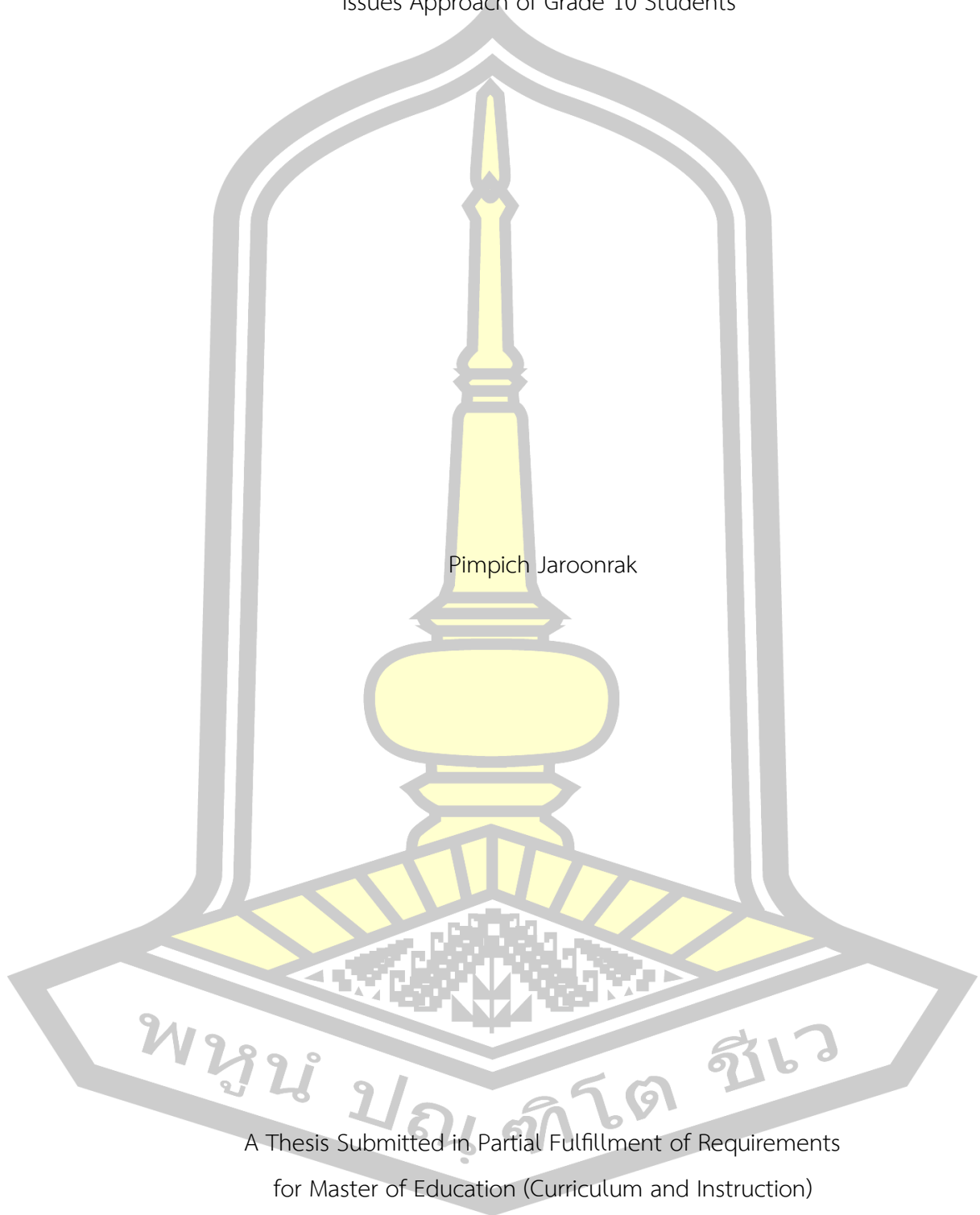
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

สิงหาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Scientific Reasoning Ability and Attitude Using Socioscientific
Issues Approach of Grade 10 Students

Pimpich Jaroonrak



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Curriculum and Instruction)

August 2025

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวพิมพ์พิชญ์ จรุง
รักษ์ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. ชนดล ภูสีฤทธิ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. มานิตย์ อาษานอก)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. รัฐส่าน เลหาสุรโยธิน)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(รศ. ดร. วนิตา ผาระนัต)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแพง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(ผศ. ดร. พลเดช เขาวรัตน์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		
ผู้วิจัย	พิมพ์พิชญ์ จรุงรักษ์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานิตย์ อาษานอก		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ 2) เพื่อศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 9 แผน รวม 12 ชั่วโมง 2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3) แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 4) แบบบันทึกอนุทิน และ 5) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 20 คน มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 35.00 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 และ 2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทั้ง 6 ด้านเท่ากับ 4.20 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77 โดยด้านการเป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางสูงที่สุด รองลงมาคือ ด้านความมีเหตุผล ด้านการเป็นบุคคลที่ใจกว้าง ด้านการเป็นบุคคลที่มี

ความอยากรู้อยากเห็น ด้านความเพียรพยายามและด้านความละเอียดรอบคอบตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

คำสำคัญ : ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์, เจตคติทางวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์, การวิจัยเชิงปฏิบัติการ



TITLE	The Development of Scientific Reasoning Ability and Attitude Using Socioscientific Issues Approach of Grade 10 Students		
AUTHOR	Pimpich Jaroonrak		
ADVISORS	Assistant Professor Manit Asanok , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Curriculum and Instruction
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2025

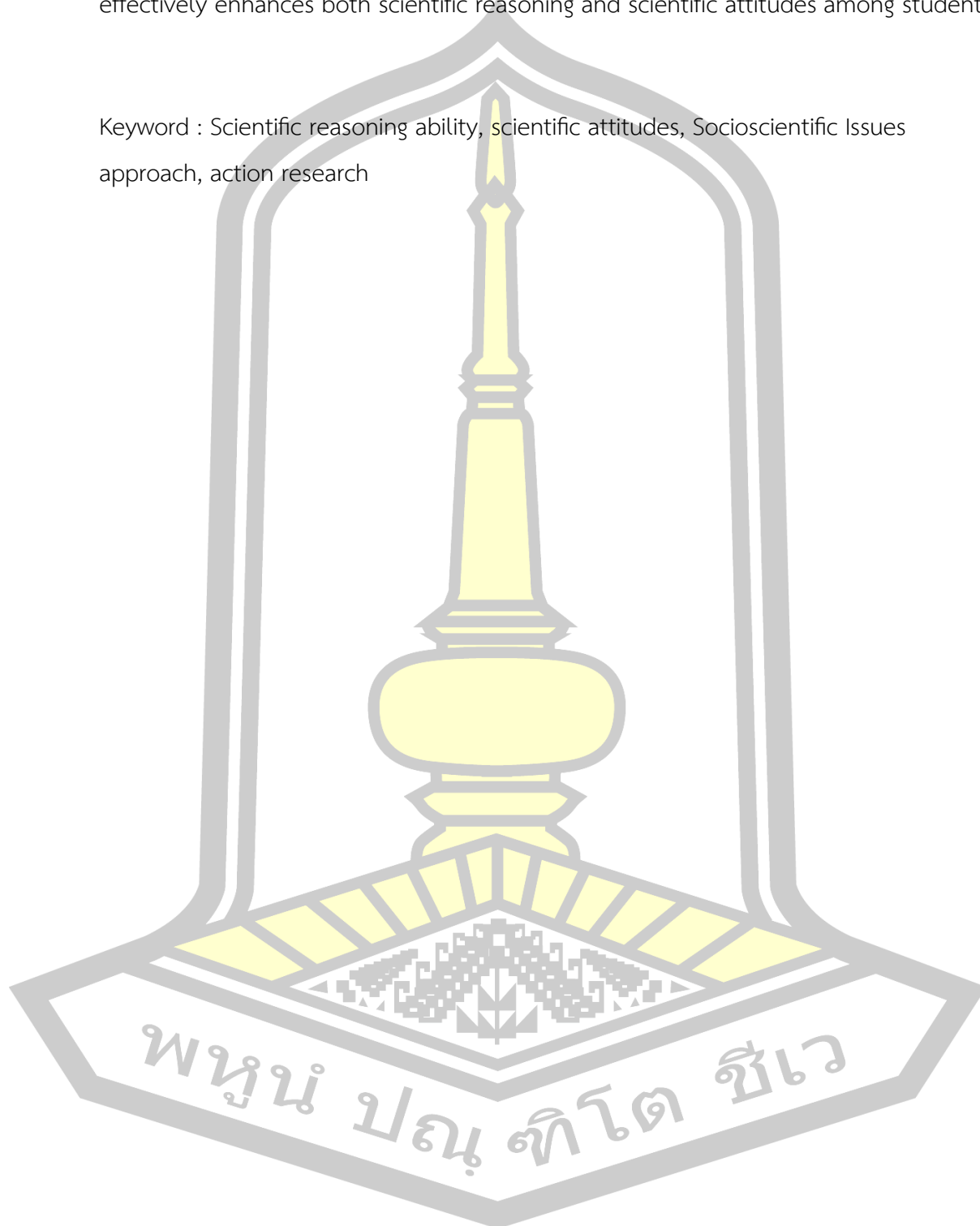
ABSTRACT

This action research aimed to 1) to enhance Grade 10 students' scientific reasoning ability to reach at least 70% of the total score, and 2) to examine their scientific attitudes after participating in learning activities based on the Socioscientific Issues (SSI) approach. The target group consisted of 20 students whose scientific reasoning scores were below the specified criterion. Research instruments included 1) a set of 9 lesson plans totaling 12 instructional hours, designed under the Socioscientific Issues approach on the topic of DNA technology, 2) a scientific reasoning test, 3) a scientific attitude scale, 4) a learning journal template, and 5) a semi-structured interview protocol. Data were analyzed using basic statistics, including mean, percentage, and standard deviation.

The research findings revealed that 1) the scientific reasoning ability of the 20 target students improved following the implementation of the SSI-based learning approach. In the first action cycle, 3 students (15.00%) met 70% of the total score; in the second cycle, 7 students (35.00%) met 70% of the total score; and in the third cycle, 18 students (90.00%) met 70% of the total score. 2) The students' scientific attitudes after participating in learning activities based on the Socioscientific Issues approach were at a high level, with an overall mean score of 4.20 and a standard deviation of 0.77. The highest-rated aspect was honesty and impartiality, followed by rational thinking, open-mindedness, curiosity, perseverance and carefulness,

respectively. These results show that implementing the Socioscientific Issues approach effectively enhances both scientific reasoning and scientific attitudes among students.

Keyword : Scientific reasoning ability, scientific attitudes, Socioscientific Issues approach, action research



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนดล ภูสีฤทธิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐส่าน เล่าหสุโยธินและรองศาสตราจารย์ ดร.วนิดา ผาระนัต คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ แนวทางในการศึกษาค้นคว้าและกำลังใจจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสงค์ สายหงษ์ นายประสิทธิ์ เศษวงค์ นางเพื่อนอารีย์ วิเศษนคร นางสาวนครราช เทียนเพชรและนายกฤตภาส บุญโยธาที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบคุณผู้อำนวยการสถานศึกษาและคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโรงเรียนมัธยมพรสำราญ จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลอำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณแม่สุภาพชน ชันหอด ญาติพี่น้องและเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเป็นแรงผลักดันแก่ผู้วิจัยตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดาและบูรพาจารย์ที่ให้การศึกษาอบรมสั่งสอน ให้สติปัญญาและคุณธรรม ส่งผลให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตและมีเครื่องขึ้นำการดำเนินชีวิตที่ดีงาม

พิมพ์พิชญ์ จรูญรักษ์

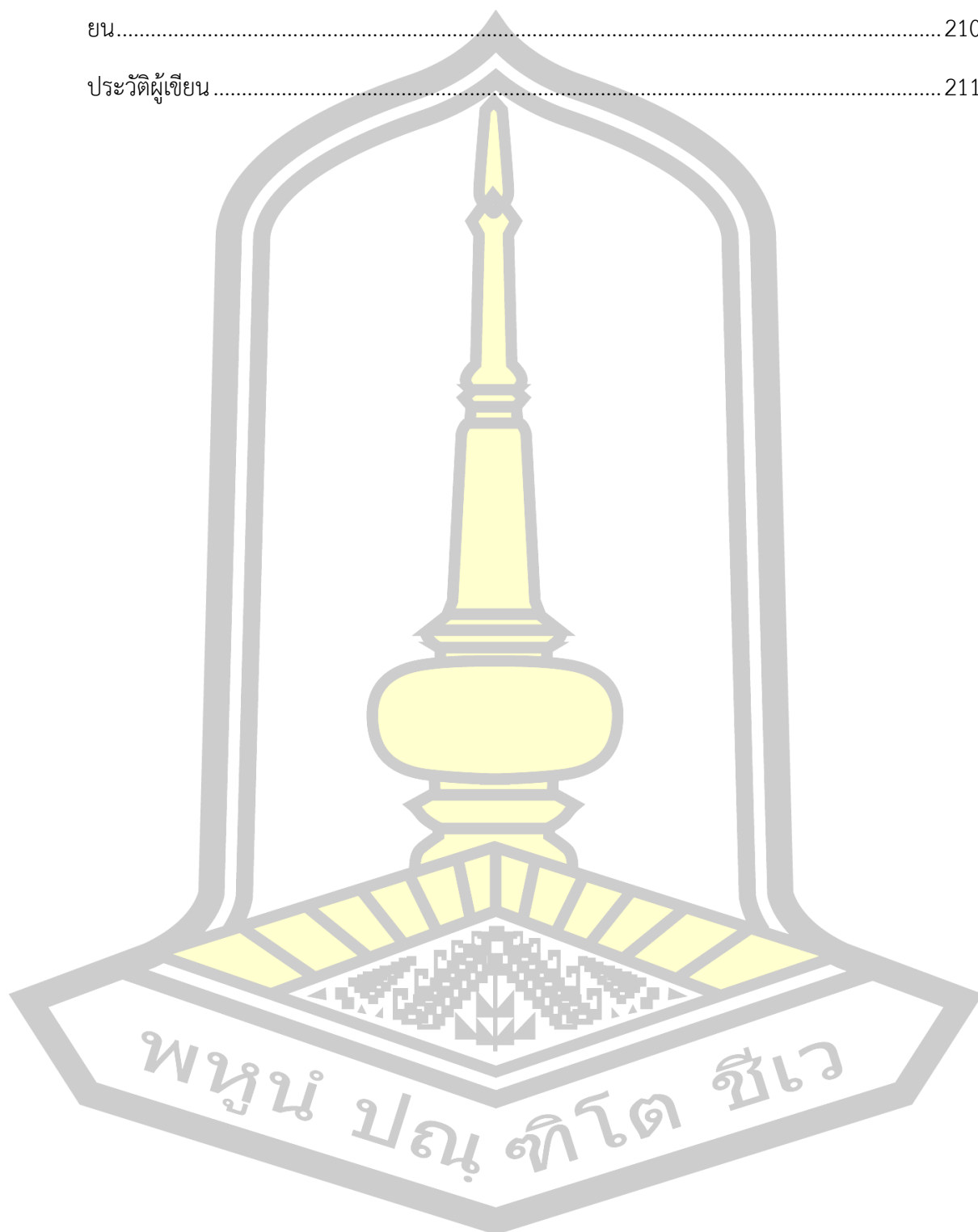
พูน ปณ จิต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	๗
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2	8
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
สาระสำคัญของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)	8
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์.....	17
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	35
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	44
การวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	50

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	56
กรอบแนวคิดงานวิจัย	61
บทที่ 3	62
วิธีดำเนินการวิจัย	62
กลุ่มเป้าหมาย	62
ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	63
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	64
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	65
การเก็บรวบรวมข้อมูล	82
การวิเคราะห์ข้อมูล	84
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	85
บทที่ 4	87
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	87
บทที่ 5	137
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	137
ความมุ่งหมายของการวิจัย	137
สรุปผล	137
อภิปรายผล	138
ข้อเสนอแนะ	143
บรรณานุกรม	145
ภาคผนวก	151
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ	152
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	159
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ	197

ภาคผนวก ง ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	208
ยน.....	210
ประวัติผู้เขียน.....	211



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1	13
ตาราง 2 สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์..	27
ตาราง 3 เปรียบเทียบองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	42
ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1.....	63
ตาราง 5 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	66
ตาราง 6 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ.....	67
ตาราง 7 แสดงเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	76
ตาราง 8 แสดงประเภทข้อความในแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามเจตคติที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน.....	79
ตาราง 9 แสดงคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 22 คน..	88
ตาราง 10 คะแนนและระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละและสรุปการประเมินท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1	90
ตาราง 11 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	103
ตาราง 12 คะแนนและระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละและสรุปการประเมินท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2	105
ตาราง 13 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	117
ตาราง 14 คะแนนและระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละและสรุปการประเมินท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3	119
ตาราง 15 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหในวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	130
ตาราง 16 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 20 คน ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ	131

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์.....	133
ตาราง 18 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ.....	198
ตาราง 19 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	201
ตาราง 20 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	201
ตาราง 21 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	201
ตาราง 22 ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วงจร ปฏิบัติการที่ 1	202
ตาราง 23 ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วงจร ปฏิบัติการที่ 2	203
ตาราง 24 ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วงจร ปฏิบัติการที่ 3	204
ตาราง 25 ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	205
ตาราง 26 ดัชนีความสอดคล้องแบบบันทึกอนุทิน	207
ตาราง 27 ดัชนีความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง	207

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 ความสัมพันธ์ของพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	40
ภาพ 2 รูปแบบการโต้แย้ง ของ Toulmin (Toulmin's Argument Pattern).....	41
ภาพ 3 กรอบแนวคิดการโต้แย้งอย่างง่ายของ Toulmin (1958).....	41
ภาพ 4 กรอบแนวคิดงานวิจัย	61
ภาพ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 1 เรื่อง ข้าวโพดปีที่ 1 วงรอบปฏิบัติที่ 1 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 4 คะแนน	92
ภาพ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 2 เรื่อง โคลนนิ่งลิงวอก วงรอบปฏิบัติที่ 1 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 6 คะแนน.....	93
ภาพ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 3 เรื่อง มนุษย์อวกาศแปลงพันธุกรรม วงรอบปฏิบัติที่ 1 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 6 คะแนน	93
ภาพ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 1 เรื่อง ข้าวโพดปีที่ 1 วงรอบปฏิบัติที่ 1 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน	95
ภาพ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 2 เรื่อง โคลนนิ่งลิงวอก วงรอบปฏิบัติที่ 1 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 2 คะแนน.....	95
ภาพ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ข้อที่ 3 เรื่อง มนุษย์อวกาศแปลงพันธุกรรม วงรอบปฏิบัติที่ 1 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 1 คะแนน.....	96
ภาพ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 เรื่อง ฟันฟูพอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างมนุษย์วิวัฒนาการ วงรอบปฏิบัติที่ 2 ที่ได้คะแนน รวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 5 คะแนน	107

ภาพ 12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 เรื่อง ยีนบำบัด วงรอบปฏิบัติที่ 2 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 7 คะแนน.....	107
ภาพ 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ข้อที่ 3 เรื่อง ซีโนทรานสแพลนเทชัน วงรอบปฏิบัติที่ 2 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการ ประเมิน เท่ากับ 6 คะแนน	108
ภาพ 14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 เรื่อง ฟันฟูบอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างมนุษย์ วิถีปฏิบัติที่ 2 ที่ได้คะแนน รวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน	109
ภาพ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 เรื่อง ยีนบำบัด วงรอบปฏิบัติที่ 2 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน.....	110
ภาพ 16 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ข้อที่ 3 เรื่อง ซีโนทรานสแพลนเทชัน วงรอบปฏิบัติที่ 2 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการ ประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน	110
ภาพ 17 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 เรื่อง ลูกมีหนูเลือดต่างจากพ่อแม่ได้หรือไม่ วงรอบปฏิบัติที่ 3 ที่ได้คะแนน รวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 6 คะแนน	121
ภาพ 18 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 เรื่อง พันธุศาสตร์ไฟฟ้า วงรอบปฏิบัติที่ 3 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 6 คะแนน	121
ภาพ 19 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ข้อที่ 3 เรื่อง เกสซ์พันธุศาสตร์ วงรอบปฏิบัติที่ 3 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 6 คะแนน	122
ภาพ 20 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 เรื่อง ลูกมีหนูเลือดต่างจากพ่อแม่ได้หรือไม่ วงรอบปฏิบัติที่ 3 ที่ได้คะแนน รวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน	123

ภาพ 21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 เรื่อง พันธศาสตร์ไฟฟ้า วงรอบปฏิบัติที่ 3 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน	124
ภาพ 22 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ข้อที่ 3 เรื่อง เกล็ดพันธศาสตร์ วงรอบปฏิบัติที่ 3 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน	124
ภาพ 23 จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ) ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ	132
ภาพ 24 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยการความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจร ปฏิบัติการ	133
ภาพ 25 การแสดงบทบาทสมมติของนักเรียนในการเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย กิจกรรมไขความลับปลา เรืองแสง (วงจรปฏิบัติการที่ 1, 21 มกราคม 2568)	209
ภาพ 26 นักเรียนทำกิจกรรมการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ (วงจรปฏิบัติการที่ 1, 28 มกราคม 2568)	209
ภาพ 27 นักเรียนทำกิจกรรมวัดชิ้นชนิดเอ็มอาร์เอ็นเออันตรายจริงหรือไม่ (วงจรปฏิบัติการที่ 2, 7 กุมภาพันธ์ 2568)	210
ภาพ 28 การแสดงบทบาทสมมติของนักเรียนในการเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย กิจกรรม“แม่ไก่โกลดา” ควรสนับสนุนหรือไม่ (วงจรปฏิบัติการที่ 3, 13 กุมภาพันธ์ 2568)	210



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ในทุกระดับ การรู้วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญเนื่องจากเป็นความสามารถของบุคคลที่เชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง (OECD, 2013) รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันอย่างมีคุณภาพ มีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในสังคมและสามารถให้เหตุผลบนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ เนื่องจากเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจต่อประเด็นปัญหาและข้อขัดแย้งบนพื้นฐานของเหตุและผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Zimmerman, 2005) การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนทั้งด้านวิชาการและการดำเนินชีวิตประจำวัน (กันต์ฤทัย คุณเลี้ยง, 2565) นั่นคือ ส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล (Lawson, 2015) มีประสิทธิภาพในการประเมินข้อมูลร่วมกับผู้อื่นและการทำงานด้วยเทคโนโลยีใหม่ ๆ (Abate et al., 2020) ดังนั้น การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน จึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์อันจะนำมาสู่การเปลี่ยนแปลงเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงจากการเน้นให้นักเรียนเก็บรวบรวมข้อเท็จจริงของปรากฏการณ์ที่ศึกษามาเป็นการสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์โดยเชื่อมโยงความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไปสู่หลักฐานและการให้เหตุผล

จากการวิเคราะห์รายงานผลการประเมิน PISA ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 จนถึงค.ศ. 2022 พบว่าคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD แสดงให้เห็นว่าการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับเกณฑ์หรือเทียบกับนานาชาติประเทศ โดยการประเมิน PISA ได้จำแนกสมรรถนะของผู้รู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การออกแบบ ประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ และ 3) การศึกษาค้นคว้า ประเมินและใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) เมื่อพิจารณาสมรรถนะ

ทั้ง 3 ด้าน พบว่า มีความสอดคล้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีการรวบรวมหลักฐาน มาแปลความหมายและลงข้อสรุปเพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือยืนยันความคิดและสมมติฐานของตน (พิชญา ศีลาม่อม, 2562) ซึ่งแบบทดสอบ PISA จะเน้นการคิดวิเคราะห์และหาคำอธิบาย จากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับตัวเองท้องถิ่น ประเทศหรือสถานการณ์ของโลก โดยผู้เรียน ต้องใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามหรือแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผลทั้งในรูปแบบ เลือกตอบและแบบเขียนตอบ (ลินดา เพจเรแซ, 2564)

การจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของโรงเรียนมัธยมพรสำราญ จังหวัดบุรีรัมย์ มีการเรียน การสอนวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมปลายทุกห้องเรียน โดยวิชาชีววิทยาเป็นสาขาที่ถือว่า เป็นพื้นฐานที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ไม่ชอบเรียนแขนงต่าง ๆ ของวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่ดี มีความพอใจ ในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อยและนักเรียนส่วนใหญ่มักรับ หรือเชื่อข้อกล่าวอ้างโดยไม่คำนึงว่าคำอธิบายดังกล่าวมีหลักฐานสนับสนุนหรือมีความสอดคล้อง กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับแล้วหรือไม่ โดยส่วนมากมาจากการใช้ความรู้สึกส่วนตัว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนยังขาดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องมาจาก นักเรียนคุ้นเคยกับการฟังคำอธิบายและไม่ได้อ่านคำตอบของปัญหาหรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยตนเอง นั่นคือ นักเรียนเรียนรู้ผ่านการจดจำเท่านั้น (อลิษา รัชนิพนธ์, 2564) ส่งผลให้นักเรียน ไม่สามารถระบุข้อสรุปและระบุข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ รวมทั้ง ไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงที่ค้นพบจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน ครูผู้สอนจึงต้องเป็นผู้วางแผนวิธีการสอนใหม่ ๆ โดยนำทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มาผนวกกับการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการสืบเสาะ การให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือและมีการโต้แย้ง จึงนำไปสู่ความเข้าใจที่ซับซ้อน ซึ่งสามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ (จุนจุพา ทิพย์พิมานพร, 2565)

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดประเด็น ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific Issue) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ ที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ชีววิทยา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่สอดคล้องกับสถานการณ์และประเด็น เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัย มีการถกเถียงในสังคม ซึ่งส่งผลกระทบต่อชีวิตและสังคม ของผู้เรียน โดยคำตอบของประเด็นปัญหามีความหลากหลายหรือยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน ทั้งนี้ การตัดสินใจอาจขึ้นอยู่กับค่านิยมส่วนบุคคล (Sadler & Zeidler, 2003) ซึ่งต้องพิจารณา ประเด็นนั้น ๆ โดยยึดหลักคุณธรรม จริยธรรม รวมทั้งเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสังคม (Zeidler and others, 2004) การที่นักเรียนได้สืบค้นข้อมูล แลกเปลี่ยนและนำความรู้ที่ค้นพบ มาอภิปรายร่วมกันจะทำให้ นักเรียนจะเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น (กวิสรา จิณบุญ, 2566)

และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้อภิปรายและโต้แย้งจะทำให้บรรยากาศในห้องเรียนมีความน่าสนใจและสามารถทำให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ทางจิตพิสัยหรือเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ (แสงแก้ว พานจันทร์, 2562) จึงสามารถส่งเสริมทั้งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสร้างเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (Gutierrez, 2015) และทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างสังคม การเมือง และวิทยาศาสตร์ (Sadler, 2011) สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงได้ (Driver and others, 2000)

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการศึกษาและแสวงหาข้อเท็จจริงของครูผู้สอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชั้นเรียนนั้น ๆ ให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยมุ่งเน้นทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผล (วีระยุทธ์ ชาทะกาญจน์, 2558) ซึ่งสามารถดำเนินการซ้ำได้หลายครั้งจนกว่าจะบรรลุวัตถุประสงค์และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียนและสถานศึกษาต่อไป กระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) การวางแผนเพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น (planning) โดยทำการสำรวจและวิเคราะห์ปัญหา เพื่อหาวางแผนวิธีการแก้ปัญหาและสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหาดังกล่าว 2) ลงมือปฏิบัติการตามแผน (action) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ 3) สังเกตการณ์ (observation) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติที่ผู้วิจัยดำเนินการไปพร้อม ๆ กับขั้นตอนการปฏิบัติ โดยใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียน และ 4) สะท้อนกลับ (reflection) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ เพื่อประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สะท้อนแนวคิดและผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลว่า บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ หากไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ผู้วิจัยต้องหาแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป (Kemmis & McTaggart, 1988) โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมีลักษณะเป็นเกลียวเวียนหรือวงจรต่อเนื่องกันไป จึงเป็นเสมือนแหล่งที่ก่อให้เกิดความรู้เชิงปฏิบัติการและกลไกการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ไขปัญหาในชั้นเรียนอย่างต่อเนื่อง

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่อยู่ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) มีเนื้อหาค่อนข้างซับซ้อนและมีความยากพอสมควร รวมทั้งนักเรียนยังไม่สามารถแสดงเหตุผลจากประเด็นทางสังคมและสถานการณ์ที่สอดคล้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันได้ครบถ้วนทุกมิติ ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

พร้อมทั้งให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของความรู้ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์และปรับใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. เพื่อศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ได้แนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
3. เป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง ม. 4/1 โรงเรียนมัธยมพรสำราญ อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด จากการใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของลินดา เขจรแซ (2564)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ เนื้อหาวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

4. ระยะเวลาที่ใช้ศึกษา

ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยการนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏตามสื่อต่าง ๆ ในสังคม ซึ่งเป็นประเด็นที่มีความซับซ้อน เกิดขึ้นจากการมีความคิดเห็นต่างกันในหลากหลายมุมมองและไม่มีคำตอบของปัญหาที่แน่นอนมาเชื่อมโยงเข้ากับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์และอภิปรายแนวคิดของตน ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ค้นหาประเด็นสำคัญ นักเรียนศึกษาประเด็นที่ครูนำเสนอและตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษา

ขั้นที่ 2 จัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ นักเรียนระบุใจความสำคัญของประเด็นที่ศึกษา จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความเห็นและเรียงลำดับความสำคัญของประเด็นที่ศึกษา

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา นักเรียนคิดหาเหตุผลและสะท้อนความเข้าใจของตนจำแนกสิ่งที่รู้และสิ่งที่ยังไม่รู้ โดยการแสดงความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 4 วางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา นักเรียนร่วมกันค้นหาข้อมูลให้ครอบคลุมทุกประเด็น เพื่อหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 5 จัดประสบการณ์การเรียนรู้ นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้ได้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำมาอภิปรายโต้แย้ง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างกลุ่มในรูปแบบที่หลากหลาย

ขั้นที่ 6 ประเมินผล นักเรียนได้รับการตรวจสอบความรู้และความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล โดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่อยืนยันข้อสรุปของตนอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีดังนี้

- 1) การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์
- 2) การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
- 3) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

ในงานวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทดสอบเมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ

3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็นต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความคิด การกระทำและการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ด้าน ได้แก่

- 1) ด้านความมีเหตุผล
- 2) ด้านการเป็นบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น
- 3) ด้านการเป็นบุคคลที่ใจกว้าง
- 4) ด้านการเป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
- 5) ด้านความเพียรพยายาม
- 6) ด้านความละเอียดรอบคอบ

ในงานวิจัยครั้งนี้ วัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีข้อคำถามสอดคล้องกับองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

4. เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ใช้ค่าร้อยละ (%) และนำผลที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 70 ของผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

5. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยที่ปฏิบัติโดยครูผู้สอนเพื่อแก้ปัญหาของผู้เรียนในชั้นเรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยมุ่งเน้นทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งสามารถดำเนินการซ้ำได้หลายครั้งจนกว่าจะบรรลุวัตถุประสงค์และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียนและสถานศึกษาต่อไป ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นวางแผน (Planning) เป็นการสำรวจและวิเคราะห์ปัญหา โดยศึกษาแนวคิดทฤษฎีเพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหาและสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหา
- 2) ขั้นปฏิบัติการ (Action) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นเพื่อทำการแก้ไขและปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน
- 3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติการ โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่สร้างขึ้น เพื่อแสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียน
- 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) เป็นการสะท้อนผลที่ได้จากการปฏิบัติงานในชั้นต่าง ๆ โดยการประเมินตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาหรือสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการเพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงานที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. สาระสำคัญของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
3. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาระสำคัญของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มาตราที่ 23 ระบุว่า การจัดการศึกษา ในระบบ การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับตนเอง และความสัมพันธ์ของตนเองกับสังคม ได้แก่ ครอบครัว ชุมชน ชาติและสังคมโลก ความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้ง ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืนและทักษะในการประกอบอาชีพ และการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข มาตราที่ 24 ระบุว่า การจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษา ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยจัดเนื้อหาสาระ กิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดการเรียนรู้โดยผสมผสานความรู้ด้านต่าง ๆ

อย่างสมดุลให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการคิดจากการเผชิญสถานการณ์และสามารถนำความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิดและองค์ความรู้ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีที่สำคัญต่อมวลมนุษยและสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตโดยมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลอย่างหลากหลาย มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้แก่ เครื่องมือ เครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งเป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1. สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระชีววิทยา

1.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

1.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และ

การตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

2. คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1 และผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

ชีววิทยาเพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว31241
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2
ผู้สอน นางสาวพิมพ์พิชญ์ ชันทอด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา 2 คาบ/สัปดาห์ จำนวน 1.0 หน่วยกิต

1. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ยีนและโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตบางชนิด ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม การค้นพบสารพันธุกรรม โครโมโซม องค์ประกอบทางเคมีของ DNA โครงสร้างของ DNA สมบัติของสารพันธุกรรม มิวเทชัน ศึกษาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม ศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล กฎของความน่าจะเป็น กฎการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ การผสมเพื่อทดสอบ ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ หลักฐานที่บ่งบอกถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ประชากร ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลและกำเนิดสปีชีส์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ

มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2. ผลการเรียนรู้

2.1 สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลองดีเอ็นเอ

2.2 อธิบายและระบุขั้นตอนกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน

2.3 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน

2.4 อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

2.5 สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่างและอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรมและข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม

2.6 สืบค้นข้อมูล อธิบายและสรุปผลการทดลองของเมนเดล

2.7 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรมและเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์ของเมนเดล

2.8 อธิบายและสรุปกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระและนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F_1 และ F_2

2.9 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล

2.10 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง และลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง

2.11 อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมและยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ

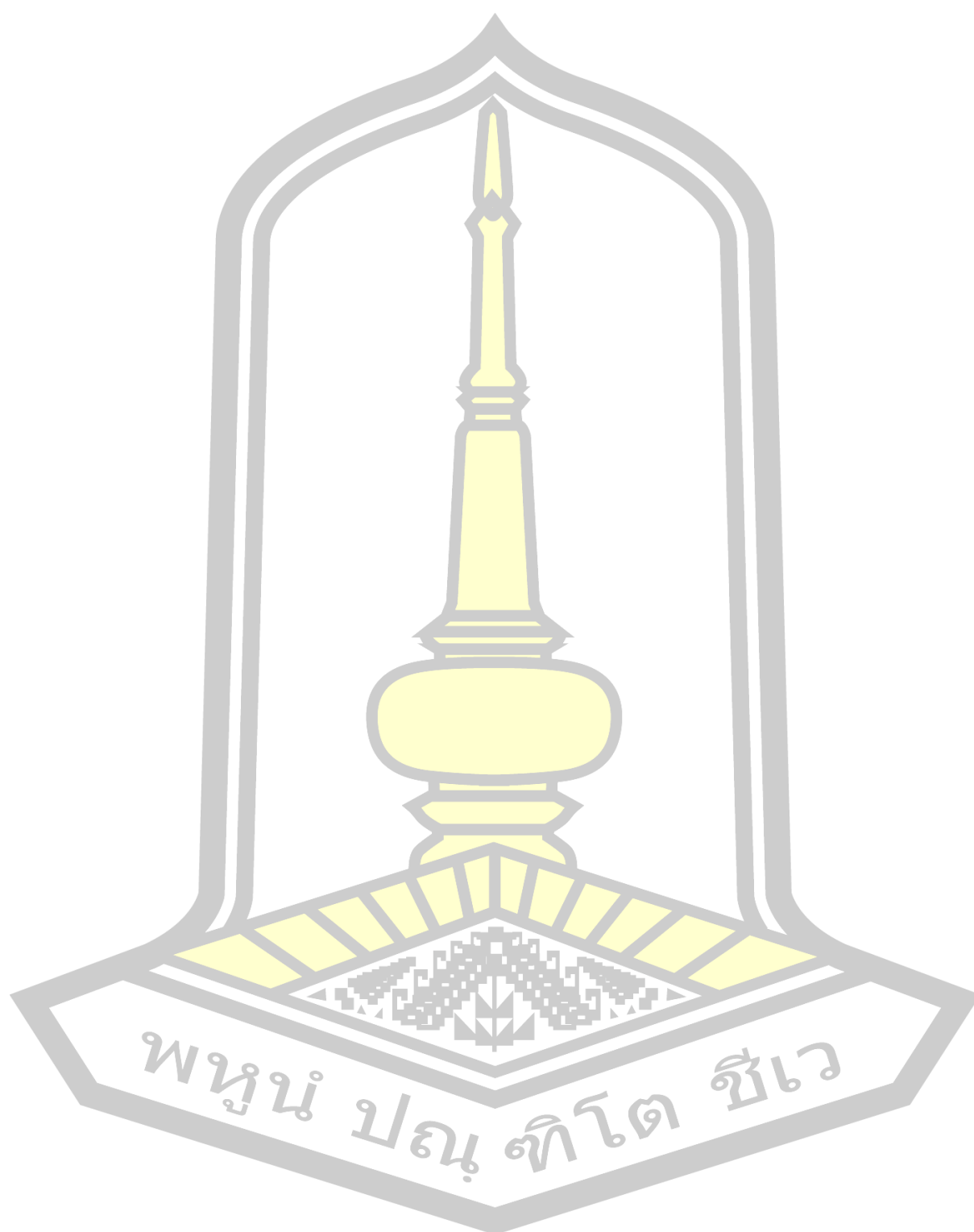
2.12 สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2.13 อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฮอก ลามาร์ก และทฤษฎีวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน

2.14 ระบุสาระสำคัญและอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก

2.15 สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต

รวมทั้งหมด 15 ผลการเรียนรู้



3. โครงสร้างรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1

ชีววิทยาเพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว31241

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

ผู้สอน นางสาวพิมพ์พิชญ์ จุฑารักษ์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา 2 คาบ/สัปดาห์ จำนวน 1.0 หน่วยกิต

ตาราง 1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	1. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA 2. อธิบายและระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน 3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดมิวชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวชัน	1. สารพันธุกรรม 2. สมบัติของสารพันธุกรรม 3. มิวชัน	10

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	4. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ 5. การสืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่างและอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงด้านชีวจริยธรรม	1. พันธุวิศวกรรมและการโคลนนิ่ง 2. การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ 3. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ 4. เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม	12
3	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	6. สืบค้นข้อมูล อธิบายและสรุปการทดลองของเมนเดล 7. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรมและเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล 8. อธิบายและสรุปกฎของเมนเดลนำไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F1 และ F2	1. การศึกษาพันธุกรรมของเมนเดล 2. ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล 3. ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน	10

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		9. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล 10. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง 11. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมและยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ		
4	วิวัฒนาการ	12. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับ หลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต 13. อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของมอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน	1. หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต 2. แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต 3. พันธุศาสตร์ประชากร 4. ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่	8

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		14. ระบุสาระสำคัญและอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ด-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากร โดยใช้หลักของฮาร์ด-ไวน์เบิร์ก 15. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	ของแอลลีล 5. กำเนิดสปีชีส์	
รวมตลอดภาค				40

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

คำว่า Socioscientific issues หรือ Socio-scientific issues นักการศึกษาในประเทศไทย ใช้คำว่าประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2558) หรือประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้คำว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากการศึกษามีนักวิจัยและนักวิชาการ ได้ให้ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

Lewis (2003) กล่าวว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์จริงในการดำรงชีวิตของผู้เรียน จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและตัดสินใจในประเด็นต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ในหลากหลายประเด็นได้ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสังคม

Ratcliffe and Grace (2003) กล่าวว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคม โดยเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจและมีการถกเถียงกัน เนื่องจากความขัดแย้งทางความคิดหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่สมบูรณ์และส่วนใหญ่ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน ต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการทำความเข้าใจ สร้างความคิดเห็น สร้างทางเลือกทั้งในระดับบุคคลและสังคมประเด็นเหล่านี้จึงสะท้อนมุมมองทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ และระดับโลก ภายใต้บริบทของสังคมและความเป็นพลเมือง รวมถึงการวิเคราะห์ความเสี่ยงและผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับความเชื่อและการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมอีกด้วย

Sadler (2004) กล่าวว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นปลายเปิดที่มีความซับซ้อนและมีความขัดแย้งในหลายมิติ จึงทำให้เกิดการถกเถียงกันและโต้แย้งในประเด็นของแต่ละฝ่ายและหลากหลายมุมมอง

D. Zeidler and Nichols (2009) กล่าวว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาจัดกิจกรรมให้ผู้เรียน โดยประเด็นส่วนใหญ่เป็นประเด็นที่เกี่ยวกับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติและต้องมีบริบทของการใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญและเกิดกระบวนการคิดหาแนวทางแก้ปัญหาเพื่อตัดสินใจประเด็นนั้น ๆ มีส่วนร่วมในการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และอภิปรายร่วมกัน รวมทั้งต้องให้เหตุผลเชิงจริยธรรมระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาด้วย

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558) กล่าวว่า ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นเรื่องที่สังคมให้ความสนใจ พบได้ในชีวิตประจำวันและอาจมีผลกระทบต่อสังคม ซึ่งเป็นประเด็นที่ยังไม่มีคำตอบแน่ชัดหรือมีทางออกที่ชัดเจน ประเด็นเหล่านี้พบตามสื่อต่าง ๆ ได้แก่ ข่าว สารคดี นิตยสาร หรือวารสารทางวิชาการ

อัศวิน ธนะปัด (2558) กล่าวว่า ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่หาข้อยุติไม่ได้

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยการนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏตามสื่อต่าง ๆ ในสังคม ซึ่งเป็นประเด็นที่มีความซับซ้อน เกิดขึ้นจากการมีความคิดเห็นต่างกันในหลากหลายมุมมอง และไม่มีคำตอบของปัญหาที่แน่นอนมาเชื่อมโยงเข้ากับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์และอภิปรายแนวคิดของตน

2. ลักษณะสำคัญและประโยชน์ของการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคม เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

จากการศึกษามีนักวิจัยและนักวิชาการได้กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

Wilmes and Howarth (2009) ได้กล่าวถึงลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความแตกต่างจากวิธีการสอนด้วยวิธีสอนทั่วไป ดังนี้

1. มีการอภิปรายมโนคติหรือมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (science concepts) และประเด็นสังคมตามความเข้าใจของบริบทที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล
2. มีกระบวนการทำงานร่วมกันหรือนำเสนอเป็นกลุ่ม โดยจำลองชุมชนวิทยาศาสตร์ (scientific community) แบบที่ผู้เรียนสามารถพบจริงในสังคม
3. ผู้เรียนได้แสวงหาความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการประยุกต์ใช้ข้อมูลต่าง ๆ ในการประเมินค่าประกอบการตัดสินใจของแต่ละบุคคล รวมทั้งของบริบทสังคมและโลก
4. มีสถานการณ์หรือประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นคำถามปลายเปิด เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมและขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบและอธิบายปรากฏการณ์หรือแสดงจุดยืน ตามหลักฐานของข้อมูลที่ค้นพบ
5. มีการประเมินตามสภาพจริง (authentic assessments)

T. D. Sadler (2011) ได้แบ่งองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบของการออกแบบ (design elements) ต้องนำเสนอประเด็นที่น่าสนใจก่อนเป็นลำดับแรกแล้วจึงนำสู่การให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ที่เสริมต่อการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์สูงสุด ได้แก่ การให้เหตุผล การโต้แย้งและการตัดสินใจ

2. ประสบการณ์ของนักเรียน (learning experience) โดยนักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการให้เหตุผล การโต้แย้งและการตัดสินใจ ได้เผชิญกับแนวคิดหรือทฤษฎีวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่พิจารณา มีการรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายโดยการเจรจาในสังคมมีมติ รวมทั้งมีจุดยืนของตนในการพิจารณาและตัดสินใจประเด็นที่พิจารณา

3. บรรยากาศในห้องเรียน (classroom environment) นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนในกลุ่ม เพื่อนต่างกลุ่มและครูผู้สอน โดยทุกฝ่ายต้องมีความเคารพทางความคิดซึ่งกันและกัน เป็นบรรยากาศการเรียนรู้ที่รู้สึกปลอดภัยในการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่พิจารณา

4. ลักษณะของครู (teaching attributes) ครูผู้สอนต้องมีความคุ้นเคยกับประเด็นที่นำมาจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหา โดยมีความรู้ทั้งด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงการพิจารณาด้านสังคมและจริยธรรม สามารถจัดการกับความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในห้องเรียนได้และที่สำคัญเป็นเพียงผู้สนับสนุนความรู้มากกว่าการถืออำนาจในห้องเรียนเพียงผู้เดียว

Presley et al. (2013) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. องค์ประกอบของการออกแบบ (design elements)
2. ประสบการณ์ของนักเรียน (learning experience)
3. ลักษณะของครู (teaching attributes)

โดย ทั้ง 3 ลักษณะนี้ขึ้นอยู่กับบริบทที่แตกต่างกัน ได้แก่ นโยบายรัฐของประเทศนั้น ๆ สังคม โรงเรียนและห้องเรียน

ประสาท เจริญเฉลิม (2551) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยสามารถใช้ในการพิจารณาได้ว่าประเด็นใดจัดเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีข้อโต้แย้งทางสังคม ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากความเห็นที่ไม่ตรงกันเกี่ยวกับแนวคิด วิธีการหรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (Sadler, 2004 ; Sadler and Zeidler, 2005) ผู้เรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การโคลนนิ่ง (Cloning) เซลล์ต้นกำเนิด (Stem cell) สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ (Genetically Modified Organism) ภาวะโลกร้อน (Global warming) หรือพลังงานทางเลือก (Alternative fuel)

2. เป็นประเด็นที่มีความซับซ้อน นั่นคือ มีความเกี่ยวข้องหรือมีผลกระทบในหลาย มิติ ได้แก่ ด้านสังคม เศรษฐกิจ ศาสนาและศิลปกรรม โดยทั่วไปมักเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความขัดแย้งกันระหว่างเหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับเหตุผลทางด้านศิลปกรรมจรรยา (Sadler and Zeidler, 2005) จึงเป็นไปได้ที่ความรุนแรงของปัญหาแต่ละสังคมอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางสังคมและวัฒนธรรมของสังคมนั้น ๆ

3. เป็นประเด็นที่เป็นคำถามปลายเปิด (Sadler, 2004) ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องหรือผิด จึงอาจมีคำตอบหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับทัศนคติและความคิดเห็นของแต่ละบุคคล

4. เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับหรือไม่ยอมรับ ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของแต่ละบุคคล โดยในสังคมที่เปิดกว้างทางความคิดและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน ในการตัดสินใจได้อย่างอิสระ (Sadler, 2004) ผู้คนมักมีโอกาสดูแลความคิดเห็นต่อประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ

สุรศักดิ์ เฟวท์ (2559) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับมีความคล้ายคลึงกับการจัดการเรียนรู้แบบกรณีศึกษา (case-based) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based) ซึ่งทั้งสองรูปแบบมีการใช้เนื้อเรื่องที่ เป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนจะได้รับสถานการณ์จำลองให้หาคำตอบหรือแก้ปัญหา แต่การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้เผชิญ กับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ในสังคมที่มีความขัดแย้งในหลายด้าน เช่น ด้านศิลปกรรม จริยธรรม และเศรษฐกิจ เป็นต้น ทำให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลด้วยตนเองจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย และเกิดการบูรณาการความรู้ เข้าใจมุมมองของแต่ละบุคคลในบริบททางสังคมที่แตกต่างกัน (Latourelle et al., 2010) และลักษณะของประเด็นที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ประเด็นที่เชื่อมโยงกับวิชาเรียนและมีข้อมูลสนับสนุน เป็นเรื่องจริง มากกว่าการคิดขึ้นเอง มีความร่วมสมัย เป็นประเด็นที่ยังมีความขัดแย้งและแสดงให้เห็นถึงธรรมชาติ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Latourelle, Poplawsky, Shmaefsky, & Musante, 2010)

ธนวรรณ เหง้าดา (2565) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 12 ลักษณะ ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาและนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไปใช้อย่างเหมาะสมตามมาตรฐาน การเรียนรู้ในรายวิชาเพิ่มเติมและผลการเรียนรู้ในรายวิชาพื้นฐาน
2. มีเป้าหมายเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เข้ากับสถานการณ์ในชีวิตจริงของผู้เรียนผ่านประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3. มีกระบวนการออกแบบและจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นที่มีความสัมพันธ์กับทั้งเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ นโยบายด้านการเมือง เศรษฐศาสตร์ มุมมองเชิง สังคมและคุณธรรม จริยธรรม

4. จัดการเรียนรู้มีการนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในช่วงแรก จากนั้นใช้ประเด็นดังกล่าวขับเคลื่อนในการกิจกรรมการเรียนรู้

5. มีการใช้แหล่งเรียนรู้ประเภทสื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้แก่ ข่าวจากอินเทอร์เน็ต หรือหนังสือพิมพ์ บทสัมภาษณ์ทางโทรทัศน์ในการนำเข้าสู่ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคม

6. มีการเรียนรู้แบบร่วมมือของผู้เรียนในระหว่างการคิดหาคำตอบและให้เหตุผล ในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

7. ผู้เรียนมีการสืบค้น รวบรวมข้อมูลที่สัมพันธ์กับประเด็นที่ศึกษา ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มุมมองทางสังคมและคุณธรรม จริยธรรม

8. การมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างเรียนรู้แบบร่วมมืออยู่บนพื้นฐานของการเคารพซึ่งกันและกัน ผู้เรียนมีความปลอดภัยในการแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างอิสระ โดยไม่มีการตัดสินว่าถูกหรือผิด

9. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการปฏิบัติขั้นสูงต่อประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและตีความของข้อมูล การโต้แย้ง การใช้เหตุผลและการตัดสินใจ

10. นักเรียนมีการเจรจาต่อรอง โดยใช้มุมมองในหลายแง่มุม ได้แก่ มุมมองทางสังคม คุณธรรมและจริยธรรมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่พิจารณา

11. ครูผู้สอนจัดกิจกรรมที่มีการเชื่อมโยงกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยไม่เผด็จการทางความรู้ ความคิดและไม่เป็นผู้ครอบงำความรู้ในชั้นเรียน

12. การจัดกิจกรรมมีการวัดและประเมินผลทั้งการประเมินผลระหว่างเรียน (formative assessment) และการประเมินผลเพื่อสรุปบทเรียน (summative assessment)

จากการศึกษามีนักวิจัยและนักวิชาการได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1. ส่งเสริมทักษะหลายด้าน ได้แก่ ทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะในการตัดสินใจ และลงความเห็น (Lewis, 2003) ทักษะและความสามารถในการอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์และมีหลักฐานประกอบทักษะการตีความเพื่อประเมินคุณค่า และความน่าเชื่อถือของข้อมูลและข่าวสารที่มีอยู่ (Sadler and Zeidler, 2003) ทักษะการตั้งคำถาม และตอบคำถาม (Pedretti, 1999)

2. สร้างเสริมความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา (Sadler and Zeidler, 2003) โดยการอภิปรายโต้แย้ง แสดงความคิดเห็นและการตัดสินใจความเห็น จึงเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอภิปรายให้เหตุผล

3. สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทำให้ผู้เรียน เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม (Sadler and Zeidler, 2003)

จากลักษณะสำคัญและประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีแนวทางการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ ควรมีลักษณะเป็นสถานการณ์ที่ขึ้นจริงและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน เป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจในสังคม มีการโต้แย้งและถกเถียงกันในหลากหลายมุมมอง ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะทางด้านต่าง ๆ เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านทั้งในและต่างประเทศได้ออกแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

Ratcliffe (1997) ได้เสนอขั้นตอนและกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างทางเลือก เป็นขั้นที่ครูนำเสนอประเด็นปัญหา เพื่อให้นักเรียน สร้างทางเลือกในการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างเกณฑ์ เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างและพัฒนาเกณฑ์ที่เหมาะสม ในการนำมาใช้เปรียบเทียบทางเลือกในการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลและหลักฐานต่าง ๆ มาใช้ประกอบ กับเกณฑ์ที่สร้างขึ้นเพื่อเลือกแนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหาให้ชัดเจน

ขั้นที่ 4 ขั้นสำรวจทางเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนสำรวจ ค้นหาข้อมูลเพื่อประเมินข้อดี และข้อจำกัดของทางเลือกที่ถูกพัฒนาขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นตัดสินใจเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและหลักฐาน เพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

Lewis (2003) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมตัวก่อนการสอน (Preparation) ครูค้นคว้าและรวบรวมประเด็น ที่จะใช้กับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอนจากสื่อต่าง ๆ ได้แก่ หนังสือพิมพ์ วารสาร นิตยสาร

อินเทอร์เน็ต แล้วนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการสร้างเป็นกรณีศึกษา (Case studies) หรือการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning)

ขั้นที่ 2 การพัฒนาทักษะ (Developing skills) ครูควรพัฒนาทักษะที่สำคัญให้กับนักเรียน โดยการแสดงให้เห็นเป็นตัวอย่าง เพื่อเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับผู้เรียนได้ฝึกและปฏิบัติตามหรืออาจเพิ่มความซับซ้อนของกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้รับทักษะที่สำคัญจากประเด็นนั้น ๆ ได้แก่

- 1) การอ่านอย่างรอบคอบและการอ่านจับใจความ
- 2) การจำแนกความแตกต่างระหว่าง ข้อมูล ข้อเท็จจริงและความคิดเห็น
- 3) การจำแนกสิ่งที่รู้และสิ่งที่ไม่รู้
- 4) การค้นคว้าหาแหล่งข้อมูลและประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
- 5) ความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการวิเคราะห์จุดอ่อน

ของการออกแบบการวิจัยทางวิทยาศาสตร์

- 6) การใช้ข้อมูลจำนวนมากในการโต้แย้ง

ขั้นที่ 3 การนำอภิปราย (Leading the discussion) เป็นขั้นที่นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา เพื่อให้สามารถอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำ ชี้แนะนักเรียนในการค้นคว้าหาข้อมูลและทำงานให้สำเร็จตามที่ได้รับมอบหมายและจัดการชั้นเรียนให้นักเรียนมีอิสระในการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

ขั้นที่ 4 การประเมินผล (Assessing the outcomes) ครูต้องพัฒนาการประเมินผลเป็นไปตามวัตถุประสงค์และประสบการณ์ตรงของนักเรียน เนื่องจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิดทั้งหมด การสร้างเกณฑ์ในการประเมินที่ดีจึงช่วยวิเคราะห์คุณภาพของความคิดเห็นและความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบ ดังนั้นการประเมินผลจึงไม่ขึ้นอยู่กับมุมมองที่เหมือนหรือต่างจากครู แต่ขึ้นกับกระบวนการซึ่งการได้มาของคำตอบและคุณภาพของแหล่งข้อมูล

Feierabend and Eilks (2010) ได้ร่วมกันศึกษาและนำเสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา (Textual approach and problem analysis) เป็นขั้นที่ครูเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดความขัดแย้งขึ้นในปัจจุบันและได้รับความสนใจจากสังคม โดยการค้นคว้าจากสื่อต่าง ๆ ได้แก่ หนังสือพิมพ์หรือโทรทัศน์

ขั้นที่ 2 อธิบายเบื้องหลังความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Clarifying the chemistry background in a lab environment) เป็นขั้นที่ครูทำให้นักเรียนให้เข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาปัญหา

ขั้นที่ 3 ศึกษาปัญหาจากประเด็นอีกครั้ง (Resuming the Socioscientific dimension) เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อีกครั้งก่อนนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 อภิปรายและประเมินผลมุมมองที่ต่างกัน (Discussing and evaluating different point of view) เป็นขั้นที่นักเรียนอภิปรายความคิดเห็นและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็น โดยอาจมีการแสดงบทบาทสมมติในสถานการณ์ต่าง ๆ ขั้นตอนนี้จึงทำให้นักเรียนได้เรียนรู้มิติต่าง ๆ ของสังคมและเข้าใจความสัมพันธ์ของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในสังคม

ขั้นที่ 5 สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ (Meta-reflection) เป็นขั้นที่นักเรียนได้สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ตลอดทุกขั้นตอนที่ผ่านมาเกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับ

Sadler, Foulk, and Friedrichsen (2017) ได้เสนอรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เชิญกับประเด็นที่น่าสนใจ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนจากสื่อต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้เชิญกับประเด็นดังกล่าวและสำรวจประเด็น เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการสืบสอบหาความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2 เข้าสู่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์จากกระบวนการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) การนำเข้าสู่ใจความสำคัญของเนื้อหา 2) การเรียนรู้โน้ตที่เกี่ยวกับ และ 3) การฝึกปฏิบัติทาง ได้แก่ การรวบรวมข้อมูล การประเมินข้อมูลและการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 3 ให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้วิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหลากหลายมิติ โดยค้นคว้าหาความรู้และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ และมาอธิบายว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ อย่างไร

ขั้นที่ 4 ชั่งน้ำหนักและวิเคราะห์และแนวทางปฏิบัติ เป็นขั้นที่นักเรียนได้สังเคราะห์ความคิดหลักและแนวทางปฏิบัติที่ได้จากการกระบวนการเรียนรู้ โดยการสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ และจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558) ได้นำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมี 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ค้นหาประเด็นสำคัญ โดยครูจะเป็นผู้ค้นหาและรวบรวมประเด็นความรู้ใหม่ ๆ ที่เป็นประเด็นโต้แย้งทางความคิดระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม จากสื่อต่าง ๆ ได้แก่ อินเทอร์เน็ต วารสาร นิตยสาร หนังสือพิมพ์หรือเป็นประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในสถานศึกษาชุมชนหรือท้องถิ่น ให้นักเรียนติดตามหรือศึกษาประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 จัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอประเด็นต่าง ๆ ให้นักเรียนศึกษาประเด็นนั้น ๆ โดยใช้กระบวนการอ่านวิเคราะห์ การระบุใจความสำคัญของข้อมูล จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความเห็น จากนั้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม แล้วนำข้อมูลมาจัดกลุ่มความสำคัญของประเด็นปัญหา โดยเรียงลำดับประเด็นที่สำคัญมากที่สุด ไปหาน้อยที่สุดเพื่อคัดเลือกและตัดสินใจนำประเด็นที่สำคัญที่สุดมาให้นักเรียนศึกษาวิพากษ์ และหาทางออกร่วมกัน

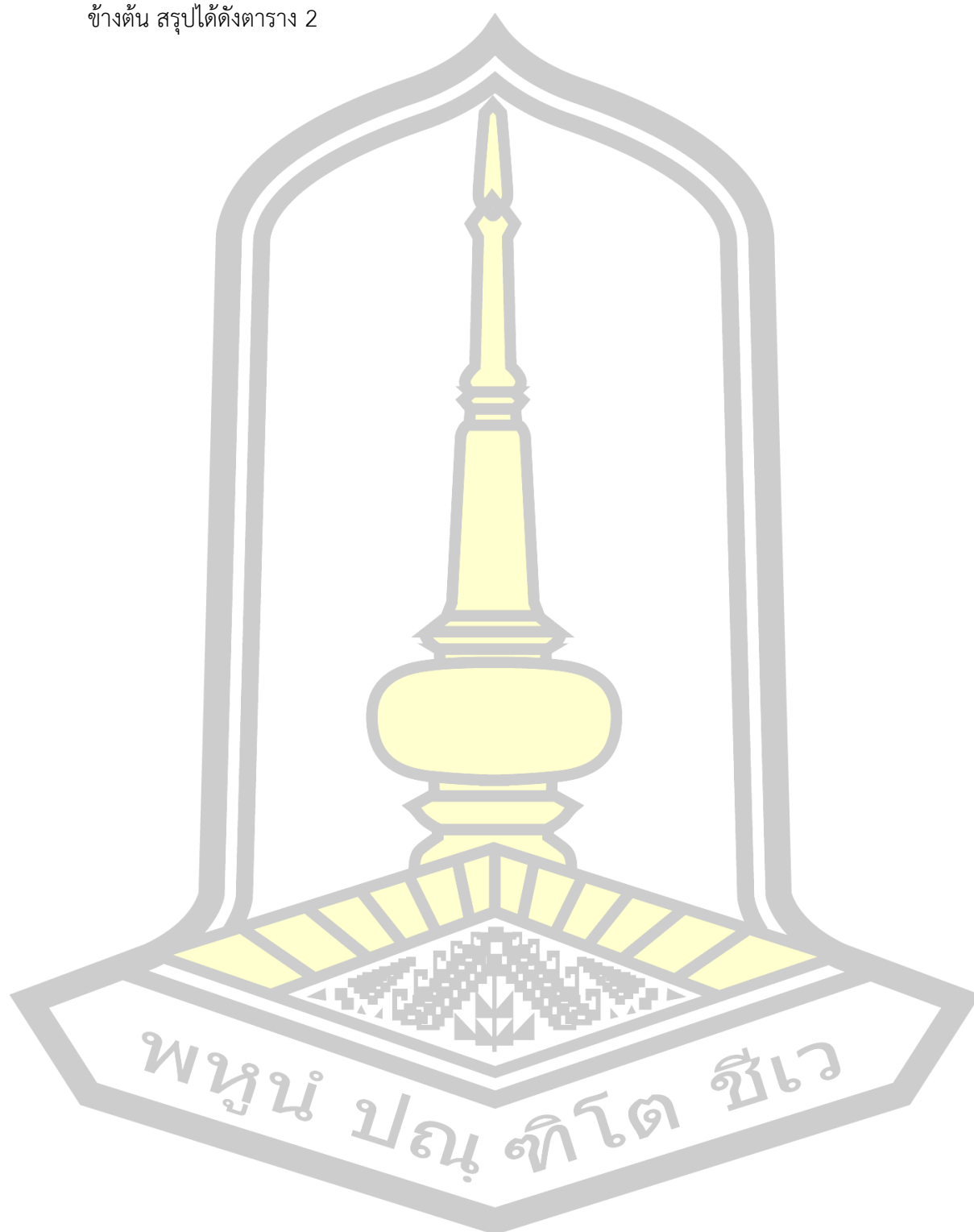
ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา เป็นขั้นที่ครูวิเคราะห์ว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้หรือความเข้าใจเดิมอย่างไร มีข้อสงสัยหรืออยากทำความเข้าใจในเนื้อหาส่วนใดเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนฝึกคิดหาเหตุผลและสะท้อนความเข้าใจของตนเอง ว่ารู้อะไรและอยากรู้สิ่งใดเพิ่มเติม โดยให้ผู้เรียนจำแนกสิ่งที่รู้และสิ่งที่ยังไม่รู้เพื่อสืบค้นข้อมูลต่อไป จากการตั้งคำถาม ชักถามข้อสงสัย สนทนาและแสดงความเห็นร่วมกัน

ขั้นที่ 4 วางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา เป็นขั้นที่ครูวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขปัญหเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ครูฝึกหาแนวทางที่จะกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดตัดสินใจ โดยนักเรียนจะทำหน้าที่ตีความหมายเพื่อประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูล และแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ เปิดใจกว้าง สร้างมุมมองที่หลากหลายในการค้นหาข้อมูล

ขั้นที่ 5 จัดประสบการณ์การเรียนรู้ ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางที่ได้วิเคราะห์ไว้ ซึ่งกิจกรรมต้องประกอบด้วยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง และคุณธรรม จริยธรรมที่ต้องการส่งเสริม โดยให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาหลักฐานในการคิดวิเคราะห์เพื่อนำมาอภิปรายโต้แย้ง แสดงความคิดเห็นและการตัดสินใจลงความเห็นหลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 6 ประเมินผล ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามสภาพจริง จากการสรุปกรอบแนวคิดของหลักฐานและเหตุผลของนักเรียน ทั้งนี้ต้องประกอบด้วยหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการคิดขั้นสูงและมีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบกับการพิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรมที่แต่ละสังคมยอมรับ

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
ข้างต้น สรุปได้ดังตาราง 2



ตาราง 2 สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์					
Ratclife (1997)	Lewis (2003)	Feierabend และ Eilks (2010)	Sadler และคณะ (2017)	ประสาท เนืองเฉลิม (2558)	งานวิจัยนี้
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างทางเลือก	ขั้นที่ 1 การเตรียมตัวก่อนการสอน	ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา	ขั้นที่ 1 เชิญกับประเด็นที่น่าสนใจ	ขั้นที่ 1 ค้นหาประเด็นสำคัญ	ขั้นที่ 1 ค้นหาประเด็นสำคัญ
ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างเกณฑ์	ขั้นที่ 2 การพัฒนาทักษะ	ขั้นที่ 2 อธิบายเบื้องหลังความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์	ขั้นที่ 2 เข้าสู่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ขั้นที่ 2 จัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ	ขั้นที่ 2 จัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ
ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาข้อมูล	ขั้นที่ 3 การนำอภิปราย	ขั้นที่ 3 ศึกษาปัญหาจากประเด็นอีกครั้ง	ขั้นที่ 3 ให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้อง	ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา	ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์					
Ratcliffe (1997)	Lewis (2003)	Feierabend และ Eilks (2010)	Sadler และคณะ (2017)	ประสาท เนืองเฉลิม (2558)	งานวิจัยนี้
ขั้นที่ 4 ขั้นสำรวจทางเลือก	ขั้นที่ 4 การประเมินผล	ขั้นที่ 4 อภิปรายและประเมินผลมุมมองที่ต่างกัน	ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ	ขั้นที่ 4 วางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา ขั้นที่ 5 จัดประสบการณ์การเรียนรู้	และสิ่งที่ยังไม่รู้ โดยการแสดงความเห็นร่วมกันในกลุ่ม ขั้นที่ 4 วางแผนแก้ไขประเด็นปัญหานักเรียนร่วมกันค้นหาข้อมูลให้ครอบคลุมทุกประเด็นเพื่อหาคำตอบทาง วิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้อง
ขั้นที่ 5 ขั้นตัดสินใจเลือก	ขั้นที่ 5 สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้	ขั้นที่ 5 สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้	ขั้นที่ 5 ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ	ขั้นที่ 5 จัดประสบการณ์การเรียนรู้ ขั้นที่ 6 จัดประสบการณ์การเรียนรู้	ขั้นที่ 5 จัดประสบการณ์การเรียนรู้ ขั้นที่ 6 จัดประสบการณ์การเรียนรู้

นำมารายงาน โต้แย้ง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างกลุ่ม

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์					
Ratclife (1997)	Lewis (2003)	Feierabend และ Eilks (2010)	Sadler และคณะ (2017)	ประสาท เนืองเฉลิม (2558)	งานวิจัยนี้
					ในรูปแบบที่หลากหลาย
				ขั้นที่ 6 ประเมินผล	ขั้นที่ 6 ประเมินผล
					นักเรียนได้รับการตรวจสอบความรู้ และความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ช่างค้นพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์และทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็น จากนั้นจึงนำไปสู่ การรวบรวมข้อมูลอย่างหลากหลายมิติเพื่อสร้างทางเลือกและแนวทางในการแก้ไขปัญหา อภิปราย แสดงความคิดเห็นและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นในมิติต่าง ๆ ของสังคม และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ ซึ่งผู้วิจัยเลือกแนวทางจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็น ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของประสาท เนืองเฉลิม (2558) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ที่มีความครบถ้วน ความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ตามบริบทห้องเรียนของผู้วิจัย และสามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงขั้นตอนของประสาท เนืองเฉลิม (2558) โดยจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับบริบทของห้องเรียน ความสามารถในการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์และเนื้อหาเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

4. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียน ไว้ดังนี้

Zeidler and Nichols (2009) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยครูจะเป็นผู้ค้นหาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำมากระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและมุมมองที่หลากหลาย ทั้งด้านความเชื่อเกี่ยวกับโลก สังคมและธรรมชาติจึงทำให้นักเรียนจะได้ฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยครูเป็นเพียงผู้ช่วยเหลือเท่านั้น และสามารถแบ่งบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

บทบาทของครู

ครูต้องจัดกิจกรรมโดยให้ความสำคัญกับการอภิปราย สนทนาหรือโต้แย้ง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเหมาะสม คำถามที่ครูใช้ในการกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงความคิดเห็นต้องเป็นคำถามที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างครบทุกมิติและไปสู่แง่มุมต่าง ๆ ของประเด็นที่น่าเสนอขึ้นมาได้

บทบาทของนักเรียน

นักเรียนเป็นผู้นำเสนอความคิดเห็นและเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สังคม และวัฒนธรรม ซึ่งนักเรียนจะเป็นผู้ปรับเปลี่ยนความเชื่อของตนเองจากการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

กับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหลายแง่มุม โดยต้องใช้หลักฐานมาหักล้างหรือสนับสนุนความเชื่อเดิมของตนเอง ซึ่งประเด็นวิทยาศาสตร์สังคมนี้จะทำให้นักเรียนต้องการข้อมูลข่าวสารมากยิ่งขึ้น ต้องคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสร้างข้อโต้แย้งรวมทั้งหาหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเหมาะสม

Zeidler, & Sadler (2011) กล่าวว่า การใช้คำถามกระตุ้นของครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเป็นพื้นฐานของการโต้แย้งและถกเถียงเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการท้าทายอคติและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความเชื่อพื้นฐาน โดยนักเรียนแยกเนื้อหาแต่ละประเด็นย่อยจากคำถามประเด็นหลักที่ครูนำเสนอ เพื่อให้นักเรียนทำการประเมินตรวจสอบหาและอภิปราย

ประสาธน์ เณียงเฉลิม (2558) ได้สรุปบทบาทของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน ไว้ดังนี้

บทบาทของครู

1. กำหนดประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น
2. วางแผน กำหนดวิธีการหาคำตอบ การเก็บรวบรวมข้อมูล การลงมือดำเนินงานการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลงานร่วมกับนักเรียน
3. จัดเตรียมสื่อและแหล่งสืบค้นข้อมูลให้เพียงพอต่อการค้นคว้าข้อมูลของนักเรียน
4. ตั้งคำถามและกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและตัดสินใจร่วมกัน
5. จัดบรรยากาศในห้องเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และการคิดขั้นสูงของนักเรียน
6. มีการเสริมแรงการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสม
7. อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ผ่านการอภิปรายร่วมกัน

บทบาทของนักเรียน

1. ตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบตามความสนใจและคำถามที่เกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสังคม
2. วางแผนค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่หลากหลายเพื่อประกอบการศึกษาค้นคว้า
3. ประยุกต์ใช้ทรัพยากรท้องถิ่นเพื่อเป็นแหล่งข้อมูล
4. มีส่วนร่วมในการหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย
5. ร่วมกันวิเคราะห์และคัดสรรข้อมูลเพื่อตัดสินใจ
6. นำข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและมากเพียงพอและมาประกอบการตัดสินใจเพื่อลงข้อสรุปและหาทางออกของประเด็นปัญหา

บุศมาพร กันทะวัง (2562) ได้สรุปบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ดังนี้

บทบาทของครู

กำหนดประเด็นที่จะให้นักเรียนศึกษา โดยเป็นประเด็นที่ยังถกเถียงกันในสังคม และยังไม่มีแนวทางการแก้ไขที่ตายตัว ต้องวางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ เก็บข้อมูล รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลงานของนักเรียน โดยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูต้องตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นผู้ให้คำแนะนำนักเรียนในการเข้าถึงสื่อ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ ให้คำแนะนำในการแสดงความคิดเห็นที่เปิดกว้างของนักเรียนเพื่อเป็นไปในทางที่ถูกต้อง

บทบาทของนักเรียน

ตั้งคำถามและวางแผนเพื่อหาคำตอบคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสังคม โดยมีส่วนร่วมในการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและรู้จักใช้ทรัพยากรในท้องถิ่น เมื่อได้ข้อมูลแล้วร่วมกันวิเคราะห์ภายในกลุ่มเพื่อคัดสรรข้อมูลประกอบการตัดสินใจจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

โดยสรุป บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ครูต้องเลือกประเด็นที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ มาแนะนำนักเรียนให้ได้อภิปรายและแสดงความคิดเห็นในมุมมองที่หลากหลาย ไม่ควรเป็นประเด็นที่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียว ใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและตัดสินใจร่วมกัน ครูควรช่วยเหลือและแนะนำนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถได้เต็มตามศักยภาพ และบทบาทของนักเรียนเป็นผู้รวบรวมข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อนำมาอภิปรายโต้แย้ง แสดงความคิดเห็นและประกอบการตัดสินใจเพื่อลงข้อสรุปและหาทางออกของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น ๆ ในหลากหลายมุมมอง

5. ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

บุศมาพร กันทะวัง (2562) ได้สรุป ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การอธิบายปรากฏการณ์ การประเมินค่า การแปลความหมายข้อมูลและส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้มีการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Zeidler, 2005)

2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้วิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในมุมมองที่หลากหลาย รวมทั้งข้อดีและข้อเสียที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตและส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานเชิงประจักษ์มาประกอบการตัดสินใจเลือกแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าว โดยคำนึงถึงหลักคุณธรรมจริยธรรมของสังคม (Gutierrez, 2015)

3. พัฒนาทักษะการสื่อสารของนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Zeidler et al., 2011)

4. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ (Nicolaou et al., 2015) และเน้นการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมเกี่ยวกับมุมมองความขัดแย้งประเด็นทางสังคม ซึ่งผู้เรียนมีโอกาสเป็นผู้นำตนเองในการเรียนรู้ เห็นคุณค่าของตนเองและได้อภิปรายโต้แย้งแลกเปลี่ยนทัศนคติกับผู้อื่นขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Bossier et al., 2015)

5. ส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อม เจตคติด้านสิ่งแวดล้อมและพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม (Phongkorn, 2016)

6. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้นและทำให้นักเรียนสามารถนำเนื้อหาในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้ (Sadler et al., 2017)

7. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้เทคโนโลยีจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่หลากหลาย (Zangori et al., 2017)

8. นักเรียนความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นและเกิดความสนุกสนานขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ (Friedrichsen et al., 2016)

9. นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลผลกระทบของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบตัวต่อ (jigsaw) ทำให้มองเห็นผลกระทบของประเด็นที่ศึกษาในหลากหลายมุมมอง (Sadler et al., 2017)

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) ได้รวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยและนักการศึกษาหลายท่าน โดยสรุปข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหลากหลายด้าน ดังต่อไปนี้

ข้อดี

1. ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ในการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียนได้

2. ทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน

3. ส่งเสริมทักษะด้านต่าง ๆ ได้แก่ การคิดขั้นสูง การตัดสินใจการลงความเห็น การตีความหมายเพื่อประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูลข่าวสาร

4. ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เช่น ช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์อันซับซ้อนระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคมและมนุษย์

5. ส่งเสริมความเข้าใจเนื้อหาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษาทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งข้อเท็จจริงและแนวคิดวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

6. พัฒนาความสามารถในใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อตัดสินใจแก้ปัญหาสังคมในบริบทต่าง ๆ และประเมินความขัดแย้งของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ มีความรับผิดชอบต่อสังคมและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงได้

7. ส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงผลกระทบจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี หรือสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสมและมีความรับผิดชอบต่อกระบวนการตัดสินใจ

8. พัฒนาให้นักเรียนเตรียมความพร้อมเข้าสู่การมีส่วนร่วมในสังคม จากการปฏิบัติกิจกรรมในห้องเรียนที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่มีวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานอย่างชาญฉลาด สอดคล้องกับสังคมประชาธิปไตยที่เน้นการมีส่วนร่วมของประชาชน

9. การอภิปรายโต้แย้งกับผู้อื่นในมุมมองที่หลากหลายทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาความขัดแย้งที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในสังคมมากขึ้น

10. ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยนักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมและมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจความคิดเห็นและมุมมองที่หลากหลาย รวมทั้งสามารถพัฒนามุมมองของตนเองเพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดการกับปัญหาที่จะต้องเจอในอนาคต

ข้อจำกัด

1. การจัดการเรียนรู้ต้องใช้เวลาค่อนข้างมากและครูต้องใช้เทคนิคค่อนข้างมากจึงจะสามารถควบคุมการอภิปรายในชั้นเรียนได้

2. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียนที่ผ่านมาไม่ได้ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นทั้งหมดต่อการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3. การนำเสนอความคิดเห็นต่อประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์บางเรื่องอาจไม่สมจริง ผู้เชี่ยวชาญบางท่านอาจไม่เห็นด้วยเกี่ยวกับประเด็นนั้น ๆ เนื่องจากเป็นประเด็นที่มีความซับซ้อน อันเกิดจากความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ การโคลนนิ่ง งานวิจัยต้นกำเนิดเซลล์

4. การเลือกหัวข้อประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีความจำเพาะเจาะจงมาก เช่น การจัดลำดับความสำคัญของการวิจัยสเต็มเซลล์ ก่อนประเด็นอื่น ๆ เนื่องจากญาติที่ป่วยและจำเป็นที่จะต้องได้ความรู้เพิ่มเติมประกอบการตัดสินใจ

5. บางวิชามีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับทั้งวิทยาศาสตร์ การเมือง สังคม จริยธรรม และวัฒนธรรมค่อนข้างน้อย ในขณะที่วิชา ชีววิทยาเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา และจริยธรรมมากกว่า

6. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับค่านิยมของบุคคล ดังนั้นครูต้องใช้เวลาในการปรับมุมมองเชิงบวกในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ครูตรวจสอบความถูกต้องของประเด็นที่เกี่ยวข้องกับศีลธรรมก่อนการจัดการเรียนรู้

7. หลักสูตรวิทยาศาสตร์มีเนื้อหาค่อนข้างมากทำให้จัดการเรียนรู้ตามประเด็นสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้น้อย

จากการศึกษาข้อดีและข้อจำกัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังนี้ ข้อดีของการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คือ สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ในบทเรียนให้เข้ากับชีวิตประจำวันของนักเรียนได้ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ พัฒนาความสามารถในใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อตัดสินใจแก้ปัญหาสังคมในบริบทต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดทักษะในการเลือกรับข่าวสารและข้อมูลต่าง ๆ ส่งเสริมทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง เนื่องจากต้องมีการใช้เหตุผลในการอภิปรายประเด็นต่าง ๆ และทำให้ได้รับมุมมองและความคิดเห็นที่หลากหลายจากการอภิปราย นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนตระหนักถึงหน้าที่และความรับผิดชอบของตนเองต่อสังคม ส่วนข้อจำกัดของการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คือ การเลือกประเด็นในการจัดกิจกรรมค่อนข้างยากและต้องใช้เวลา เนื่องจากต้องเป็นประเด็นมีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ด้านสังคมหรือวัฒนธรรมด้วย การจัดกิจกรรมครูต้องใช้เทคนิคค่อนข้างเยอะจึงจะสามารถควบคุมการอภิปรายของนักเรียนได้

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

Lawson (1978) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินการเชิงนามธรรม ซึ่งเป็นแนวทางในการค้นหาและประเมินหลักฐานเพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธข้อเสนองานเชิงสาเหตุหรือข้อเสนองานเชิงสมมติฐาน

Klahr and Dunbar (1988) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการสร้างโมเดลใหม่จากหลักฐานที่ได้จากการทดลองหรือค้นคว้าในการทำงานทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยกระบวนการคิดของนักวิทยาศาสตร์

Walton (1990) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างข้อกล่าวอ้างเพื่อสนับสนุนสมมติฐานหรือยืนยันข้อสรุป โดยประกอบด้วยส่วนที่เป็นข้อกล่าวอ้าง ซึ่งมีหลักฐานหรือเหตุผลประกอบและส่วนที่เป็นข้อสรุปเพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างนั้น ๆ

Friedler (1990) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่บุคคลใช้เพื่อระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ กำหนดสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง สังเกตและรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล จากนั้นนำผลที่ได้ไปประยุกต์และทำนายผลที่อาจเกิดขึ้นในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

Giere (1991) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการคิดที่เกิดจากการประมวลหลักการทั่วไปกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมจนเกิดเป็นเหตุผลที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้

Benford and Lawson (2001) ได้กล่าวเพิ่มเติมจาก Lawson (1978) ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการใช้ความสามารถด้านการให้เหตุผลผ่านกระบวนการตรวจสอบสมมติฐานเพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธข้อเสนองานเชิงสาเหตุหรือข้อเสนองานเชิงสมมติฐาน

Frank (2005) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลโดยผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกตและระบุปัญหา การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย การสร้างสมมติฐาน การทดลอง การตีความ การลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลและการประเมินเชิงวิพากษ์

Zimmerman (2005) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดและให้เหตุผล ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสืบสอบ การทดลอง การประเมินหลักฐาน การอนุมาน และการโต้แย้งที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโมเดลหรือส่งเสริมความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์

Schen (2007) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการให้เหตุผลโดยมีหลักฐาน ซึ่งอาจเป็นการให้เหตุผลแบบอุปนัยหรือนิรนัย

Shuttleworth (2008) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความคิดพื้นฐานที่สนับสนุนการวิจัยเชิงตรรกะทางวิทยาศาสตร์

Zeineddin (2010) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลโดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า การสำรวจตรวจสอบหรือการปฏิบัติการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Moshman (2011) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล อันจะนำไปสู่ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการอนุมาน การทดสอบสมมติฐาน การพยากรณ์ การตรวจสอบปรากฏการณ์อย่างมีเหตุผลและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและหลักฐานจนนำไปสู่ความเข้าใจในทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันว่าข้อสรุปนั้นเป็นความจริง โดยประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) ส่วนที่เป็นหลักฐานหรือเหตุผล และ 2) ส่วนที่เป็นข้อสรุป ซึ่งเป็นผลหรือสิ่งที่เราต้องการบอกว่าเป็นจริงเพื่อยืนยันสมมติฐานหรือข้อกล่าวอ้างนั้น

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล โดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือเพื่อยืนยันข้อสรุปของตนอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

2. ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

Stiggins (1997) ได้จำแนกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ (Analytical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยพิจารณาจากส่วนประกอบหรือส่วนย่อยของสิ่งที่ต้องการศึกษาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งจะใช้การวิเคราะห์เพื่อศึกษารายละเอียดหรือสถานการณ์ปัญหา แล้วนำความรู้และการให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหา นั้น ๆ

2. การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ (Comparative Reasoning) เป็นกระบวนการศึกษาว่าสิ่งนั้นมีอะไรที่เหมือนกันหรือต่างกัน โดยต้องมีข้อตกลงหรือกำหนดเกณฑ์ที่ใช้อย่างชัดเจน ก่อนการเปรียบเทียบ ซึ่งการให้เหตุผลประเภทนี้ต้องมีความรู้และความเข้าใจสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบอย่างมาก

3. การให้เหตุผลในการประเมิน (Evaluative Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเพื่อตัดสินคุณค่าหรือความถูกต้องโดยอาศัยความสมเหตุสมผลเป็นเครื่องตัดสิน

Greenes and Findell (1999) ได้จำแนกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลเชิงตรรกะเพื่อนำไปสู่การสรุปเฉพาะกรณี ซึ่งการให้เหตุผลเชิงนิรนัยเกิดขึ้นเมื่อแก้ปัญหาที่สร้างข้อสรุปจากข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ คำพูด โต๊ะแตร กราฟหรือตาราง

2. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยการระบุความสัมพันธ์จากกรณีเฉพาะหลาย ๆ กรณี เพื่อสร้างเป็นข้อสรุป

Holyoak and Morrison (2005) ได้จำแนกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นกระบวนการในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยการตั้งสมมติฐานจากข้อมูลหรือกฎเกณฑ์ทั่วไป จากนั้นจึงทำการทดสอบสมมติฐานจนได้ข้อสรุป

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลโดยใช้การสังเกตจนได้ความรู้ที่จำเพาะแล้วมีการทดสอบผลที่เกิดขึ้นจนกระทั่งเป็นกฎเกณฑ์ที่นำไปสู่ทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

Lawson (2010) จำแนกประเภทการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Adductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสรุปเปรียบเทียบสมมติฐานหรือข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐานนั้น

2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retrodutive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐานก่อนแล้วจึงมีการอนุมานเพิ่มเติมเพื่อหาข้อสรุปสุดท้าย

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเพื่อทดสอบสมมติฐานที่สามารถทำนายปรากฏการณ์ในอนาคต โดยเป็นกระบวนการคิดจากความรู้ทั่วไปสู่ความรู้ในเรื่องที่มีความจำเพาะ

4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ช่วยสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุป โดยเป็นกระบวนการคิดจากความรู้ที่มีความจำเพาะไปสู่ความรู้ทั่วไป

Hausman et al. (2010) ได้จำแนกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงตามเงื่อนไขของข้ออ้าง เนื่องจากการยอมรับข้ออ้าง ซึ่งข้อสรุปนั้นจะเป็นเท็จไม่ได้

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลที่อ้างเป็นจริงทุกข้อแต่ข้ออ้างอาจสนับสนุนข้อสรุปบางส่วนเท่านั้น นั่นคือ ถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริง ข้อสรุปจึงมีโอกาสเป็นจริงสูง ดังนั้นข้อสรุปจึงอาจเป็นเท็จได้

จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช (2542) ได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 รูปแบบ ตามลักษณะความรู้ที่ปรากฏและลักษณะของความรู้ใหม่ที่มนุษย์ต้องการ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงจากความรู้ทั่วไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง โดยใช้หลักการทางตรรกะ ได้แก่ แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎในการอธิบายหรือหาข้อสรุป นั่นคือ ความรู้ใหม่

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงเพื่อหาข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมได้ จากการสังเกต

3. การให้เหตุผลโดยวิธีอุปนัย – นิรนัย (Inductive-Deductive Method) หรือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) เป็นกระบวนการคิดเพื่อหาข้อสรุปที่เริ่มจากการสังเกตแล้วสรุปเป็นความรู้ นั่นคือ การให้เหตุผลเชิงอุปนัย จากนั้นตั้งสมมติฐานตามข้อสรุปแล้วทดสอบสมมติฐาน โดยการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้จะสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ โดยสมมติฐานคือหลักการทั่วไปที่จะต้องทดสอบว่าจริงหรือไม่และข้อมูลที่รวบรวมเพื่อทดสอบสมมติฐาน คือ ข้อสรุปเฉพาะ นั่นคือ การให้เหตุผลเชิงนิรนัย

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักวิชาการและนักการศึกษาส่วนใหญ่ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัย ซึ่งมีนิยามและลักษณะใกล้เคียงกัน

3. องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

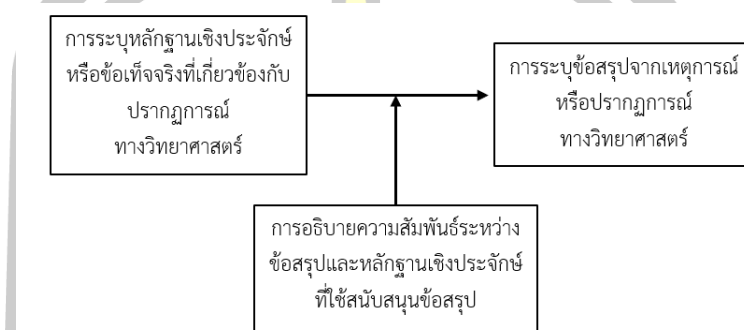
มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

พิชญ์ ศิลาโม่ม (2562) ได้แบ่งองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ ซึ่งสอดคล้องกับโมเดลการโต้แย้งของ Toulmin (1958) ที่ใช้ในการโต้แย้งและการแสดงเหตุผลอย่างเป็นระบบ (Simon, 2008) มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแสดงข้อความเพื่อยืนยันหรือลงข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น

2. ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแสดงหลักฐานและข้อเท็จจริงที่สนับสนุนข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป เป็นการแสดงความสอดคล้องกันของข้อสรุปที่มีต่อเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ กับหลักฐานและข้อเท็จจริงที่ใช้สนับสนุน โดยอาจใช้ข้อมูล หลักการ กฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ในการอธิบายความสอดคล้องนั้น ดังในภาพ 1



ภาพ 1 ความสัมพันธ์ของพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

สอดคล้องกับโมเดลการโต้แย้งของ Toulmin (1958) ที่แบ่งองค์ประกอบการโต้แย้ง ออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การอ้างข้อสรุป (Claim) เป็นการระบุข้อความในการยืนยันข้อสรุป
2. การระบุข้อมูลและหลักฐาน (Data) เป็นการระบุหลักฐานข้อเท็จจริงในการสนับสนุนข้อสรุป

3. การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการอ้างข้อสรุปกับข้อมูลหลักฐานอย่างมีเหตุผล โดยอาจใช้กฎทฤษฎีหรือข้อมูลพื้นฐานในการสนับสนุน

ผลงานของ Stephen Toulmin เป็นที่รู้จักในหนังสือชื่อ The Uses of Argument ทั้งนี้ Toulmin กำหนดรูปแบบการโต้แย้งและเป็นที่รู้จักกันในนาม Toulmin's Argument Pattern (TAP) ซึ่งมีการนำไปใช้อย่างกว้างขวางในวิชาหลายวิชา ได้แก่ ประวัติศาสตร์ ภาษาอังกฤษ โดยนำไปใช้ในการประเมินงานสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนและเป็นเครื่องมือสำหรับการใช้เหตุผล และการอธิบาย โดยใช้หลักฐานสนับสนุนของนักเรียน การโต้แย้งตามแนวคิดของ Toulmin (1958) มีองค์ประกอบสำคัญ 6 ประการ ที่บ่งบอกว่าเป็นการโต้แย้งที่ดี ดังในภาพ 2 โดยมีคำอธิบาย ดังนี้

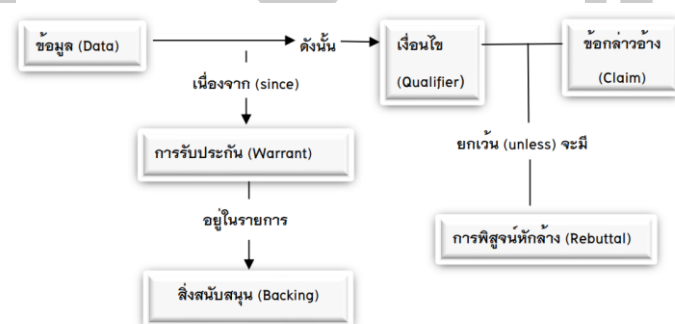
1. ข้อกล่าวอ้าง (claim) เป็นข้อความที่ใช้ในการโต้แย้งหรือทำให้เกิดการตัดสินใจ หรือข้อสรุป เป็นการนำเสนอความคิดเห็นหรือความเชื่อของตนเองในประเด็นจะนำมาโต้แย้ง
2. ข้อมูล (data) เป็นข้อเท็จจริงที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เป็นหลักฐานจำแนกเปรียบเทียบ หรือ แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างข้อกล่าวอ้างและข้อมูล

3. หลักฐาน การรับประกันหรือยืนยัน (warrants) เป็นกฎหรือหลักการที่เป็นเหตุผล แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลองและข้อกล่าวอ้างเพื่อสนับสนุน ข้อกล่าวอ้างให้น่าเชื่อถือ

4. เงื่อนไข (qualifiers) สภาพการณ์ข้อจำกัดจุดแข็งและจำกัดขอบเขตที่ทำให้ ข้อกล่าวอ้างเป็นจริง

5. สิ่งสนับสนุน (backing) สิ่งสนับสนุนไม่ได้พิสูจน์การโต้แย้งโดยตรง แต่เป็นการเพิ่ม น้ำหนักของควมามีเหตุผลและความน่าเชื่อถือของข้อกล่าวอ้าง

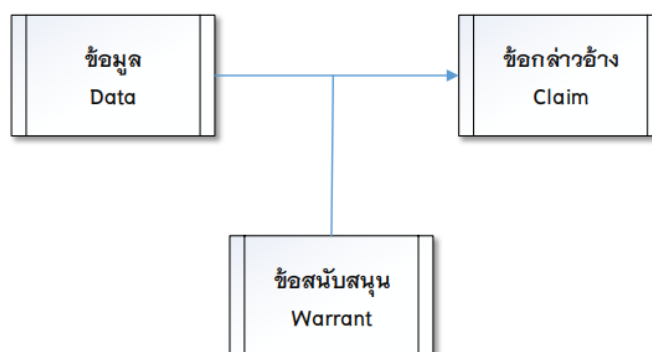
6. การพิสูจน์หักล้าง (rebuttals) การพิสูจน์หักล้างเสนอสถานการณ์ที่ข้อกล่าวอ้าง เดิม อาจจะพบทวนหรือยกเลิกด้วยการหาหลักฐานและเหตุผลที่น่าเชื่อถือมากกว่า



ภาพ 2 รูปแบบการโต้แย้ง ของ Toulmin (Toulmin's Argument Pattern)

(ที่มา: Toulmin, 1958 อ้างถึงใน วรรณญา จีระวิพลวรรณ, 2563)

(Osborne, Erduran, Simon and Monk, 2001 อ้างถึงใน วรรณญา จีระวิพลวรรณ, 2563) ได้ปรับรูปแบบการโต้แย้งของ Toulmin (1958) ให้มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ ดังภาพ 3



ภาพ 3 กรอบแนวคิดการโต้แย้งอย่างง่ายของ Toulmin (1958)

(ที่มา: Toulmin, 1958 อ้างถึงใน วรรณญา จีระวิพลวรรณ, 2563)

กรอบแนวคิดการโต้แย้งอย่างง่ายของ Toulmin (1958) ลดองค์ประกอบเหลือเพียง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้างหรือการอ้างข้อสรุป 2) การระบุข้อมูลและหลักฐาน และ 3) การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เปรียบเทียบองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ การโต้แย้ง Toulmin (1958)	องค์ประกอบ การให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ ของพิชญ์ ศิลาโมม (2561)	งานวิจัยนี้
1. การอ้างข้อสรุป	1. ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	1. การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์
2. การระบุข้อมูล และหลักฐาน	2. ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริง ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทาง วิทยาศาสตร์	2. การระบุข้อเท็จจริง เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
3. การสนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง	3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุป และหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุน ข้อสรุป	3. การอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริง เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักวิชาการและนักการศึกษา พบว่า มีความสอดคล้องกันทั้งการให้ความหมายและรายละเอียดแม้จะมีจำนวนขั้นตอนไม่เท่ากัน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Toulmin (1958) ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ 2) การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 3) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

4. แนวทางการวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

Lawson (2000) ได้พัฒนาแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ในขั้นของการให้เหตุผลเชิงนามธรรม (formal reasoning) เรียกว่า The Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) ตามองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 6 องค์ประกอบประกอบด้วยข้อคำถาม 24 ข้อ คิดเป็น 12 คะแนน เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบแบบ 2 ชั้น (Two tailed test) แต่ละข้อจะมีคำถาม 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือก และส่วนที่สองเป็นกลุ่มของเหตุผลต่าง ๆ โดยให้เลือกเหตุผลที่ถูกต้องเหมาะสม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) โครงการ PISA เป็นโครงการที่เน้นการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ โดยรอบการประเมินได้มีการวัดและประเมิน การใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สอดคล้องกับการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ PISA ได้เสนอแนวทางในการวัดและประเมิน โดยข้อสอบจะกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาที่เป็นข้อความหรือเนื้อความที่มีตาราง แผนภาพ หรือกราฟประกอบและในแต่ละสถานการณ์อาจมีคำถามมากกว่า 1 ข้อ ลักษณะข้อสอบนั้นมี 4 ชนิด คือ

1. แบบเลือกตอบ (Simple multiple-choice)
2. แบบเลือกตอบเชิงซ้อน (Complex multiple-choice)
3. แบบเขียนตอบปลายปิด (Closed constructed-response)
4. แบบเขียนตอบปลายเปิด (Opened constructed-response)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2554) โครงการ TIMSS ได้เสนอแนวทางในการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ โดยการกำหนดสถานการณ์แล้วถามคำถาม โดยให้นักเรียนเขียนตอบเติมคำ เขียนตอบแบบอธิบายหรือวาดรูปอธิบายโดยเลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง
2. แบบทดสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก โดยมีข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ และตัวเลือก 4 ตัวเลือกให้นักเรียนเลือกตอบ

พิชญา ศิลาอม (2562) ได้พัฒนาแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัย ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ จำนวน 10 ข้อ เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตน พร้อมทั้งระบุเหตุผลยืนยันความคิดเห็นหรือสมมติฐานของตน

ลินดา เขจรแซ (2564) ได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ประกอบด้วยข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์

ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตน พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้นและอธิบายให้ชัดเจน

สุพรรณษา มั่นเทศสุวรรณ (2564) ได้สร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ เป็นรูปแบบของคำถาม 2 ตอน ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แสดงข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ต้องใช้เป็นหลักฐานได้ ส่วนที่ 2 เป็นสถานการณ์คำถามที่ให้คำตอบหรือข้อกล่าวอ้างมาเป็นตัวเลือกและส่วนที่ 3 เป็นการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างโดยใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่กำหนดให้

วรรณภา แสนจำลา (2567) ได้สร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ แบ่งเป็นก่อนเรียน 5 ข้อและหลังเรียน 5 ข้อ ตรวจให้คะแนนโดยใช้การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubric Scoring) และกำหนดค่าคะแนนตั้งแต่ 0-3 คะแนน ซึ่งข้อคำถามทุกข้อใช้เกณฑ์การประเมินที่มีการปรับเปลี่ยนรายละเอียดตามบริบทของเนื้อหา

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นักวิจัยและนักการศึกษาได้ออกแบบไว้หลายลักษณะ ได้แก่ แบบเขียนตอบ แบบเลือกตอบ แบบตอบ 2 ชั้น ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างเป็นแบบสอบอัตนัยที่ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตน พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุนความคิดเห็นของตนข้างต้นและอธิบาย ให้ชัดเจน

เจตคติทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้กล่าวถึง ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ Gauld (1982) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แรงจูงใจในการนำความรู้และทักษะไปใช้ในการปฏิบัติงานหรือเป็นความเต็มใจที่จะนำเอาวิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

สุนันท์ สังข์อ่อง (2523) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง อุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุดและยังช่วยให้เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวันเพื่อปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้

อนันต์ จันทร์ทวี (2523) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบ ไม่ชอบหรือความเบื่อหน่ายเกี่ยวกับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการแสดงออกแบ่งได้ 2 รูปแบบ คือ

1. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิมาน (Positive Attitudes toward Science) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะพอใจหรือชอบ อยากเข้าใกล้สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิเสธ (Negative Attitudes toward Science) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะไม่พอใจหรือไม่ชอบ ไม่อยากเข้าใกล้ เบื่อหน่ายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์และคณะ (2524) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นภาวะที่บุคคลมีเหตุผล ช่างสังเกต ช่างสงสัย แสวงหาเหตุผลของสิ่งต่าง ๆ มีใจกว้าง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ตลอดจนลงข้อสรุปบนรากฐานของข้อมูลที่เชื่อถือได้

นัยนา ฉางวางปราง (2544) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็นต่อวิทยาศาสตร์ในลักษณะพอใจหรือไม่พอใจ ชอบหรือไม่ชอบ ซึ่งมีผลต่อการแสดงออกทางพฤติกรรมเมื่อต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย

จากการศึกษามีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็นของบุคคลที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความคิด การกระทำ การตัดสินใจ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. องค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

Haney (1964) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 6 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความมีเหตุผล คือ ตัวกำหนดแนวทางของพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อหาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งศักดิ์สิทธิ์
2. ด้านการเป็นบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น คือ ความพอใจที่เผชิญกับปัญหาใหม่ ๆ เป็นคนที่มีลักษณะชอบซักถาม ชอบคิดและริเริ่มใหม่ ๆ
3. ด้านการเป็นบุคคลที่ใจกว้าง คือ ความเต็มใจที่จะเปลี่ยนความคิดของตนเอง

4. ด้านเป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง คือ บุคคลที่มีการรายงานผลการทดลอง การสังเกตอย่างมีสติ ด้วยความซื่อสัตย์

5. ด้านความเพียรพยายาม คือ ความเพียรพยายามและความอดทนในการหาคำตอบ พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมา ตั้งใจทำงานและรับผิดชอบที่ได้รับมอบหมาย

6. ด้านความละเอียดรอบคอบ คือ บุคคลที่มีการรวบรวมหลักฐานที่เชื่อถือได้เพียงพอ ก่อน ตัดสินใจหรือสรุปสิ่งต่าง ๆ

Triandis (1971) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบพื้นฐาน 3 ประการ ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านความเข้าใจ (Cognitive Component) เป็นการตอบสนองของบุคคล รับรู้และวินิจฉัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับทำให้เกิดเจตคติที่แสดงออกมาในแนวคิด

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นลักษณะทางอารมณ์ของบุคคล ถ้าบุคคลมีความคิดดีต่อสิ่งใดก็จะมีความรู้สึกดีต่อสิ่งนั้น แสดงออกในรูปของความชอบ ไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ

3. องค์ประกอบทางด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นความพร้อมที่จะกระทำอันเป็นผลเนื่องมาจากความรู้สึกนึกคิด ซึ่งแสดงออกมาในรูปของการยอมรับหรือปฏิเสธ

ไพศาล หวังพานิช (2526) ได้สรุปองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ความรู้ (Cognitive Component) เป็นความรู้และความเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ เพื่อใช้ เป็นข้อมูลในการสรุปเป็นความเชื่อของตน

2. ความรู้สึก (Feeling Component) เป็นความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หลังจาก รู้และเข้าใจสิ่งนั้นแล้วก็จะสรุปเป็นความคิดเห็นในรูปของการประเมินผล ว่าพอใจหรือความรู้สึกต่อสิ่งนั้น

3. ความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติ (Action Tendency Component) เป็นองค์ประกอบสุดท้ายที่เกี่ยวข้องกับความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติหรือตอบสนองต่อสิ่งนั้นในทางคล้อยตามหรือขัดแย้ง ซึ่งเป็นผลมาจากองค์ประกอบความรู้และความรู้สึก

ล้วน ลายยศ (2543) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. เชื่อว่าเจตคติมีองค์ประกอบเดียว คือ ความคิดหรือความเชื่อ ซึ่งพิจารณาจากเจตคติ

2. เชื่อว่าเจตคติมี 2 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านสติปัญญาและด้านความรู้สึก

3. เชื่อว่าเจตคติมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านสติปัญญา ด้านความรู้สึกและด้าน

พฤติกรรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้กำหนดคุณลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ด้าน ดังนี้

1. มีเหตุผล คือ เชื่อในเหตุผลและกระบวนการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ไม่เชื่อในสิ่งที่ไม่สามารถอธิบายได้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. มีความอยากรู้อยากเห็น คือ มีความพยายามที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม รวมทั้งมีความสนใจเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
3. มีใจกว้าง คือ ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ เต็มใจที่จะรับความรู้ใหม่ ๆ และเต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดให้แก่ผู้อื่น
4. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง คือ สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ ไม่เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูลที่ค้นพบว่าข้อมูลนั้นจะไม่สนับสนุนสมมุติฐานของตน รวมทั้งมีความมั่นคงหนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์
5. มีความเพียรพยายาม คือ มีความตั้งใจ ไม่ท้อถอย เมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว
6. มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ คือ ใช้วิจารณ์ญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ และหลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

จากการศึกษาองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักวิจัยและนักการศึกษา พบว่ามีความสอดคล้องและใกล้เคียงกันถึงแม้จำนวนองค์ประกอบจะต่างกัน ได้แก่ ด้านความเข้าใจ ด้านความรู้สึกละด้านพฤติกรรม โดยในแต่ละด้านมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้อ้างอิงองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ Haney (1964) ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 6 องค์ประกอบ คือ 1) ด้านความมีเหตุผล 2) ด้านการเป็นบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น 3) ด้านการเป็นบุคคลที่ใจกว้าง 4) ด้านการเป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง 5) ด้านความเพียรพยายาม และ 6) ด้านความละเอียดรอบคอบ

3. แนวทางการวัดและประเมินผลเจตคติทางวิทยาศาสตร์

มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้เสนอวิธีการสร้างการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ กัญญา ลินทรตันศิริกุล (2560) ได้เสนอแนวทางการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ มาตรวัดแบบลิเคิร์ทและมาตรวัดแบบนัยจำแนก ดังนี้

1. มาตรวัดแบบลิเคิร์ท

1.1 ลักษณะของมาตรวัดแบบลิเคิร์ทหรือวิธีการรวมค่าประเมิน (Method of Summated Ratings) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้กันอย่างกว้างขวางมากที่สุดในการวัดเจตคติ มาตรวัดแบบลิเคิร์ทใช้ในการประเมินเจตคติที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ โดยมีข้อความเกี่ยวกับสิ่งที่จะประเมิน

และให้ผู้ตอบระบุว่าเห็นด้วยหรือไม่ โดยมีสเกลให้เลือกตั้งแต่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยการกำหนดตัวเลขให้กับแต่ละสเกล ซึ่งปกติจะมี 5 ค่า คือ มีตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 5 แล้วนำค่าตัวเลขในแต่ละสเกลมารวมกันก็จะเป็นเจตคติของผู้ตอบ ที่มีต่อเรื่องนั้น ๆ

1.2 แนวทางการสร้างมาตรวัดเจตคติแบบลิเคิร์ท มีดังนี้

- 1) ข้อความที่เขียนไม่ควรใช้คำเกิน 20 คำ
 - 2) ควรเขียนข้อความให้กระชับและชัดเจน
 - 3) หลีกเลี่ยงการใช้คำที่มีลักษณะคลุมเครือ เช่น เสมอ ๆ ทั้งหมด เป็นต้น
 - 4) หลีกเลี่ยงข้อความที่มีลักษณะกำกวมและสามารถแปลความหมายได้หลายอย่าง
 - 5) ควรจำกัดการใช้คำว่า “เท่านั้น” ให้มีน้อยที่สุด
 - 6) หลีกเลี่ยงการใช้ข้อความที่เป็นข้อเท็จจริง
 - 7) ควรเขียนข้อความที่เป็นปัจจุบันมากกว่าอดีต
 - 8) หลีกเลี่ยงข้อความที่มีการแนะนำคำตอบ
 - 9) ข้อความแต่ละข้อความควรถามประเด็นเดียว
 - 10) หลีกเลี่ยงข้อความที่จะทำให้ผู้ตอบตอบปฏิเสธในการเขียนข้อความ
- ควรเลือกข้อความที่คาดว่าจะมีผู้ตอบครึ่งหนึ่งตอบเห็นด้วยและผู้ตอบอีกครึ่งหนึ่งตอบไม่เห็นด้วย
- 11) ควรมีจำนวนข้อความที่เป็นทางบวกและลบเท่า ๆ กัน
 - 12) ควรกระจายข้อความที่เป็นบวกและลบโดยการสุ่ม เพื่อแน่ใจว่าไม่มีข้อความที่เป็นบวกหรือลบ 4-5 ข้อ เรียงลำดับอยู่ด้วยกัน

2. มาตรวัดแบบนัยจำแนก

2.1 ลักษณะมาตรวัดแบบนัยจำแนก เป็นการวัดความหมายที่สัมพันธ์กับสิ่งของหรือมโนคติ โดยการให้ผู้ตอบแสดงความรู้สึกตามมาตรวัดที่มี 7 ระดับ การให้คะแนนจะมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 7 ความรู้สึกที่เป็นบวกมากที่สุดจะให้ 7 คะแนน ส่วนความรู้สึกที่เป็นลบมากที่สุดจะให้ 1 คะแนน สำหรับคำคุณศัพท์ มี 3 มิติ คือ

- 1) คำคุณศัพท์เกี่ยวกับการประเมิน เช่น ดี - เลว สะอาด - สกปรก
- 2) คำคุณศัพท์เกี่ยวกับศักยภาพ เช่น แข็งแรง - อ่อนแอ หนัก - เบา
- 3) คำคุณศัพท์เกี่ยวกับกิจกรรม เช่น เร็ว - ช้า เปลี่ยนแปลง - ซ้ำซาก

2.2 แนวการสร้างมาตรวัดเจตคติแบบนัยจำแนก

- 1) ระบุมโนคติที่ต้องการวัดให้ชัดเจน
- 2) เลือกคำคุณศัพท์ทั้ง 2 ขั้วของการวัด

- 3) เขียนมโนคติที่ต้องการวัดและคำคุณศัพท์ที่จะใช้วัดทั้ง 2 ขั้ว
- 4) ควรพิจารณาอายุของผู้ตอบเพื่อกำหนดจำนวนมโนคติที่จะวัด
- 5) กำหนดค่าในมาตรวัดแต่ละระดับ

ปริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2551, อ้างอิงมาจาก นุจเนตร อินธิตา, 2562) ได้เสนอแนวทางการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยวัดได้จากแนวโน้มของบุคคลที่แสดงออกทางภาษาและวัดในรูปของความคิดเห็น การวัดเจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดและผู้ใดอาจจะใช้วิธีการสังเกตจากการกระทำ คำพูด การแสดงสีหน้าและท่าทางหรือจากการสัมภาษณ์ความรู้สึกนึกคิด แบบวัดหรือเครื่องมือที่นักจิตวิทยานิยมใช้กันมากจะอยู่ในรูปของแบบสอบถามหรือแบบสำรวจ เรียกว่าแบบวัดเจตคติ ซึ่งในการวัดมีข้อตกลงเบื้องต้นดังนี้

1. การศึกษาเจตคติเป็นการศึกษาความคิดเห็น ความรู้สึกของบุคคลที่มีลักษณะคงเส้นคงวาหรืออย่างน้อยก็เป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่จะไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาหนึ่ง
2. เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง การวัดเจตคติจึงเป็นการวัดทางอ้อมจากแนวโน้มที่บุคคลแสดงออกหรือพฤติกรรมที่มีแบบแผนคงที่
3. การศึกษาเจตคติของบุคคล มิใช่แต่เป็นการศึกษาทิศทางเจตคติของบุคคลเท่านั้น แต่ต้องศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มแข็งของเจตคตินั้นด้วย

วิธีวัดเจตคติแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. วิธีวัดทางตรง (Directive Technique) ได้แก่ วิธีการสัมภาษณ์ ใช้แบบสอบถาม
2. วิธีวัดทางอ้อม (In directive Technique) ได้แก่ การให้อ่านแล้วต่อความหมาย ให้หาคำมาสัมพันธ์ การผูกเรื่องจากภาพ
3. ศึกษาจากสิ่งอื่นโดยไม่ต้องติดต่อกับบุคคลที่เราจะวัดเลย (Unobtrusive Technique)

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินผลเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักวิจัยและนักการศึกษา ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แนวทางการสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีข้อความประเมินตามองค์ประกอบ ของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ Haney (1964) ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 6 องค์ประกอบ คือ 1) ด้านความมีเหตุผล 2) ด้านการเป็นบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น 3) ด้านการเป็นบุคคลที่ใจกว้าง 4) ด้านการเป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง 5) ด้านความเพียรพยายาม และ 6) ด้านความละเอียดรอบคอบ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1. ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ดังนี้

Kemmis & Mc Taggart (1988, อ้างอิงมาจาก วีระยุทธ ชาตะกาญจน์, 2558) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเชิงเทคนิคเหมือนกับการวิจัยอื่น ๆ แต่แตกต่างในด้านวิธีการ โดยวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการปฏิบัติงานที่สะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of Self-Reflecting) เริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน (planning) การปฏิบัติ (action) การสังเกต (observing) และการสะท้อนกลับ (reflecting) ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมเพื่อนำผลการสะท้อนกลับไปพัฒนาหรือปรับปรุงการทำงานให้ดียิ่งขึ้น

Johnson (2008, อ้างอิงมาจาก วีระยุทธ ชาตะกาญจน์, 2558) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่ผู้ปฏิบัติงานทำการหาการปฏิบัติงาน เพื่อแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ โดยเป็นกระบวนการศึกษาสภาพของปัญหาหรือสถานการณ์ที่เป็นจริงของสถานศึกษา เพื่อทำความเข้าใจ พัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของการปฏิบัติงาน

องอาจ นัยวัฒน์ (2548) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยที่ดำเนินการโดยนักวิจัยและบุคลากรที่ปฏิบัติงานในหน่วยงาน องค์กรหรือชุมชน โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุง แก้ไขปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานอย่างทันทั่วถึง ผลลัพธ์ที่ได้จะสอดคล้องกับสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมถึงโครงสร้างการบริหารงาน บริบททางสังคม วัฒนธรรมและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่นั้น ๆ

วีระยุทธ ชาตะกาญจน์ (2558) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นกระบวนการศึกษาและรวบรวมข้อเท็จจริง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุปที่นำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่มุ่งเน้นการพัฒนาทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานในขอบข่ายที่รับผิดชอบ ซึ่งผู้วิจัยสามารถดำเนินการซ้ำได้หลายครั้ง จนกว่าผลการปฏิบัติงานจะบรรลุวัตถุประสงค์หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย การวางแผน (plan) การปฏิบัติ (action) การสังเกต (observation) และการสะท้อนกลับ (reflection)

ไชยรัตน์ ปราณี (2567) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยประยุกต์ที่มุ่งเน้นการนำกระบวนการและผลการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขององค์กร โดยให้ความสำคัญกับการนำไปใช้ประโยชน์มากกว่าการสร้างหรือพัฒนาองค์ความรู้ของศาสตร์นั้น ๆ

จากการศึกษามีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยที่ปฏิบัติโดยครูผู้สอน เพื่อแก้ปัญหาของผู้เรียนในชั้นเรียนนั้น ๆ ให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยมุ่งเน้นทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งสามารถดำเนินการซ้ำได้หลายครั้งจนกว่าจะบรรลุวัตถุประสงค์และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียนและสถานศึกษาต่อไป

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ไว้ดังนี้

Kemmis and McTaggart (1988) ได้กล่าวถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่นำไปใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงสภาพการเรียนรู้ในการเรียน มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาที่ต้องดำเนินการแก้ไข โดยครูผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องวางแผนเพื่อสำรวจสภาพของปัญหาว่า ปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไร มีลักษณะอย่างไร เกี่ยวข้องกับใครบ้าง มีการปรึกษาร่วมกัน รวมทั้งใช้แนวคิดวิเคราะห์สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีการกระตุ้นและใช้คำถามในชั้นเรียน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม ต้องปรับเนื้อหาบางหัวข้อในบทเรียน ซึ่งผู้บริหารต้องรับทราบการเปลี่ยนแปลงและให้การสนับสนุน เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดในขั้นวางแผนงานดำเนินการ โดยฟังความคิดเห็นจากผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ซึ่งการลงมือปฏิบัติตามแผนงานดำเนินการจะเป็นข้อมูลที่สามารถย้อนกลับได้ว่า แผนที่ตั้งไว้เหมาะสมหรือไม่ มีอุปสรรคอื่น ๆ มาเกี่ยวข้องหรือไม่ เช่น ถูกต่อต้านจากผู้บริหารหรือนักเรียน ดังนั้น แผนงานที่กำหนดไว้ควรมีความยืดหยุ่น (Fluid and Dynamic) โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) เป็นขั้นสังเกตการณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินกิจกรรมตามแผนงานดำเนินการ รวบรวมผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ ทั้งการเห็นด้วยตา การฟังและการใช้เครื่องมือ ได้แก่ แบบทดสอบ แบบสำรวจ หรือแบบสอบถาม โดยต้องสังเกตการณ์อย่างระมัดระวังด้วยความใจกว้าง เปิดใจรับฟังความคิดเห็นจากผู้เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งจดบันทึกทุกสิ่งที่เกิดขึ้น ทั้งที่คาดหวังและไม่ได้คาดหวัง สิ่งที่ต้องการสังเกต คือ กระบวนการของการปฏิบัติ (The Action Process) ผลของการปฏิบัติ (The Effect of Action) และสภาพแวดล้อม และข้อจำกัดของการปฏิบัติการ (The Circumstances and Constraints)

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect) ขั้นสุดท้ายของวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการหรือปัญหาต่อการปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยร่วมกับกลุ่ม

ที่เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับระบบการศึกษา สภาพสังคม และสภาพแวดล้อมของโรงเรียน โดยผ่านการอภิปรายปัญหาและการประเมินจึงจะทำให้เห็น แนวทางการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินการกิจกรรมและเป็นพื้นฐานข้อมูลนำไปสู่การปรับปรุง และการวางแผนต่อไป

องอาจ นัยวัฒน์ (2548) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยอาศัย การคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ประกอบกับ การศึกษาข้อมูลในอดีตที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขทั้งทางตรงและทางอ้อม การไตร่ตรองถึงปัจจัยสนับสนุน ปัจจัยขัดขวาง ความสำเร็จในการแก้ไข ปัญหาและเงื่อนไขอื่น ๆ ที่แวดล้อมปัญหาอยู่ในเวลานั้น โดยการวางแผนจะต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่นเพื่อที่จะสามารถ ปรับเปลี่ยนให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคตได้

2. การปฏิบัติการ (Action) เป็นการลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้ อย่างระมัดระวัง โดยปฏิบัติให้สอดคล้องกับแนวทางที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามในสถานการณ์จริง การปฏิบัติตามแผนอาจต้องปรับเปลี่ยนตามเงื่อนไขและข้อจำกัดที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น ๆ ด้วยเหตุนี้ แผนปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพจึงควรมีลักษณะยืดหยุ่น เป็นแผนชั่วคราวที่ผู้ปฏิบัติ สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์และปัจจัยแวดล้อม การปฏิบัติการที่ดีควรดำเนินไป อย่างต่อเนื่องและเป็นพลวัต โดยอาศัยวิจารณ์ญาณและการตัดสินใจของผู้ปฏิบัติงานเป็นสำคัญ

3. การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับการดำเนินงานและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน รวมถึงการสังเกตปัจจัยสนับสนุน และอุปสรรคในการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติ ตามแผน การสังเกตการณ์ที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีการวางแผนล่วงหน้าอย่างคร่าว ๆ โดยกำหนดขอบเขตที่ไม่แคบหรือจำกัดจนเกินไป เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมสำหรับการสะท้อนกลับ กระบวนการและผลการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่อไป

4. การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และบันทึกการปฏิบัติงานอย่างมีวิจารณ์ญาณ โดยพิจารณาทั้งกระบวนการและผลลัพธ์ตามแผนที่วางไว้ รวมถึงการวิเคราะห์ปัจจัยสนับสนุนและอุปสรรคในการพัฒนา ตลอดจนปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อประเมินว่าบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับอาศัยกระบวนการกลุ่มในการวิพากษ์ และประเมินผลกาปฏิบัติงานระหว่างผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ซึ่งเป็นวิธีการปรับเปลี่ยนจากแนวทาง ดั้งเดิมสู่วิธีการใหม่ ข้อมูลที่ได้จะใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการทบทวนและปรับปรุงแผนปฏิบัติการ ในวงจรต่อไปของกระบวนการวิจัย

วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558) ได้กล่าวถึง กระบวนการวิจัยที่นำไปใช้เพื่อพัฒนา และปรับปรุงการปฏิบัติงานในโรงเรียน สามารถอธิบายการดำเนินการตามวงจรได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning) เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาร่วมกันระหว่างบุคลากร ภายในโรงเรียน เพื่อให้ได้ปัญหาที่สำคัญที่ต้องการแก้ไข ตลอดจนการแยกแยะรายละเอียดต่าง ๆ ของปัญหานั้น ว่ามีลักษณะอย่างไร เกี่ยวข้องกับใคร มีแนวทางแก้ไขและจะต้องปฏิบัติอย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action) เป็นการนำแนวคิดมากำหนดแผนการดำเนินการ โดยวิเคราะห์จากปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกับผู้เกี่ยวข้อง เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงแผน การดำเนินการ ซึ่งควรจะมีคามยืดหยุ่นและสามารถปรับปรุงได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการศึกษาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ด้วยความรอบคอบ โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้น ตามที่คาดหวังและไม่คาดหวัง

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) เป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยทำการประเมินตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาหรือสิ่งที่เป็นข้อจำกัด ที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องต้องร่วมกันอภิปรายและประเมินปัญหา รวมทั้งตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคม สิ่งแวดล้อมและระบบ การศึกษาของโรงเรียนที่ประกอบกันอยู่ทำให้ได้แนวทางการพัฒนาและขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม เพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่การปรับปรุงและวางแผนการปฏิบัติต่อไป

จากการศึกษาขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่นักวิชาการและนักการศึกษา หลายท่านได้กล่าวถึง ผู้วิจัยอ้างอิงขั้นตอนการดำเนินการของวีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558) มาใช้ ในการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning) เริ่มด้วยการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา โดยศึกษา แนวคิดทฤษฎีเพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหาและสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยวิเคราะห์ วิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นเพื่อทำการแก้ไขและปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติการ โดยใช้ เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่สร้างขึ้น เพื่อแสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้ เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) เป็นการสะท้อนผลที่ได้ จากการปฏิบัติงานในขั้นต่าง ๆ โดยการประเมินตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาหรือสิ่ง ที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงานที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจร ปฏิบัติการต่อไป

3. กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ดังนี้

องอาจ นัยวัฒน์ (2548) ได้สรุปกระบวนการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุแนวคิดและนิยามของปัญหาอย่างชัดเจน
2. รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องเพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของสภาวะการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงหรือพัฒนา
3. วางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีปฏิบัติการแก้ไข้ปัญหา
4. นำยุทธวิธีปฏิบัติที่วางไว้ไปลงมือปฏิบัติจริง
5. สังเกตการณ์ ติดตามตรวจสอบและประเมินผลการปฏิบัติงานตามยุทธวิธีปฏิบัติที่ได้ลงมือกระทำไปแล้ว

6. สะท้อนกลับผลของการนำยุทธวิธีปฏิบัติที่ได้ลงมือปฏิบัติแล้ว โดยอาศัยการคิดเชิงวิพากษ์ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยบนพื้นฐานของข้อมูลหลักฐานร่องรอยต่าง ๆ ที่ได้รับจากขั้นตอนที่ 5

7. ทบทวนและปรับปรุงแผนยุทธวิธีปฏิบัติในการแก้ไข้ปัญหา
8. นำแผนยุทธวิธีปฏิบัติที่ปรับปรุงแล้วไปลงมือปฏิบัติจริง
9. สะท้อนกลับผลของการนำยุทธวิธีปฏิบัติที่ได้รับการปรับปรุงและลงมือปฏิบัติแล้ว
10. ดำเนินการไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งนักวิจัยเชิงปฏิบัติการและผู้มีส่วนร่วมมีความเห็นสอดคล้องกันว่าสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้นได้รับการปรับปรุงแก้ไขและบรรลุตามวัตถุประสงค์แล้ว

วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558) ได้กล่าวถึงวิธีการดำเนินการตามวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในโรงเรียน ปฏิบัติได้ดังนี้

1. การจำแนกหรือพิจารณาปัญหาที่ต้องการจะศึกษา ผู้วิจัยต้องศึกษารายละเอียดของปัญหาอย่างชัดเจน โดยปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงเรียนที่จะทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องศึกษาค้นคว้า แสวงหาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ ให้กว้างขวางพอสมควร
2. เลือกปัญหาที่สำคัญในการวิจัย วิเคราะห์ลักษณะของปัญหาโดยอาศัยหลักการและทฤษฎีแล้วกำหนดวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัยในรูปแบบของข้อความที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปัญหา กับหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
3. เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัยที่จะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติหรือการฝึกหัด

ตามวิธีการและเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4. บันทึกเหตุการณ์แต่ละขั้นตอนในการวิจัยอย่างละเอียด ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้า และที่เป็นอุปสรรคตามวงจรของการปฏิบัติการทั้ง 4 ขั้นตอน โดยจะต้องรวบรวมข้อบันทึกต่าง ๆ เพื่อใช้ในการปรับปรุงวงจรปฏิบัติการในรอบต่อไปและเพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้วิเคราะห์หาคำตอบของสมมติฐาน ขั้นตอนของการปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ขั้นวางแผน (Planning) โดยสำรวจปัญหาร่วมกันระหว่างครูผู้สอน และบุคลากรในโรงเรียนเพื่อให้ได้ปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้แก้ไข ตลอดจนแยกแยะรายละเอียดของปัญหานั้นว่ามีลักษณะอย่างไร เกี่ยวข้องกับใคร มีแนวทางแก้ไขและปฏิบัติอย่างไร

4.2 ขั้นปฏิบัติการ (Action) เป็นการนำแนวคิดมากำหนดแผนมาดำเนินการ โดยวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกันระหว่างผู้เกี่ยวข้องเพื่อแก้ไขปรับปรุงแผนปฏิบัติการ ดังนั้นแผนปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพจึงควรมีลักษณะยืดหยุ่น

4.3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการศึกษาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งที่คาดหวังและไม่คาดหวัง

4.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) เป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยทำการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาหรือสิ่งที่เป็นข้อจำกัด อันเป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคม สิ่งแวดล้อมและระบบการศึกษาของโรงเรียนที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการร่วมอภิปรายปัญหาและการประเมินโดยกลุ่ม ซึ่งจะทำให้ได้แนวทางของการพัฒนาและขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่การปรับปรุงและวางแผนการปฏิบัติต่อไป

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่รวบรวมไว้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยต้องตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ จัดหมวดหมู่และแยกประเภทของกลุ่มข้อมูลตามหัวข้อที่เหมาะสม เปรียบเทียบข้อแตกต่างและความคล้ายคลึงของข้อมูลแต่ละประเภท โดยการวิเคราะห์อย่างลึกซึ้งร่วมกับกลุ่มผู้วิจัยเพื่อให้เกิดความมั่นใจในความถูกต้อง

6. ตรวจสอบข้อมูลที่กลุ่มวิจัยได้ร่วมกันพิจารณาไว้แล้วอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหาและผลที่ได้รับตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย หากผู้วิจัยสามารถทำการประมวลและสรุปผลข้อมูลเป็นหลักการ (principle) รูปแบบของการปฏิบัติ (model) ข้อเสนอเชิงทฤษฎี (proposition) หรือทฤษฎี (theory) ของปฏิบัติการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้ จะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการผู้เรียนเป็นอย่างมาก

จากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยอ้างอิงกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการของวีระยุทธ ชาตะกาญจน์ (2558) เนื่องจากขั้นตอนมีความละเอียดและสามารถดำเนินการได้อย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. พิจารณาปัญหาที่ต้องการจะศึกษา โดยศึกษารายละเอียดของปัญหาอย่างชัดเจน
2. เลือกปัญหาที่สำคัญในการวิจัย วิเคราะห์ลักษณะของปัญหาโดยอาศัยหลักการและทฤษฎีแล้วกำหนดวัตถุประสงค์การวิจัย
3. การเลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. บันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้าและที่เป็นอุปสรรคตามวงจรของการปฏิบัติการ
5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่รวบรวมไว้ โดยส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพมากกว่าข้อมูลเชิงปริมาณ
6. ตรวจสอบข้อมูลเพื่อสรุปหาคำตอบตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

นุเจนตร อินธิตา (2562) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น กับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น และแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.67/81.14 และ 83.48/82.07 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.6975 และ 0.7144 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 69.75 และ 71.44 ตามลำดับ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นและแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมไม่แตกต่างกันแต่เจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยสรุปแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นและแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเหมาะสม แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกันและมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์จึงสามารถนำวิธีการสอนทั้งสองนี้ไปใช้ได้ตามความเหมาะสม

พิชญา ศิลาม่อม (2562) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานและ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานกับกลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แสงแก้ว พานจันทร์ (2562) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน และ 3) เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ควรปฏิบัติดังนี้ 1) ขึ้นกำหนดปัญหา ผู้วิจัยนำเข้าสู่บทเรียนด้วยวิดีโอทัศนสถานการผ่าขาที่ใกล้ตัวนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจนักเรียนและนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ได้ 2) ขึ้นจัดกลุ่มข้อโต้แย้ง ผู้วิจัยควรชี้แนะแนวทางในการกำหนดประเด็นสำหรับสืบค้นข้อมูล 3) ขึ้นสืบค้นข้อมูลควรมีแนวทางและแหล่งสืบค้นข้อมูลที่นำไปสู่ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา 4) ขึ้นโต้แย้ง ควรมีการจัดให้อยู่ในลักษณะที่น่าสนใจ

5) ชื่นตัสใจ ผู้วิจัยควรเปิดโอกาสให้นักเรียนเห็นถึงแนวทางแก้ปัญหาและ 6) ชื่นสรุปผล ควรให้นักเรียนได้สรุปผลและทำให้นักเรียนเห็นถึงแนวทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุด เพื่อให้เกิด การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ได้ หลังจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถปรับเปลี่ยน มโนทัศน์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดที่อยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความสอดคล้องและบางส่วน คลาดเคลื่อน (PU+MU) ไปสู่กลุ่มมโนทัศน์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ได้และในเรื่องระบบภูมิคุ้มกัน นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์จากกลุ่มไม่มีมโนทัศน์ (NU) ไปสู่กลุ่มมโนทัศน์ ที่มีความสอดคล้องและบางส่วนคลาดเคลื่อน (PU+MU) ได้และหลังจัดการเรียนรู้นักเรียนมีเจตคติ ที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ในด้านบทบาทของวิทยาศาสตร์ต่อสังคมหลังจัดการเรียนรู้ที่ระดับสูงสุด

จักรกฤษ อินเปี้ย (2563) ได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็น ทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุล มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และการตัดสินใจ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ควรมีลักษณะดังนี้ คือ สถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสั้น กระชับ มีประเด็น ที่ไม่ยากจนเกินไป เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและออกแบบ วิธีการสำรวจตรวจสอบ เน้นย้ำให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการใช้หลักฐานพยานที่ถูกต้อง และนำเชื่อถือมาสนับสนุนในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียน แสดงความคิดเห็นและอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ตลอดเวลา รวมทั้งสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ ที่สนุกสนาน ผ่อนคลาย ซึ่งหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวทางดังกล่าวพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการ ของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจดีขึ้นตามลำดับ

ลินดา เขจรแข (2564) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผล ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่อง กับวิทยาศาสตร์กับเรียนแบบปกติ 2) เปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับเรียนแบบปกติ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่อง กับวิทยาศาสตร์และแบบปกติมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกัน 2) นักเรียน ที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีคะแนนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อลิษา รัชนิพนธ์ (2564) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสีเฮอร์ จังหวัดภูเก็ต การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Muhamad Ikhwan Mat Saad (2017) ได้ทำการวิจัยเรื่องทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยา (Scientific reasoning skills based on socio-scientific issues in the biology subject) วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ เพื่อประเมินระดับการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความสำเร็จของทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในระดับต่ำหรือปานกลาง นอกจากนี้ นักเรียนยังไม่มีความสามารถในการเชื่อมโยงแนวความคิดของวิทยาศาสตร์และประเด็นทางสังคม และวิทยาศาสตร์

Hai Thanh Nguyen (2020) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของความสัมพันธ์ระหว่างการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสังคม ความรู้ด้านเนื้อหาและความสนใจส่วนบุคคล (Examining the relationships between Socio-Scientific Reasoning, Content Knowledge, and Personal Interest) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสังคม ความรู้ด้านเนื้อหาและความสนใจส่วนบุคคลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสังคมของนักเรียนแตกต่างกันไปตามสถานการณ์ 3 สถานการณ์ที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนมีความสามารถในการใช้เหตุผล

ทางวิทยาศาสตร์และสังคมในสถานการณ์การฉีดวัคซีนขึ้นมากกว่าในสถานการณ์ภาวะโลกร้อน และสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม การวิเคราะห์ยังแสดงให้เห็นอีกว่าความสามารถในการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสังคมมีปฏิสัมพันธ์กับพุทธิพิสัยและจิตพิสัย ซึ่งความรู้ด้านเนื้อหาและความสนใจส่วนบุคคลในระดับต่ำมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับความสนใจส่วนบุคคลต่อสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์และสังคมแต่ละประเด็นอาจส่งผลกระทบอย่างมากต่อระดับความสามารถในการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่เพิ่มขึ้น

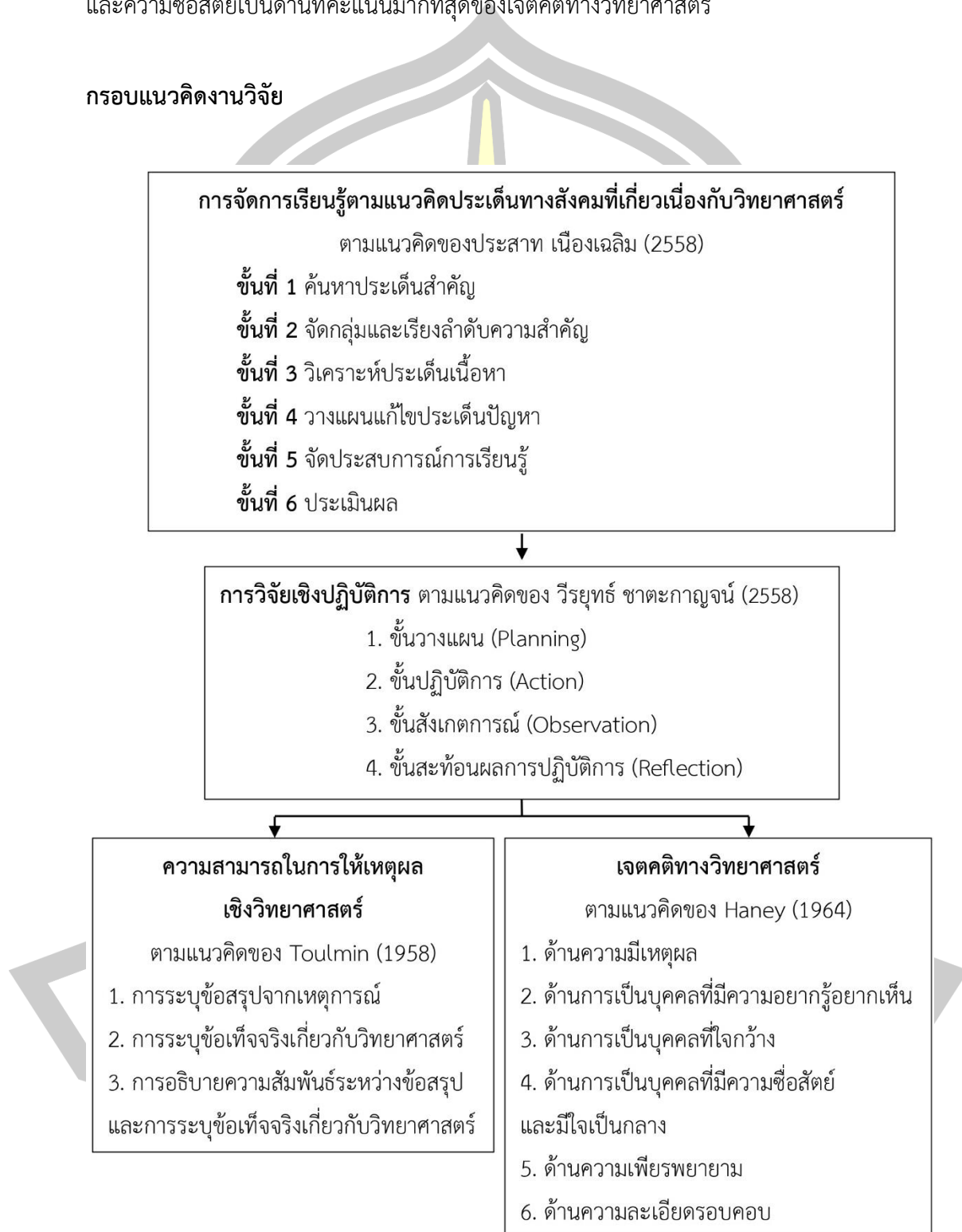
Hanife Gamze Hastürk (2021) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การทดสอบเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Examination of Secondary School Students' Attitudes towards Socioscientific Issues) การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนต่อระดับประเด็นทางสังคมวิทยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกในประเด็นทางสังคมวิทยาและคะแนนเฉลี่ยของความสนใจและประโยชน์ ความชอบและมิตีย่อยของความวิตกกังวลไม่แบ่งตามเพศ จากผลการวิจัย พบว่า มีความสำคัญของเน้นประเด็นทางสังคมวิทยาและให้คำแนะนำแก่ผู้สร้างโปรแกรม นักวิจัยและผู้ปฏิบัติงานในการสอน

Tülin GENÇ (2021) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (Perspectives Related to Socio-Scientific Issues According to the Scientific Attitude Points of Secondary School Students) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงมีความตระหนักรู้และมีความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมมากกว่านักเรียนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ

Nurfatimah Sugrah, Suyanta, and Antuni Wiyarsi (2023) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนแบบพลิกกลับโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Promoting students' critical thinking and scientific attitudes through socio-scientific issues-based flipped classroom) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพิจารณาผลกระทบของห้องเรียนแบบพลิกกลับที่บูรณาการกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่อการคิดเชิงวิพากษ์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเพื่อพิจารณาความแตกต่างในแต่ละด้านของการคิดเชิงวิพากษ์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ห้องเรียนแบบพลิกกลับโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการคิดเชิงวิพากษ์และเจตคติ

ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยด้านที่มีคะแนนมากที่สุดของคิดเชิงวิพากษ์ คือ ด้านการวิเคราะห์ และความซื่อสัตย์เป็นด้านที่คะแนนมากที่สุดของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดงานวิจัย



ภาพ 4 กรอบแนวคิดงานวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีรายละเอียด ในการดำเนินการศึกษาดังต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง ม. 4/1 โรงเรียนมัธยมพรสธารามย์ อำเภอกุเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 20 คน จากผู้เรียนทั้งหมด 22 คน โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คะแนนเต็ม 14 คะแนน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่นำมาจากงานวิจัยของลินดา เขจรแข (2564) มาทดสอบกับนักเรียน คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบถูกนำมาหาค่าเฉลี่ย และร้อยละของคะแนน จากนั้นนำคะแนนไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งนักเรียนได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1

เลขที่	คะแนน (14)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน	เลขที่	คะแนน (14)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน
1	5	35.71	ไม่ผ่าน	12	6	42.86	ไม่ผ่าน
2	6	42.86	ไม่ผ่าน	13	6	42.86	ไม่ผ่าน
3	10	71.43	ผ่าน	14	7	50.00	ไม่ผ่าน
4	6	42.86	ไม่ผ่าน	15	8	57.14	ไม่ผ่าน
5	7	50.00	ไม่ผ่าน	16	7	50.00	ไม่ผ่าน
6	8	57.14	ไม่ผ่าน	17	7	50.00	ไม่ผ่าน
7	8	57.14	ไม่ผ่าน	18	5	35.71	ไม่ผ่าน
8	9	64.29	ไม่ผ่าน	19	11	78.57	ผ่าน
9	6	42.86	ไม่ผ่าน	20	6	42.86	ไม่ผ่าน
10	8	57.14	ไม่ผ่าน	21	8	57.14	ไม่ผ่าน
11	7	50.00	ไม่ผ่าน	22	9	64.29	ไม่ผ่าน

จากตาราง 4 พบว่า นักเรียนมีคะแนนไม่ถึงเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 20 คน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.27 คะแนนของคะแนนเต็ม ซึ่งนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นกลุ่มเป้าหมายของผู้วิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยอ้างอิงขั้นตอนของวีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558) โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 วงจรปฏิบัติการ โดยขั้นตอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยทำการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อเสาะหาแนวทางในการแก้ปัญหา ศึกษาตำรา ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหาและสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหาดังกล่าว โดยปฏิบัติ ดังนี้

1.1 สสำรวจสภาพปัญหาและสภาพสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมพรสำราญ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โดยสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การสร้างเครื่องมือวิจัยและการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1.3 สร้างเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จำนวน 9 แผน แบบบันทึกอนุทิน แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กับขั้นตอนการปฏิบัติ คือ ในระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นร่วมกับสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกและนำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มาทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอนครบทุกแผนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาในด้านปริมาณและคุณภาพ เพื่อประเมินผลและตรวจสอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สะท้อนแนวคิดและผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลว่า บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ หากไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้จะต้องหาแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุง เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 5 ชนิด ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 9 แผน รวม 12 ชั่วโมง

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ เป็นแบบอัตนัย (เขียน-ตอบอิสระ) ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ โดยทดสอบ

เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

3. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดตามแบบของลิเคิร์ท แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 6 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ โดยทดสอบเมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการสุดท้าย

4. แบบบันทึกอนุทิน

5. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 9 แผน 12 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.2 ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยาเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโรงเรียนมัธยมพรสำราญ เพื่อให้ทราบผลการเรียนรู้

1.3 ศึกษาคู่มือการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.4 ศึกษาเนื้อหาวิชาชีววิทยา ในหนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเล่ม 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1.5 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาข้อมูลในการวางแผนและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1.6 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ดังตาราง 5

ตาราง 5 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วงจร ปฏิบัติการ	แผนการจัดการ เรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	1	พันธวิศกรรม	2
	2	สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	1
	3	การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	1
2	4	การโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิด ของแบคทีเรีย	1
	5	การโคลนนิ่งโดยเทคนิคพอลิเมอร์ส เชนรีแอคชัน	1
	6	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้านการแพทย์และเภสัชกรรม	2
3	7	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้านนิติวิทยาศาสตร์	2
	8	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้านเกษตรและอุตสาหกรรม	1
	9	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความ ปลอดภัยทางชีวภาพและจริยธรรม	1
รวม			12

1.7 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อกำหนดเป็นรายละเอียดในการสร้างแผนการเรียนรู้ตามแนวคิด ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เวลา 12 ชั่วโมง ดังตาราง 6

ตาราง 6 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1	อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	พันธุวิศวกรรม	พันธุวิศวกรรม เป็นการนำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาชีววิทยาระดับโมเลกุลมาดัดต่อสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอด้วยเทคโนโลยีเพื่อให้สิ่งมีชีวิตตามลักษณะที่ต้องการ เช่น พืชจีเอ็มโอ (GMOs)	1. อธิบายความสำคัญของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมได้ (K) 2. อธิบายประโยชน์และโทษของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่ศึกษาในด้านต่าง ๆ ได้ (P) 3. มีความรับผิดชอบ ร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	2
2	อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เป็นสิ่งมีชีวิตที่ได้รับการดัดแปรพันธุกรรมจากการใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมหรือเทคนิคการดัดยีนที่สามารถคัดเลือกยีนที่จำเพาะเจาะจงจากสิ่งมีชีวิตต่างชนิด ก่อนนำมาดัดแต่งเข้ากับสิ่งมีชีวิตเป้าหมาย	1. วิเคราะห์ลักษณะพิเศษของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมได้ (K) 2. เขียนกระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่ศึกษาได้ (P) 3. มีความรับผิดชอบ ร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	1

ตาราง 6 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
			เพื่อให้เกิดการพัฒนาข้ามสายพันธุ์ และก่อให้เกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ ที่มีคุณสมบัติตามต้องการ		
3	อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิต ดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอ เอรีคอมบีแนนท์	การสร้างดีเอ็นเอเอรีคอม บีแนนท์	การสร้างดีเอ็นเอเอรีคอมบีแนนท์ เป็นการเชื่อมชิ้นส่วนระหว่างพลาสมิด ที่ซึ่งเป็นพาหะและดีเอ็นเอที่ถูกตัด ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ โดยการเติม เอนไซม์ดีเอ็นเอ โกลเอส	1. อธิบายหลักการตัดดีเอ็นเอ ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะและการสร้าง ดีเอ็นเอเอรีคอมบีแนนท์ได้ (K) 2. บอกความแตกต่างของเซลล์ แบคทีเรียที่ได้รับและไม่ได้รับดีเอ็นเอ เอรีคอมบีแนนท์ได้ (K) 3. ปฏิบัติตามขั้นตอนกิจกรรม การสร้างดีเอ็นเอเอรีคอมบีแนนท์ ได้ถูกต้อง (P) 4. มีความรับผิดชอบ ร่วมแสดง ความคิดเห็นและยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น	1

ตาราง 6 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
4	อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	การโคลนนิ่ง โดยอาศัยพลาสมิด ของแบคทีเรีย	การโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย เป็นการเพิ่มปริมาณของเอ็นเอ โดยอาศัยดีเอ็นเอพาหะหรือเวกเตอร์ (vector) เช่น พลาสมิดของแบคทีเรีย จากนั้นนำแบคทีเรียไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ชุดของพลาสมิดที่มีชิ้นส่วนของดีเอ็นเอจึงเพิ่มขึ้น	1. อธิบายการโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียได้ (K) 2. เขียนกระบวนการทางเทคนิควิธีการโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียได้ (P) 3. มีความรับผิดชอบ ร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและมีความไม่เรียนรู้ (A)	1
5	อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	การโคลนนิ่งโดย เทคนิคพอลิเมอเรสเซน รีแอคชัน	การโคลนนิ่งโดยเทคนิคพอลิเมอเรสเซนรีแอคชัน เป็นกระบวนการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอในหลอดทดลองในปริมาณมาก โดยการใช้เครื่องเพิ่มปริมาณดีเอ็นเออัตโนมัติหรือเครื่อง (thermocycler machine)	1. อธิบายการโคลนนิ่งโดยเทคนิคพอลิเมอเรสเซนรีแอคชันได้ (K) 2. เขียนกระบวนการทางเทคนิควิธีการโคลนนิ่งโดยเทคนิคพอลิเมอเรสเซนรีแอคชันได้ (P) 3. มีความรับผิดชอบ ร่วมแสดง	1

ตาราง 6 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
6	สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้านการแพทย์ และเภสัชกรรม	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการแพทย์และเภสัชกรรม เป็นการเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในการวินิจฉัยโรคโดยใช้เทคนิคพีซีอาร์ตรวจสอบจีโนมของไวรัส แบคทีเรียหรือเชื้อรา การรักษาโรค ด้วยเทคนิคยีนบำบัดและการสร้างผลิตภัณฑ์ทางเภสัชกรรม ซึ่งเป็นการผลิตโปรตีนเพื่อนำมาใช้ประกอบการรักษา	ความคิดเห็นและยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่นและ มีความไม่เรียนรู้ (A) 1. ระบุนวัตกรรมและข้อเสียของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์และเภสัชกรรม ที่ศึกษาได้ (K) 2. อภิปรายและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง ต่อประเด็นที่ศึกษาได้ (P) 3. มีความรับผิดชอบ ร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	2
7	สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยี	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	เทคนิคเจโลอิเล็กโทรโฟรีซิสเป็นเทคนิคการแยกโมเลกุลดีเอ็นเอขนาด	1. หาขนาดของดีเอ็นเอที่ได้จากเทคนิคเจโลอิเล็กโทรโฟรีซิสได้ (K)	2

ตาราง 6 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
	ทางดีเอ็นเอประยุกต์ทั้งใน ด้านสิ่งแวดล้อมนิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและ อุตสาหกรรมและข้อควร คำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม	ด้านนิติวิทยาศาสตร์	ต่าง ๆ เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่อยู่ ภายใต้สนามไฟฟ้า จากขั้วนำไปยังขั้วลบ เช่น ลีธียมโบรไมด์และนำไปส่อง ด้วยแสงอัลตราไวโอเลตจะเกิด การเรืองแสง บริเวณที่โมเลกุลดีเอ็นเอ ขนาดเท่ากันเคลื่อนที่ไปอยู่ด้วยกัน จำนวนมากจะมองเห็นเป็นแถบ ปัจจุบันมีการนำองค์ความรู้นี้ มาประยุกต์ใช้ด้านนิติวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคต่าง ๆ ได้แก่ การใช้ เทคนิคการวิเคราะห์ STR เพื่อ ตรวจสอบรูปแบบดีเอ็นเอเฉพาะบุคคล เรียกว่า ลายพิมพ์ดีเอ็นเอซึ่งช่วยให้ สามารถแยกแยะความแตกต่าง ของแต่ละบุคคลได้อย่างจำเพาะ	2. ตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ในการตรวจพิสูจน์บุคคลในคดี อาชญากรรมได้ (P) 3. มีความรับผิดชอบ ร่วมแสดง ความคิดเห็นและยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่นและ มีความไม่เรียนรู้ (A)	

ตาราง 6 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
8	สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ใน ด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและ อุตสาหกรรมและข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม	การประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้านเกษตรและ อุตสาหกรรม	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้านเกษตรและอุตสาหกรรม เป็นการ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในการสร้าง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เพื่อ ปรับปรุงให้มีลักษณะที่ดีขึ้น พัฒนา ผลผลิตที่เป็นนวัตกรรมในอุตสาหกรรม ต่าง ๆ	1. ระบู้ข้อดีและข้อเสียของการ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้านเกษตรและอุตสาหกรรมที่ศึกษา ได้ (K) 2. อภิปรายและโต้แย้งแสดงเหตุผล สนับสนุนแนวคิดของตนเอง ต่อประเด็นที่ศึกษาได้ (P) 3. มีความรับผิดชอบ ร่วมแสดง ความคิดเห็นและยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น (A)	1
9	สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ใน ด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตรและ	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ กับความปลอดภัย ทางชีวภาพและ จริยธรรม	การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอต้องคำนึงถึงด้าน ชีวจริยธรรมและด้านสังคม เนื่องจากเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลดีเอ็นเอ ของมนุษย์และสัตว์	1. อธิบายความสำคัญของความปลอดภัยทางชีวภาพและจริยธรรม ในการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอได้ (K) 2. อภิปรายและโต้แย้งแสดงเหตุผล	1

ตาราง 6 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
	อุตสาหกรรมและข้อควร คำนึงถึงด้านสิ่งแวดล้อม			สนับสนุนแนวคิดของตนเอง ต่อประเด็นที่ศึกษาได้ (P) 3. มีความรับผิดชอบ ร่วมแสดง ความคิดเห็นและยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่นและ มีความไม่เรียนรู้ (A)	

1.8 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้อง
กับวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้และเนื้อหากับระยะเวลาที่กำหนด

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลา
ที่ใช้ในการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้การวัดประเมินผล เพื่อให้มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้
ในชั้นเรียน

1.10 ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพเพื่อประเมินความเหมาะสมของแผน
การจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คะแนนในช่องที่ตรงความคิดเห็นมากที่สุด ซึ่งมีระดับ
คุณภาพ 5 ระดับดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงจากอาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์แล้ว นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาการตรวจสอบคุณภาพด้าน
ความถูกต้อง ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่

1.11.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประสงค์ สายหงษ์ Ph.D. (Early
Intervention/Early Childhood Special) อาจารย์ประจำสาขาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน

1.11.2 นายประสิทธิ์ เศษวงศ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) ตำแหน่งครู
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนโคกข่าหนองโก จังหวัดร้อยเอ็ด
ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน

1.11.3 นางเพื่อนอารีย์ วิเศษนคร ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ตำแหน่งครู
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนนางรอง จังหวัด
บุรีรัมย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนวิทยาศาสตร์

1.11.4 นางสาวนครราช เทียนเพชร ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ตำแหน่งครู
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนศรีกระนวน
วิทยาคม จังหวัดขอนแก่น ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนวิทยาศาสตร์

1.11.5 นายกฤตภาส บุญโยธา ศษ.ม. (วัดและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งครู
ไม่มีวิทยฐานะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบ้านบึงสืบสืราษราษฎร์บำรุง
จังหวัดชัยภูมิ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

1.12 นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับ
เกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณมาจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ
และพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง ความเหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง ความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยยอมรับคุณภาพของแผนจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ค่าเฉลี่ย
ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
ที่ระดับ 4.65 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ดังตาราง 18
(ภาคผนวก ค หน้า 208) ซึ่งการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคม
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62, 4.64 และ 4.70
ตามลำดับ ดังตาราง 19 ถึง ตาราง 21 (ภาคผนวก ค)

จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมตามคำแนะนำ
ของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ ปรับแก้สถานการณ์นำเข้าสู่บทเรียนให้มีความเหมาะสมและน่าสนใจมากขึ้น
ปรับขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้มากขึ้น

1.13 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือ
ในการวิจัย เพื่อเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ
เป็นแบบอัตนัย (เขียน-ตอบอิสระ) ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ทดสอบ
เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบ
ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Toulmin (1958) ที่ได้ระบุไว้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) การระบุ
ข้อสรุปจากเหตุการณ์ 2) การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์ 3) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุป
และหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

2.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอจากหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรของโรงเรียน มัธยมพรสำราญ

2.2 ศึกษาการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่มีลักษณะเป็นคำถามที่ประกอบไปด้วยสถานการณ์ รวมถึงการสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายข้อ

2.3 วิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ แล้วออกแบบกรอบเนื้อหาที่สอนโดยในการคัดเลือกสาระเพื่อที่จะสร้าง แบบวัด

2.4 ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ และนำไปใช้จริงจำนวน 9 ข้อ ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของ Toulmin (1958) ที่ได้ระบุไว้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ 2) การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 3) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุป และข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การประเมิน (Rubric scoring) 4 ระดับ กำหนดค่าคะแนน ตั้งแต่ 0-3 คะแนน ซึ่งข้อคำถามทุกข้อใช้การประเมิน เดียวกัน โดยคำถามแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 7 คะแนน เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการ ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ปรับจากลินดา เชจเรแซ (2564) ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. ระบุข้อสรุป จากเหตุการณ์ (3 คะแนน)	สรุปเหตุการณ์ โดยให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ ได้ถูกต้อง ชัดเจน และครบถ้วน	สรุปเหตุการณ์ โดยให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ ได้ถูกต้องบางส่วน ชัดเจน แต่ไม่ ครบถ้วน	สรุปเหตุการณ์ โดยให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ ได้ถูกต้อง บางส่วน	สรุปเหตุการณ์ โดยให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ ไม่ได้
2. การระบุ ข้อเท็จจริง		ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่ระบุ	ข้อเท็จจริง เกี่ยวกับ	นักเรียนไม่ได้ ระบุข้อเท็จจริง

ตาราง 7 (ต่อ)

เกณฑ์การ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ (2 คะแนน)		ลงในเนื้อหาความ มีความสอดคล้อง กับหลักการหรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ ทั้งหมด	วิทยาศาสตร์ ที่ระบุลงใน เนื้อหาความ มีความสอดคล้อง กับหลักการหรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ บางส่วน	เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์เลย หรือข้อเท็จจริง ที่ระบุลงใน เนื้อหาความ ไม่มีความ สอดคล้อง หลักการหรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์
3. การอธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่างข้อสรุป และข้อเท็จจริง เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ ที่ใช้สนับสนุน ข้อสรุป (2 คะแนน)		ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่ใช้ สนับสนุนข้อสรุป ที่ระบุลงใน เนื้อหาความ มีความถูกต้อง ตามหลักการหรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ ทั้งหมด	ข้อเท็จจริง เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่ใช้ สนับสนุนข้อสรุป ที่ระบุลงใน เนื้อหาความ มีความถูกต้อง ตามหลักการหรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ บางส่วน	ข้อเท็จจริง เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่ใช้ สนับสนุน ข้อสรุป ที่ระบุลงใน เนื้อหาความ ไม่มีความ ถูกต้อง ตามหลักการ หรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์

2.5 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์และปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 5 ท่าน เพื่อประเมินค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ชี้วัดถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

2.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ชี้วัดถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ไว้ใช้ ซึ่งผลการพิจารณาความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.80 – 1.00 ดังตาราง 22 ถึง ตาราง 24 (ภาคผนวก ค)

2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดตามแบบของลิเคิร์ท แบบมาตราส่วนประมาณ 5 ระดับ คือ 5 4 3 2 และ 1 คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 6 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ โดยวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Haney (1964) ที่ได้ระบุไว้ 6 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความมีเหตุผล 2) ด้านการเป็นบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น 3) ด้านการเป็นบุคคลที่ใจกว้าง 4) ด้านการเป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง 5) ด้านความเพียรพยายามและ 6) ด้านความละเอียดรอบคอบ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

3.1 ศึกษาองค์ประกอบและแนวทางการวัดและประเมินผลเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ทและการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาข้อมูลในการวางแผนและออกแบบแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.3 สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ชุด จำนวน 42 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 30 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณ 5 ระดับ คือ 5 4 3 2 และ 1 คือ มากที่สุด มากปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด จำนวน 6 ด้าน ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงประเภทข้อความในแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามเจตคติที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

เจตคติทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก
1. ด้านความมีเหตุผล	- เลือกปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติในสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม - เห็นประโยชน์และโทษของการใช้เทคโนโลยี - ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใคร่ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย
2. ด้านการเป็นบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น	- สนใจและรับรู้ข้อสนเทศหรือสิ่งเร้า ด้วยความตั้งใจ - ตอบสนองต่อข้อสนเทศหรือสิ่งเร้า อย่างกระตือรือร้น
3. ด้านการเป็นบุคคลที่ใจกว้าง	- ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น - ไม่แสดงพฤติกรรมต่อต้านผู้ที่มีความเห็นต่างจากตนเอง
4. ด้านการเป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง	- ทำการทดลองวิทยาศาสตร์และบันทึกผลการทดลองตามความเป็นจริง - ไม่มีอคติในการทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น
5. ด้านความเพียรพยายาม	- ทำการทดลองวิทยาศาสตร์จนสำเร็จ - ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่าวิชาอื่น
6. ด้านความละเอียดรอบคอบ	- ทำการทดลองวิทยาศาสตร์และทำกิจกรรมด้วยความระเอียดรอบคอบ

3.4 นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมขององค์ประกอบของวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน โดยกำหนดให้แต่ละข้อมีน้ำหนักคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 เมื่อخذนิคของข้อความเป็นเชิงนิมานและ 1, 2, 3, 4, 5 เมื่อخذนิคของข้อความเป็นเชิงนิสรตามลำดับ

3.5 นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 5 ท่าน เพื่อประเมินค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

3.6 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งผลการพิจารณาความสอดคล้องที่ได้อยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 ดังตาราง 25 (ภาคผนวก ค)

3.7 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว จำนวน 30 ข้อ มาจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

4. แบบบันทึกอนุทิน

แบบบันทึกอนุทิน เป็นแบบบันทึกที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ทศนคติต่อการเรียน และการมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยใช้เมื่อทำการจัดการเรียนรู้จบในแต่ละแผนการเรียนรู้ เพื่อให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และนำไปปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

4.1 กำหนดข้อคำถามในแบบบันทึกดังนี้

4.1.1 สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.1.2 นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

4.1.3 นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้

4.1.4 นักเรียนมีข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้หรือไม่ อย่างไร

4.2 สร้างแบบคำถามตามขอบข่ายที่กำหนด

4.3 นำแบบคำถามที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาให้คำแนะนำ และปรับปรุงตามคำแนะนำ

4.4 นำแบบบันทึกอนุทินที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 5 ท่าน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

4.5 นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์โดยถือเกณฑ์ความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 -1.00 ผลการพิจารณาความสอดคล้องมีค่า 1.00 ทุกข้อ ซึ่งเป็นแบบสอบถามที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ดังตาราง 26 (ภาคผนวก ค)

4.6 จัดพิมพ์แบบบันทึกอนุทินที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

5. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างไปสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ประเด็นการสัมภาษณ์ ประกอบด้วย คำถามด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และคำถามที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างจากหนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.2 ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างให้ครอบคลุมทุกข้อคำถามในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.3 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อทำการตรวจสอบและดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

5.4 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบ โดยใช้เกณฑ์ประเมิน ดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

5.5 นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาทำการวิเคราะห์ความสอดคล้อง จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ซึ่งผลการพิจารณาความสอดคล้องค่า 1.00 ทุกข้อ ดังตาราง 27 (ภาคผนวก ค)

5.6 จัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. ขั้นวางแผน (Planning)

1.1 สสำรวจสภาพปัญหาของนักเรียนรวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมพรสำราญที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การสร้างเครื่องมือวิจัยและการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1.3 สร้างเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกอนุทินและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

2. ขั้นปฏิบัติ (Action)

จัดการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แผนที่สร้างเพื่อใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พันธุวิศวกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

3. ขั้นสังเกต (Observation)

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงการมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบบันทึกอนุทินและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อสอบถามนักเรียนเพิ่มเติม เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาในด้านปริมาณและคุณภาพเพื่อประเมินผลและตรวจสอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรวมถึงกระบวนการวิจัย ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์

ที่ตั้งไว้หรือไม่ หากไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้จะต้องหาแนวทางเพื่อให้ได้แนวทางการพัฒนาและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัยในรอบที่ 2 ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 2

1. ขั้นวางแผน (planning)

1.1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แผน

1.2 สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2. ขั้นปฏิบัติ (Action)

2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การโคลนนิ่งโดยเทคนิคพอลิเมอร์สเซนรีแอคชัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์และเภสัชกรรม

3. ขั้นสังเกต (Observation)

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงการมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบบันทึกอนุทินและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาในด้านปริมาณและคุณภาพเพื่อประเมินผลและตรวจสอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรวมถึงกระบวนการวิจัย ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ หากไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้จะต้องหาแนวทางเพื่อให้ได้แนวทางการพัฒนาและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัยในรอบที่ 3 ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 3

1. ขั้นวางแผน (planning)

1.1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แผน

1.2 สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2. ขั้นปฏิบัติ (Action)

2.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านเกษตรและอุตสาหกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและจริยธรรม

3. ขั้นสังเกต (Observation)

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบบันทึกอนุทินและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย (เขียน-ตอบ) จำนวน 3 ข้อและเก็บข้อมูลเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

ผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นผู้วิจัยนำผลการประเมินทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติของวงจรที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมายการวิจัยของการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยวิเคราะห์ข้อมูล 2 ประเภท ได้แก่

1.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มและนำมาวิเคราะห์จำนวนผู้ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ดังกล่าวโดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ

1.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการนำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกอนุทินและแบบสัมภาษณ์
ถึงโครงสร้างมาวิเคราะห์ ดีความและสรุปผลในรูปของการบรรยาย

2. การวิเคราะห์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังได้รับการจัดการ
เรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วน
เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใช้เกณฑ์การแปลผลของบุญชม ศรีสะอาด (2553) ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง ระดับมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง ระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง ระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ของคะแนนโดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (ประสาธ
เนื่องเฉลิม, 2560)

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

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

1.2 ร้อยละ (Percentage) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$p = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ p แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้
(ประสาธ เนื่องเฉลิม, 2560)

$$S.D. = \frac{\sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{N(N-1)}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนทดสอบของนักเรียนแต่ละคน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทดสอบของนักเรียนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

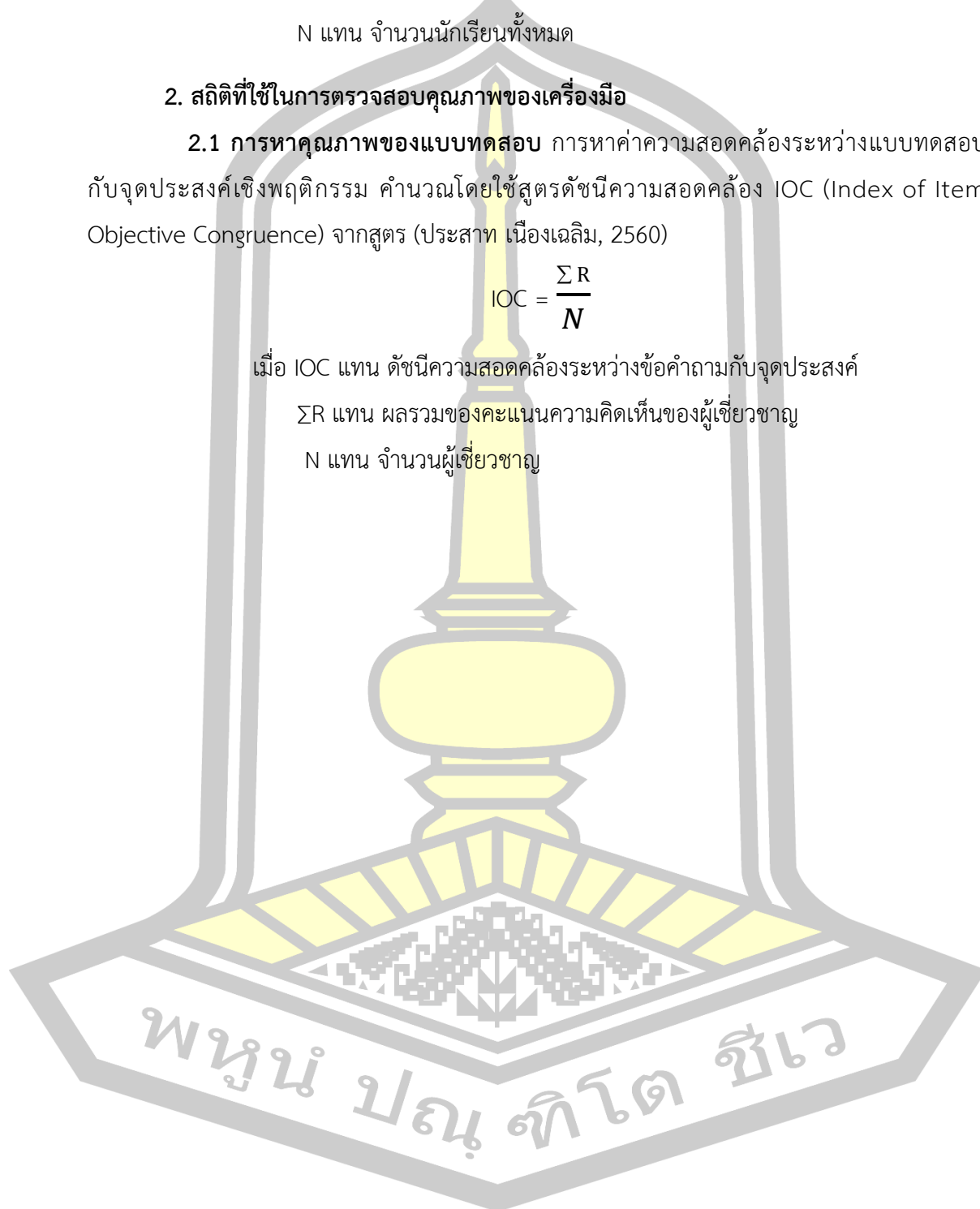
2.1 การหาคุณภาพของแบบทดสอบ การหาค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คำนวณโดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) จากสูตร (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2560)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนด ความหมายของสัญลักษณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

จากการดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ หลังจากทีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงแบ่งการนำเสนอข้อมูลออกเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งมีทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละวงจรปฏิบัติมีดังนี้

1. ผลการดำเนินงานในวงจรปฏิบัติการที่ 1

1. ขั้นวางแผน (Planning)

1.1 ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจปัญหาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง ม. 4/1 จากนักเรียนทั้งหมด 22 คน โดยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่นำมาจากงานวิจัยของลินดา เขจรแซ (2564) มาทดสอบกับนักเรียน คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนน จากนั้นนำคะแนนไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งนักเรียนได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 9

ตาราง 9 แสดงคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 22 คน

เลขที่	คะแนน (14)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน	เลขที่	คะแนน (14)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน
1	5	35.71	ไม่ผ่าน	12	6	42.86	ไม่ผ่าน
2	6	42.86	ไม่ผ่าน	13	6	42.86	ไม่ผ่าน
3	10	71.43	ผ่าน	14	7	50.00	ไม่ผ่าน
4	6	42.86	ไม่ผ่าน	15	8	57.14	ไม่ผ่าน
5	7	50.00	ไม่ผ่าน	16	7	50.00	ไม่ผ่าน
6	8	57.14	ไม่ผ่าน	17	7	50.00	ไม่ผ่าน
7	8	57.14	ไม่ผ่าน	18	5	35.71	ไม่ผ่าน
8	9	64.29	ไม่ผ่าน	19	11	78.57	ผ่าน
9	6	42.86	ไม่ผ่าน	20	6	42.86	ไม่ผ่าน

ตาราง 9 (ต่อ)

เลขที่	คะแนน (14)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน	เลขที่	คะแนน (14)	ร้อยละ	สรุปการ ประเมิน
10	8	57.14	ไม่ผ่าน	21	8	57.14	ไม่ผ่าน
11	7	50.00	ไม่ผ่าน	22	9	64.29	ไม่ผ่าน

จากตาราง 9 พบว่า นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 90.91 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายของผู้วิจัย

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในเนื้อหาสาระที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

1.3 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4 ดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัยเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกอนุทินและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและดำเนินการหาค่าความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

1.5 ปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน โดยการปรับแก้ไขในส่วนของคำถามที่ใช้ในแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างให้มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนที่ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นและตอบคำถามประเด็นต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ และปรับแก้ไขแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของรายการประเมินให้มีความกระชับและชัดเจนมากขึ้น

2. ขั้นปฏิบัติ (Action)

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับกลุ่มเป้าหมาย โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พันธุวิศวกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

3. ขั้นสังเกต (Observation)

ผู้วิจัยได้สังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนบันทึกข้อมูลลงแบบบันทึกอนุทินและนำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างไปสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากนั้นให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มีผลดังตาราง 10

ตาราง 10 คะแนนและระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละและสรุปการประเมินท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (21)	ร้อยละ	สรุปการประเมิน
1	15	71.43	ผ่าน
2*	14	66.67	ไม่ผ่าน
3*	9	42.86	ไม่ผ่าน
4*	7	33.33	ไม่ผ่าน
5	15	71.43	ผ่าน
6*	10	47.62	ไม่ผ่าน
7*	10	47.62	ไม่ผ่าน
8*	12	57.14	ไม่ผ่าน
9*	8	38.10	ไม่ผ่าน
10*	7	33.33	ไม่ผ่าน
11	16	76.19	ผ่าน
12*	13	61.90	ไม่ผ่าน
13*	9	42.86	ไม่ผ่าน
14*	10	47.62	ไม่ผ่าน
15*	11	52.38	ไม่ผ่าน
16*	12	57.14	ไม่ผ่าน

ตาราง 10 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (21)	ร้อยละ	สรุปการประเมิน
17*	14	66.67	ไม่ผ่าน
18*	13	61.90	ไม่ผ่าน
19*	9	42.86	ไม่ผ่าน
20*	8	38.10	ไม่ผ่าน
$\bar{x}$	11.10	52.86	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน	3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย		
จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน	17 คน คิดเป็นร้อยละ 85.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย		

* หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

จากตาราง 10 พบว่า คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทำยวจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 85.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.10

จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์แนวคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยแต่ละข้อประกอบด้วยข้อความที่เป็นสถานการณ์และข้อคำถาม จำนวน 3 ข้อ พิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 รายการประเมิน ได้แก่ 1) ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ 2) การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และ 3) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป พบปัญหาจากการตอบแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เมื่อพิจารณาออกเป็น 3 รายการประเมิน ดังนี้

รายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์

สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วน ให้ 3 คะแนน
สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน ชัดเจน แต่ไม่ครบถ้วน

ให้ 2 คะแนน

สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน ให้ 1 คะแนน

สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ได้ ให้ 0 คะแนน

รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ระบุลงในเนื้อความมีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด ให้ 2 คะแนน

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ระบุลงในเนื้อความมีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน ให้ 1 คะแนน

นักเรียนไม่ได้ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เลยหรือข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความไม่มีความสอดคล้องหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ให้ 0 คะแนน

รายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปที่ระบุลงในเนื้อความมีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด ให้ 2 คะแนน

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปที่ระบุลงในเนื้อความมีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน ให้ 1 คะแนน

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปที่ระบุลงในเนื้อความไม่มีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ให้ 0 คะแนน

พบปัญหาจากการตอบแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เมื่อพิจารณารายการประเมินที่ 1 - 3 ดังนี้

1. นักเรียนมีความคิดเห็นว่าควรสนับสนุนข่าวโศกพิบัติหรือไม่

ควร... เพราะ... สหประชาชาติ... ในการทำลายศัตรูจึงจำเป็น...
ต่าง ๆ ได้

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

ทำให้ศัตรู... อย่างที่เห็น... ไม่สามารถทำลายข่าวโศกได้... และ...
ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ชนิดอื่นๆ หรือ... มนุษย์...เองก็ด้วย

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน

เมื่อ... ข่าวโศก... ได้เห็น... ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มากยิ่ง... จะได้... สามารถ...
นำไป... จำหน่าย... ทั้งใน... และ... ประเทศใน... ที่มี... และ...
ลดการใช้... กำจัด... ผล

ภาพ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 เรื่อง ข่าวโศกพิบัติ วงรอบปฏิบัติที่ 1 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 4 คะแนน

1. นักเรียนมีความคิดเห็นว่าการสนับสนุนการโคลนนิ่งลิงวอกหรือไม่
ไม่เห็นด้วยกับการโคลนนิ่งลิงวอก แต่เห็นด้วยกับข้อความที่บอกว่า "ควร...
เจ็บปวดที่เกิดขึ้นต่อตัวลิงน่าหนักมากกว่าประโยชน์ของมนุษย์" เพราะการทดลอง
วิจัยวิทยาศาสตร์ด้วยลิงช่วยเพิ่มความรู้และทักษะเกี่ยวกับความหลากหลายทางพันธุกรรมและเซลล์
2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
เพราะการโคลนนิ่งลิงวอกด้วยวิธีโคลนนิ่งตัวลิงวอกที่ตายแล้วจะทำให้ลิงวอกที่โคลนนิ่งมา
โคลนนิ่งลิงวอก อาจมีปัญหาด้านจิตใจจากกรณีโคลนนิ่งลิงวอก อาจทำให้เกิดความเครียด
และเกิดความไม่พอใจในตัวเอง ซึ่งอาจนำไปสู่การฆ่าตัวตาย
3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน
เนื่องจากมีการโคลนนิ่งลิงวอก ซึ่งทำให้ลิงวอกที่เกิดมาต่างจากลิงวอกตัวอื่น ๆ
แต่สิ่งที่ยังคงคล้ายคลึงกับลิงวอก คือ สรีระร่างกาย การทำกิจวัตร
ระหว่างทำการโคลนนิ่งลิงวอก เกิดจากความเครียด และเกิดความกลัว ซึ่งลิงวอกที่โคลนนิ่งมา
ไม่แข็งแรง และอาจไม่สมบูรณ์ และโอกาสที่จะล้มเหลว ก็ย่อมมีเหตุผลหลัก ๆ
ที่ทำให้เกิดการล้มเหลวในการโคลนนิ่งลิงวอก

ภาพ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ข้อที่ 2 เรื่อง โคลนนิ่งลิงวอก วงรอบปฏิบัติที่ 1 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 6
คะแนน

1. นักเรียนเห็นด้วยกับการสร้างมนุษย์อวกาศหรือไม่
ไม่เห็นด้วย เพราะ การโคลนนิ่งมนุษย์ เป็นการผิดจริยธรรม ในทางโคลนนิ่ง มนุษย์ต้องส่งผลกระทบต่อ
โลก ต่อสิ่งแวดล้อม ด้านการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของมนุษย์ แล้วไม่เข้าใจ ดนที่ ถูกดัดแปลง
พันธุกรรม คง อยู่นาน สกน แขนงนี้ ๑๐ ปี
2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
การดัดแปลงพันธุกรรม ซึ่งของเทคโนโลยี การโคลนนิ่งมนุษย์ เกิด
ความผิดพลาด ส่วนนี้ใช้ นวัตกรรม ถูกดัดแปลง พันธุกรรม อาจส่งผลกระทบต่อโลกมนุษย์ทั่วไป
อาจทำให้ มนุษย์นั้นล้ม
3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน
เนื่องจาก การดัดแปลงพันธุกรรมมนุษย์ ซึ่งของเทคโนโลยี การโคลนนิ่งพันธุกรรม
ของมนุษย์นั้น อาจส่งผลกระทบต่อ มนุษย์ ที่ถูกดัดแปลงพันธุกรรม
อาจทำให้ ไม่ดี กว่า ๑๐๐% และ มนุษย์ที่ดัดแปลงพันธุกรรม อาจส่งผลกระทบต่อ มนุษย์
คนอื่น ๆ ส่วนนี้ อาจส่งผลกระทบต่อ โลกได้ เพราะ การดัดแปลงพันธุกรรม อาจส่งผลกระทบต่อ โลก
ได้ เช่น การดัดแปลงพันธุกรรมของมนุษย์ อาจส่งผลกระทบต่อ โลกได้

ภาพ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ข้อที่ 3 เรื่อง มนุษย์อวกาศแปลงพันธุกรรม วงรอบปฏิบัติที่ 1 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน
เท่ากับ 6 คะแนน

จากภาพ 5 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 4 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์ข่าวโพตบิที่ได้ถูกต้องบางส่วน ไม่ชัดเจนและยังไม่ครบถ้วน โดยไม่ได้ระบุว่าข่าวโพตบิที่เป็นทางออกที่ดีสำหรับการลดการใช้สารกำจัดแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของข่าวโพตบิ รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับข่าวโพตบิที่มีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงกระบวนการสร้างข่าวโพตบิที่ผ่านการตรวจสอบและรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับข่าวโพตบิที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงประโยชน์ในด้านลดการใช้สารกำจัดแมลงศัตรูพืชที่สำคัญและการศึกษาในปัจจุบันพบว่าพืชจีเอ็มโอไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพมากกว่าพืชต้นแบบ

จากภาพ 6 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 6 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 3 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์โคลนนิ่งลิงวอกได้ถูกต้องชัดเจนและครบถ้วน รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการโคลนนิ่งลิงวอกสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงกระบวนการโคลนนิ่งลิงวอกและรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการโคลนนิ่งลิงวอกที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

จากภาพ 7 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 6 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 3 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์มนุษย์อวกาศดัดแปลงพันธุกรรมได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วน รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับมนุษย์อวกาศดัดแปลงพันธุกรรมสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงเทคนิคการดัดต่อยีนให้สามารถสร้างโปรตีนพิเศษตามที่ต้องการและรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับมนุษย์อวกาศดัดแปลงพันธุกรรมที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

1. นักเรียนมีความคิดเห็นว่าการสนับสนุนข้าวโพดบีบีหรือไม่

ไม่ ควร

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

เพราะข้าวโพดบีบีปลูกในพื้นที่ที่แห้งแล้งเกินไป และใช้สารเคมีมากเกินไป

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน

เพราะข้าวโพดบีบีปลูกในพื้นที่ที่แห้งแล้งเกินไป และใช้สารเคมีมากเกินไป ทำให้เกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาข้าวโพดบีบี

ภาพ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ข้อที่ 1 เรื่อง ข้าวโพดบีบี วงรอบปฏิบัติที่ 1 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน

1. นักเรียนมีความคิดเห็นว่าการสนับสนุนการโคลนนิ่งลิงวอกหรือไม่

ไม่

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

เพราะลิงวอกเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีสติปัญญาและความรู้สึก

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน

เพราะ ลิงวอกเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีสติปัญญาและความรู้สึก ไม่ใช่แค่เครื่องจักรกล

ภาพ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ข้อที่ 2 เรื่อง โคลนนิ่งลิงวอก วงรอบปฏิบัติที่ 1 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 2
คะแนน

1. นักเรียนเห็นด้วยกับการสร้างมนุษย์อวกาศหรือไม่

ไม่เห็นด้วย

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

เพราะโลกก็มีอวกาศมันไม่เหมือนกันและอาจทำให้เกิดอันตราย
อีกด้วย

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน

ไม่ควรที่จะทำทางปฏิบัติ เพราะถึงโลกเพราะ อาจจะมีผล
กระทบต่ออวกาศสร้างมนุษย์อวกาศ

ภาพ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง
วิทยาศาสตร์ข้อที่ 3 เรื่อง มนุษย์อวกาศแปลงพันธุกรรม วงรอบปฏิบัติที่ 1 ที่ได้คะแนนรวม 3
รายการประเมิน เท่ากับ 1 คะแนน

จากภาพ 8 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 4 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1
ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์ข่าวโศกพิบัติได้ถูกต้อง
บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงข้อดีของข่าวโศกพิบัติและเหตุผลที่ควรสนับสนุนข่าวโศกพิบัติ รายการประเมิน
ที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับ
ข่าวโศกพิบัติที่มีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึง
กระบวนการสร้างข่าวโศกพิบัติดัดแปรพันธุกรรมและรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์
ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 1 คะแนน เนื่องจาก
นักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับข่าวโศกพิบัติที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักการหรือ
ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงการศึกษาเกี่ยวกับพีซีเอ็มไอในปัจจุบันพบว่าไม่มี
ความเสี่ยงต่อสุขภาพมากไปกว่าพีซีต้นแบบ

จากภาพ 9 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 2 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1
ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์โคลนนิ่งลิงวอกได้ถูกต้อง
บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงความผิดพลาดที่มักเกิดขึ้นจากกระบวนการโคลนนิ่งและเหตุผลที่ไม่ควร
สนับสนุนการโคลนนิ่งลิงวอก รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
ได้ 0 คะแนน เนื่องจากคำตอบของนักเรียนไม่สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
และรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการโคลนนิ่งลิงวอกที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้รับรู้ถึงความผิดพลาดที่มักเกิดขึ้นของกระบวนการโคลนนิ่งและความเจ็บปวดที่เกิดขึ้นต่อสัตว์มีน้ำหนักรมากกว่าประโยชน์ต่อมนุษย์ในการทดสอบการวิจัยต่าง ๆ

จากภาพ 10 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 1 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์มนุษย์อวกาศดัดแปลงพันธุกรรมได้ถูกต้องบางส่วน โดยไม่ได้รับรู้ถึงการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอสร้างมนุษย์ที่ขัดต่อหลักชีวจริยธรรมและศีลธรรมและเหตุผลที่ไม่ควรสนับสนุนมนุษย์อวกาศดัดแปลงพันธุกรรม รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 0 คะแนน เนื่องจากคำตอบของนักเรียนไม่สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 0 คะแนน เนื่องจากคำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ผลจากการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของนักเรียนที่ผู้วิจัยพบจากการร่วมกิจกรรมภายในกลุ่มของนักเรียนในขณะจัดการเรียนรู้และการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้มาทำการวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปพฤติกรรมของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 70 เป็นรายบุคคล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

นักเรียนคนที่ 2 พบว่า 2 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสามารถสรุปเหตุการณ์ที่ศึกษาได้ชัดเจนและครบถ้วน อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด แต่ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วน

นักเรียนคนที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสามารถสรุปเหตุการณ์ที่ศึกษาและระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วนและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปไม่ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนคนที่ 4 พบว่า นักเรียนเขียนคำตอบทุกข้อด้วยข้อความสั้น ๆ ซึ่งทำให้สรุปเหตุการณ์ที่ศึกษาและระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วนและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปไม่ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนคนที่ 6 พบว่า ทั้ง 3 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสามารถสรุปเหตุการณ์ที่ศึกษาได้ชัดเจนและครบถ้วน แต่ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎี

นักเรียนคนที่ 15 พบว่า 2 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสามารถสรุปเหตุการณ์ที่ศึกษาได้ชัดเจน และครบถ้วน แต่ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วนและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้ทั้งหมด

นักเรียนคนที่ 16 พบว่ามีเพียง 1 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสามารถสรุปเหตุการณ์ที่ศึกษาได้ชัดเจนและครบถ้วน แต่ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วนและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้ทั้งหมด

นักเรียนคนที่ 17 พบว่า 2 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสามารถสรุปเหตุการณ์ที่ศึกษาได้ชัดเจน และครบถ้วน อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด แต่ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วน

นักเรียนคนที่ 18 พบว่า ทั้ง 3 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสามารถสรุปเหตุการณ์ที่ศึกษาได้ชัดเจนและครบถ้วน อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด แต่ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วน

นักเรียนคนที่ 19 พบว่า ทั้ง 3 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสามารถสรุปเหตุการณ์ที่ศึกษา และระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วนและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปไม่ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนคนที่ 20 พบว่า นักเรียนเขียนคำตอบทุกข้อด้วยข้อความสั้น ๆ ซึ่งทำให้สรุปเหตุการณ์ที่ศึกษาและระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วนและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปไม่ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3.2 ผลการวิเคราะห์แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนเขียนแบบบันทึกอนุทินภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยหัวข้อที่ระบุไว้ในแบบบันทึกอนุทินมีดังนี้

3.2.1 สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2.2 นักเรียนมีรู้อย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้

3.2.3 นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

3.2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้มีจุดเด่นอย่างไร

3.2.5 นักเรียนมีข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้หรือไม่อย่างไร

จากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปและยกตัวอย่างความคิดเห็นจากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้ดังนี้

“...ชอบการเรียนรู้รูปแบบนี้ ได้ศึกษาสถานการณ์วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันที่น่าสนใจและตอนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกลุ่มโดยการแสดงบทบาทสมมติของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นปัญหาสนุกมากค่ะ แต่บางครั้งก็ยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นเท่าไร...”

(นักเรียนคนที่ 11, 21 มกราคม 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...กิจกรรมสนุก ไม่น่าเบื่อ ชอบที่ได้ทำงานกลุ่มร่วมกับเพื่อน ๆ ผมยังแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นของบทความไม่ค่อยได้ ช่วงแสดงความคิดเห็นยังไม่ค่อยยกคำตอบ เพราะ กลัวมีผลต่อคะแนน แต่เมื่อครูย้ำบ่อย ๆ ให้แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ หากตอบผิดไม่หักคะแนนทำให้กล้าคิดและกล้าตอบมากขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 8, 21 มกราคม 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...ไม่ชินกับรูปแบบกิจกรรมค่ะ รู้สึกว่ามีหลายขั้นตอนมากและไม่ค่อยชอบขั้นตอนการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ปกติฟังครูบรรยายอย่างเดียวและครูให้ศึกษาพีชคณิตแปรพันธุกรรมหลายชนิดมาก กลุ่มหนูทำไมทันเลยคะ...”

(นักเรียนคนที่ 17, 24 มกราคม 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...ชอบเรื่องที่ครูนำมาให้ศึกษาค้นคว้าเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำไปปรับใช้ในการเลือกอาหารได้ เริ่มให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อเหตุการณ์ที่ศึกษาได้แล้ว แต่ยังระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไม่ค่อยได้...”

(นักเรียนคนที่ 1, 24 มกราคม 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...ชอบกิจกรรมที่ได้ทดลองวิทยาศาสตร์ ครูพาสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์จากกระดาษสนุกมาก ทำให้เข้าใจกระบวนการที่เคยรู้สึกว่ายากมาก ๆ ได้ง่ายขึ้น พอเข้าใจหลักการของเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ หนูก็ให้เหตุผลที่จะสนับสนุนหรือคัดค้านเหตุการณ์ที่ศึกษาได้ง่ายขึ้นคะ...”

(นักเรียนคนที่ 18, 28 มกราคม 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...กิจกรรมนี้ทำให้แยกความแตกต่างระหว่างยีนและดีเอ็นเอที่หนูเคยงมมานานได้ค่ะ เพราะได้ตัดกระดาษดีเอ็นเอด้วยตัวเองและทำให้เข้าใจกระบวนการสร้างดีเอ็นเอลูกผสมง่ายขึ้น เพื่อนในกลุ่มบางคนไม่ช่วยทำงานทำให้ตอบคำถามบางข้อไม่ทันค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 14, 28 มกราคม 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน พบว่า นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไม่เข้าใจในขั้นตอนการทำกิจกรรม สถานการณ์หรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียนจะให้ความสนใจมากและสนุกที่จะทำกิจกรรมและคิดหาคำตอบ นักเรียนไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นของบทความได้ รวมทั้งในการพิจารณาสถานการณ์ปัญหาที่ศึกษานักเรียนคำนึงถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ ไม่ครบทุกมิติ ส่งผลให้นักเรียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อเหตุการณ์ที่ศึกษาไม่ชัดเจนและไม่ครบถ้วน รวมทั้งระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้เพียงบางส่วน

3.3 ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างและนำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างไปสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยประเด็นการสัมภาษณ์ มีดังนี้

3.3.1 นักเรียนมีวิธีแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นอย่างไร

3.3.2 เมื่อนักเรียนพิจารณาและสรุปสถานการณ์ปัญหา นักเรียนคำนึงถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ ครบทุกมิติหรือไม่ อย่างไร

3.3.3 นักเรียนจะอย่างไรให้สามารถระบุเหตุผลสนับสนุนความเห็นคิดเห็นของตนเองได้สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มากเพียงพอ

3.3.4 เมื่อนักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้มากเพียงพอ นักเรียนจะอย่างไร

3.3.5 นักเรียนคิดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเพิ่มหรือลดกิจกรรมใดบ้างอย่างไร

3.3.6 นักเรียนคิดว่าปัญหาหรืออุปสรรคใดมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนและมีแนวทางแก้ไขอย่างไร

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และถอดคำพูดของนักเรียนแต่ละคน สามารถสรุปและยกตัวอย่างผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้ดังนี้

“...ผมยังแยกไม่ค่อยออกว่าข้อความที่กำลังพิจารณาเป็นข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็น และ ยังไม่เข้าใจบางเนื้อหาที่เรียนครับ...”

(นักเรียนคนที่ 2, 21 มกราคม 2568 : สัมภาษณ์)

“...หนูไม่เคยเรียนกิจกรรมรูปแบบนี้เลยคะ มีเพื่อนในกลุ่มบางคนไม่ช่วยทำ บางช่วงก็ยังทำไม่ทันและไม่ค่อยเข้าใจ ยังไม่กล้าถามคะ...”

(นักเรียนคนที่ 12, 21 มกราคม 2568 : สัมภาษณ์)

“...ผมมีเหตุผลที่จะใช้อธิบายสนับสนุนความเห็นคิดเห็นของตัวเองครับ แต่เขียนไม่ค่อยถูก เพราะ ปกติไม่ค่อยได้ทำแบบทดสอบแบบเขียนตอบอธิบาย...”

(นักเรียนคนที่ 6, 24 มกราคม 2568 : สัมภาษณ์)

“...เมื่อต้องพิจารณาบทความต่างๆ หนูนึกถึงแค่ประเด็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่กำลังเรียน ตอนช่วงแรก ๆ ครูกระตุ้นให้นึกถึงประเด็นด้านอื่นด้วย หนูก็พยายามฝึกคิดให้รอบคอบมากขึ้นคะ...”

(นักเรียนคนที่ 19, 24 มกราคม 2568 : สัมภาษณ์)

“...ชอบให้ครูทบทวนเนื้อหาบ่อย ๆ ค่ะ พอเริ่มจำหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่กำลังเรียนได้วิชาชีววิทยาก็สนุกขึ้นเยอะเลยคะ รู้สึกชินและตื่นตันทอนเป็นตัวแทนกลุ่มไปพูดนำเสนองานหน้าชั้นมากคะ...”

(นักเรียนคนที่ 9, 28 มกราคม 2568 : สัมภาษณ์)

“...เนื้อหาที่ได้ลงมือทำด้วยตัวเอง เช่น กิจกรรมสร้างดีเอ็นเอลูกผสมเข้าใจง่ายกว่าเรื่องที่ไม่ได้ทำเองคะ หนูจำได้ว่ากรรไกร เสบไส กระดาษแต่ละสีเทียบได้กับเอนไซม์อะไร...”

(นักเรียนคนที่ 11, 28 มกราคม 2568 : สัมภาษณ์)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการสัมภาษณ์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง พบว่านักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทำให้บางขั้นตอนไม่สามารถทำกิจกรรมเสร็จตามเวลาที่ครูคาดการณ์ไว้ ยังไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นได้ อีกทั้งยังไม่เข้าใจเนื้อหาบางประเด็นแต่ไม่กล้าถามสมาชิกในกลุ่มบางคนไม่ช่วยทำกิจกรรมและในช่วงแรก ๆ ของการศึกษาค้นคว้าต้องใช้เวลาช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคำนึงประเด็นด้านอื่นที่เกี่ยวข้องกับบทความ ได้แก่ ประเด็นด้านเศรษฐกิจและสังคม ประเด็นด้านจริยธรรม เป็นต้น

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

จากผลการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกอนุทินและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างของนักเรียนประกอบกัน ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบ

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังตาราง 11

ตาราง 11 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	1. ครูควรอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมอย่างละเอียดให้กับนักเรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรม
2. นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างนานและทำงานเสร็จช้า	2. ครูควรกำหนดเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นอย่างเจน โดยการแสดงเวลาบนจอทีวีหรือโปรเจคเตอร์เพื่อเป็นการกระตุ้นนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จภายในเวลาที่กำหนด
3. นักเรียนไม่กล้าถามครูเมื่อเกิดข้อสงสัยในสิ่งที่ครูสอน	3. ครูควรเน้นให้นักเรียนกล้าแสดงออกในการมีปฏิสัมพันธ์กับครูและสมาชิกในกลุ่ม
4. นักเรียนไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นได้	4. ครูควรให้นักเรียนฝึกจับใจความสำคัญและสังเกตลักษณะของคำที่บ่งบอกถึงการแสดงความคิดเห็น
5. นักเรียนคำนึงถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาด้านต่าง ๆ ไม่ครบทุกมิติ	5. ครูควรเน้นย้ำให้นักเรียนคำนึงถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหาอย่างรอบด้านทุกมิติ ได้แก่ ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านจริยธรรม ด้านเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น
6. นักเรียนเขียนระบุข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วน โดยนักเรียนส่วนใหญ่เขียนตอบในลักษณะของข้อความสั้น ๆ	6. ครูชี้แจงอย่างละเอียดถึงความสำคัญของการเขียนระบุข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และชี้แจงว่ามีผลต่อการให้คะแนน
7. นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้เพียงบางส่วน	7. ครูควรฝึกให้นักเรียนได้คิดต่อยอดจากเนื้อหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไป บทเรียนนักเรียนจึงจะสามารถเขียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

2. ผลการดำเนินงานในวงจรปฏิบัติการที่ 2

1. ขั้นวางแผน (Planning)

การดำเนินงานในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่พบจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ปรับมาปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 โดยให้ความสำคัญในขั้นตอนที่ 1 คือ ค้นหาประเด็นสำคัญและขั้นตอนที่ 4 ขั้นวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหามากขึ้น โดยการนำประเด็นโต้แย้งทางความคิดระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคมจากสื่อต่าง ๆ ที่เป็นเรื่องใกล้ตัวและน่าสนใจมากระตุ้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ได้แสดงความคิดเห็นในมุมมองที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้ตีความประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ อธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมอย่างละเอียดให้กับนักเรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรมและกำหนดเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นอย่างเจน พร้อมทั้งยกตัวอย่างการระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันประเด็นต่าง ๆ และอธิบายให้ชัดเจนกระตุ้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในกลุ่ม แบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนและกระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงออกในการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกลุ่ม อีกทั้งมีการเสริมแรงด้วยการให้คะแนน ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกอนุทินและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

2. ขั้นปฏิบัติ (Action)

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กับกลุ่มเป้าหมาย โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การโคลนนิ่งโดยเทคนิคพอลิเมอร์เอสเซนรีแอคชัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์และเภสัชกรรม

3. ขั้นสังเกต (Observation)

ผู้วิจัยได้สังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนบันทึกข้อมูลลงแบบบันทึกอนุทินและนำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างไปสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากนั้นให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยทำการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มีผลดังตาราง 12

ตาราง 12 คะแนนและระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละและสรุป
การประเมินท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (21)	ร้อยละ	สรุปการประเมิน
1	17	80.95	ผ่าน
2*	13	61.90	ไม่ผ่าน
3*	10	47.62	ไม่ผ่าน
4	15	71.43	ผ่าน
5	16	76.19	ผ่าน
6*	13	61.90	ไม่ผ่าน
7*	10	47.62	ไม่ผ่าน
8*	13	61.90	ไม่ผ่าน
9*	13	61.90	ไม่ผ่าน
10*	9	42.86	ไม่ผ่าน
11	19	90.48	ผ่าน
12*	13	61.90	ไม่ผ่าน
13*	11	52.38	ไม่ผ่าน
14*	11	52.38	ไม่ผ่าน
15	16	76.19	ผ่าน
16*	14	66.67	ไม่ผ่าน
17	18	85.71	ผ่าน
18*	13	61.90	ไม่ผ่าน
19	15	71.43	ผ่าน
20*	10	47.62	ไม่ผ่าน
ห	13.45	64.05	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน	7 คน คิดเป็นร้อยละ 35.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย		
จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน	13 คน คิดเป็นร้อยละ 65.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย		

* หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์
ร้อยละ 70

จากตาราง 11 พบว่า คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำยวจนรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 35.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 65.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.45

จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์แนวคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละข้อประกอบด้วยข้อความที่เป็นสถานการณ์และข้อคำถาม จำนวน 3 ข้อ พิจารณาจากเกณฑ์ การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 รายการ ประเมิน ได้แก่ 1) ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ 2) การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และ 3) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป พบปัญหาจากการตอบแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย เมื่อพิจารณาออกเป็น 3 รายการประเมิน ดังนี้

รายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์

สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วน ให้ 3 คะแนน

สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน ชัดเจน แต่ไม่ครบถ้วน ให้ 2 คะแนน

สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน ให้ 1 คะแนน

สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ได้ ให้ 0 คะแนน

รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ระบุลงในเนื้อความมีความสอดคล้องกับหลักการหรือ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด ให้ 2 คะแนน

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ระบุลงในเนื้อความมีความสอดคล้องกับหลักการหรือ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน ให้ 1 คะแนน

นักเรียนไม่ได้ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เลยหรือข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความ ไม่มีความสอดคล้องหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ให้ 0 คะแนน

รายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปที่ระบุลงในเนื้อความมีความถูกต้อง ตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด ให้ 2 คะแนน

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปที่ระบุลงในเนื้อความมีความถูกต้อง ตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน ให้ 1 คะแนน

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปที่ระบุลงในเนื้อหาความไม่มีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ให้ 0 คะแนน

พบปัญหาจากการตอบแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เมื่อพิจารณารายการประเมินที่ 1 - 3 ดังนี้

1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับวิธีซ่อมแซมบอดโดยการเชื่อมต่อกับร่างกายหมูมีชีวิตรู เห็นด้วยกับวิธีการนี้หรือไม่
ไม่เห็นด้วย เพราะ วัสดุที่เชื่อมให้มันแข็งแรงเหมือนในธรรมชาติมันจะรับน้ำหนักต่าง ๆ ได้ดี แต่วิธีต่าง ๆ ความร้อน เทคโนโลยีใช้แล้วหายจากร่างกาย

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
เพราะการให้หมูมีชีวิตรูเป็นวิธีที่ง่ายกว่าวิธีอื่น ๆ เพราะการให้หมูมีชีวิตรูมีความทนทานต่อโรค

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน
การให้หมูมีชีวิตรูในการทดลองที่คิดค้นมาทางแพทย์มีต้นทุนที่ต่ำกว่า ๑๐ เท่าของวิธีอื่น ๆ และหมูมีชีวิตรูเป็นสัตว์ที่แข็งแรงทนทานกว่าหมูอื่น ๆ

ภาพ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 เรื่อง ฟันฟุบอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างกายหมูมีชีวิตรู วงรอบปฏิบัติที่ 2 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 5 คะแนน

1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการรักษาด้วยยีนบำบัด เห็นด้วยกับวิธีการนี้หรือไม่
ไม่เห็นด้วย เพราะ ยีนบำบัดใช้เพื่อรักษาโรคพันธุกรรม ซึ่งต้องใช้ยีนที่ผิดปกติมาเปลี่ยนเป็นยีนที่ดี ซึ่งต้องใช้เวลานาน และค่าใช้จ่ายสูง และผลที่ได้ยังไม่แน่นอน

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
ยีนบำบัดใช้เวลานาน และค่าใช้จ่ายสูง และผลที่ได้ยังไม่แน่นอน เพราะยีนบำบัดใช้เวลานาน และค่าใช้จ่ายสูง และผลที่ได้ยังไม่แน่นอน

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน
ยีนบำบัดใช้เวลานาน และค่าใช้จ่ายสูง และผลที่ได้ยังไม่แน่นอน เพราะยีนบำบัดใช้เวลานาน และค่าใช้จ่ายสูง และผลที่ได้ยังไม่แน่นอน

ภาพ 12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 เรื่อง ยีนบำบัด วงรอบปฏิบัติที่ 2 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 7 คะแนน

1. นักเรียนมีความคิดเห็นว่าการสนับสนุนชีโนทรานสแพลนเทชั่นหรือไม่

ไม่สนับสนุน เพราะ การนำอวัยวะของสัตว์มาปลูกถ่ายในมนุษย์มันเสี่ยง มีกฎหมายแล้ว ซึ่งทำให้เกิดการทุจริตของ รพ. การนำอวัยวะ หรืออวัยวะอื่น ๆ ที่อาจติดเชื้อ

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

การนำหัวใจ การทดลองในคน การทดลองที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายทุก ๆ ส่วน การนำอวัยวะเป็นสิ่งที่ คนไทย อ่อนแอ ภาวการณ์จริง คนไทยกลัวว่า จะโดนคนมอง ว่าคนใจสลาย ในการทดลองเช่นนี้ เป็นการกระทำที่ไม่ถูกต้อง และไม่ใช่ว่าจะปลอดภัย

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน

ยังไม่สนับสนุนเพราะเกี่ยวข้องกับ ศาสนา ความเชื่อ การปลูกถ่ายอวัยวะ ยังสับสนกัน ทั้งคนจีน คนไทย คนฝรั่ง อาจมีโรคติดต่อก็ได้ หรือคนจีน เติบโตขึ้นมาก็อาจเกิดโรคได้

ภาพ 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 3 เรื่อง ชีโนทรานสแพลนเทชั่น วงรอบปฏิบัติที่ 2 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการ ประเมิน เท่ากับ 6 คะแนน

จากภาพ 11 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 5 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์พื้นฐานพอด้วยการเชื่อมต่อกับร่างกายมีชีวิตได้ถูกต้องบางส่วนและยังไม่ครบถ้วน โดยไม่ได้ระบุว่า วิธีนี้ต้องเชื่อมต่อปอดของผู้บริจาคเข้ากับหลอดเลือดที่บริเวณลำคอของมนุษย์มีชีวิตที่ถูกวางยาสลบที่ถูกวางยาสลบ เพื่อให้กระแสเลือดจากตัวมนุษย์ไหลเวียนเข้ามาฟื้นฟูเซลล์ปอด รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการฟื้นฟูปอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างกายมีชีวิตสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงวิธีการซ่อมแซมปอดที่ได้รับบริจาคจากผู้เสียชีวิตและรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการฟื้นฟูปอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างกายมีชีวิตที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

จากภาพ 12 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 7 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 3 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์การรักษาด้วยยีนบำบัดได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วน รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการรักษาด้วยยีนบำบัดสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดและรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการรักษาด้วยยีนบำบัดที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

จากภาพ 13 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 7 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 3 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์ซีโนทรานสแพลนเทชันได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วน รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับซีโนทรานสแพลนเทชันสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดและรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการรักษาด้วยยีนบำบัดที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับวิธีซ่อมแซมปอดโดยการเชื่อมต่อกับร่างกายหมูที่มีชีวิต เห็นด้วยกับวิธีการนี้หรือไม่

ไม่เห็นด้วย เพราะ ถ้าจริงแล้วทำไมถึงยังไม่มีการนำมาใช้กับคนจริง ๆ

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

เพราะ ยังมีความกังวลว่า อาจจะยังไม่ปลอดภัยพอ และยังมีคนที่ไม่เห็นด้วยกับวิธีการนี้

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน

ต้องมีการวิจัยเพิ่มเติม เพื่อให้แน่ใจว่าวิธีการนี้ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพก่อนที่จะนำมาใช้กับคนจริง ๆ

ภาพ 14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 เรื่อง ฟันฟูพอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างกายหมูมีชีวิต วงรอบปฏิบัติที่ 2 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน

1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการรักษาด้วยยีนบำบัด เห็นด้วยกับวิธีการนี้หรือไม่
ไม่เป็นด้วย เพราะ เกล็ดเลือด ยังคงอยู่ในภาพ ทดลอง

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
น่าจะ เกี่ยวกับการต่อต้านไวรัส

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน
เกล็ดเลือด ยังคงอยู่ในภาพ ทดลอง และเห็นภาพ ภาพ ความรู้ ยังไม่เพียงพอในด้าน
สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้น

ภาพ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 เรื่อง ยีนบำบัด วงรอบปฏิบัติที่ 2 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน

1. นักเรียนมีความคิดเห็นว่าควรสนับสนุนชีโนทรานสแพลนเทชันหรือไม่
ใช่ การนำเซลล์ กับ รสและเนื้อเยื่อ ไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ เช่น เรื่องการปลูกถ่ายเซลล์

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
การปลูกถ่ายเซลล์ ล้างสารพิษ ไปยังเซลล์ ที่ผิดปกติ และอาจใช้เซลล์

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน
เรื่อง การนำเซลล์ การรับ และเนื้อเยื่อ ไปใช้ประโยชน์ เช่น เรื่อง การปลูกถ่ายเซลล์
ของเซลล์

ภาพ 16 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 3 เรื่อง ชีโนทรานสแพลนเทชัน วงรอบปฏิบัติที่ 2 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน

จากภาพ 14 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์ที่ฟันฟูบอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างหมีชีวิตได้ถูกต้องบางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงวิธีการเชื่อมต่อปอดของผู้บริจาคเข้ากับหลอดเลือดที่บริเวณลำคอของหมีชีวิตที่ถูกล้างยาสลับที่ถูกล้างยาสลับ เพื่อให้กระแสเลือดจากตัวหมีไหลเวียนเข้ามาฟันฟูเซลล์ปอด รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการฟันฟูบอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างหมีชีวิตมีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงวิธีการเชื่อมต่อปอดเข้ากับหลอดเลือดที่บริเวณลำคอของหมีชีวิตที่ถูกล้างยาสลับซึ่งอาจเป็นการทรมานสัตว์และรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการฟันฟูบอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างหมีชีวิตที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงการทรมานสัตว์และขัดต่อหลักชีวจริยธรรมและในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่สามารถทำกระบวนการเช่นนี้ได้โดยใช้เครื่องจักร

จากภาพ 15 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์การรักษาด้วยยีนบำบัดได้ถูกต้องบางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงผลดีและความเสี่ยงที่อาจเกิดของการรักษาด้วยยีนบำบัด รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการรักษาด้วยยีนบำบัดมีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงประเภทของยีนบำบัดและกระบวนการของการทำยีนบำบัดไปแก้ไขผลกระทบของยีนกลายพันธุ์ภายในร่างกายทำให้เกิดผลในรักษาโรค ซึ่งยีนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์สามารถสืบทอดให้กับลูกหลานของผู้ป่วยในอนาคตได้และรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการรักษาด้วยยีนบำบัดที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุว่ายีนบำบัดบางชนิดสามารถสืบทอดให้กับลูกหลานของผู้ป่วยในอนาคตได้และขัดต่อด้านจริยธรรม

จากภาพ 16 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์ซีโนทรานสแพลนเทชันได้ถูกต้องบางส่วนแต่ไม่ครบถ้วน โดยไม่ได้ระบุถึงกระบวนการนำอวัยวะจากสัตว์มาใช้สำหรับปลูกถ่ายอวัยวะให้แก่มนุษย์และความกังวลเรื่องสวัสดิภาพของสัตว์ รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับซีโนทรานสแพลนเทชันมีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึง

กระบวนการนำอวัยวะจากสัตว์มาใช้สำหรับปลูกถ่ายอวัยวะให้แก่นุชนัยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบันที่สามารถตัดแต่งยีนให้ลดการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันระหว่างสายพันธุ์ได้เพื่อลดการปฏิเสธของอวัยวะและเพิ่มอัตราความสำเร็จในการผ่าตัดรักษาและรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 0 คะแนน เนื่องจากนักเรียนตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม

ผลจากการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของนักเรียนที่ผู้วิจัยพบจากการร่วมกิจกรรมภายในกลุ่มของนักเรียนในขณะจัดการเรียนรู้และการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้มาทำการวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปพฤติกรรมของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 70 เป็นรายบุคคล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

นักเรียนคนที่ 2 พบว่า 2 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสามารถสรุปเหตุการณ์ได้ชัดเจนและครบถ้วน อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด แต่ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วน

นักเรียนคนที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสรุปเหตุการณ์และระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปไม่ตรงประเด็นคำถาม

นักเรียนคนที่ 6 พบว่า ทั้ง 3 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสามารถสรุปเหตุการณ์ได้ชัดเจนและครบถ้วน แต่ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้เพียงบางส่วน

นักเรียนคนที่ 7 พบว่า นักเรียนเขียนคำตอบด้วยข้อความสั้น ๆ และบางข้อตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม ซึ่งทำให้สรุปเหตุการณ์ที่ศึกษาและระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วนและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปไม่ถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนคนที่ 8 พบว่า ทั้ง 3 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสามารถสรุปเหตุการณ์ได้ชัดเจนและครบถ้วน แต่ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วนและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้เพียงบางส่วน

และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป
ไม่ตรงประเด็นคำถาม

3.2 ผลการวิเคราะห์แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนเขียนแบบบันทึกอนุทินหลังจากการจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยหัวข้อที่ระบุไว้ในแบบบันทึกอนุทิน
มีดังนี้

3.2.1 สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2.2 นักเรียนมีรู้สึกอย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้

3.2.3 นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน
ได้อย่างไร

3.2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้มีจุดเด่นอย่างไร

3.2.5 นักเรียนมีข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้หรือไม่
อย่างไร

จากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปและยกตัวอย่าง
ความคิดเห็นจากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้ดังนี้

“...ชอบภาพยนตร์เรื่อง Spline (สาวกลายพันธุ์ล่าสยอง) ที่ครูนำมาให้ศึกษาก่อน
เข้าสู่บทเรียนครับ สนุกและน่าสนใจ ทำให้ผมสนใจเรียนเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องอื่น ๆ จะได้เข้าใจหนังที่ผม
สนใจมากขึ้นด้วย...”

(นักเรียนคนที่ 4, 4 กุมภาพันธ์ 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...ชอบการเรียนรู้แบบนี้ครับ ไม่น่าเบื่อ ได้เรียนรู้จากประเด็นที่น่าสนใจหลาย
ประเด็น ได้ฝึกการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน แต่ผมคิดว่า
ใบกิจกรรมที่ครูให้ทำเยอะไปหน่อยครับ มีเวลาให้ทำแบบเดี่ยว กลุ่มผมทำไม่ทัน...”

(นักเรียนคนที่ 8, 4 กุมภาพันธ์ 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...นำความรู้ที่เรียนไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ค่ะ หนูเพิ่งรู้ว่าการตรวจหา
เชื้อโควิดมี 2 วิธีที่มีความแตกต่างกันมาก ทั้งวิธีการตรวจ ความแม่นยำและข้อดี พอเริ่มมีความรู้
มากขึ้นทำให้หนูอธิบายเหตุผลประกอบความคิดเห็นของตัวเองได้ดีขึ้นค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 12, 4 กุมภาพันธ์ 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...หนูเข้าใจเนื้อหาหลัก ๆ ของการโคลนด้วยเทคนิคพอลิเมอเรสเชนรีแอคชัน
และการโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียนะค่ะ แต่ยังจำชื่อภาษาอังกฤษแต่ละขั้นตอนไม่ได้
ค่ะ ทำให้เขียนอธิบายเหตุผลในใบงานเป็นข้อความยาว ๆ ไม่ได้...”

(นักเรียนคนที่ 13, 4 กุมภาพันธ์ 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...เพื่อนในกลุ่มช่วยงานกันดีขึ้นค่ะ พอทุกคนช่วยกันแล้วรู้สึกสนุกขึ้นเยอะเลย ค่ะ โดยเฉพาะตอนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นตามบทบาทสมมติ และคุณครูแจ้งเวลาที่เหลือในการทำ กิจกรรมเรื่อย ๆ เพื่อนก็กระตือรือร้นในการทำค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 15, 8 กุมภาพันธ์ 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...กลุ่มหนูหาข้อมูลไว้สนับสนุนเหตุผลตามบทบาทสมมติได้ครอบคลุมหลายมิติ มากขึ้นค่ะ แต่ต้องแบ่งงานกันทำ พอถึงขั้นตอนนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกลุ่มแล้ว ทำได้ดี ได้คะแนนเยอะยังทำให้พวกหนูตั้งใจทำให้ดีขึ้นค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 17, 8 กุมภาพันธ์ 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน พบว่า นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น สถานการณ์หรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนในการทำกิจกรรม และเรียนรู้ได้อย่างดี นักเรียนสนุกในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นประกอบกับการค้นคว้าหาเหตุผล มาสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองได้อย่างเพียงพอ รวมทั้งสมาชิกแต่ละกลุ่มทำงานร่วมกันดีขึ้น มีการแบ่งงาน ร่วมกันคิดและร่วมกันทำมากขึ้น ในการพิจารณาสถานการณ์ปัญหาที่ศึกษานักเรียน คำนึงถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องในด้านได้ครอบคลุมหลายมิติมากขึ้น แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจ เนื้อหาบางประเด็นรวมทั้งจำคำศัพท์เทคนิคทางชีววิทยาไม่ได้ ส่งผลให้นักเรียนให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ต่อเหตุการณ์ที่ศึกษาไม่ครบถ้วน รวมทั้งระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้อง กับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้เพียงบางส่วนและไม่ครบถ้วน

3.3 ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างและนำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ไปสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยประเด็นการสัมภาษณ์ มีดังนี้

3.3.1 นักเรียนมีวิธีแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นอย่างไร

3.3.2 เมื่อนักเรียนพิจารณาและสรุปสถานการณ์ปัญหา นักเรียนคำนึงถึงประเด็น ที่เกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ ครบทุกมิติหรือไม่ อย่างไร

3.3.3 นักเรียนจะอย่างไรให้สามารถระบุเหตุผลสนับสนุนความคิดเห็น ของตนเองได้สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มากเพียงพอ

3.3.4 เมื่อนักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริง เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้มากเพียงพอ นักเรียนจะอย่างไร

3.3.5 นักเรียนคิดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเพิ่มหรือลดกิจกรรมใดบ้าง
อย่างไร

3.3.6 นักเรียนคิดว่าปัญหาหรืออุปสรรคใดมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนและ
มีแนวทางแก้ไขอย่างไร

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด
ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และถอดคำพูดของนักเรียนแต่ละคน สามารถสรุป
และยกตัวอย่างผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้ดังนี้

“...ผมใช้วิธีอ่านทีละประโยคแล้วจับใจความสำคัญของประโยคนั้น ๆ ว่า
เป็นข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์หรือไม่และสังเกตได้ว่าข้อความที่เป็นความคิดเห็นจะมีคำที่แสดง
ความคิดเห็น เช่น คาดว่า อาจจะส่งผล...”

(นักเรียนคนที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2568 : สัมภาษณ์)

“...ผมจำกระบวนการและคำศัพท์ทางชีววิทยาบางอย่างไม่ได้ ทำให้เขียนอธิบาย
ได้สั้น ๆ ถึงแม้ว่าจะเข้าใจบางประเด็น แต่เขียนออกมาเป็นข้อความไม่ถูก...”

(นักเรียนคนที่ 3, 4 กุมภาพันธ์ 2568 : สัมภาษณ์)

“...ผมใช้วิธีเขียนแผนผังความคิดแยกออกเป็น 3 ประเด็น คือ ด้านวิทยาศาสตร์
ด้านจริยธรรมและด้านเศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งนึกถึงผู้มีส่วนได้เสียจากประเด็นที่ศึกษาครับ ซึ่งผม
จะนึกถึงประเด็นทางวิทยาศาสตร์ก่อนครับ เพราะเป็นเรื่องที่กำลังศึกษาอยู่...”

(นักเรียนคนที่ 5, 4 กุมภาพันธ์ 2568 : สัมภาษณ์)

“...การเรียนกับครูทำให้หนูมีความมั่นใจในตัวเองมากขึ้นค่ะ กล้าถามในสิ่ง
ที่สงสัยและแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ ทำให้การนำเสนอความคิดเห็นระหว่างกลุ่มสนุกมากค่ะ
...”

(นักเรียนคนที่ 11, 4 กุมภาพันธ์ 2568 : สัมภาษณ์)

“...ชอบการเรียนรู้ที่เริ่มจากการศึกษาบทความหรือสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์
ค่ะ ทำให้รู้สึกว่าการเรียนที่เรากำลังเรียนอยู่นำไปต่อยอดใช้ในการดูแลสุขภาพร่างกายและปรับใช้
กับเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้...”

(นักเรียนคนที่ 16, 8 กุมภาพันธ์ 2568 : สัมภาษณ์)

“...ผมคิดว่าใบกิจกรรมมีจำนวนข้อคำถามเยอะไปครับ อยากให้คุณครูลดลง
บางข้อต้องใช้เวลานาน ผมก็ทำไม่ทัน...”

(นักเรียนคนที่ 20, 8 กุมภาพันธ์ 2568 : สัมภาษณ์)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการสัมภาษณ์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง พบว่า
นักเรียนคุ้นชินกับการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น แต่บาง

กิจกรรมอาจไม่เหมาะสมกับเวลา ทำให้นักเรียนทำกิจกรรมไม่ทันตามเวลาที่ครูกำหนด นักเรียนมีความกล้าแสดงออกมากขึ้น ทั้งการถามในสิ่งที่สงสัยและแสดงความคิดเห็นได้ นักเรียนบางคนมีเทคนิคในการแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็น รวมทั้งเทคนิคในการคำนึงถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ ให้ครบทุกมิติด้วยตนเองและนักเรียนบางคนยังไม่สามารถเขียนอธิบายความเห็นได้ครบถ้วนและชัดเจน

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

จากผลการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกอนุทินและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงของนักเรียนประกอบกัน ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังตาราง 13

ตาราง 13 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. บางกิจกรรมไม่เหมาะสมกับเวลา ทำให้นักเรียนทำกิจกรรมไม่ทันตามเวลาที่ครูกำหนด	1. ครูควรปรับกิจกรรมให้กระชับและเหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรมแต่ละครั้งมากขึ้น
2. นักเรียนไม่ให้ความสำคัญกับการเลือกแหล่งของข้อมูลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่มีความน่าเชื่อถือ	2. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเลือกข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและมีความทันสมัยมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
3. นักเรียนบางคนเขียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วน โดยเขียนตอบในลักษณะของข้อความสั้น ๆ	3. ครูควรทบทวนเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้วและทบทวนความเข้าใจของนักเรียนว่ายังไม่เข้าใจประเด็นใด หากนักเรียนเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน จึงจะช่วยให้เขียนตอบได้ครบถ้วนและชัดเจนมากขึ้น
4. นักเรียนบางคนเขียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้เพียงบางส่วนและไม่ครบถ้วน	4. ครูควรฝึกให้นักเรียนได้คิดต่อยอดจากเนื้อหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไป บทเรียนนักเรียนจึงจะสามารถเขียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น
5. นักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม	5. ครูควรชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนแก่นักเรียนว่ามีทั้งคะแนนกลุ่มและคะแนนรายบุคคล

3. ผลการดำเนินงานในวงจรปฏิบัติการที่ 3

1. ขั้นวางแผน (Planning)

การดำเนินงานในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่พบจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 โดยให้ความสำคัญในขั้นตอนที่ 4 คือ ขั้นวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหามากขึ้น โดยในการทำกิจกรรมมีการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเลือกข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือและมีความทันสมัยมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนและขั้นตอนที่ 5 คือ ขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยการสุ่มให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและนำเสนอผลงานของกลุ่ม พร้อมทั้งชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนกลุ่มและคะแนนรายบุคคลอย่างละเอียด ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกอนุทิน และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

2. ขั้นปฏิบัติ (Action)

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กับกลุ่มเป้าหมาย โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านเกษตร

และอุตสาหกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและจริยธรรม

3. ขั้นสังเกต (Observation)

ผู้วิจัยได้สังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนบันทึกข้อมูลลงแบบบันทึกอนุทินและนำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างไปสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จากนั้นให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยทำการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มีผลดังตาราง 14

ตาราง 14 คะแนนและระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละและสรุป
การประเมินท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (21)	ร้อยละ	สรุปการประเมิน
1	18	85.71	ผ่าน
2	17	80.95	ผ่าน
3*	13	61.90	ไม่ผ่าน
4	16	76.19	ผ่าน
5	18	85.71	ผ่าน
6	16	76.19	ผ่าน
7	18	85.71	ผ่าน
8	17	80.95	ผ่าน
9	15	71.43	ผ่าน
10	18	85.71	ผ่าน
11	20	95.24	ผ่าน
12	16	76.19	ผ่าน
13	16	76.19	ผ่าน
14	17	80.95	ผ่าน
15	18	85.71	ผ่าน
16	16	76.19	ผ่าน
17	19	90.48	ผ่าน
18	17	80.95	ผ่าน
19	16	76.19	ผ่าน
20*	14	66.67	ไม่ผ่าน
ห	16.75	79.76	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน	18 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย		
จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน	2 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย		

* หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์
ร้อยละ 70

จากตาราง 14 พบว่า คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำยวจนรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.75

จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์แนวคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละข้อประกอบด้วยข้อความที่เป็นสถานการณ์และข้อคำถาม จำนวน 3 ข้อ พิจารณาจากเกณฑ์ การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 รายการ ประเมิน ได้แก่ 1) ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ 2) การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และ 3) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป พบปัญหาจากการตอบแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย เมื่อพิจารณาออกเป็น 3 รายการประเมิน ดังนี้

รายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์

สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วน ให้ 3 คะแนน

สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน ชัดเจน แต่ไม่ครบถ้วน ให้ 2 คะแนน

สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน ให้ 1 คะแนน

สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ได้ ให้ 0 คะแนน

รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ระบุลงในเนื้อความมีความสอดคล้องกับหลักการหรือ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด ให้ 2 คะแนน

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ระบุลงในเนื้อความมีความสอดคล้องกับหลักการหรือ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน ให้ 1 คะแนน

นักเรียนไม่ได้ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เลยหรือข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความ ไม่มีความสอดคล้องหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ให้ 0 คะแนน

รายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปที่ระบุลงในเนื้อความมีความถูกต้อง ตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด ให้ 2 คะแนน

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปที่ระบุลงในเนื้อความมีความถูกต้อง ตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน ให้ 1 คะแนน

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปที่ระบุลงในเนื้อความไม่มีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ให้ 0 คะแนน

พบปัญหาจากการตอบแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
กลุ่มเป้าหมาย เมื่อพิจารณารายการประเมินที่ 1 - 3 ดังนี้

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับคำกล่าว “ลายพิมพ์ดีเอ็นเอเป็นวิธีที่แม่นยำที่สุดในการพิจารณาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม”

[illegible]

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

นางสาวณัฏฐา นิลรัตน์ นักวิชาการบริหารระดับสูง กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์
ในฐานะประธานในพิธีเปิดงานมหกรรมอาหารนานาชาติเมืองเชียงใหม่ ประจำปี ๒๕๖๒

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน

กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ทำตามมติในข้อ
ตาม ข้อ ๖ ของการประชุม ๒๖-๒๗ กรกฎาคม ๒๕๖๔: พบการปนเปื้อนของยาฆ่าแมลง

ภาพ 17 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 เรื่อง ลูกมีหนูเลี้ยงแตกต่างจากพ่อแม่ได้หรือไม่ วงรอบปฏิบัติที่ 3 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 6 คะแนน

1. นักเรียนมีความคิดเห็นว่าเป็นการสมควรที่จะยอมรับการรักษาด้วยพันธุศาสตร์ไฟฟ้าหรือไม่

งานตัวฉบับแนบติดที่ 14 มาจาก การแพทย์ในราชบัณฑิตยสถานฉบับที่ 14 ของราชบัณฑิตยสถาน หรือในทาง
อีกนัยก็คือว่า ในงานตัวฉบับที่ 14

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

เพราะว่าฉันมีค่าควรให้ไปฉันได้บอกคนในครอบครัวของฉันว่าฉันจะขึ้นในอ่างอาบน้ำแล้วฉันก็ได้อ่านหนังสือ
จนฉันได้รู้ตัวว่าในการศึกษาที่ดีต้องรู้ เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน

ดูตามแผนผังในภาพที่ ๑๗ ด้านบนในกรอบสี่เหลี่ยมที่ด้านขวาของภาพคือพื้นที่ของงาน
การวิจัยที่มีการแบ่งออกเป็น ๒ ส่วน ส่วนแรกคือ การวางแผนงานวิจัย ส่วนที่สองคือ การดำเนินการวิจัย

ภาพ 18 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 เรื่อง พันธुศาสตร์ไฟฟ้า วงรอบปฏิบัติที่ 3 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมินเท่ากับ 6 คะแนน

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับคำกล่าว “เภสัชพันธุศาสตร์คืออนาคตและเป็นสิ่งที่จะปฏิวัติวงการแพทย์”

เห็นด้วยเพราะเภสัชพันธุศาสตร์ทำให้การรักษาโรคแบบเฉพาะบุคคลมากขึ้น

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

เพราะเภสัชพันธุศาสตร์จะทำให้การวินิจฉัยโรคของแพทย์แม่นยำขึ้น และลดความเสี่ยงของการเกิดโรคต่าง ๆ ได้มากขึ้น

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน

เป็นประโยชน์ทางการแพทย์ในการวินิจฉัยโรคต่าง ๆ ได้แม่นยำขึ้น และลดความเสี่ยงของการเกิดโรคต่าง ๆ ได้มากขึ้น

ภาพ 19 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 3 เรื่อง เภสัชพันธุศาสตร์ วงรอบปฏิบัติที่ 3 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมินเท่ากับ 6 คะแนน

จากภาพ 17 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 6 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 3 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์ลูกมีหมู่เลือดต่างจากพ่อและแม่ได้หรือไม่ ได้ชัดเจนและครบถ้วน รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับหมู่เลือดและลายพิมพ์ดีเอ็นเอสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดและรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับหมู่เลือดและลายพิมพ์ดีเอ็นเอถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เพียงบางส่วน โดยไม่ได้ระบุว่า การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอแม่นยำกว่าการตรวจหมู่เลือด เนื่องจากแต่ละบุคคลจะได้รับดีเอ็นเอมาจากทั้งพ่อและแม่ หมู่เลือดของลูกก็ได้รับยีนมาจากพ่อและแม่เช่นเดียวกัน ทั้งนี้ต้องพิจารณาทั้งจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของหมู่เลือดด้วยเนื่องจากกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

จากภาพ 18 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 6 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์พันธุศาสตร์ไฟฟ้าได้ถูกต้องบางส่วนแต่ไม่ครบถ้วน โดยไม่ระบุถึงประโยชน์พันธุศาสตร์ไฟฟ้าว่าอาจนำไปสู่การแพทย์สมัยใหม่ที่สามารถสั่งการรักษาโรคหรือให้ยาทางไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ในทันทีที่ตรวจพบอาการ

ผิดปกติในร่างกาย รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับพันธศาสตร์ไฟฟ้าสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดและรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับพันธศาสตร์ไฟฟ้าที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

จากภาพ 19 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 6 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์แก๊สพิษพันธศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนแต่ไม่ครบถ้วน โดยไม่ระบุถึงประโยชน์ของแก๊สพิษพันธศาสตร์ว่าเป็นวิธีที่ทำให้ผู้ป่วยได้รับชนิดของยาและปริมาณที่เหมาะสมในแต่ละบุคคลและสามารถลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการแสดงออกของยีนบางตำแหน่งเมื่อได้รับยาได้ รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับแก๊สพิษพันธศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดและรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับแก๊สพิษพันธศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับคำว่า “ลายพิมพ์ดีเอ็นเอเป็นวิธีที่แม่นยำที่สุดในการพิจารณาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม”

เห็นด้วยลายพิมพ์ดีเอ็นเอเป็นวิธีที่แม่นยำที่สุดในการพิจารณาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

เพราะลายพิมพ์ดีเอ็นเอใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมจากดีเอ็นเอซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงสูง และยากที่จะหาวิธีอื่นในการตรวจสอบความสัมพันธ์ทางสายเลือด

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน

เป็นวิธีที่เชื่อถือได้และแม่นยำที่สุดในการพิจารณาความสัมพันธ์ทางสายเลือด จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการตรวจสอบความสัมพันธ์ทางสายเลือด

ภาพ 20 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1 เรื่อง ลูกมีหมู่เลือดต่างจากพ่อและแม่ได้หรือไม่ วงรอบปฏิบัติที่ 3 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน

1. นักเรียนมีความคิดเห็นว่าเป็นอนาคตทางการแพทย์จะยอมรับการรักษาด้วยพันธุศาสตร์ไฟฟ้าหรือไม่
เห็นด้วย เพราะในอนาคตคิดว่าวงการแพทย์น่าจะได้รับการรักษาด้วยพันธุกรรมสำหรับไฟฟ้า

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
เพราะเทคโนโลยีที่ล้ำกว่าทางด้านการรักษาโรคภัยไข้เจ็บน่าจะนำสิ่งดี ๆ ไปใช้ทางการแพทย์แทน

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน
มองว่าโรคทางกรรมพันธุ์บางอย่างนั้นมันส่งผลกระทบต่อคนในนั้นอยู่แล้ว การนำพันธุกรรมไปช่วยรักษาโรคภัยไข้เจ็บบางอย่างครอบคลุมถึงคน โรคทางพันธุกรรมบางอย่างมันไม่ได้เกิดแค่ครั้งเดียว

ภาพ 21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 เรื่อง พันธุศาสตร์ไฟฟ้า วงรอบปฏิบัติที่ 3 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมินเท่ากับ 3 คะแนน

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับคำว่า “เภสัชพันธุศาสตร์คืออนาคตและเป็นสิ่งที่จะปฏิวัติวงการแพทย์”
เห็นด้วย เพราะ สังคม อนาคต น่าจะมีการนำเทคโนโลยีทางการแพทย์ต่าง ๆ

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
เพื่อ การรักษา ที่มีประสิทธิภาพ และแม่นยำขึ้น เพราะคนไข้จะได้ยาที่เหมาะสมที่สุดของตัวเอง

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน
ขออธิบาย เองขึ้นตอน ๆ ของมันให้เข้าใจ เพราะว่าพอถึงรู้ข้อมูลส่วนตัวของมนุษย์

ภาพ 22 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 3 เรื่อง เภสัชพันธุศาสตร์ วงรอบปฏิบัติที่ 3 ที่ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมินเท่ากับ 3 คะแนน

จากภาพ 20 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์ลูกมีหมูเลือดต่างจากพ่อและแม่ได้หรือไม่ ถูกต้องบางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดลายพิมพ์ดีเอ็นเอจึงเป็นวิธีที่แม่นยำที่สุด รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับหมูเลือดและลายพิมพ์ดีเอ็นเอมีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้อธิบายถึงกระบวนการสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอและรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับหมูเลือดและลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุว่า การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอแม่นยำกว่าการตรวจหมูเลือด เนื่องจากแต่ละบุคคลจะได้รับดีเอ็นเอมาจากทั้งพ่อและแม่ หมูเลือดของลูกก็ได้รับยีนมาจากพ่อและแม่เช่นเดียวกัน ทั้งนี้ต้องพิจารณาทั้งจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของหมูเลือดด้วยเนื่องมาจากกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

จากภาพ 21 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์พันธุศาสตร์ไฟฟ้าได้ถูกต้องบางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึงประโยชน์พันธุศาสตร์ไฟฟ้า รายการประเมินที่ 2 การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ไฟฟ้ามีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้อธิบายว่าพันธุศาสตร์ไฟฟ้าเป็นวิธีควบคุมการทำงานของยีนในร่างกายให้แสดงออกหรือหยุดการทำงานโดยอาศัยเพียงการส่งสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ขนาดเล็ก โดยควบคุมการทำงานของเซลล์ร่างกายมนุษย์ที่ผ่านการตัดต่อพันธุกรรมและปลูกถ่ายลงในตัวหนูทดลอง จนเซลล์ที่ได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษดังกล่าวสามารถทำตามคำสั่งได้และรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ไฟฟ้าที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุว่าพันธุศาสตร์ไฟฟ้ามีข้อควรกังวลรวมทั้งผลกระทบทางลบที่อาจเกิดขึ้นหรือไม่

จากภาพ 22 ได้คะแนนรวม 3 รายการประเมิน เท่ากับ 3 คะแนน ซึ่งรายการประเมินที่ 1 ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ ได้ 2 คะแนน เนื่องจากนักเรียนสรุปเหตุการณ์เภสัชพันธุศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนแต่ไม่ครบถ้วน โดยไม่ระบุถึงว่าเป็นวิธีที่ทำให้ผู้ป่วยได้รับชนิดของยาและปริมาณที่เหมาะสมในแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นพัฒนาประสิทธิผลและความปลอดภัยในการใช้ยา สามารถลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการแสดงออกของยีนบางตำแหน่งเมื่อได้รับยาได้ รายการประเมินที่ 2

การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ 1 คะแนน เนื่องจากนักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเซลล์ พืชศาสตร์มีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยไม่ได้ระบุถึง กระบวนการศึกษาหัตถ์เอ็นเอในยีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคและยีนที่เกี่ยวข้องกับการออกฤทธิ์ ของยาและรายการประเมินที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ 0 คะแนน เนื่องจากนักเรียนตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม

ผลจากการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัด ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของนักเรียนที่ผู้วิจัยพบจากการร่วมกิจกรรม ภายในกลุ่มของนักเรียนในขณะจัดการเรียนรู้และการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้มาทำการวิเคราะห์ ปัญหา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปพฤติกรรมของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการ ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 70 เป็นรายบุคคล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

นักเรียนคนที่ 3 พบว่า ทั้ง 3 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสามารถสรุปเหตุการณ์ได้ถูกต้อง บางส่วนและไม่ครบถ้วน ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้ สนับสนุนข้อสรุปได้เพียงบางส่วน

นักเรียนคนที่ 20 พบว่า ทั้ง 3 เหตุการณ์ที่ศึกษานักเรียนสามารถสรุปเหตุการณ์ได้ชัดเจน และครบถ้วน แต่ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้เพียงบางส่วน

3.2 ผลการวิเคราะห์แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนเขียนแบบบันทึกอนุทินภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยหัวข้อที่ระบุไว้ในแบบบันทึกอนุทิน มีดังนี้

- 3.2.1 สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 3.2.2 นักเรียนมีรู้สึกอย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้
- 3.2.3 นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างไร
- 3.2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้มีจุดเด่นอย่างไร
- 3.2.5 นักเรียนมีข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้หรือไม่ อย่างไร

จากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปและยกตัวอย่าง ความคิดเห็นจากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้ดังนี้

“...ผมชอบการเรียนรู้แบบนี้มากกว่าการเรียนรู้เฉพาะเนื้อหาในหนังสือแล้วสอบเก็บคะแนนมาครับ ทำให้รู้ว่าเรื่องที่เรียนในแต่ละคาบเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไรบ้างและเทคโนโลยีต่าง ๆ ทั้งด้านการแพทย์ การเกษตรของประเทศกำลังพัฒนาไปได้ไกลแค่ไหนแล้ว เมื่อเจอประเด็นสนใจเกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์ในสังคมสามารถให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ที่จะสนับสนุนหรือคัดค้านความคิดหรือข้อกล่าวอ้างนั้น ๆ ได้ ประกอบกับการใช้เหตุผลมากขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 5, 11 กุมภาพันธ์ 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...การเรียนรู้กับครูทำให้หนูมีความกล้าแสดงออกมากขึ้นค่ะ ได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ รู้สึกว่าเป็นผู้ฟังที่ดีขึ้นและมีความเคารพในความคิดเห็นที่แตกต่างกันของเพื่อนแต่ละกลุ่ม...”

(นักเรียนคนที่ 17, 11 กุมภาพันธ์ 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...พอเริ่มชินกับการเรียนรู้แบบนี้ทำให้หนูทำกิจกรรมได้เร็วมากขึ้นค่ะ ปรับตัวและเรียนได้ดีกว่าในช่วงแรก ๆ มาก ในการวิเคราะห์ประเด็นต่าง ๆ หนูให้เหตุผลประกอบความคิดเห็นของตัวเองได้ดีขึ้นและสามารถนำเนื้อหาที่กำลังเรียนไปอธิบายข้อสรุปของประเด็นที่กำลังสนใจได้ดีขึ้นค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 9, 13 กุมภาพันธ์ 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...การเรียนรู้ที่ได้ฝึกคิดและตั้งคำถาม แยกแยะเรื่องที่กำลังพิจารณาออกเป็นหลาย ๆ ประเด็น ค้นหาข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนความคิดของกลุ่มก่อนการนำเสนอ ทำให้หนูได้ฝึกการคิดและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ดีมากขึ้นและทำให้เข้าใจมากขึ้นว่าการให้เหตุผลที่ดีต้องมีหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมาสนับสนุนความคิดเห็นของเรา...”

(นักเรียนคนที่ 11, 13 กุมภาพันธ์ 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...หนูมีวิสัยทัศน์ในการเลือกศึกษาแหล่งของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นค่ะและทุกครั้งที่ศึกษาเรื่องใดจะไม่ศึกษาจากแหล่งข้อมูลเดียวเท่านั้น เพราะ อาจจะมีเหตุผลไม่เพียงพอและเป็นข้อมูลที่ผิด การเรียนรู้กับครูทำให้หนูรู้ว่าเวลาตัดสินใจหรือพิจารณาเรื่องใด ควรคิดอย่างรอบด้านและหลายมิติ...”

(นักเรียนคนที่ 15, 13 กุมภาพันธ์ 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

“...จุดเด่นของการเรียนรู้แบบนี้ คือ ทำให้รู้ว่าเรียนเรื่องนี้ไปแล้วจะสามารถนำไปต่อยอดเรื่องอะไรได้บ้าง รวมทั้งทำให้ผมไม่ตัดสินใจเชื่อบทความต่าง ๆ จากสื่อออนไลน์ที่พบในชีวิตประจำวันง่าย ๆ ถ้าไม่มีเหตุผลที่เพียงพอมาสนับสนุน...”

(นักเรียนคนที่ 6, 13 กุมภาพันธ์ 2568 : แบบบันทึกอนุทิน)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน พบว่า นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น ทำกิจกรรมเสร็จได้ทันเวลา มีความกล้าแสดงออกในการทำกิจกรรมและแสดงความคิดเห็นมากขึ้น เป็นผู้ฟังที่ดีขึ้นและมีความเคารพในความคิดเห็นที่แตกต่างกันของเพื่อนแต่ละกลุ่มทำให้นักเรียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อเหตุการณ์ที่ศึกษาได้ครบถ้วนมากขึ้น รวมทั้งระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้ดีขึ้น รวมทั้งสามารถนำความรู้และทักษะต่าง ๆ ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

3.3 ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างและนำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างไปสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยประเด็นการสัมภาษณ์ มีดังนี้

- 3.3.1 นักเรียนมีวิธีแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นอย่างไร
- 3.3.2 เมื่อนักเรียนพิจารณาและสรุปสถานการณ์ปัญหา นักเรียนคำนึงถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ ครบทุกมิติหรือไม่ อย่างไร
- 3.3.3 นักเรียนจะอย่างไรให้สามารถระบุเหตุผลสนับสนุนความเห็นคิดเห็นของตนเองได้สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มากเพียงพอ
- 3.3.4 เมื่อนักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้มากเพียงพอ นักเรียนจะอย่างไร
- 3.3.5 นักเรียนคิดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเพิ่มหรือลดกิจกรรมใดบ้าง
- 3.3.6 นักเรียนคิดว่าปัญหาหรืออุปสรรคใดมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนและมีแนวทางแก้ไขอย่างไร

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และถอดคำพูดของนักเรียนแต่ละคน สามารถสรุปและยกตัวอย่างผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้ดังนี้

“...ผมทำความเข้าใจหลักการและเนื้อหาที่กำลังเรียนได้ดีมากขึ้นครับ พอมีความรู้มากขึ้นจึงสามารถเขียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปของเรื่องที่กำลังศึกษาและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้ดีขึ้นครับ...”

(นักเรียนคนที่ 4, 11 กุมภาพันธ์ 2568 : สัมภาษณ์)

“...ผมเรียนได้ดีขึ้นมากกว่าช่วงแรกมากครับ การที่ครูเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ ตอบผิได้ไม่มีการหักคะแนนทำให้ผมกล้าถามและกล้าตอบมากขึ้น จนรู้สึกว่าจะทำไมเมื่อก่อนเราเชื่อเรื่องต่าง ๆ โดยไม่มีข้อสงสัย...”

(นักเรียนคนที่ 7, 11 กุมภาพันธ์ 2568 : สัมภาษณ์)

“...สมาชิกในกลุ่มช่วยกันทำงาน ช่วยกันคิดและแสดงความคิดเห็นได้ดีขึ้นมาก อาจจะมีการถกเถียงกันบ้างแต่ก็สามารถหาข้อสรุปร่วมกันได้ หนูรู้สึกสนุกมากโดยเฉพาะกิจกรรมที่ได้รับบทบาทสมมติที่ชื่นชอบ กลุ่มพวกเราแสดงความคิดเห็นพร้อมกับการนำเสนอข้อมูลที่นำเสนอเชื่อถือมาอภิปรายได้ดีมาก...”

(นักเรียนคนที่ 13, 13 กุมภาพันธ์ 2568 : สัมภาษณ์)

“...การพิจารณาสถานการณ์ปัญหา หนูพิจารณาได้ครบทุกมิติค่ะ แต่ประเด็นด้านเศรษฐกิจและสังคมเป็นประเด็นที่รู้สึกว่ายากที่สุด เนื่องจาก มีความรู้ไม่เพียงพอต้องช่วยกันศึกษาข้อมูลอีกเยอะค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 10, 13 กุมภาพันธ์ 2568 : สัมภาษณ์)

“...หนูอ่านบทความยาว ๆ และสรุปใจความสำคัญของบทความที่ศึกษาได้ดีขึ้นค่ะ ใช้เทคนิคการขีดแบ่งวรรคแล้วอ่านสรุปใจความทีละประโยคแล้วดูภาพรวมอีกครั้งค่ะและแยกออกว่าประโยคใดเป็นความคิดเห็นค่ะ ซึ่งต้องมาพิจารณาอีกรอบว่าถูกต้องตามหลักทางวิทยาศาสตร์หรือไม่หรือเป็นเพียงความเชื่อที่ไม่มีเหตุผลมาอธิบาย...”

(นักเรียนคนที่ 14, 13 กุมภาพันธ์ 2568 : สัมภาษณ์)

“...การเรียนแบบนี้ทำให้หนูนำความรู้ที่ได้จากในห้องเรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันได้เยอะเลยค่ะ ทำให้อ่านบทความหรือข่าวในสื่อออนไลน์โดยไตร่ตรองมาก ไม่หลงเชื่ออะไรง่าย ๆ ถ้าไม่มีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนมากเพียงพอ...”

(นักเรียนคนที่ 19, 13 กุมภาพันธ์ 2568 : สัมภาษณ์)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการสัมภาษณ์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง พบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น กล้าถามเมื่อเกิดความสงสัยและกล้าตอบคำถามมากขึ้น สมาชิกในกลุ่มทำงานร่วมกันได้ดี นักเรียนมีเทคนิคในการสรุปใจความสำคัญและแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็น นักเรียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยสามารถระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ที่ศึกษา ระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปของเรื่องที่กำลังศึกษาและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้ครบถ้วนและชัดเจนมากขึ้น รวมทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากในห้องเรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

จากผลการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกอนุทินและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงของนักเรียนประกอบกัน ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป ดังตาราง 15

ตาราง 15 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. นักเรียนบางคนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นแย้งกลับความคิดเห็นก่อนหน้าได้	1. ครูควรแนะนำให้นักเรียนจดบันทึกความคิดเห็นของกลุ่มอื่น เพื่อนำใจความสำคัญของข้อความนั้น ๆ มาแสดงความคิดเห็นแย้งกลับได้
2. นักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในบางขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้	2. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนสนใจทำกิจกรรมและกระตือรือร้นอยู่เสมอและชี้แจงว่าความร่วมมือของสมาชิกทุกคนมีผลต่อคะแนนของกลุ่ม
3. นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถหาข้อสรุปของประเด็นที่กำลังพิจารณาได้	3. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและความเป็นประชาธิปไตยในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและนำคะแนนมาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ดังตาราง 16

พูน ปณ จิต ชีเว

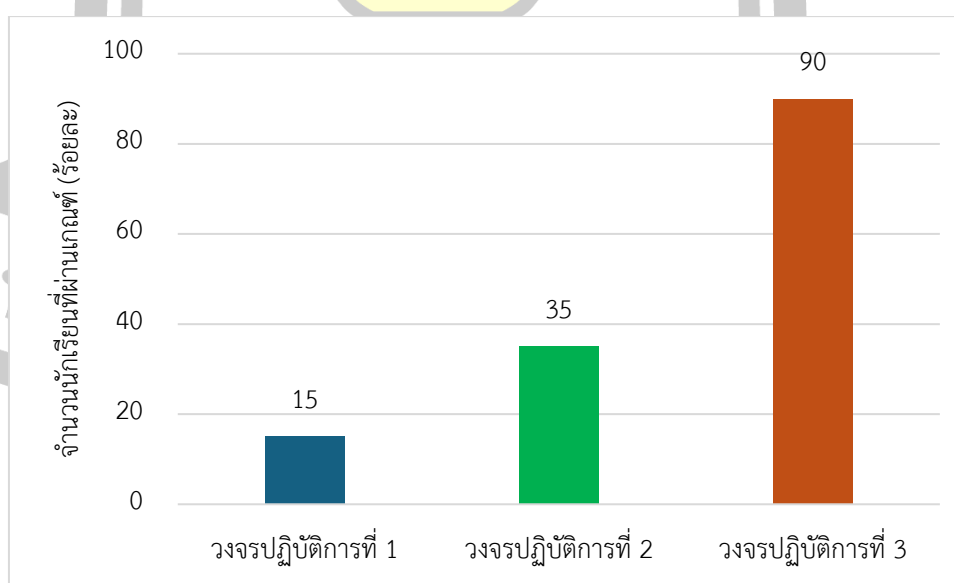
ตาราง 16 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 20 คน ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

เลขที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนนที่ได้ (21)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนที่ได้ (21)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนที่ได้ (21)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
1	15	71.43	ผ่าน	17	80.95	ผ่าน	18	85.71	ผ่าน
2	14	66.67	ไม่ผ่าน	13	61.90	ไม่ผ่าน	17	80.95	ผ่าน
3	9	42.86	ไม่ผ่าน	10	47.62	ไม่ผ่าน	13	61.90	ไม่ผ่าน
4	7	33.33	ไม่ผ่าน	15	71.43	ผ่าน	16	76.19	ผ่าน
5	15	71.43	ผ่าน	16	76.19	ผ่าน	18	85.71	ผ่าน
6	10	47.62	ไม่ผ่าน	13	61.90	ไม่ผ่าน	16	76.19	ผ่าน
7	10	47.62	ไม่ผ่าน	10	47.62	ไม่ผ่าน	18	85.71	ผ่าน
8	12	57.14	ไม่ผ่าน	13	61.90	ไม่ผ่าน	17	80.95	ผ่าน
9	8	38.10	ไม่ผ่าน	13	61.90	ไม่ผ่าน	15	71.43	ผ่าน
10	7	33.33	ไม่ผ่าน	9	42.86	ไม่ผ่าน	18	85.71	ผ่าน
11	16	76.19	ผ่าน	19	90.48	ผ่าน	20	95.24	ผ่าน
12	13	61.90	ไม่ผ่าน	13	61.90	ไม่ผ่าน	16	76.19	ผ่าน
13	9	42.86	ไม่ผ่าน	11	52.38	ไม่ผ่าน	16	76.19	ผ่าน
14	10	47.62	ไม่ผ่าน	11	52.38	ไม่ผ่าน	17	80.95	ผ่าน
15	11	52.38	ไม่ผ่าน	16	76.19	ผ่าน	18	85.71	ผ่าน
16	12	57.14	ไม่ผ่าน	14	66.67	ไม่ผ่าน	16	76.19	ผ่าน
17	14	66.67	ไม่ผ่าน	18	85.71	ผ่าน	19	90.48	ผ่าน
18	13	61.90	ไม่ผ่าน	13	61.90	ไม่ผ่าน	17	80.95	ผ่าน
19	9	42.86	ไม่ผ่าน	15	71.43	ผ่าน	16	76.19	ผ่าน
20	8	38.10	ไม่ผ่าน	10	47.62	ไม่ผ่าน	14	66.67	ไม่ผ่าน
$\bar{x}$	11.10	52.86	-	13.45	64.05	-	16.75	79.76	-
S.D.	2.81	-	-	2.82	-	-	1.65	-	-

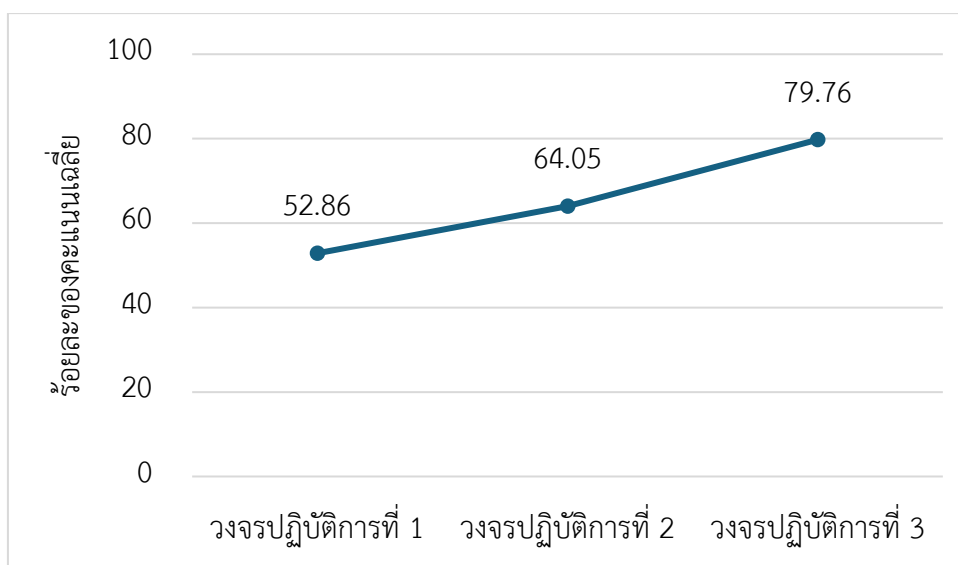
ตาราง 16 (ต่อ)

เลขที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนนที่ได้ (21)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนที่ได้ (21)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนที่ได้ (21)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
นักเรียน ที่ผ่าน เกณฑ์ (คน)	3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 ของนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย			7 คน คิดเป็นร้อยละ 35.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย			18 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 ของนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย		

จากตารางที่ 16 พบว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 35.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น แสดงดังภาพ 23 และภาพ 24



ภาพ 23 จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ) ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ



ภาพ 24 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยการความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

จากภาพที่ 24 แสดงให้เห็นว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยการความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เท่ากับ 52.86 วงจรปฏิบัติการที่ 2 เท่ากับ 64.05 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เท่ากับ 79.76 ซึ่งสูงขึ้นตามลำดับ หลังจากทีนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนประเมินหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

เจตคติทางวิทยาศาสตร์	χ	S.D.	ระดับ
1. ด้านความมีเหตุผล			
1.1 วิทยาศาสตร์ทำให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้	4.35	0.75	มาก
1.2 นักเรียนแสดงความคิดเห็นในการทำงานกลุ่มอย่างมีเหตุผล	4.25	0.79	มาก

ตาราง 17 (ต่อ)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
1.3 วิทยาศาสตร์ทำให้แก้ปัญหาในชีวิตได้อย่างมีเหตุผล	4.45	0.69	มาก
1.4 นักเรียนใช้ความรู้สึกร่วมกับการโต้แย้งแสดงเหตุผลของตน	4.10	0.72	มาก
1.5 นักเรียนเชื่อเรื่องโซ่กลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้	4.40	0.75	มาก
รวม	4.31	0.73	มาก
2. ด้านการเป็นบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น			
2.1 นักเรียนชอบทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์	4.25	0.72	มาก
2.2 นักเรียนสนใจที่จะเรียนรู้สถานการณ์หรือปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ	4.25	1.02	มาก
2.3 นักเรียนไม่ชอบอ่านหนังสือหรือค้นหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	4.00	0.73	มาก
2.4 นักเรียนไม่ต้องการเข้าใจสถานการณ์ใหม่ ๆ	3.80	0.83	มาก
2.5 นักเรียนไม่ต้องการที่จะถามว่าเหตุการณ์ที่กำลังศึกษาเกิดขึ้นได้อย่างไร	4.40	0.68	มาก
รวม	4.14	0.82	มาก
3. ด้านการเป็นบุคคลที่ใจกว้าง			
3.1 นักเรียนรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนที่มีความเห็นแตกต่างจากตนเองและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ	4.50	0.76	มาก
3.2 นักเรียนรับฟังความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งของผู้อื่น	4.30	0.66	มาก
3.3 นักเรียนรู้สึกแย้เมื่อเพื่อนถูกเพื่อนวิจารณ์	3.85	0.99	มาก
3.4 นักเรียนแสดงพฤติกรรมต่อต้านเพื่อนที่มีความเห็นต่างจากตนเอง	4.55	0.51	มากที่สุด
3.5 นักเรียนยึดมั่นในความคิดเห็นของตนเองและไม่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง	4.20	0.70	มาก
รวม	4.28	0.77	มาก
4. ด้านการเป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง			
4.1 นักเรียนทำแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์ด้วยตัวเอง	4.15	0.75	มาก
4.2 นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามความเป็นจริง	4.40	0.68	มาก

ตาราง 17 (ต่อ)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
4.3 นักเรียนยอมรับผลการปฏิบัติกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผิดพลาดและพร้อมจะปฏิบัติกิจกรรมใหม่อีกครั้ง	4.00	0.73	มาก
4.4 นักเรียนมักแอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง	4.90	0.31	มากที่สุด
4.5 นักเรียนแก้ไขข้อมูลที่ค้นพบเมื่อพบว่าข้อมูลนั้นไม่สนับสนุนสมมติฐาน	4.30	0.66	มาก
รวม	4.35	0.70	มาก
5. ด้านความเพียรพยายาม			
5.1 นักเรียนไม่ท้อถอยเมื่อทำแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้างยาก	4.10	0.64	มาก
5.2 เมื่อมีข้อสงสัยนักเรียนจะพยายามคิดหาคำตอบให้ได้	4.15	0.75	มาก
5.3 เมื่อมีข้อสงสัยนักเรียนต้องรับหาคำตอบทันที	4.25	0.72	มาก
5.4 นักเรียนเบื่อการทดลองที่ทำซ้ำ ๆ หลายครั้ง	3.95	0.69	มาก
5.5 นักเรียนตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์น้อยกว่าวิชาอื่น	4.20	0.70	มาก
รวม	4.13	0.69	มาก
6. ด้านความละเอียดรอบคอบ			
6.1 นักเรียนทำงานอย่างเป็นระเบียบและเรียบร้อย	4.30	0.73	มาก
6.2 นักเรียนทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ด้วยความละเอียดรอบคอบ	4.10	0.85	มาก
6.3 เมื่อนักเรียนต้องการตรวจสอบการทดลองจะใช้เพียงวิธีการเดียวเท่านั้น	3.55	0.94	มาก
6.4 นักเรียนไม่ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนทำการทดลอง	4.10	0.97	มาก
6.5 นักเรียนไม่เคยสังเกตสิ่งรอบตัวว่าเกิดอะไรขึ้น	4.00	0.73	มาก
รวม	4.01	0.87	มาก
รวมทั้งหมด	4.20	0.77	มาก

จากตาราง 17 พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ด้านการเป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางสูงที่สุด ($\bar{X} = 4.35$, S.D. = 0.70) รองลงมา คือ ด้านความมีเหตุผล ($\bar{X} = 4.31$, S.D. = 0.73) ด้านการเป็นบุคคลที่ใจกว้าง ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.77) ด้านการเป็นบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น ($\bar{X} = 4.14$, S.D. = 0.82) และด้านความเพียรพยายาม ($\bar{X} = 4.13$, S.D. = 0.69) ตามลำดับและด้านความละเอียดรอบคอบต่ำที่สุด ($\bar{X} = 4.01$, S.D. = 0.87) ค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 6 ด้าน เท่ากับ 4.20 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.77 แสดงว่าหลังนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มและศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. เพื่อศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

สรุปผล

1. จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ สามารถสรุปผลการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มและศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 85.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

วงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 35.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 65.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

วงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทั้ง 6 ด้านเท่ากับ 4.20 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.77 โดยด้านการเป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางสูงที่สุด ($\bar{X} = 4.35$, S.D. = 0.70) รองลงมา คือ ด้านความมีเหตุผล ($\bar{X} = 4.31$, S.D. = 0.73) ด้านการเป็นบุคคลที่ใจกว้าง ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.77) ด้านการเป็นบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น ($\bar{X} = 4.14$, S.D. = 0.82) และด้านความเพียรพยายาม ($\bar{X} = 4.13$, S.D. = 0.69) ตามลำดับและด้านความละเอียดรอบคอบต่ำที่สุด ($\bar{X} = 4.01$, S.D. = 0.87)

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 85.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ทั้งนี้ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทำให้ไม่เข้าใจขั้นตอนในการทำกิจกรรมและส่งผลให้บางขั้นตอนไม่สามารถทำกิจกรรมเสร็จตามเวลาที่ครูคาดการณ์ไว้ โดยในขั้นที่ 2 ขึ้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ ในขั้นนี้นักเรียนอาจวิเคราะห์

ปัญหา สาเหตุของปัญหาและผลกระทบของปัญหาได้ในประเด็นที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างขัดแย้งขึ้นอยู่กับมุมมองและการตีความของแต่ละบุคคล (จักรกฤษ อินเปีย, 2563) เป็นขั้นที่นักเรียนไม่สามารถพิจารณาข้อมูลหลักฐานที่มีอยู่เพื่อจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นของสถานการณ์ปัญหาที่ศึกษาได้ละเอียดถี่ถ้วนและรอบด้าน ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนไม่สามารถแลกเปลี่ยนความรู้และเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ครบถ้วนและใช้เวลาในการทำค่อนข้างนาน รวมทั้งคำนึงถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาในด้านต่าง ๆ ไม่ครบทุกมิติ ทั้งนี้ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนไม่กล้าถามครูเมื่อเกิดข้อสงสัยในสิ่งประเด็นต่าง ๆ ซึ่งในขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้ร่วมกันค้นหาข้อมูลให้ครอบคลุมทุกประเด็น เพื่อคิดหาเหตุผลในการอธิบายสถานการณ์นั้น ๆ ตามหลักการวิทยาศาสตร์และขั้นที่ 5 ขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ครูออกแบบขึ้นเพื่อให้ได้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง และคุณธรรม จริยธรรมที่ต้องการส่งเสริม และนำมาอภิปรายโต้แย้ง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างกลุ่มในรูปแบบที่หลากหลาย (ประสาธต์ เนืองเฉลิม, 2558) ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม ไม่มีความกล้าแสดงออก ทั้งการนำเสนอผลงานและนำเสนอความคิดของตนเอง รวมทั้งไม่กล้าถามในประเด็นที่สงสัยทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำส่งผลให้นักเรียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อเหตุการณ์ที่ศึกษาไม่ชัดเจนและไม่ครบถ้วน รวมทั้งระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนได้บางส่วน เนื่องจาก นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจเนื้อหาในบทเรียน จึงนำความรู้และความเข้าใจมาเชื่อมโยงกับประเด็นต่าง ๆ และคิดหาเหตุผลเพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่ศึกษาที่ถูกต้องตามหลักทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและไม่ครบถ้วนและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปจากสถานการณ์ปัญหา ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดและให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการสืบสอบ การทดลอง การประเมินหลักฐาน การอนุมานและการโต้แย้งที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์หรือส่งเสริมความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์ (Zimmerman, 2005)

วงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 35.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 65.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งหลังจากผู้วิจัยได้ปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 4 คน เนื่องจากนักเรียนคุ้นเคยกับการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีเพียงบางกิจกรรมที่นักเรียนบางคนทำกิจกรรมไม่เสร็จตามเวลา

ที่ครูกำหนด นักเรียนสามารถประเมินความรู้ที่มีอยู่โดยการตรวจสอบซึ่งกันและกันในภายในกลุ่ม พิจารณาข้อมูลหลักฐานที่มีอยู่เพื่อจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็น ของสถานการณ์ปัญหาที่ศึกษาได้ดีขึ้น การพิจารณาสถานการณ์ปัญหาที่ศึกษานักเรียนคำนึงถึง ประเด็นที่เกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ ได้ครอบคลุมหลายมิติมากขึ้น รวมทั้งนักเรียนมีความกล้าแสดงออก มากขึ้น ทั้งการถามในสิ่งที่สงสัยและแสดงความคิดเห็น อภิปรายโต้แย้งกับผู้อื่นในมุมมอง ที่หลากหลายทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาความขัดแย้งเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในสังคมมากขึ้น (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558) นักเรียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อเหตุการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้นแต่ยังไม่ชัดเจน หรือไม่ครบถ้วน รวมทั้งระบุข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เรียนได้ดี ขึ้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ได้ดีขึ้น แต่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 13 คน เนื่องจาก นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจเนื้อหาบางประเด็น รวมทั้งจำคำศัพท์เทคนิคทางชีววิทยาไม่ได้ ส่งผลให้ ระบุข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่ศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วน อีกทั้งนักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มและไม่กล้าแสดงความคิดเห็นเท่าที่ควร ซึ่งนักเรียน จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผลนั้น ควรมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วยการสังเกตและระบุปัญหา การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย การสร้างสมมติฐาน การทดลอง การตีความ การลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลและการประเมินเชิงวิพากษ์ (Frank, 2005)

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งหลังจากผู้วิจัยได้ปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการ ที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและมีนักเรียน ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00 ของนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย เมื่อเทียบจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์กับวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า มีจำนวนนักเรียน เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มเพิ่มขึ้น จากวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 11 คน เนื่องจากนักเรียนแต่ละกลุ่มทำงานร่วมกันได้ดีขึ้น เข้าใจ เนื้อหาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในบทเรียนที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา รวมทั้งเรียนรู้ ทั้งข้อเท็จจริงและแนวคิดวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558) และ นักเรียนสามารถนำเนื้อหาในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้กับการดำเนินชีวิตประจำวันได้ (Sadler et al., 2017) เป็นผู้ฟังที่ดีและมีความเคารพในความคิดเห็นที่แตกต่างกันของผู้อื่น มีความกล้าแสดงออก ในการทำกิจกรรมและแสดงความคิดเห็นบนหลักฐานความรู้วิทยาศาสตร์มากขึ้น วิเคราะห์ประเด็น ที่ศึกษาได้ในมุมมองที่หลากหลาย รวมทั้งข้อดีและข้อเสียที่ส่งผลกระทบต่อ การดำเนินชีวิตและ นำความรู้ที่ได้รับมาประกอบการตัดสินใจเลือกแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าว โดยคำนึงถึงหลักคุณธรรมจริยธรรมของสังคมมากขึ้น (Gutierrez, 2015) ทั้งหมดนี้จึงช่วยส่งเสริม

ให้นักเรียนระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนได้ดีขึ้น จึงนำความรู้และความเข้าใจมาเชื่อมโยงกับประเด็นต่าง ๆ และคิดหาเหตุผลเพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่ศึกษาที่ถูกต้องตามหลักทางวิทยาศาสตร์ได้สมบูรณ์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปจากสถานการณ์ปัญหาได้สมบูรณ์

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากหลังจบวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 18 คน จากทั้งหมด 20 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 2 คน และมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ทดสอบกับนักเรียนหลังวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 52.68, 64.05 และ 79.76 ตามลำดับ เนื่องจากแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยขั้นที่ 1 ค้นหาประเด็นสำคัญ เป็นขั้นที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียนและตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษา ขั้นที่ 2 จัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ นักเรียนได้ร่วมกันระบุใจความสำคัญของประเด็น ประเมินความรู้และพิจารณาข้อมูลหลักฐานที่มีอยู่เพื่อจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นของสถานการณ์ปัญหาที่ศึกษา ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา นักเรียนได้คิดหาเหตุผลและสะท้อนความเข้าใจของตนจำแนกสิ่งที่รู้และสิ่งที่ยัง 모르 โดยการแสดงความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่ม ขั้นที่ 4 วางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา นักเรียนได้ร่วมกันค้นหาข้อมูลให้ครอบคลุมทุกประเด็น เพื่อหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 5 จัดประสบการณ์การเรียนรู้ นักเรียนร่วมกันปฏิบัติการเพื่อให้ได้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำมาอภิปรายโต้แย้งแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างกลุ่มบนฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบที่หลากหลาย ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการสืบเสาะแสวงหาความรู้และรวบรวมหลักฐานพยานต่าง ๆ จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาเป็นเหตุผลสนับสนุนความคิดเห็นในมุมมองของตนจึงทำให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการให้เหตุผลโดยมีหลักฐาน (Schen, 2007) และขั้นที่ 6 ประเมินผล นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปด้วยความยุติธรรมและได้รับการตรวจสอบความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับกระบวนการการคิดหาคำตอบและให้เหตุผลในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นนั้น ๆ ผ่านการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและเจรจาต่อรองเกี่ยวกับประเด็นในหลายแง่มุม (ธนวรรณ เหง้าตา (2565) จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยการระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์ การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป สอดคล้องกับงานวิจัยของ พิษณุ ศิลาอม (2562) ที่ศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น และจักรกฤษ อินเปีย (2563) ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้นตามลำดับ และสอดคล้องกับงานวิจัยของลินดา เขจรแข (2564) ที่ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์พัฒนาการของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอลิษา รัชนิพนธ์ (2564) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสีเฮอร์ จังหวัดภูเก็ต ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 6 ด้านเท่ากับ 4.20 โดยด้านการเป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางสูงที่สุด รองลงมา คือ ด้านความมีเหตุผล ด้านการเป็นบุคคลที่ใจกว้าง ด้านการเป็นบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น ด้านความเพียรพยายาม ตามลำดับและด้านความละเอียดรอบคอบต่ำที่สุด ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงจึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและตัดสินใจในประเด็นต่าง ๆ หลากหลาย มุมมอง โดยคำนึงถึงด้านคุณธรรมจริยธรรม เศรษฐกิจและสังคมประกอบการตัดสินใจ (นุเจนตร อินธิดา, 2562) โดยนักเรียนได้ตั้งคำถามและหาคำตอบตามความสนใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสังคม มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มในการวางแผนค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่หลากหลาย ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจและเพื่อลงข้อสรุปและหาทางออกของประเด็นปัญหา (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2558) โดยมีครูเป็นผู้จัดสถานการณ์ที่กระตุ้นความสนใจของ

นักเรียนได้เป็นอย่างดีทำให้นักเรียนเกิดความสุขสนุกสนานขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ในบทเรียนมากขึ้น (Friedrichsen et al., 2016) และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน บนพื้นฐานของความถนัด ความสนใจและความสามารถที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล รวมทั้งให้คำแนะนำในการแสดงความคิดเห็นที่เปิดกว้างและการเสริมแรงการเรียนรู้ด้วยเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Gauld, 1982) ส่งผลให้เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของแสงแก้ว พานจันทร์ (2562) ที่ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า หลังจัดการเรียนรู้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ในด้านบทบาทของวิทยาศาสตร์ต่อสังคมหลังจัดการเรียนรู้ที่ระดับสูงสุด และสอดคล้องกับ Hanife Gamze Hastürk (2021) ที่ได้การวิจัยเรื่อง การทดสอบเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกที่สูงขึ้นในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Tülin GENÇ (2021) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูง เนื่องจากเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย ส่งเสริมการมีส่วนร่วมและสามารถนำทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับในห้องเรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ผู้สอนควรเลือกเนื้อหาให้มีความเหมาะสมกับจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เช่น สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ภาวะโลกร้อน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีพลังงานทางเลือก เป็นต้น

1.2 ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ผู้สอนนำมาขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้ ควรเป็นประเด็นที่เป็นคำถามปลายเปิด ส่งผลกระทบในหลาย ๆ มิติ ได้แก่ ด้านสังคม เศรษฐกิจ ศิลธรรมจริยธรรมและสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้หรือตัวชี้วัด

1.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ประกอบด้วยหลายขั้นตอนและต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ผู้สอนควรอธิบายแต่ละขั้นตอนโดยละเอียดให้นักเรียนเข้าใจก่อนเริ่มทำกิจกรรมและแจ้งเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน

1.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนต้องร่วมกันทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม ผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญ ของการทำงานเป็นกลุ่ม แบ่งหน้าที่ในการทำงาน มีความรับผิดชอบ กล้าแสดงออกและรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาตัวแปรอื่น ๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การโต้แย้ง การตัดสินใจ เป็นต้น

2.2 ควรพัฒนาจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551* (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กวิสรา จินาบุญ. (2566). การเปลี่ยนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารสหวิทยาการวิจัยและวิชาการ*, 3(5), 235-254.
- กันต์ฤทัย คุณเลี้ยง. (2565). การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 11(2), 333-343.
- จักรกรฤษ อินเปีย. (2563). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุล. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 22(3), 49-64.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จุนจุฬา ทิพย์พิมานพร. (2565). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 5(16), 32-42.
- ไชยรัตน์ ปราณี. (2567). การวิจัยเชิงปฏิบัติการกับการพัฒนาคุณภาพการศึกษา (ACTION RESEARCH AND EDUCATION QUALITY DEVELOPMENT). *Educational Administration and Innovation Journal*, 4(2), 141-152. สืบค้นจาก <https://so12.tci-thaijo.org/index.php/EAI/article/view/1487>
- ธนวรรณ เหง้าดา. (2565). สภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 45(2), 53-68.
- นุเจนตร อินธิดา. (2562). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น กับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุศมาพร กันทะวัง. (2562). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*

(ปริญาการศึกษามหาบัณฑิต). สืบค้นจาก

http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2019_11_04_11_52_18.pdf

ประสาธ เนืองเฉลิม. (2551). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Socioscientific in science learning. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2(3), 99-106.

ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประสาธ เนืองเฉลิม. (2560). วิจัยการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชญา ศิลาอม. (2562). ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารวิชาการครูศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 10(3), 101-111.

ลินดา เขจรแซ. (2564). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ (วิทยานิพนธ์ปริญาการศึกษามหาบัณฑิต). สืบค้นจาก <https://tdc.thailis.or.th/tdc/>

วรรณภา แสนจำลา. (2567). การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 18(1), 54-71.

วรัญญา จีระวิพลวรรณ. (2563). การโต้แย้งและวิทยาศาสตร์ศึกษา (Argumentation and Science Education). วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 8(1), 1-25.

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

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21. สมุทรปราการ: บอส์การพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). กรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์. สืบค้นจาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-21/>

สมหวัง พิริยานุวัฒน์และคณะ. (2524). การสร้างแบบสำรวจความเป็นครูและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย.

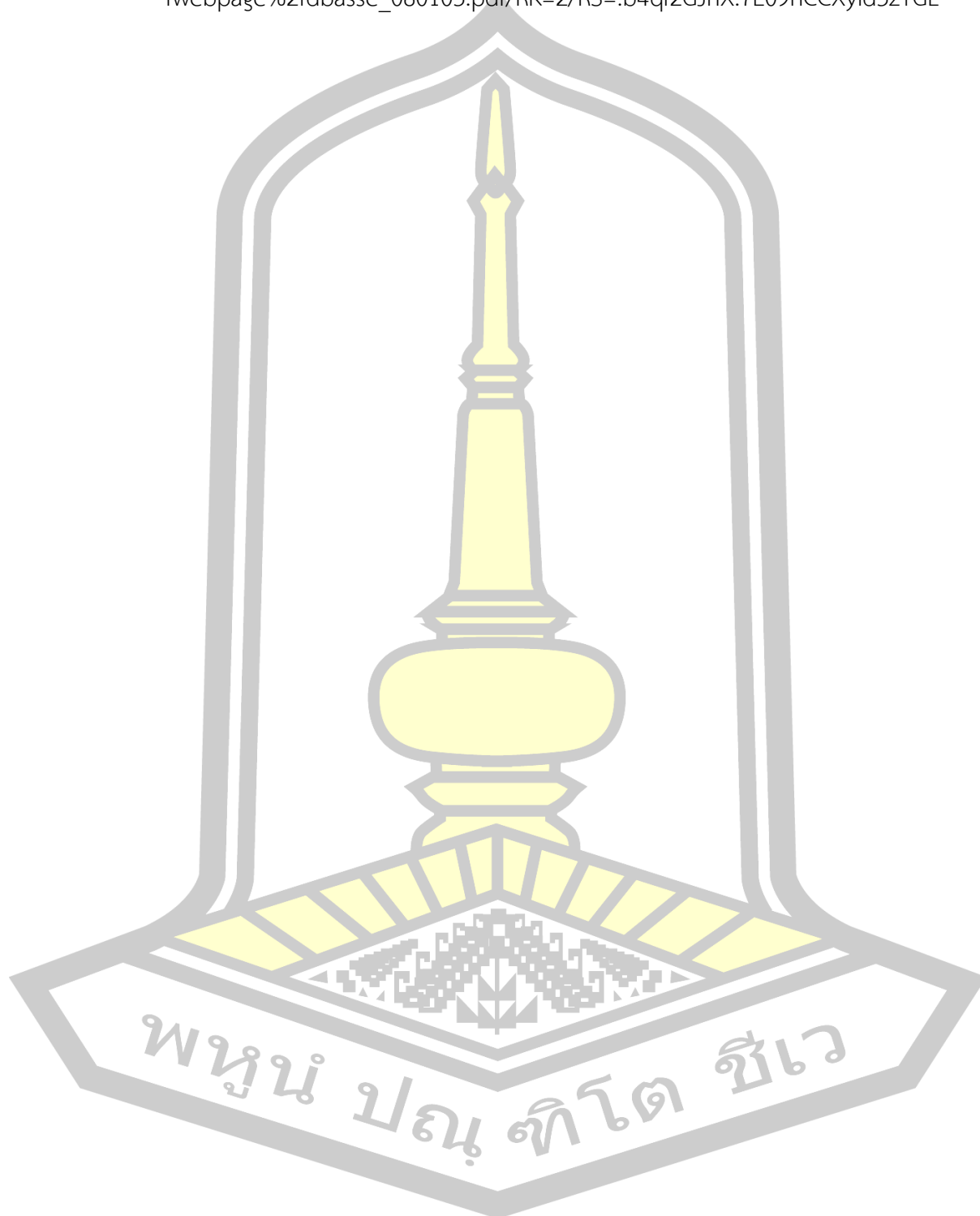
สุนันท์ สังข์อ่อง. (2523). เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์. วิทยาศาสตร์, 34(4), 337-345.

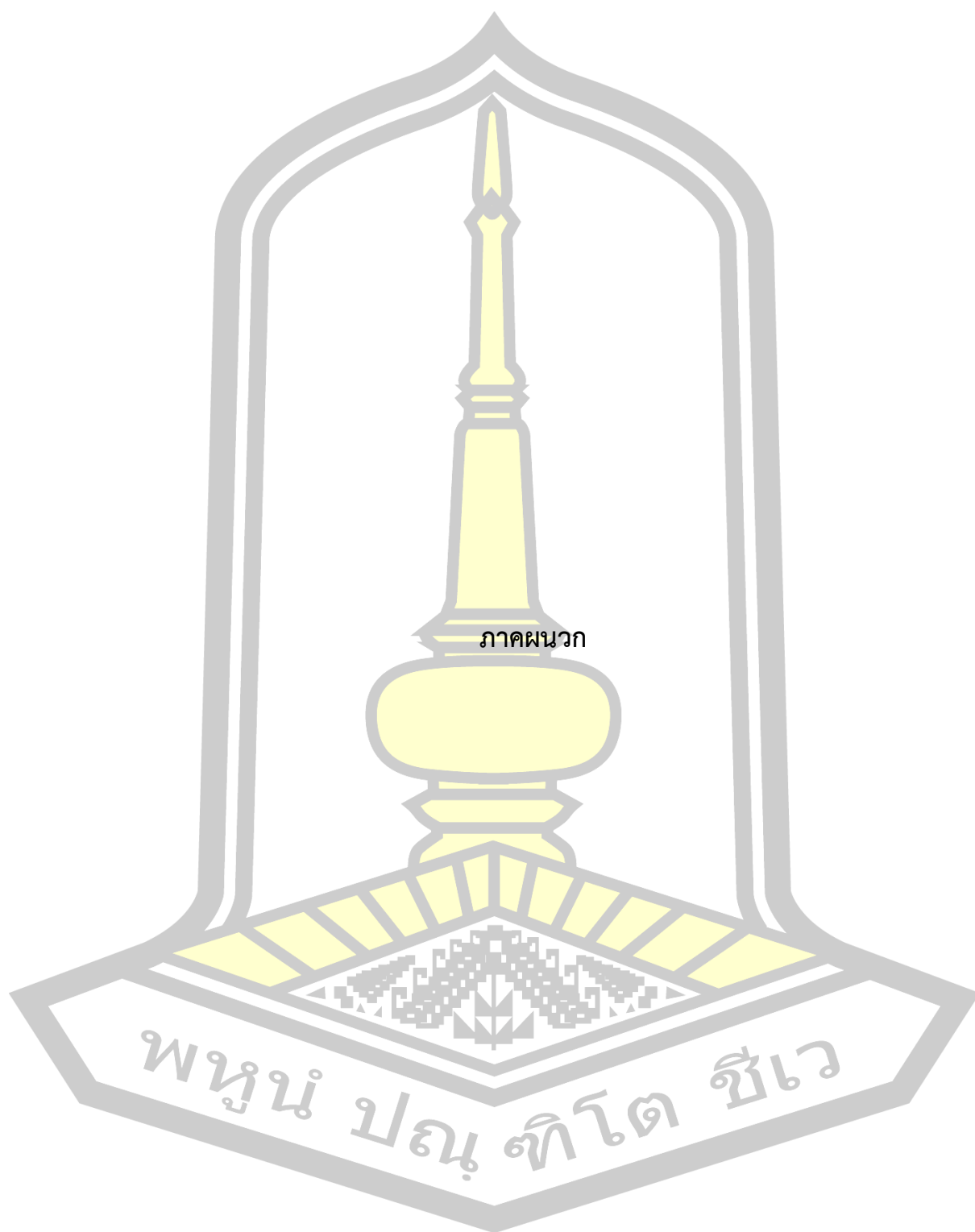
- สุพรรณษา มั่นเทศสุวรรณ. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 23(4), 381-392.
- สุรศักดิ์ เฟทท์. (2559). ผลการจัดการเรียนการสอนตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและโน้มน้าวใจชีวิตวิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). สืบค้นจาก <https://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/58286>
- แสงแก้ว พานจันทร์. (2562). แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารชุมชนวิจัย*, 13(3), 212-224.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์: Quantitative and Qualitative Research Methodologies*. กรุงเทพฯ: หจก.สามลดา.
- อลิษา รัชนิพนธ์. (2564). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสีเฮอร์ จังหวัดภูเก็ต. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 21(2), 110-123.
- อัศวิน ณะนะปัด. (2558). การพัฒนาทักษะกระบวนการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฉบับบัณฑิตศึกษา*, 3(2), 14-24.
- Frank, R. H. (2005). Positional Externalities Cause Large and Preventable Welfare Losses. *American Economic Review*, 95(2), 137-141.
- Friedler, Y., R. Nachmias and M.C. Linn. . (1990). Learning Scientific Reasoning Skills in Microcomputer-Based Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 173-192.
- Giere, R. N. (1991). *Understanding Scientific Reasoning*. Florida: Holt, Rineheart and Winston Inc.
- Hai Thanh Nguyen. (2020). *Examining the relationships between Socio-Scientific Reasoning, Content Knowledge, and Personal Interest* (degree of Doctor). Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Examining-the-relationships-between-reasoning%2C-and-Nguyen/8278588fb2aadafa4b675624c805a221483ed976>
- Haney, R. E. (1964). The development of scientific attitudes. *The Science Teacher*, 25(7), 371-373.

- Hanife Gamze Hastürk. (2021). Examination of Secondary School Students' Attitudes towards Socioscientific Issues. *The Asian Institute of Research*, 4(2), 513-525. Retrieved from <https://www.asianinstituteofresearch.org/EQArchives/examination-of-secondary-school-students%27-attitudes-towards-socioscientific-issues>
- Holyoak, K. J., & Morrison, R. G. (2005). *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*. Cambridge,UK: Cambridge University Press.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action research planner*. Deakin University: distributed by Deakin University Press.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12(1), 1-48. doi:[https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90007-9](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90007-9)
- Lawson, A. E. (2010). *Teaching Inquiry Science*. London: Sage.
- Lewis, S. E. (2003). *Issue-Based Teaching in Science Education*. Retrieved from <http://www.actionbioscience.org>
- Moshman, D. (2011). *Adolescent rationality and development: Cognition, morality, and identity*. Retrieved from <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203835111/adolescent-rationality-development-david-moshman>
- Muhamad Ikhwan Mat Saad. (2017). Scientific reasoning skills based on socio-scientific issues in the biology subject. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 4(3), 3-18. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/314145337_Scientific_reasoning_skills_based_on_socio-scientific_issues_in_the_biology_subject
- Nurfatimah Sugrah, Suyanta, & and Antuni Wiyarsi. (2023). Promoting students' critical thinking and scientific attitudes through socio-scientific issues-based flipped classroom. *International Journal on Math, Science and Technology Education*, 11(1), 140-165. Retrieved from <https://journals.helsinki.fi/lumat/article/view/1856>
- OECD. (2013). *OECD Compendium of Productivity Indicators 2013*. Paris: OECD Publishing
- Ratcliffe. (1997). Pupil decision-making about socioscientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182.

- Ratcliffe, & Grace, a. (2003). *Science Education For Citizenship: Teaching Socio-Scientific Issues*. UK: McGraw-Hill Education.
- Sadler, Foulk, J. A., & Friedrichsen, P. J. (2017). Evolution of a model for socioscientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 75-87.
- Sadler, T. D. (2011). *Socio-scientific Issue in Classroom: Teaching, Learning and Research, Contemporary Trends and Issue in Science Education* (39th ed). Florida: Gainesville.
- Schen, M. S. (2007). *Scientific reasoning skills development in the introductory biology courses for undergraduates* (Ph.D. Thesis). Retrieved from <https://docslib.org/doc/3395677/scientific-reasoning-skills-development-in-the-introductory-biology-courses-for-undergraduates>
- Tülin GENÇ. (2021). Perspectives Related to Socio-Scientific Issues According to the Scientific Attitude Points of Secondary School Students. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 8(2), 197-213. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pes/issue/62298/935979>
- Zeidler, & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practices. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.
- Zeidler, D., & and Nichols, B. (2009). Sosioscientific issue: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov>
- Zeineddin, F. (2010). Scientific Reasoning and Epistemological Commitment: Coordination of Theory and Evidence among College Science Student. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1064-1093.
- Zimmerman, C. (2005). *The Development of Scientific Reasoning Skills: What Psychologists Contribute to an Understanding of Elementary Science Learning*. Retrieved from https://r.search.yahoo.com/_ylt=Awr1SYpaDRpoGQIA1q.bSwx.;_ylu=Y29sbwNzZzMEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1747747418/RO=10/RU=https%3a%2

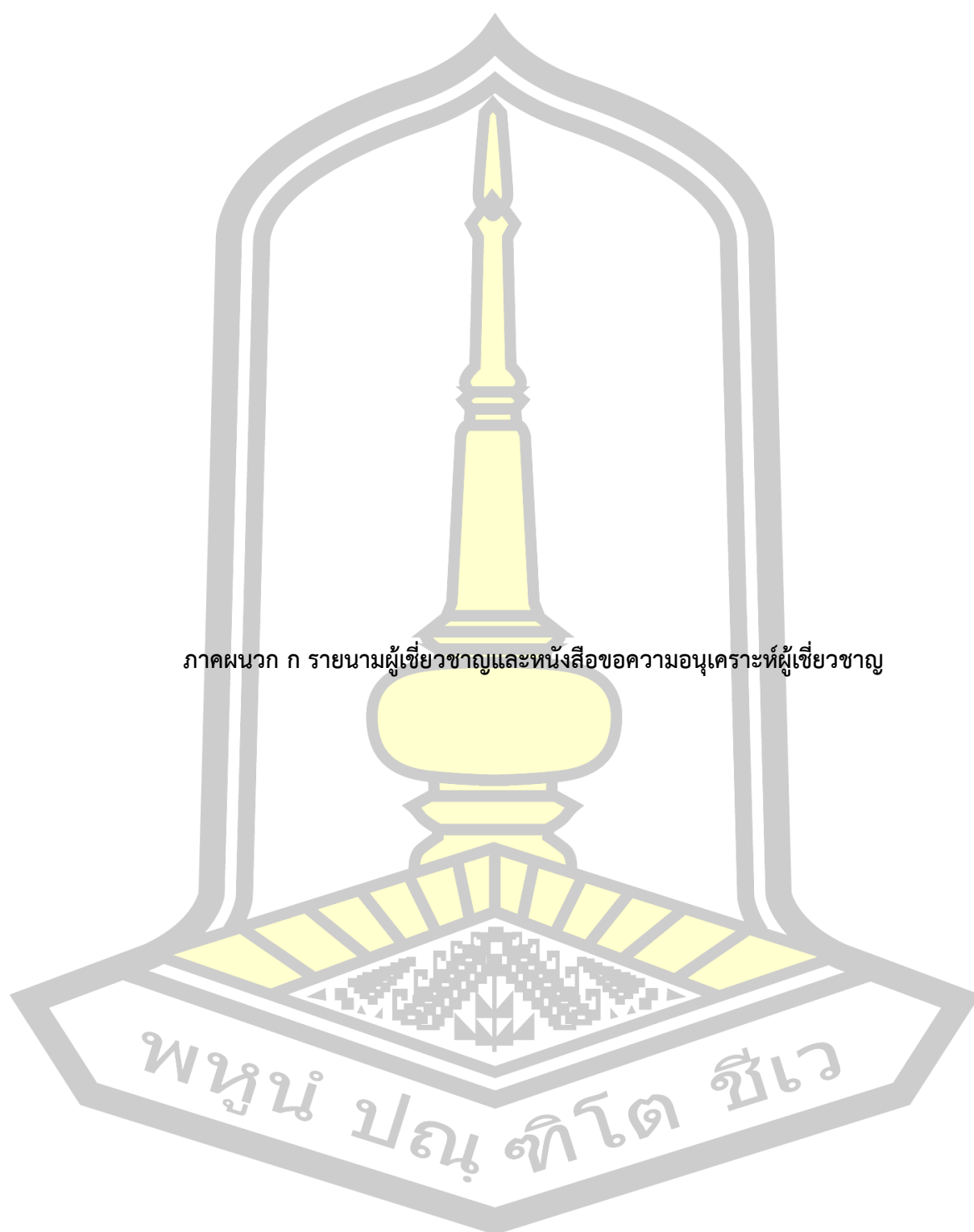
f%2fsites.nationalacademies.org%2fcs%2fgroups%2fdbassesite%2fdocuments%2fwebpage%2fdbasse_080105.pdf/RK=2/RS=.b4qf2GJnX.7L09hCCXyld3zYGE-





ภาคผนวก

พหุบัณฑิตยาลัย





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทรสาร. 0-4372-1764 ภายใน 6216

ที่ อว 0605.5(2)/ ว4650

วันที่ 28 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสงค์ สายหงษ์

ด้วย นางสาวพิมพ์พิชญ์ ชันห่อด นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 " ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานิตย์ อาษานอก เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พูนัน ปณฺ ทิโต ชีเว



ที่ อว 0605.5(2)/ ๖4650

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
28 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นายประสิทธิ์ เศษวงค์

ด้วย นางสาวพิมพ์พิชญ์ ชันห่อต นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 " ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานิตย์ อาษานอก เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขาธิการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
เบอร์โทรศัพท์มือถือ 0880475886

พญู๋ ปณ จิตโต ชีวะ



ที่ อว 0605.5(2)/ ว4650

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
28 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางเพื่อนอารีย์ วิเศษนคร

ด้วย นางสาวพิมพ์พิชญ์ ชันห่อต นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 " ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานิตย์ อาษานอก เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
เบอร์โทรศัพท์มือถือ 0880475886

พญูณ ปณ จิตโต ชีเว



ที่ อว 0605.5(2)/ ว4650

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
28 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางสาวนครราช เทียนเพชร

ด้วย นางสาวพิมพ์พิชญ์ ชันทอด นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 " ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานิตย์ อาษานอก เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิตินจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
เบอร์โทรศัพท์มือถือ 0880475886

พญู๋ ปณู ทิโต ชีเว



ที่ อว 0605.5(2)/ ว4650

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
28 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นายกฤตภาส บุญโยธา

ด้วย นางสาวพิมพ์พิชญ์ ชันห่อต นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 " ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานิตย์ อาษานอก เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
เบอร์โทรศัพท์นิสิต 0880475886

พญู๋ ปณ จิโต ชีเว

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
- ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- แบบบันทึกอนุทิน
- แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

(ตัวอย่าง)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว31241
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2/2567
เรื่อง การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	เวลา 1 ชั่วโมง (60 นาที)
โรงเรียนมัธยมพรสำราญ	ผู้สอน นางสาวพิมพ์พิชญ์ จรูญรักษ์

1. ผลการเรียนรู้

สาระชีววิทยา เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

2. สาระสำคัญ

การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ เป็นการเชื่อมชิ้นส่วนระหว่างพลาสมิดที่ใช้เป็นพาหะและดีเอ็นเอที่ถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ โดยการเติมเอนไซม์ดีเอ็นเอ ไคเนส

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 นักเรียนสามารถอธิบายหลักการตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะและการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้ (K)

3.2 นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างของเซลล์แบคทีเรียที่ได้รับและไม่ได้รับดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้ (K)

3.3 นักเรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนกิจกรรมการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้ถูกต้อง (P)

3.4 นักเรียนมีความรับผิดชอบ ร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และมีความใฝ่เรียนรู้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ มีหลักการ ดังนี้

1) การตัดพลาสมิดที่ใช้เป็นพาหะและดีเอ็นเอจากโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ(restriction enzyme) ซึ่งทำหน้าที่สลายพันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ (phosphodiester bond) ในลำดับช่วงของนิวคลีโอไทด์ที่มีความจำเพาะ

2) การตัดต่อดีเอ็นเอที่สนใจเข้ากับดีเอ็นเอพาหะ ทำได้โดยการเติมเอนไซม์ดีเอ็นเอ ไลเกส (DNA ligase) เพื่อสร้างพันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ระหว่างนิวคลีโอไทด์ เรียกดีเอ็นเอที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตมากกว่า 1 กลุ่มนี้ว่า ดีเอ็นเอลูกผสมหรือดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ (recombinant DNA)

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

5.1 ขั้นค้นหาประเด็นสำคัญ

5.1.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษาดังนี้

- พันธุวิศวกรรม คืออะไร
- การตัดต่อทางพันธุวิศวกรรมประกอบด้วยกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง
- หากนักวิทยาศาสตร์ต้องการสร้างดีเอ็นเอลูกผสม (recombinant DNA) ในการ

ปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ต้องทำอะไร

5.1.2 ครูให้นักเรียนศึกษาบทความ เรื่อง “ทารกถูกตัดต่อยีนเพื่อด้านเอชไอวีคู่แรกของโลก เสี่ยงอายุสั้น”

5.2 ขั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แบบละความสามารถของนักเรียน

5.2.2 นักเรียนสรุปใจความสำคัญของบทความ จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็น รวมทั้งระบุเหตุผลประกอบการสนับสนุนหรือคัดค้านบทความที่ศึกษา ลงในใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

5.3 ขั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา

5.3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มจำแนกข้อมูลที่รู้แล้วและข้อมูลที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อนำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

5.3.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลที่รู้และข้อมูลที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อประกอบการให้เหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านบทความที่ศึกษา

5.4 ขั้นวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา

5.4.1 ครูชี้แจงว่าจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

5.4.2 นักเรียนร่วมกันค้นหาข้อมูลให้ครอบคลุมเกี่ยวกับกระบวนการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ เพื่อประกอบความเข้าใจในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

5.5 ขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้

5.5.1 นักเรียนทำกิจกรรมการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์และบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 สร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

5.5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม

5.5.3 เมื่อนำเสนอครบทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงกระบวนการสร้างดีเอ็นเอ-รีคอมบิแนนท์ พร้อมทั้งสรุปและเชื่อมโยงไปถึงประเด็นจากบทความ “ทารกถูกตัดต่อยีนเพื่อต้านเอชไอวีคู่แรกของโลกเสี่ยงอายุสั้น” อีกครั้ง

5.6 ชั้นประเมินผล

5.6.1 ครูตรวจใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 และใบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

5.6.2 ครูประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองในชั้นเรียน

5.6.3 ครูประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

6.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของอักษรเจริญทัศน์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2

6.2 บทความ “ทารกถูกตัดต่อยีนเพื่อต้านเอชไอวีคู่แรกของโลกเสี่ยงอายุสั้น”

6.4 ใบกิจกรรมการเรียนรู้และใบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้

6.5 ใบความรู้

6.6 อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ได้แก่ กระดาษสีเหลืองและสีฟ้า (หรือกระดาษที่มีสีต่างกัน) ปากกา เทปใสติดกระดาษ กรรไกร ถุงทิบและหลอดกระดาษ

7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะและการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้ (K)	- ตรวจใบกิจกรรมการเรียนรู้	- ใบกิจกรรมการเรียนรู้	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างของเซลล์แบคทีเรียที่ได้รับและไม่ได้รับดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้ (K)	- ตรวจใบกิจกรรมการเรียนรู้	- ใบกิจกรรมการเรียนรู้	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนกิจกรรมการสร้าง	- ประเมินทักษะ	- แบบประเมินทักษะการ	- ผ่านเกณฑ์ ระดับดี ขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การประเมิน
ตีเอ็นเอรีคอมบีแนนท์ได้ ถูกต้อง (P)	การปฏิบัติการ ทดลองในชั้นเรียน	ปฏิบัติการทดลอง ในชั้นเรียน	
4. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ร่วมแสดงความคิดเห็นและ ยอมรับฟังความคิดเห็นของ ผู้อื่น (A)	- สังเกตพฤติกรรม ในการทำกิจกรรม กลุ่ม	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ผ่านเกณฑ์ ระดับดี ขึ้นไป

8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

8.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

8.2 ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

8.3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวพิมพ์พิชญ์ จรูญรักษ์)

ตำแหน่ง ครู

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายอลงกรณ์ สุขสังข์)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

10. ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการโรงเรียน

() เห็นควรอนุมัติ

() เห็นควรปรับปรุง เนื่องจาก

.....

ลงชื่อ.....

(นางมติกา ยุชีวิวัฒน์ไชโยกุล)

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการโรงเรียนโรงเรียนมัธยมพรสำราญ

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

11. ความคิดเห็นของผู้ผู้อำนวยการโรงเรียน

() อนุมัติ

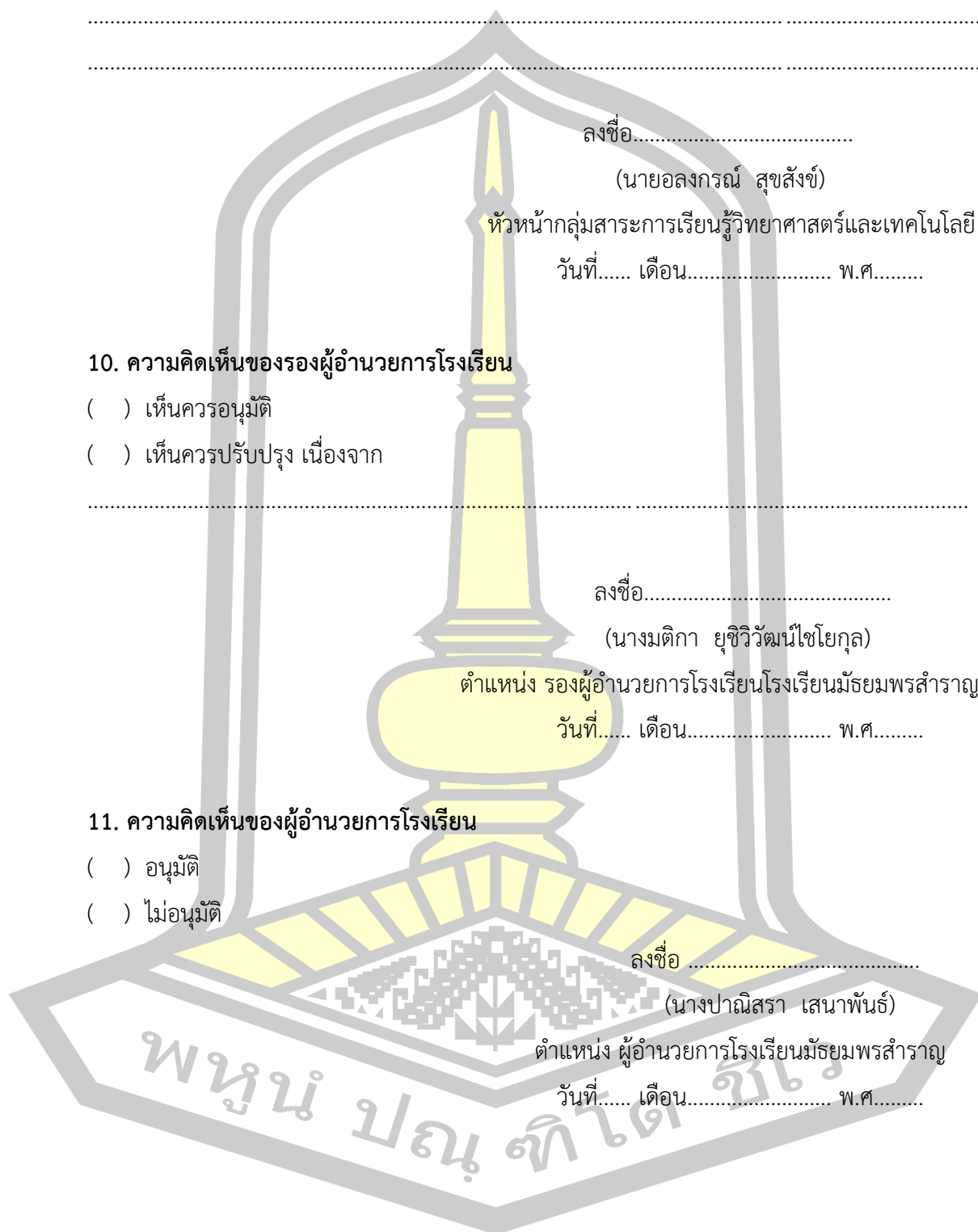
() ไม่อนุมัติ

ลงชื่อ.....

(นางปานิสรา เสนาพันธ์)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมพรสำราญ

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....



เกณฑ์คะแนนประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการ การประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. มีความรับผิดชอบ	ตั้งใจทำงานตามที่ได้รับมอบหมายดี และทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ตั้งใจทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย พอใช้และทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ไม่ตั้งใจทำงานตามที่ได้รับมอบหมายและทำงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด
2. การแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	สมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มบ่อยครั้ง	สมาชิกบางคนในกลุ่มไม่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มบางครั้ง	สมาชิกส่วนมากในกลุ่มไม่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและไม่รับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม
3. ความใฝ่เรียนรู้	กระตือรือร้นในการทำงานกลุ่มซักถามและตอบคำถามด้วยความตั้งใจและมีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกขั้นตอน	กระตือรือร้นในการทำงานกลุ่มซักถามและตอบคำถามด้วยความตั้งใจและมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกือบทุกขั้นตอน	กระตือรือร้นในการทำงานกลุ่มและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมน้อย

คะแนน	ระดับคุณภาพ
7-9	ดี
4-6	พอใช้
1-3	ปรับปรุง

แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองในชั้นเรียน

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

เรื่อง การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรม

โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

กลุ่มที่	รายการประเมิน / คะแนน					คุณภาพ	สรุปผล การประเมิน	
	การวางแผนทดลอง	การปฏิบัติ การทดลอง	การบันทึก ผลและการ จัดกระทำ กับข้อมูล	การอภิปรายผล การทดลอง และการ นำเสนอ ข้อสรุป	คะแนนรวม (12 คะแนน)		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

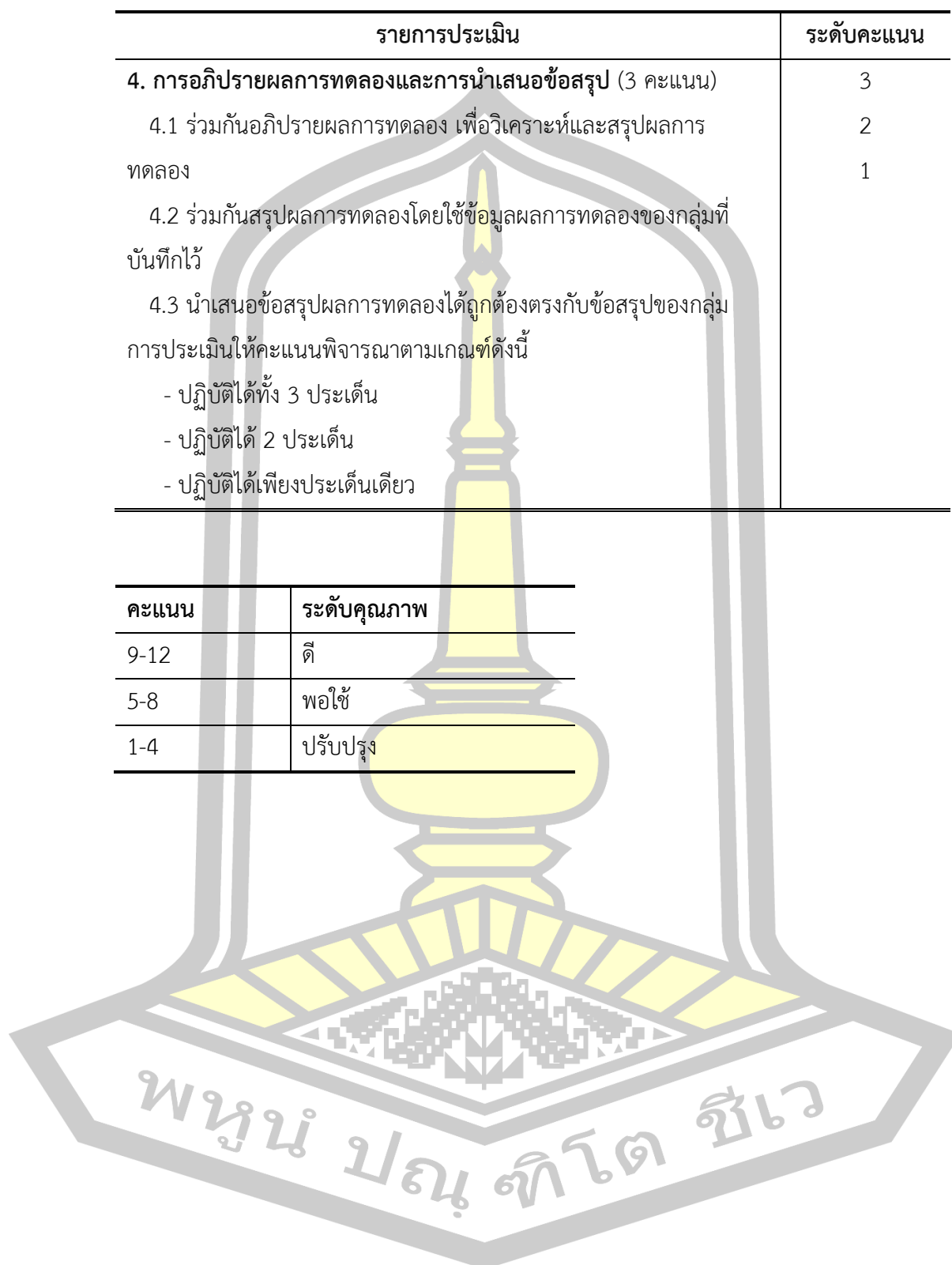
พูน ปณ จิต ชีเว

เกณฑ์การประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองในชั้นเรียน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน
1. การวางแผนทดลอง (3 คะแนน) 1.1 ร่วมกันวางแผนและแบ่งหน้าที่เพื่อปฏิบัติการทดลองตามวิธีการทดลอง 1.2 ร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางการบันทึกผลการทดลอง 1.3 ร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์การทดลอง การประเมินให้คะแนนพิจารณาตามเกณฑ์ดังนี้ - ปฏิบัติได้ทั้ง 3 ประเด็น - ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น - ปฏิบัติได้เพียงประเด็นเดียว	3 2 1
2. การปฏิบัติการทดลอง (3 คะแนน) 2.1 ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนในเวลาที่กำหนด 2.2 เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีถูกต้องเหมาะสม 2.3 รักษาความสะอาด และเก็บวัสดุอุปกรณ์ สารเคมีได้เรียบร้อย การประเมินให้คะแนนพิจารณาตามเกณฑ์ดังนี้ - ปฏิบัติได้ทั้ง 3 ประเด็น - ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น - ปฏิบัติได้เพียงประเด็นเดียว	3 2 1
3. การบันทึกผลและการจัดกระทำกับข้อมูล (3 คะแนน) 3.1 บันทึกผลการทดลองในตารางที่ร่วมกันออกแบบไว้ 3.2 จัดกระทำข้อมูลได้เหมาะสมตามลักษณะของข้อมูล 3.3 บันทึกผลการทดลองตรงกับผลทดลองของกลุ่ม การประเมินให้คะแนนพิจารณาตามเกณฑ์ดังนี้ - ปฏิบัติได้ทั้ง 3 ประเด็น - ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น - ปฏิบัติได้เพียงประเด็นเดียว	3 2 1

รายการประเมิน	ระดับคะแนน
4. การอภิปรายผลการทดลองและการนำเสนอข้อสรุป (3 คะแนน)	3
4.1 ร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง เพื่อวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	2
	1
4.2 ร่วมกันสรุปผลการทดลองโดยใช้ข้อมูลผลการทดลองของกลุ่มที่บันทึกไว้	
4.3 นำเสนอข้อสรุปผลการทดลองได้ถูกต้องตรงกับข้อสรุปของกลุ่มการประเมินให้คะแนนพิจารณาตามเกณฑ์ดังนี้	
- ปฏิบัติได้ทั้ง 3 ประเด็น	
- ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	
- ปฏิบัติได้เพียงประเด็นเดียว	

คะแนน	ระดับคุณภาพ
9-12	ดี
5-8	พอใช้
1-4	ปรับปรุง



ใบความรู้ เรื่อง พันธุวิศวกรรม

พันธุวิศวกรรม (genetic engineering) เป็นการใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์โมเลกุล ในการสร้างดีเอ็นเอลูกผสม (recombinant DNA) ระหว่างยีนที่สนใจกับยีนของสิ่งมีชีวิตที่เป็นโฮสต์ เพื่อนำไปใช้ในการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอลูกผสมต่อไปที่มีลักษณะเหมือนกันจำนวนมาก เรียกการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอว่า การโคลนนิ่ง (gene cloning)

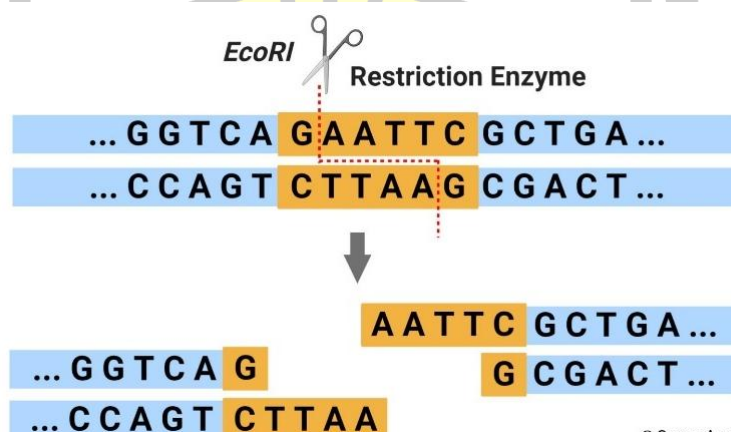
การตัดต่อทางพันธุวิศวกรรมประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ

- 1) ขั้นตอนการตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme)
- 2) ขั้นตอนการตัดต่อดีเอ็นเอที่สนใจเข้ากับดีเอ็นเอพาหะ (vector)
- 3) ขั้นตอนการตรวจสอบความสำเร็จในการนำดีเอ็นเอลูกผสมเข้าสู่เซลล์โฮสต์

ขั้นตอนการตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme)

เอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) เป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่งที่แบคทีเรียสร้างขึ้น เพื่อทำลายดีเอ็นเอแปลกปลอม เช่น ดีเอ็นเอของไวรัสที่เข้าสู่แบคทีเรียแต่ไม่ทำลายดีเอ็นเอแบคทีเรียเอง เนื่องจากในดีเอ็นเอของแบคทีเรียมีการเติมหมู่เมทิล ($-CH_3$) จึงทำให้เอนไซม์ตัดจำเพาะแยกได้ว่าเป็นดีเอ็นเอของตัวเอง

เอนไซม์ตัดจำเพาะ ทำหน้าที่สลายพันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ (phosphodiester bond) ในลำดับช่วงของนิวคลีโอไทด์ที่มีความจำเพาะ เรียกลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณนี้ว่า recognition sequence และเรียกตำแหน่งที่ตัดว่า จุดตัดจำเพาะ (restriction site)



การตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะทำอาจให้ได้ปลายดีเอ็นเอ 2 แบบ คือ

1. ปลายเหนียว (sticky end) คือ ปลายที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์สายหนึ่งยาวกว่าอีกสายหนึ่ง
2. ปลายทู่ (blunt end) คือ ปลายที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ของทั้ง 2 สายตรงกัน ดังตัวอย่างในตาราง 1

ตารางที่ 1 แสดงเอนไซม์ตัดจำเพาะและจุดตัดจำเพาะ (ลูกศรชี้จุดที่ตัดจำเพาะ)

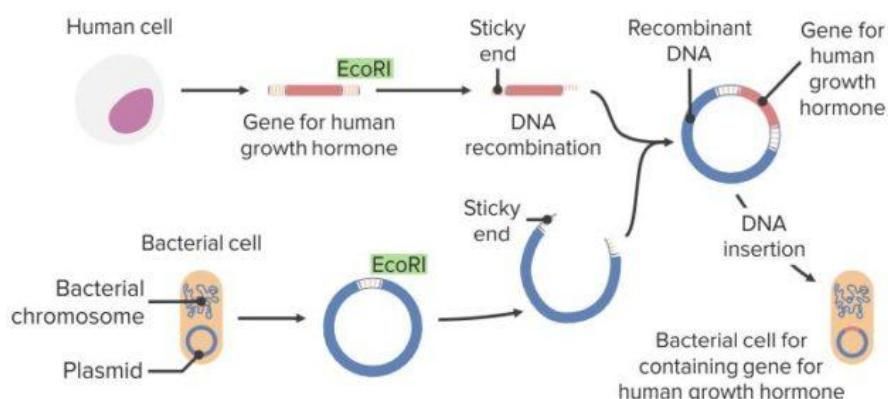
ชนิดของจุลินทรีย์	ชื่อเอนไซม์ตัดจำเพาะ	จุดตัดจำเพาะ	ชนิดของปลายดีเอ็นเอ
<i>Escherichia coli</i> RY13	Eco RI	5'...G-A-T-T-C...3' 3'...C-T-T-A-A-G...5'	ปลายเหนียว
<i>Hemophilus influenzae</i> Rd	Hind III	5'...A-A-G-C-T-T...3' 3'...T-T-C-G-A-A...5'	ปลายเหนียว
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> H	Bam HI	5'...G-G-A-T-C-C...3' 3'...C-C-T-A-G-G...5'	ปลายเหนียว
<i>Haemophilus aegyptus</i>	Hae III	5'...G-G-C-C...3' 3'...C-C-G-G...5'	ปลายทู่
<i>Streptomyces albus</i>	Sal I	5'...G-T-C-T-A-C...3' 3'...C-A-G-C-T-G...5'	ปลายเหนียว

โดยทั่วไปการตัดต่อดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตจะมีการใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะไปตัดดีเอ็นเอในบริเวณที่ต้องการ ขณะเดียวกันดีเอ็นเอพาหะ (vector) ก็ต้องตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกันหรือเป็นเอนไซม์ตัดจำเพาะที่ตัดแล้วได้ปลายที่สามารถให้ดีเอ็นเอที่สนใจสามารถแทรกเข้าไปได้และเกิดการเชื่อมกันต่อไป

ขั้นตอนการตัดต่อดีเอ็นเอที่สนใจเข้ากับดีเอ็นเอพาหะ (vector)

การตัดต่อดีเอ็นเอที่สนใจเข้ากับดีเอ็นเอพาหะ (vector) ทำได้โดยการเติมเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส (DNA ligase) เพื่อสร้างพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ระหว่างนิวคลีโอไทด์ เรียกดีเอ็นเอที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตมากกว่า 1 กลุ่มนี้ว่า ดีเอ็นเอลูกผสม (recombinant DNA)

ปัจจุบันมีการใช้ดีเอ็นเอพาหะจำนวนมาก ได้แก่ พลาสมิด (plasmid) เป็นโครโมโซมพิเศษ นอกเหนือจากโครโมโซมหลักของแบคทีเรีย ซึ่งนิยมใช้เป็นหลัก พาหะของไวรัส (viral vector) ยีสต์ หรืออาจเป็นโครโมโซมที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น เรียกว่า artificial chromosome



ขั้นตอนการตรวจสอบความสำเร็จในการนำดีเอ็นเอลูกผสมเข้าสู่เซลล์โฮสต์

หลังจากได้ดีเอ็นเอลูกผสม (recombinant DNA) จะนำดีเอ็นเอลูกผสมใส่เข้าไปในเซลล์โฮสต์ เรียกขั้นตอนนี้ว่า transformation ซึ่งในปัจจุบันนิยมนำแบคทีเรียมาเป็นเซลล์โฮสต์ เนื่องจากเติบโตเร็วและเลี้ยงได้ง่ายในห้องปฏิบัติการ เมื่อเซลล์แบคทีเรียเกิดการแบ่งเซลล์ ดีเอ็นเอลูกผสมจึงเพิ่มจำนวนขึ้น (การโคลน)

ถึงแม้ว่าจะมีเซลล์โฮสต์และดีเอ็นเอลูกผสมจำนวนมาก แต่เซลล์โฮสต์ที่สามารถนำดีเอ็นเอลูกผสมเข้าไปภายในเซลล์ได้จริง ๆ เรียกว่า competent cell ซึ่งมีจำนวนน้อยมาก ดังนั้นนักชีววิทยาจึงต้องหาวิธีตรวจสอบว่าดีเอ็นเอลูกผสมเหล่านี้เข้าไปในเซลล์โฮสต์หรือไม่ โดยใช้วิธี selectable marker ซึ่งอาจเป็นดีเอ็นเอที่เกี่ยวข้องกับการต้านยาปฏิชีวนะหรือยีนเรืองแสงสีเขียวที่สกัดมาจากแมงกะพรุน *Aequorea victoria* ก็ได้

พูน ปณ จิต ชีเว

2. ให้นักเรียนเขียนจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นของบทความดังกล่าว

ข้อเท็จจริง	ความคิดเห็น

3. บทความดังกล่าวเกี่ยวข้องกับสังคมเรื่องใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

4. การพิจารณาบทความดังกล่าวต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใดบ้าง พร้อมทั้งจำแนกสิ่งที่รู้และสิ่งที่ยังไม่รู้

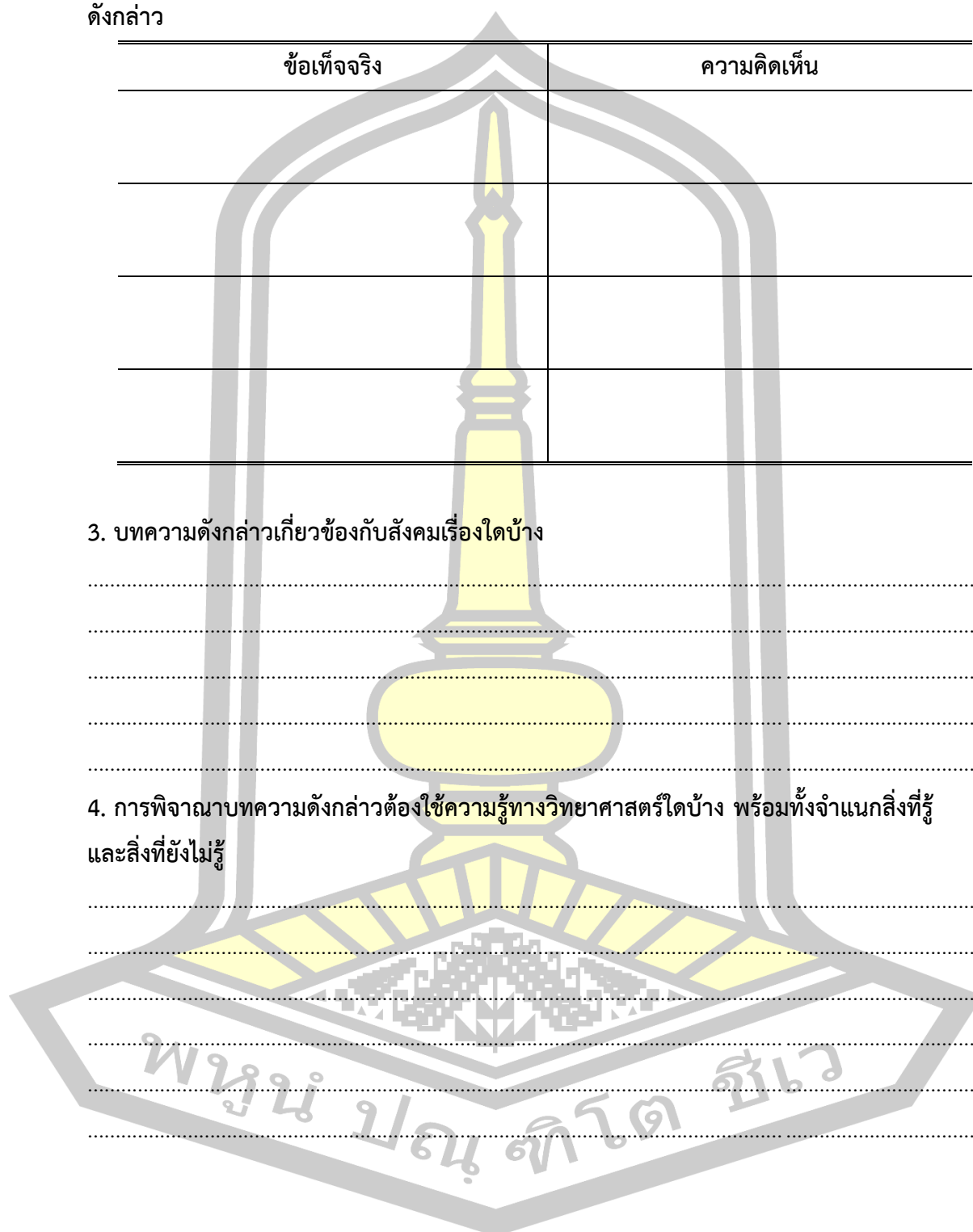
.....

.....

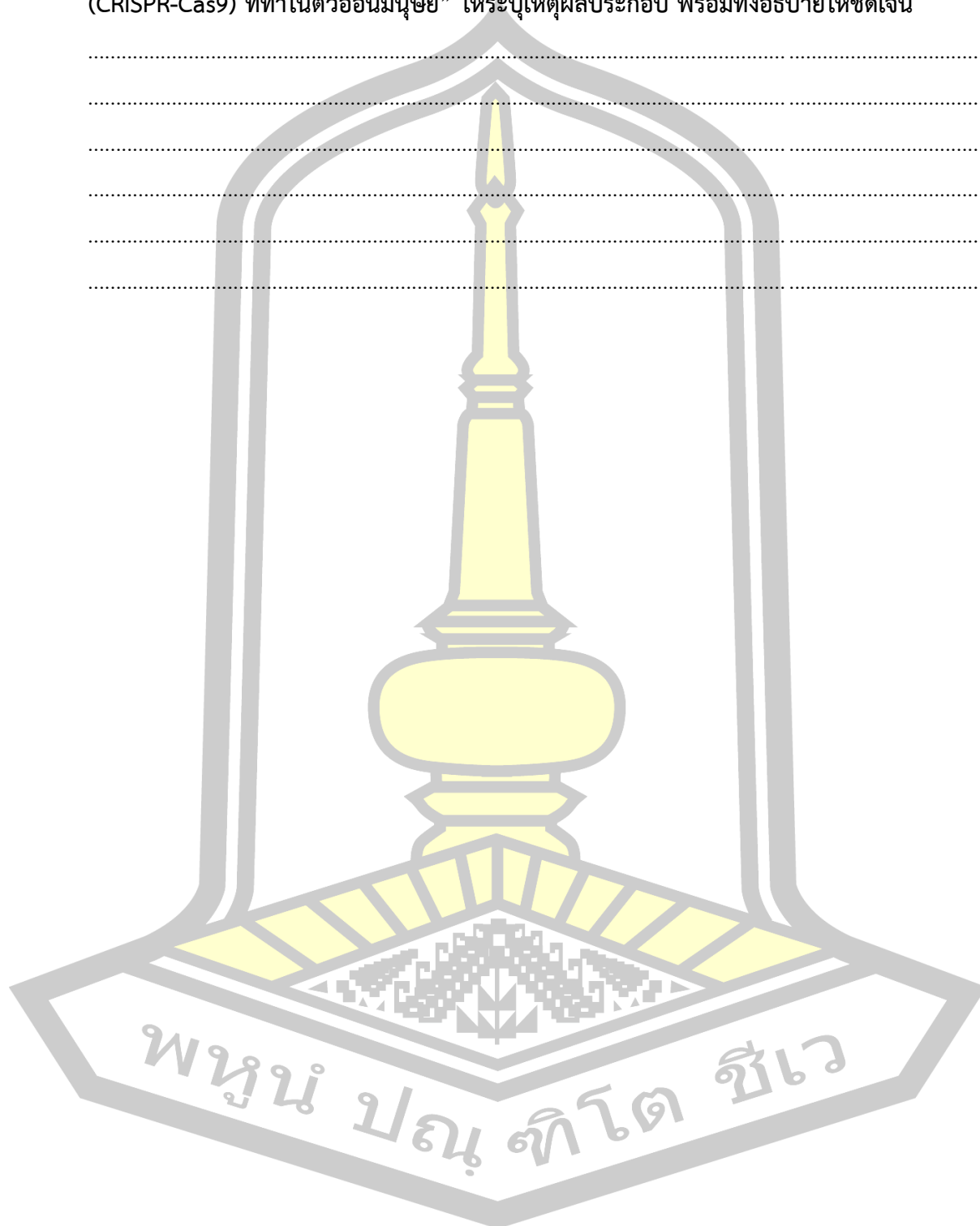
.....

.....

.....



5. นักเรียนจะสนับสนุนหรือคัดค้าน “เทคนิคการตัดต่อพันธุกรรมแบบคริสเปอร์-แคสไนน์ (CRISPR-Cas9) ที่ทำในตัวอย่างมนุษย์” ให้ระบุเหตุผลประกอบ พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน



ใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
 กลุ่มที่ เลขที่สมาชิกในกลุ่ม.....

จุดประสงค์การทำกิจกรรม

1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะและการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้
2. นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างของเซลล์แบคทีเรียที่ได้รับและไม่ได้รับดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้
3. นักเรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนกิจกรรมการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้ถูกต้อง

วัสดุและอุปกรณ์

1. กระดาษสีเหลืองและสีฟ้า (หรือกระดาษที่มีสีต่างกัน)
2. ปากกา
3. เทปใสติดกระดาษ
4. กรรไกร
5. ถุงทิบ
6. ถาดกระดาษ

วิธีทำกิจกรรม

1. พับกระดาษเป็นรูปถาดจำนวน 5 ถาด
2. ตัดกระดาษสีเหลือง (plasmid sheet) ให้มีจำนวน 10 ชิ้น และม้วนกระดาษติดกันเป็นวงกลมติดด้วยเทปใส โดยให้ด้านที่มีลำดับเบสอยู่ด้านนอก
3. นำกระดาษสีเหลืองในข้อ 1. มาหาบริเวณจดจำของเอนไซม์ตัดจำเพาะ *EcoRI* แล้วใช้ปากกาวาดกรอบสี่เหลี่ยมที่บริเวณจดจำ จากนั้นใช้ปากกาขีดตรงจุดตัดจำเพาะและใช้กรรไกรตัดตรงตำแหน่งตัดจำเพาะของเอนไซม์ *EcoRI*
4. ตัดกระดาษสีฟ้า (DNA sheet) ให้มีจำนวน 10 ชิ้น
5. นำกระดาษสีฟ้าในข้อ 3. มาหาบริเวณจดจำของเอนไซม์ตัดจำเพาะ *EcoRI* แล้วใช้ปากกาวาดกรอบสี่เหลี่ยมที่บริเวณจดจำ ซึ่งมี 2 ตำแหน่ง (บริเวณด้านหน้าและด้านหลังของยีน) จากนั้นใช้ปากกาขีดตรงจุดตัดจำเพาะและใช้กรรไกรตัดตรงตำแหน่งตัดจำเพาะของเอนไซม์ *EcoRI*
6. นำกระดาษสีฟ้าส่วนที่มียื่นไปใช้ในขั้นตอนต่อไป (อีก 2 ชิ้นไม่ได้นำมาใช้เนื่องจากเป็นส่วนที่ไม่มียื่นที่ต้องการ)

7. นำกระดาศีฟ้าและสีเหลืองทั้งหมด 20 ชิ้นใส่ลงในถุงทึบ จากนั้นเขย่าให้กระดาศีฟ้าทั้งหมดกระจายออก แล้วสุ่มหยิบกระดาศีฟ้าขึ้นมา ครั้งละ 2 ชิ้น จำนวน 10 ครั้ง

- หากได้กระดาศีฟ้า 1 ชิ้นและสีเหลือง 1 ชิ้นให้นำกระดาศีฟ้าต่อเข้ากับกระดาศีสีเหลืองให้เป็นวงด้วยเทปใส โดยต่อบริเวณรอยตัดของเอนไซม์ *EcoRI* เข้าด้วยกัน

- หากได้กระดาศีฟ้า 2 ชิ้น ให้ต่อกระดาศีฟ้าเข้าด้วยกันให้เป็นวงด้วยเทปใส

- หากได้สีเหลือง 2 ชิ้น ให้ต่อกระดาศีสีเหลืองเข้าด้วยกันให้เป็นวงด้วยเทปใส

8. นำชิ้นกระดาศีที่ต่อเป็นวงแล้วใส่ลงในถุงทึบ แล้วสุ่มหยิบขึ้นมา 1 ชิ้น นำไปวางลงในถาดกระดาศี (เซลล์แบคทีเรียเจ้าบ้าน โดยสมมติให้นำไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มียาปฏิชีวนะ) ทำงานครบ 5 ชิ้น 5 ถาด

ตาราง แสดงเอนไซม์ตัดจำเพาะและจุดตัดจำเพาะ

ชนิดของจุลินทรีย์	ชื่อเอนไซม์ตัดจำเพาะ	จุดตัดจำเพาะ
<i>Escherichia coli</i> RY13	Eco RI	5'...G-A-T-T-C...3' 3'...C-T-T-A-A-G...5'
<i>Hemophilus influenzae</i> Rd	Hind III	5'...A-A-G-C-T-T...3' 3'...T-T-C-G-A-A...5'
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> H	Bam HI	5'...G-G-A-T-C-C...3' 3'...C-C-T-A-G-G...5'
<i>Haemophilus aegyptus</i>	Hae III	5'...G-G-C-C...3' 3'...C-C-G-G...5'
<i>Streptomyces albus</i>	Sal I	5'...G-T-C-T-A-C...3' 3'...C-A-G-C-T-G...5'

พูน ปณ ภิโต ชเว

กระดาสีเหลือง (plasmid sheet) และกระดาสีฟ้า (DNA sheet)

..GCTGCAGCGAATTCCA.. ..CGACGTCGCTTAAGGC..	GENE	..TCGAATTCCTGCTGCAGAT.. ..AGCTTAAGGCGACGTCTA..
..GCTGCAGCGAATTCCA.. ..CGACGTCGCTTAAGGC..	GENE	..TCGAATTCCTGCTGCAGAT.. ..AGCTTAAGGCGACGTCTA..
..GCTGCAGCGAATTCCA.. ..CGACGTCGCTTAAGGC..	GENE	..TCGAATTCCTGCTGCAGAT.. ..AGCTTAAGGCGACGTCTA..
..GCTGCAGCGAATTCCA.. ..CGACGTCGCTTAAGGC..	GENE	..TCGAATTCCTGCTGCAGAT.. ..AGCTTAAGGCGACGTCTA..
..GCTGCAGCGAATTCCA.. ..CGACGTCGCTTAAGGC..	GENE	..TCGAATTCCTGCTGCAGAT.. ..AGCTTAAGGCGACGTCTA..
..GCTGCAGCGAATTCCA.. ..CGACGTCGCTTAAGGC..	GENE	..TCGAATTCCTGCTGCAGAT.. ..AGCTTAAGGCGACGTCTA..
..GCTGCAGCGAATTCCA.. ..CGACGTCGCTTAAGGC..	GENE	..TCGAATTCCTGCTGCAGAT.. ..AGCTTAAGGCGACGTCTA..
..GCTGCAGCGAATTCCA.. ..CGACGTCGCTTAAGGC..	GENE	..TCGAATTCCTGCTGCAGAT.. ..AGCTTAAGGCGACGTCTA..
..GCTGCAGCGAATTCCA.. ..CGACGTCGCTTAAGGC..	GENE	..TCGAATTCCTGCTGCAGAT.. ..AGCTTAAGGCGACGTCTA..
..GCTGCAGCGAATTCCA.. ..CGACGTCGCTTAAGGC..	GENE	..TCGAATTCCTGCTGCAGAT.. ..AGCTTAAGGCGACGTCTA..

กระดาสีฟ้า

...GCCCGGAATTCCATCTGCAGCTGCAGCCCGGGAT... ...CGGGCCTTAAGGCGAGACGTCGACGTCGGGCCCTA...	<i>amp^R</i>	
...GCCCGGAATTCCATCTGCAGCTGCAGCCCGGGAT... ...CGGGCCTTAAGGCGAGACGTCGACGTCGGGCCCTA...	<i>amp^R</i>	
...GCCCGGAATTCCATCTGCAGCTGCAGCCCGGGAT... ...CGGGCCTTAAGGCGAGACGTCGACGTCGGGCCCTA...	<i>amp^R</i>	
...GCCCGGAATTCCATCTGCAGCTGCAGCCCGGGAT... ...CGGGCCTTAAGGCGAGACGTCGACGTCGGGCCCTA...	<i>amp^R</i>	
...GCCCGGAATTCCATCTGCAGCTGCAGCCCGGGAT... ...CGGGCCTTAAGGCGAGACGTCGACGTCGGGCCCTA...	<i>amp^R</i>	
...GCCCGGAATTCCATCTGCAGCTGCAGCCCGGGAT... ...CGGGCCTTAAGGCGAGACGTCGACGTCGGGCCCTA...	<i>amp^R</i>	
...GCCCGGAATTCCATCTGCAGCTGCAGCCCGGGAT... ...CGGGCCTTAAGGCGAGACGTCGACGTCGGGCCCTA...	<i>amp^R</i>	

กระดาสีเหลือง

ใบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

กลุ่มที่ เลขที่สมาชิกในกลุ่ม.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมของกลุ่มตนเอง

ภาพจากการทำกิจกรรม (ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ / ดีเอ็นเอ / พลาสมิด)	การเจริญเติบโต		การสร้างสาร ที่ต้องการ	
	เจริญ	ไม่เจริญ	สร้าง	ไม่สร้าง

อภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ถ้านำเซลล์แบคทีเรียจำนวน 5 เซลล์ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะแอมพิซิลลินจะมีเซลล์จำนวนเท่าใดที่สามารถเจริญได้

.....

.....

2. เพราะเหตุใดแบคทีเรียบางเซลล์จึงไม่สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะ

.....

.....

3. เซลล์จำนวนเท่าใดที่สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะแอมพิซิลลินและสามารถสร้างสารที่ต้องการได้ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนเปรียบเทียบอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมกับกระบวนการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบีแนนท์

อุปกรณ์	กระบวนการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบีแนนท์
1. กระจกสีเหลือง	
2. กระจกสีฟ้า	
3. เทปใสติดกระจก	
4. กรรไกร	
5. ถาดกระจก	

พูน ปณ ทิโต ชีเว

เฉลยใบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมของกลุ่มตนเอง

ภาพจากการทำกิจกรรม (ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ / ดีเอ็นเอ / พลาสมิด)	การเจริญเติบโต		การสร้างสารที่ ต้องการ	
	เจริญ	ไม่เจริญ	สร้าง	ไม่สร้าง

แนวการตอบ

ผลการทำกิจกรรมขึ้นอยู่กับกลุ่มของแต่ละกลุ่ม โดยอาจมีกรณีที่แตกต่างกัน 3 แบบ ได้แก่ กระดาษชิ้นสีฟ้าต่อกับสีเหลืองเป็นวง กระดาษชิ้นสีฟ้า 2 ชิ้นต่อเป็นวงและกระดาษสีเหลืองต่อเป็นวง ซึ่งส่งผลต่อการเจริญของแบคทีเรียในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะแอมพิซิลลินและการสร้างสารของแบคทีเรียที่ต่างกัน ดังนี้

- กระดาษชิ้นสีฟ้าต่อกับสีเหลืองเป็นวง แสดงว่า เซลล์แบคทีเรียได้รับดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ถ้านำไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะแอมพิซิลลินจะเจริญเติบโตได้ เนื่องจากบนพลาสมิดมียีนต้านยาปฏิชีวนะ และเซลล์แบคทีเรียสร้างสารที่ต้องการได้เพราะได้รับชิ้นดีเอ็นเอที่มียีนนั้น

- กระดาษชิ้นสีฟ้า 2 ชิ้นต่อเป็นวง แสดงว่า เซลล์แบคทีเรียได้รับเฉพาะดีเอ็นเอ แต่ไม่ได้รับดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ถ้านำไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะแอมพิซิลลิน จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้เนื่องจากไม่มีพลาสมิดที่มียีนต้านยาปฏิชีวนะ เซลล์แบคทีเรียจะตาย

- กระดาษสีเหลืองต่อเป็นวง แสดงว่า เซลล์แบคทีเรียได้รับพลาสมิด แต่ไม่ได้รับดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ถ้านำไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะแอมพิซิลลินจะเจริญเติบโตได้เนื่องจากบนพลาสมิดมียีนต้านยาปฏิชีวนะ แต่เซลล์แบคทีเรียไม่สามารถสร้างสารที่ต้องการได้เพราะไม่ได้รับชิ้นดีเอ็นเอที่มียีนนั้น

อภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรม

แนวการตอน การโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดนั้น เซลล์แบคทีเรียมีทั้งที่ได้รับและไม่ได้รับพลาสมิด เมื่อนำเซลล์แบคทีเรียไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มียาปฏิชีวนะ เซลล์แบคทีเรียที่ได้รับพลาสมิดเท่านั้นจะเจริญได้ เนื่องจากพลาสมิดที่ได้รับนั้นมียีนที่ต้านยาปฏิชีวนะ แต่เซลล์แบคทีเรียที่ไม่ได้รับพลาสมิดจะตายไป อย่างไรก็ตามแบคทีเรียที่เจริญเติบโตได้นั้นมีทั้งเซลล์ที่ได้รับเฉพาะพลาสมิดและได้รับดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ซึ่งเป็นพลาสมิดที่มียีนแทรกอยู่ แต่เฉพาะเซลล์ที่ได้รับดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์เท่านั้นที่สร้างสารที่ต้องการ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ถ้านำเซลล์แบคทีเรียจำนวน 5 เซลล์ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะแอมพิซิลินจะมีเซลล์จำนวนเท่าใดที่สามารถเจริญได้

แนวการตอน จำนวนเซลล์ที่เจริญได้ขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมว่าแบคทีเรียได้รับพลาสมิดทั้งที่ไม่มียีนแทรก (กระดาสีเหลืองต่อเป็นวง) และมียีนแทรก (กระดาสีฟ้ากับสีเหลืองต่อเป็นวง) มีจำนวนเท่าใด

2. เพราะเหตุใดแบคทีเรียบางเซลล์จึงไม่สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะ

แนวการตอน เพราะไม่ได้รับพลาสมิดที่มียีนต้านยาปฏิชีวนะ

3. เซลล์จำนวนเท่าใดที่สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะแอมพิซิลินและสามารถสร้างสารที่ต้องการได้ เพราะเหตุใด

แนวการตอน จำนวนเซลล์ที่เจริญได้ขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมว่า มีแบคทีเรียได้รับดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ (กระดาสีฟ้ากับสีเหลืองมาต่อกันเป็นวง) จำนวนเท่าใด และเซลล์สร้างสารที่ต้องการได้เพราะเซลล์เหล่านั้นได้รับพลาสมิดที่มียีนที่ต้องการแทรกอยู่

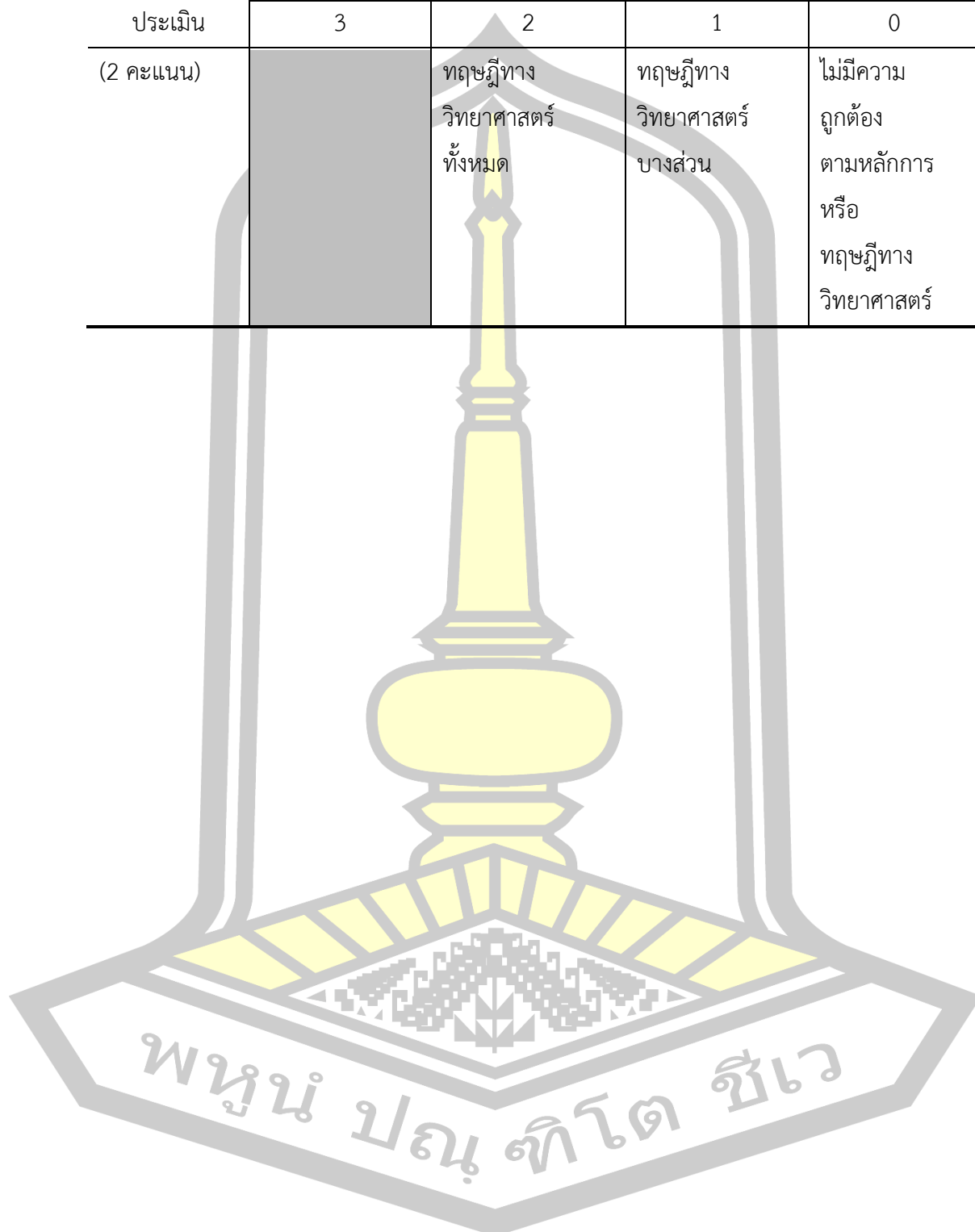
4. ให้นักเรียนเปรียบเทียบอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมกับกระบวนการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

อุปกรณ์	กระบวนการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
1. กระดาสีเหลือง	พลาสมิดของแบคทีเรีย
2. กระดาสีฟ้า	ดีเอ็นเอที่สนใจ
3. เทปใสติดกระดาสี	เอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส
4. กรรไกร	เอนไซม์ตัดจำเพาะ
5. ถาดกระดาสี	เซลล์แบคทีเรียเจ้าบ้าน

ตาราง แสดงเกณฑ์การประเมินการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
(ใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ข้อที่ 5)

เกณฑ์การ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. ระบุข้อสรุป จากเหตุการณ์ (3 คะแนน)	สรุปเหตุการณ์ โดยให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ ได้ถูกต้อง ชัดเจน และครบถ้วน	สรุปเหตุการณ์ โดยให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ ได้ถูกต้องบางส่วน ชัดเจน แต่ไม่ ครบถ้วน	สรุปเหตุการณ์ โดยให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ ได้ถูกต้อง บางส่วน	สรุปเหตุการณ์ โดยให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ ไม่ได้
2. การระบุ ข้อเท็จจริง เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ (2 คะแนน)		ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่ระบุ ลงในข้อความ มีความสอดคล้อง กับหลักการหรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ ทั้งหมด	ข้อเท็จจริง เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ ที่ระบุลงใน ข้อความ มีความสอดคล้อง กับหลักการหรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ บางส่วน	นักเรียนไม่ได้ ระบุข้อเท็จจริง เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์เลย หรือข้อเท็จจริง ที่ระบุลงใน ข้อความ ไม่มีความ สอดคล้อง หลักการหรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์
3. การอธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่างข้อสรุป และข้อเท็จจริง เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ ที่ใช้สนับสนุน ข้อสรุป		ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่ใช้ สนับสนุนข้อสรุป ที่ระบุลงใน ข้อความ มีความถูกต้อง ตามหลักการหรือ	ข้อเท็จจริง เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่ใช้ สนับสนุนข้อสรุป ที่ระบุลงใน ข้อความ มีความถูกต้อง ตามหลักการหรือ	ข้อเท็จจริง เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ที่ใช้ สนับสนุน ข้อสรุป ที่ระบุลงใน ข้อความ

เกณฑ์การ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
(2 คะแนน)		ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ ทั้งหมด	ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ บางส่วน	ไม่มีความ ถูกต้อง ตามหลักการ หรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์



(ตัวอย่าง)

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 2)

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบชนิดอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
2. ให้นักเรียนตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จากโจทย์ที่กำหนดให้ แต่ละข้อมีคะแนน 7 คะแนน คะแนนเต็ม 21 คะแนน

1.

“ ล่าสุตนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ของมหาวิทยาลัยโคลัมเบียของสหรัฐฯ ได้ค้นพบวิธีช่วยซ่อมแซมปอดที่ได้รับบริจาคจากผู้เสียชีวิตเพื่อการผ่าตัดเปลี่ยนถ่ายให้กลับมาอยู่ในสภาพดีเช่นเดิมและมีคุณภาพในระดับที่สามารถนำผ่าตัดได้ โดยใช้วิธีเชื่อมต่อปอดเข้ากับหลอดเลือดที่บริเวณลำคอของหมูมีชีวิตที่ถูกวางยาสลบ เพื่อให้กระแสเลือดจากตัวหมูไหลเวียนเข้ามาฟื้นฟูเซลล์ปอดใช้เครื่องช่วยหายใจปั๊มอากาศเข้าสู่ปอดและให้ยากดภูมิคุ้มกันเพื่อไม่ให้ร่างกายของผู้รับบริจาคปอดต่อต้านเซลล์บางส่วนจากร่างกายหมูที่อาจเข้าไปปนเปื้อนอยู่ด้วย คาดว่าวิธีนี้จะช่วยเพิ่มจำนวนปอดที่สามารถนำไปผ่าตัดปลูกถ่ายเพื่อช่วยชีวิตผู้ป่วยได้มากขึ้นกว่าเดิมถึง 3 เท่าและแก้ปัญหาความขาดแคลนปอดที่อวัยวะบอบบางและเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วหลังนำออกจากร่างกายได้เพียงไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม การใช้หมูที่ยังมีชีวิตอยู่เพื่อฟื้นฟูอวัยวะของมนุษย์อาจเป็นปัญหาทางจริยธรรม แต่ในอนาคตทีมผู้วิจัยมีแผนจะพัฒนาเทคนิควิธีนี้ต่อไป เพื่อให้ถึงขั้นที่ผู้รับการผ่าตัดเปลี่ยนถ่ายใช้ระบบไหลเวียนโลหิตของตนเองฟื้นฟูปอดที่ได้รับบริจาคมาได้ ซึ่งจะสามารถหลีกเลี่ยงปัญหาทางจริยธรรมและการที่ภูมิคุ้มกันของคนไข้ต่อต้านอวัยวะใหม่ด้วย ”

1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับวิธีซ่อมแซมปอดโดยการเชื่อมต่อกับร่างกายหมูที่มีชีวิต เห็นด้วยกับวิธีการนี้หรือไม่

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน

2.

“ ยีนบำบัด เป็นการนำดีเอ็นเอเข้าไปในเซลล์เพื่อใช้เป็นยาชนิดหนึ่งไปแก้ไขผลกระทบของยีนกลายพันธุ์ภายในร่างกายทำให้เกิดผลในรักษาโรค ได้แก่ โรคเบต้าธาลัสซีเมีย โรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง ซึ่งมีความแตกต่างจากการรักษาปกติมาก เพราะวิธีการนี้มุ่งไปที่การรักษาที่ยีนที่ผิดปกติทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีทางการเกิดโรคอย่างสิ้นเชิง

ยีนบำบัดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ยีนบำบัดสำหรับเซลล์ร่างกายและยีนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งประเภทนี้สามารถดัดแปลงข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สามารถสืบทอดให้กับลูกหลานของผู้ป่วยในอนาคตได้ ดังนั้น จึงมีศักยภาพในการกำจัดโรคทางพันธุกรรมบางอย่างแบบถาวรได้

การวิจัยเกี่ยวกับยีนบำบัดนี้ยังเผชิญกับความท้าทายสำคัญ 3 ข้อ คือ 1. ยีนใหม่ต้องไปแก้ไขเซลล์ที่ถูกต้อง 2. ต้องหลีกเลี่ยงปฏิกิริยาต่อสู้อัตโนมัติกับสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายของระบบภูมิคุ้มกัน และ 3. และต้องแน่ใจว่ายีนใหม่จะไม่ขัดขวางการทำงานหรือประสิทธิภาพของยีนอื่น ๆ ที่มีอยู่ แต่ก็ยังคงต้องพึงตระหนักว่าเทคโนโลยีนี้ยังคงอยู่ในขั้นทดลองและเนื่องจากการที่ความรู้ยังมีไม่มากพอในด้านความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับเหตุผลทางด้านจริยธรรม การรักษาโรคด้วยยีนบำบัดจึงยังเป็นประเด็นที่ละเอียดอ่อน และในปัจจุบันประเทศส่วนใหญ่ยังไม่อนุญาตให้ใช้ในมนุษย์ ”

1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการรักษาด้วยยีนบำบัด เห็นด้วยกับวิธีการนี้หรือไม่

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน

3.

“ ซีโนทรานสแพลนเทชัน (Xenotransplantation) เป็นกระบวนการที่นำอวัยวะส่วนประกอบของเนื้อเยื่อหรือเซลล์จากสัตว์มาใช้สำหรับปลูกถ่ายอวัยวะให้แก่มนุษย์ โดยสัตว์ที่นิยมนำมาใช้คือหมู เนื่องจากมีความคล้ายคลึงกันทางกายภาพและกายวิภาคกับมนุษย์ อีกทั้งด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีปัจจุบันทำให้สามารถดัดแปลงยีนให้สามารถลดการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันระหว่างสายพันธุ์ได้ เพื่อลดการปฏิเสธของอวัยวะและเพิ่มอัตราความสำเร็จในการผ่าตัดรักษา นับว่าเป็นวิธีหนึ่งที่แก้ปัญหการขาดแคลนอวัยวะของมนุษย์ได้ในอนาคตและทำให้สามารถช่วยชีวิตผู้ป่วยได้อย่างทันท่วงที

อย่างไรก็ตามยังมีความจำเป็นต้องศึกษาถึงผลกระทบในระยะยาวต่อไป เพื่อให้เข้าใจอาการและผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นในระยะยาวต่อมนุษย์ผู้ที่ได้รับการปลูกถ่ายอวัยวะจากหมู ซึ่งการรักษาด้วยการปลูกถ่ายอวัยวะจากสัตว์นั้นมีประเด็นทางจริยธรรมที่ต้องพิจารณาอยู่มาก เช่น ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสวัสดิภาพของสัตว์ ความเสี่ยงที่จะถ่ายโอนโรคในสัตว์ไปสู่มนุษย์รวมถึงการค้าสัตว์สำหรับปลูกถ่ายอวัยวะในตลาดมืดอย่างผิดกฎหมาย โดยการรักษาด้วยวิธีการนี้ยังจำเป็นต้องดำเนินการควบคู่ไปกับหน่วยงานทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถออกกฎหมายหรือกรอบแนวทางต่าง ๆ ที่ชัดเจนมารองรับเพื่อให้การปฏิบัติทางการแพทย์นี้เป็นไปอย่างมีความรับผิดชอบและสอดคล้องกับประเด็นทางจริยธรรม ”

1. นักเรียนมีความคิดเห็นว่าคุณควรสนับสนุนซีโนทรานสแพลนเทชันหรือไม่

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

.....

.....

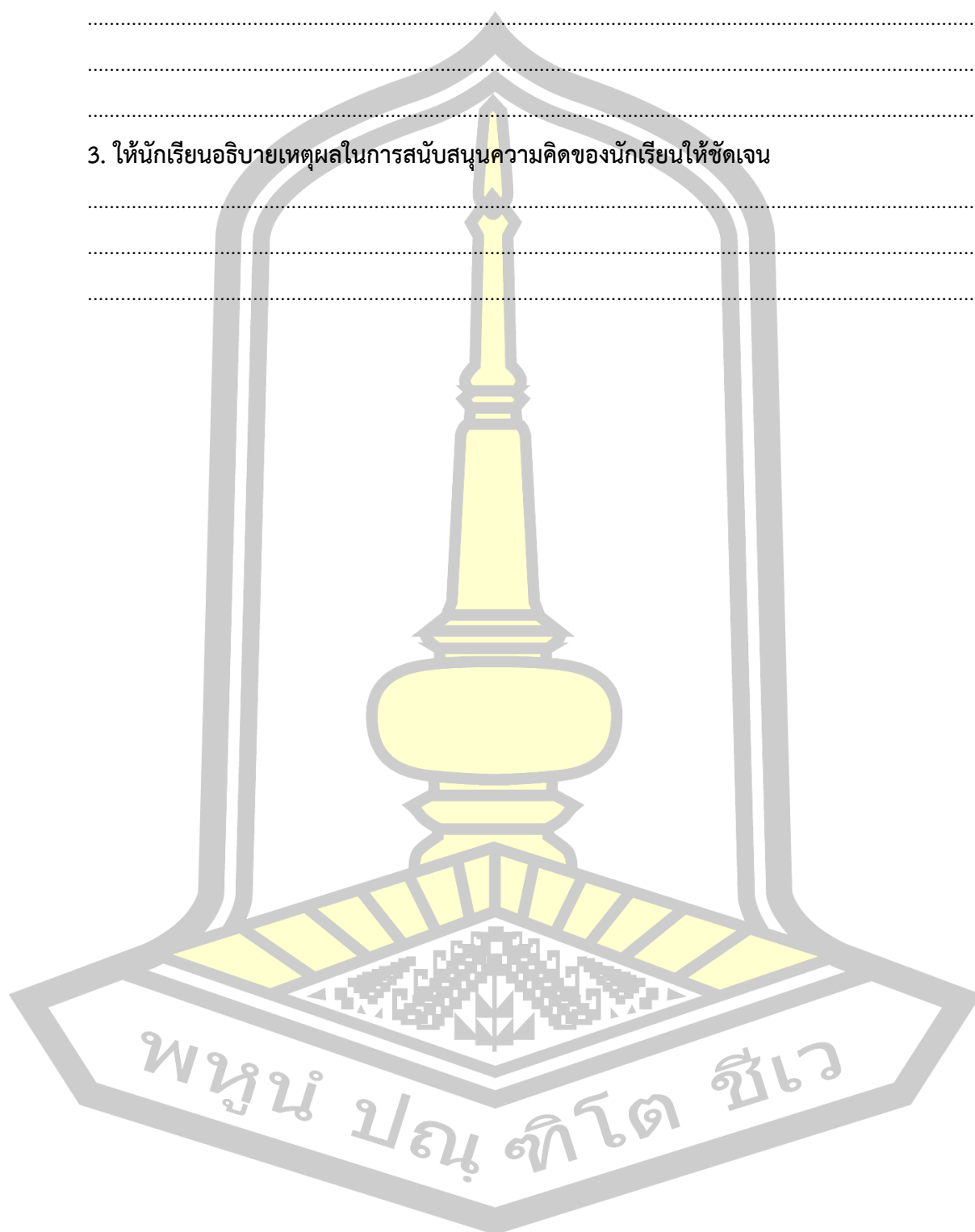
.....

3. ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจน

.....

.....

.....



เกณฑ์การให้คะแนน

ข้อที่ 1 ฟันฟูพอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างหมูมีชีวิต

1. ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์

3 คะแนน : ไม่เห็นด้วยกับการฟันฟูพอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างหมูมีชีวิต เพราะ วิธีนี้ต้องเชื่อมต่อปอดของผู้บริจาคเข้ากับหลอดเลือดที่บริเวณลำคอของหมูมีชีวิตที่ถูกวางยาสลบที่ถูกวางยาสลบ เพื่อให้กระแสเลือดจากตัวหมูไหลเวียนเข้ามาฟันฟูเซลล์ปอด

2 คะแนน : ไม่เห็นด้วยกับการฟันฟูพอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างหมูมีชีวิต เพราะ ต้องใช้หมูที่ยังมีชีวิตแม้จะถูกวางยาสลบ

1 คะแนน : ไม่เห็นด้วย

0 คะแนน : ไม่เขียนคำตอบหรือตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม

2. การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

2 คะแนน : มีการระบุว่า วิธีช่วยซ่อมแซมปอดที่ได้รับบริจาคจากผู้เสียชีวิตเพื่อการผ่าตัดเปลี่ยนถ่ายให้กลับมาอยู่ในสภาพดีเช่นเดิมและมีคุณภาพในระดับที่สามารถนำผ่าตัดได้ด้วยวิธีเชื่อมต่อปอดเข้ากับหลอดเลือดที่บริเวณลำคอของหมูมีชีวิตที่ถูกวางยาสลบเพื่อให้กระแสเลือดจากตัวหมูไหลเวียนเข้ามาฟันฟูเซลล์ปอดนั้นเป็นการทรมานสัตว์ เป็นปัญหาทางจริยธรรมและขัดต่อหลักชีวจริยธรรม

1 คะแนน : มีการระบุว่า ด้วยวิธีเชื่อมต่อปอดเข้ากับหลอดเลือดที่บริเวณลำคอของหมูมีชีวิตที่ถูกวางยาสลบเป็นการทรมานสัตว์

0 คะแนน : ไม่เขียนคำตอบหรือตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม

3. การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

2 คะแนน : ไม่เห็นด้วยกับการฟันฟูพอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างหมูมีชีวิต เพราะ วิธีนี้ต้องเชื่อมต่อปอดของผู้บริจาคเข้ากับหลอดเลือดที่บริเวณลำคอของหมูมีชีวิตที่ถูกวางยาสลบที่ถูกวางยาสลบ เพื่อให้กระแสเลือดจากตัวหมูไหลเวียนเข้ามาฟันฟูเซลล์ปอด การปฏิบัติขณะหมูยังมีชีวิตเป็นการทรมานสัตว์และขัดต่อหลักชีวจริยธรรม ซึ่งในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ทำกระบวนการเช่นนี้ได้โดยใช้เครื่องจักร จึงไม่เห็นด้วยกับการฟันฟูพอดด้วยวิธีการนี้

1 คะแนน : ไม่เห็นด้วยกับการฟันฟูพอดด้วยการเชื่อมต่อกับร่างหมูมีชีวิต เพราะ เป็น การทรมานสัตว์และขัดต่อหลักชีวจริยธรรม

0 คะแนน : ไม่เขียนคำตอบหรือตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม

ข้อที่ 2 ยืนบำบัด

1. ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์

3 คะแนน : ไม่เห็นด้วยกับยืนบำบัด เพราะ ผลดีจากการแก้ไขผลกระทบของยืนกลายพันธุ์ในการรักษาโรคอาจน้อยกว่าผลกระทบทางลบที่อาจเกิดขึ้นและมีผลต่อยีนปกติที่อยู่ข้างเคียงได้ ยังต้องศึกษาด้านความเสี่ยงที่เกิดขึ้นอย่างรอบด้านกับเหตุผลทางด้านจริยธรรมมากขึ้น

2 คะแนน : ไม่เห็นด้วยกับยืนบำบัด เพราะ ยังต้องศึกษาด้านความเสี่ยงที่เกิดขึ้นและเหตุผลทางด้านจริยธรรมอีกมาก

1 คะแนน : ไม่เห็นด้วย

0 คะแนน : ไม่เขียนคำตอบหรือตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม

2. การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

2 คะแนน : มีการระบุว่า ยืนบำบัด เป็นการนำดีเอ็นเอเข้าไปในเซลล์เพื่อใช้เป็นยาชนิดหนึ่งไปแก้ไขผลกระทบของยืนกลายพันธุ์ภายในร่างกายทำให้เกิดผลในการรักษาโรค โดยยืนบำบัดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ยืนบำบัดสำหรับเซลล์ร่างกายและยืนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งประเภทนี้สามารถดัดแปลงข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สามารถสืบทอดให้กับลูกหลานของผู้ป่วยในอนาคตได้

1 คะแนน : มีการระบุว่า ยืนบำบัด เป็นการนำดีเอ็นเอเข้าไปในเซลล์เพื่อใช้เป็นยาชนิดหนึ่งไปแก้ไขผลกระทบของยืนกลายพันธุ์ภายในร่างกายทำให้เกิดผลในการรักษาโรค ซึ่งยืนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์สามารถสืบทอดให้กับลูกหลานของผู้ป่วยในอนาคตได้

0 คะแนน : ไม่เขียนคำตอบหรือตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม

3. การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

2 คะแนน : ไม่เห็นด้วยกับยืนบำบัด เพราะ วิธีนี้มุ่งไปที่การรักษายืนที่ผิดปกติทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีทางการเกิดโรคอย่างสิ้นเชิงและยืนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์สามารถสืบทอดให้กับลูกหลานของผู้ป่วยในอนาคตได้ ยังต้องศึกษาด้านความเสี่ยงที่เกิดขึ้นอย่างรอบด้านกับเหตุผลทางด้านจริยธรรมมากขึ้น

1 คะแนน : ไม่เห็นด้วยกับยืนบำบัด เพราะ ยืนบำบัดบางชนิดสามารถสืบทอดให้กับลูกหลานของผู้ป่วยในอนาคตได้และขัดต่อด้านจริยธรรม

0 คะแนน : ไม่เขียนคำตอบหรือตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม

ข้อที่ 3 ชีโนทรานสแพลนเทชัน

1. ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์

3 คะแนน : ไม่ควรสนับสนุนชีโนทรานสแพลนเทชัน เพราะ การนำอวัยวะจากสัตว์ เช่น หมู มาใช้สำหรับปลูกถ่ายอวัยวะให้แก่มนุษย์ยังมีความกังวลเรื่องสวัสดิภาพของสัตว์ ความเสี่ยงที่จะถ่ายโอนโรคในสัตว์ไปสู่มนุษย์รวมถึงการค้าสัตว์สำหรับปลูกถ่ายอวัยวะ

2 คะแนน : ไม่ควรสนับสนุนชีโนทรานสแพลนเทชัน เพราะ มีความเสี่ยงหลายประเด็น

1 คะแนน : ไม่ควรสนับสนุน

0 คะแนน : ไม่เขียนคำตอบหรือตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม

2. การระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

2 คะแนน : มีการระบุว่าเป็นกระบวนการที่นำอวัยวะของสัตว์มาใช้สำหรับปลูกถ่ายอวัยวะให้แก่มนุษย์ โดยสัตว์ที่นิยมนำมาใช้คือหมู เนื่องจากมีความคล้ายคลึงกันทางกายภาพและกายวิภาคกับมนุษย์ อีกทั้งด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีปัจจุบันทำให้สามารถดัดแปลงยีนให้สามารถลดการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันระหว่างสายพันธุ์ได้ เพื่อลดการปฏิเสธของอวัยวะและเพิ่มอัตราความสำเร็จในการผ่าตัดรักษา นับว่าเป็นวิธีหนึ่งที่แก้ปัญหาการขาดแคลนอวัยวะของมนุษย์ได้ในอนาคตและทำให้สามารถช่วยชีวิตผู้ป่วยได้อย่างทันท่วงที

1 คะแนน : มีการระบุว่าเป็นกระบวนการที่นำอวัยวะของสัตว์มาใช้สำหรับปลูกถ่ายอวัยวะให้แก่มนุษย์และปัจจุบันสามารถดัดแปลงยีนให้ลดการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันระหว่างสายพันธุ์ได้

0 คะแนน : ไม่เขียนคำตอบหรือตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม

3. การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

2 คะแนน : ไม่ควรสนับสนุนชีโนทรานสแพลนเทชัน เพราะ การนำอวัยวะจากสัตว์ เช่น หมู มาใช้สำหรับปลูกถ่ายอวัยวะให้แก่มนุษย์เป็นวิธีหนึ่งที่แก้ปัญหาการขาดแคลนอวัยวะของมนุษย์ได้ในอนาคตและทำให้สามารถช่วยชีวิตผู้ป่วยได้อย่างทันท่วงที แต่ยังขัดกับการคุ้มครองสวัสดิภาพของสัตว์ มีความเสี่ยงที่จะถ่ายโอนโรคในสัตว์ไปสู่มนุษย์รวมถึงการการค้าสัตว์สำหรับปลูกถ่ายอวัยวะ

1 คะแนน : ไม่ควรสนับสนุนชีโนทรานสแพลนเทชัน เพราะ ขัดกับการคุ้มครองสวัสดิภาพของสัตว์ มีความเสี่ยงที่จะถ่ายโอนโรคในสัตว์ไปสู่มนุษย์รวมถึงการการค้าสัตว์สำหรับปลูกถ่ายอวัยวะ

0 คะแนน : ไม่เขียนคำตอบหรือตอบไม่ตรงประเด็นคำถาม

(ตัวอย่าง)

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคม
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความตามรายการ แล้วเลือกตอบให้ตรงกับความเป็นจริงของนักเรียนมากที่สุด โดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความเป็นจริงที่กำหนดไว้ 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

ประเด็นคำถาม	ระดับเจตคติทางวิทยาศาสตร์				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. วิทยาศาสตร์ทำให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้					
2. นักเรียนไม่ต้องการเข้าใจสถานการณ์ใหม่ ๆ					
3. นักเรียนยึดมั่นในความคิดเห็นของตนเองและไม่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง					
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์ด้วยตัวเอง					
5. นักเรียนเบื่อการทดลองที่ทำซ้ำ ๆ หลายครั้ง					
6. นักเรียนทำงานอย่างเป็นระเบียบและเรียบร้อย					
7. นักเรียนรับฟังความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งของผู้อื่น					
8. นักเรียนไม่ชอบอ่านหนังสือหรือค้นหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์					
9. นักเรียนมักแอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง					

ประเด็นคำถาม	ระดับเจตคติทางวิทยาศาสตร์				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
10. นักเรียนไม่ท้อถอยเมื่อทำแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้างยาก					
11. เมื่อนักเรียนต้องการตรวจสอบการทดลองจะใช้เพียงวิธีการเดียวเท่านั้น					
12. วิทยาศาสตร์ทำให้แก้ปัญหาในชีวิตได้อย่างมีเหตุผล					
13. นักเรียนตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์น้อยกว่าวิชาอื่น					
14. นักเรียนทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ด้วยความละเอียดรอบคอบ					
15. นักเรียนเชื่อเรื่องโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้					
16. นักเรียนสนใจที่จะเรียนรู้สถานการณ์หรือปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ					
17. นักเรียนรู้สึกแยเมื่อกเพื่อนถูกเพื่อนวิจารณ์					
18. นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามความเป็นจริง					
19. นักเรียนรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนที่มีความเห็นแตกต่างจากตนเองและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ					
20. นักเรียนใช้ความรู้สึกร่วมกับการโต้แย้งแสดงเหตุผลของตน					
21. นักเรียนไม่เคยสังเกตสิ่งรอบตัวว่าเกิดอะไรขึ้น					

ประเด็นคำถาม	ระดับเจตคติทางวิทยาศาสตร์				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
22. เมื่อมีข้อสงสัยนักเรียนจะพยายามคิดหาคำตอบให้ได้					
23. นักเรียนยอมรับผลการปฏิบัติกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผิดพลาดและพร้อมจะปฏิบัติกิจกรรมใหม่อีกครั้ง					
24. นักเรียนไม่ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนทำการทดลองวิทยาศาสตร์					
25. นักเรียนแก้ไขข้อมูลที่ค้นพบเมื่อพบว่าข้อมูลนั้นไม่สนับสนุนสมมติฐานของตน					
26. นักเรียนแสดงความคิดเห็นในการทำงานกลุ่มอย่างมีเหตุผล					
27. นักเรียนไม่ต้องการที่จะถามว่าเหตุการณ์ที่กำลังศึกษา เกิดขึ้นได้อย่างไร					
28. นักเรียนแสดงพฤติกรรมต่อต้านเพื่อนที่มีความเห็นต่างจากตนเอง					
29. เมื่อมีข้อสงสัยนักเรียนต้องรืหาคำตอบทันที					
30. นักเรียนชอบทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์					

พูน ปณ จิโต ชีเว

(ตัวอย่าง)

แบบบันทึกอนุทิน

เลขที่ผู้บันทึก..... กลุ่มที่ กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง.....
 บันทึกครั้งที่..... วันที่.....เดือน..... พ.ศ..... เวลา.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกประสบการณ์เรียนรู้ของตนเองในหัวข้อต่าง ๆ หลังเสร็จสิ้นกิจกรรม
 การจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง

1. สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีรู้สึกอย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

.....

.....

.....

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้มีจุดเด่นอย่างไร

.....

.....

.....

5. นักเรียนมีข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

(ตัวอย่าง)

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

เลขที่ (ผู้ถูกสัมภาษณ์) กลุ่มที่ วงจรปฏิบัติการที่.....
 กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง..... วันที่.....

ข้อคำถาม

1. นักเรียนมีวิธีแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็นอย่างไร

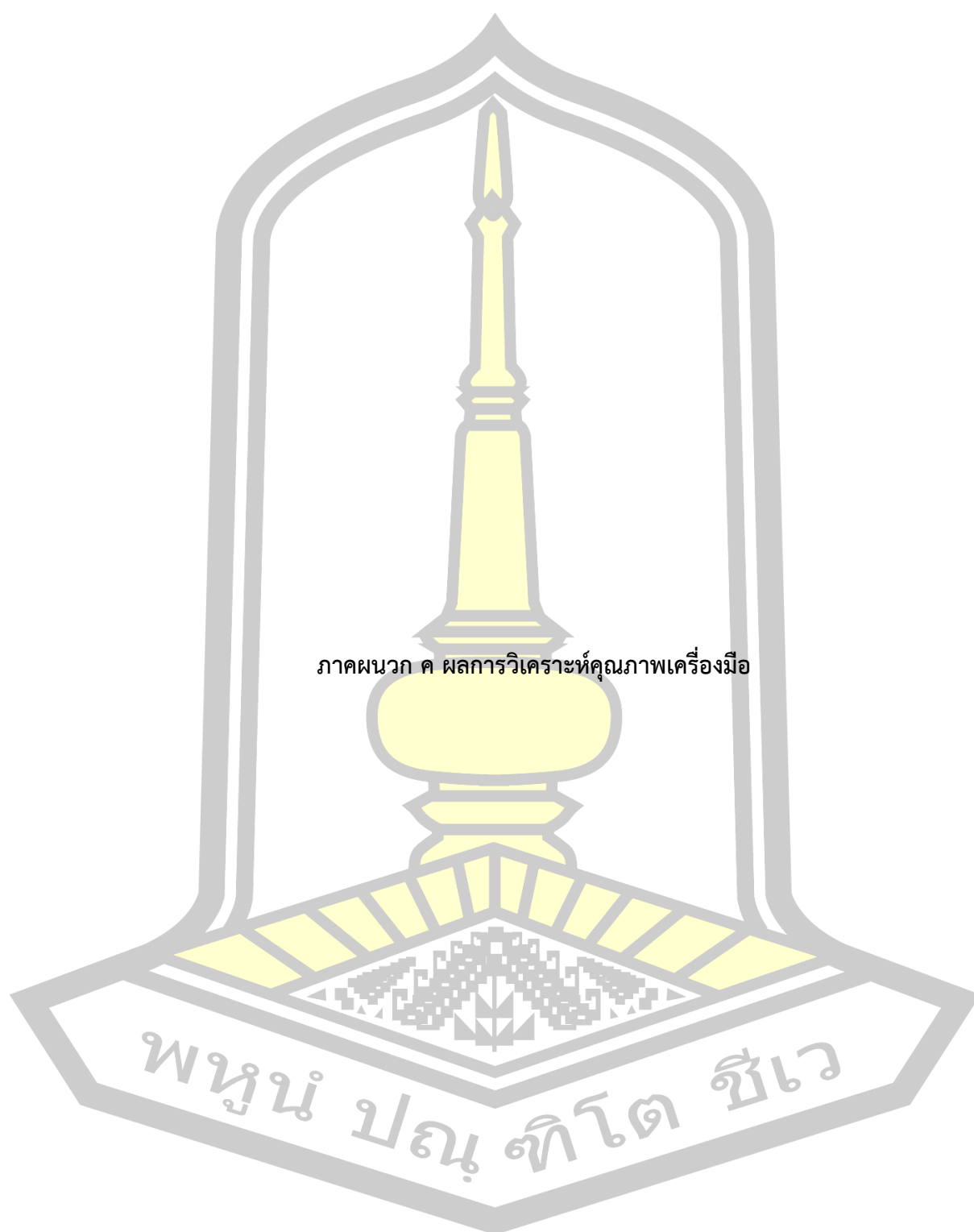
2. เมื่อนักเรียนพิจารณาและสรุปสถานการณ์ปัญหา นักเรียนคำนึงถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ ครบทุกมิติหรือไม่ อย่างไร

3. นักเรียนจะอย่างไรให้สามารถระบุเหตุผลสนับสนุนความเห็นคิดเห็นของตนเองได้สอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มากเพียงพอ

4. เมื่อนักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้มากเพียงพอ นักเรียนจะอย่างไร

5. นักเรียนคิดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเพิ่มหรือลดกิจกรรมใดบ้าง อย่างไร

6. นักเรียนคิดว่าปัญหาหรืออุปสรรคใดมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนและมีแนวทางแก้ไขอย่างไร



ตาราง 18 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน								
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. สารสำคัญ									
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.0	4.8	4.4	4.8	4.2	4.6	4.2	4.8
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.6	4.8	4.8	4.6	4.6	4.2	4.8	4.4	4.6
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.2	4.6	4.6	4.8	5	4.6	4.6	4.6	4.6
2. จุดประสงค์การเรียนรู้									
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.2	4.8	5	4.8	4.8	4.2	4.8	4.2	4.8
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	4.4	4.4	4.6	4.6	4.6	4.4	4.2	4.6	4.4
2.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.8	4.8	4.8	4.6	4.8	4.4	4.6	4.8	4.8
3. สาระการเรียนรู้									
3.1 เหมาะสมกับเวลา	4.6	4.4	5	4.4	4.4	4.4	5	4.8	4.8
3.2 มีความยากง่ายพอเหมาะ	4.2	4.6	4.8	4.8	4.6	4.8	4.6	4.6	4.6
3.3 น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อการเรียน	4.6	4.8	5	4.6	4.8	5	5	4.8	5

ตาราง 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน								
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้									
4.1 กิจกรรมสร้าง ความสนใจ ให้กับผู้เรียน	4.6	4.4	4.6	4.2	5	5	5	4.8	4.8
4.2 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การ เรียนรู้และสาระการ เรียนรู้	4.6	4.8	4.8	4.6	4.8	4.4	4.8	5	4.6
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	4.8	4.6	5	4.6	4.6	5	4.6	5	5
4.4 ลำดับขั้นตอน ของกิจกรรมจากง่าย ไปหายาก	4.8	4.4	4.4	4.4	4.6	4.6	4.8	4.6	4.4
4.5 เหมาะสมกับ เวลาในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	4.6	4.4	4.6	4.8	4.6	4.8	5	4.6	4.8
5. สื่อการเรียนรู้									
5.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การ เรียนรู้	4.6	4.2	4.8	5	4.8	4.8	4.8	4.8	5
5.2 สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้	4.8	4.8	5	4.8	4.6	4.8	4.4	4.6	4.6
5.3 สอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	4.6	4.8	4.6	4.6	5	4.6	4.8	4.6	4.8
5.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในการใช้สื่อ	4.4	4.6	4.8	4	4.4	5	5	5	4.8

ตาราง 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน								
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.5 เหมาะสมกับ ระดับชั้นและวัยของ ผู้เรียน	4.8	4.6	5	4.8	5	5	4.8	4.8	5
6. การวัดและประเมินผล									
6.1 สอดคล้องกับ พฤติกรรมที่กำหนด ในจุดประสงค์	4.4	4.6	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6	4.4	4.6
6.2 สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้	4.6	4.4	4.6	4.4	4.6	4.8	4.6	4.8	4.8
6.2 เครื่องมือและ วิธีการวัดเหมาะสม กับระดับ ความสามารถ ของผู้เรียน	4.6	4.8	4.6	4.6	4.6	4.6	4.8	4.6	4.8
เฉลี่ย	4.54	4.58	4.75	4.59	4.71	4.61	4.72	4.64	4.74
สรุปรวม	4.65								



ตาราง 19 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สรุปผลการประเมิน	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
1	4.54	เหมาะสมมากที่สุด
2	4.58	เหมาะสมมากที่สุด
3	4.75	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.62	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 20 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

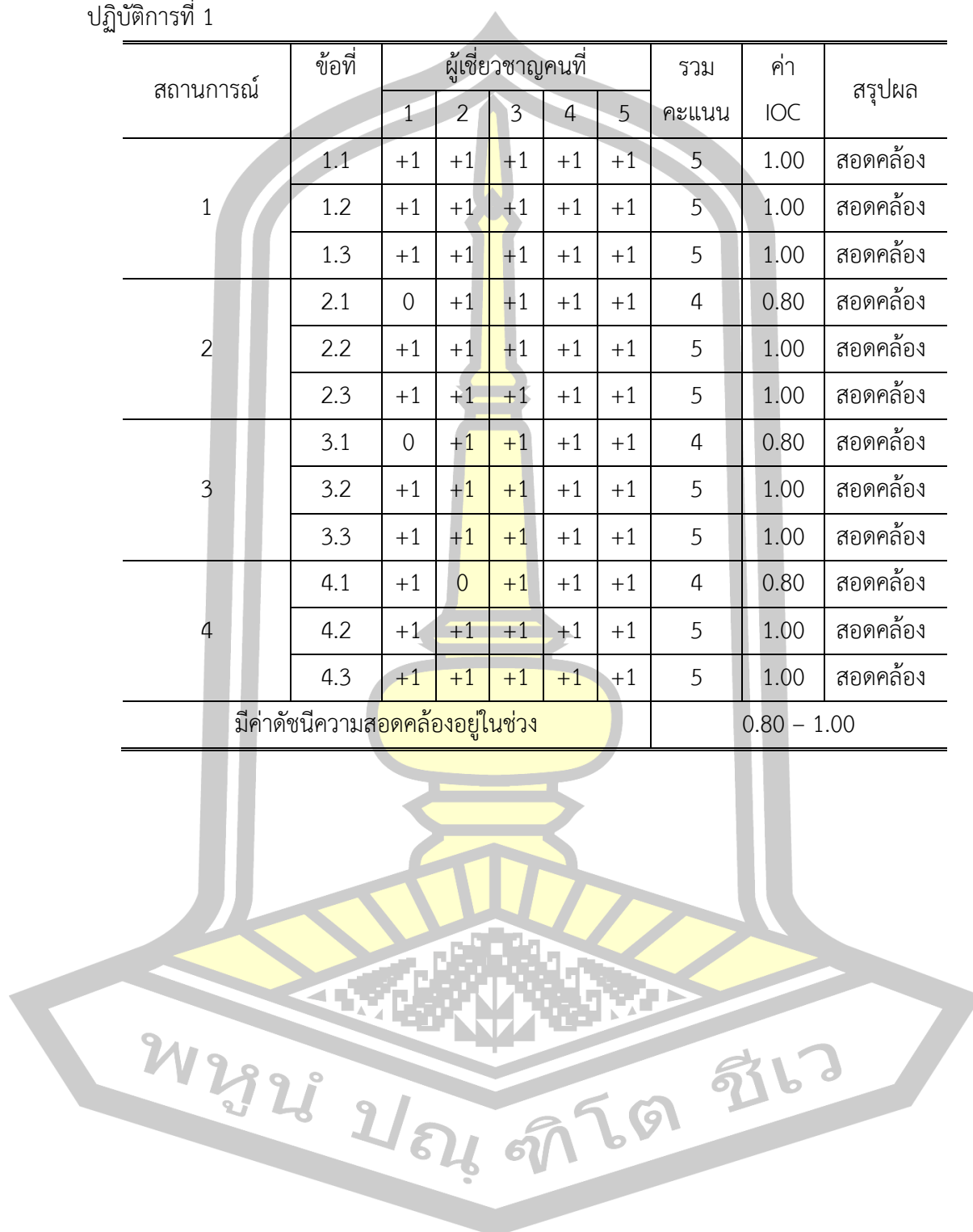
แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สรุปผลการประเมิน	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
4	4.59	เหมาะสมมากที่สุด
5	4.71	เหมาะสมมากที่สุด
6	4.61	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.64	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 21 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สรุปผลการประเมิน	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
7	4.72	เหมาะสมมากที่สุด
8	4.64	เหมาะสมมากที่สุด
9	4.74	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.70	เหมาะสมมากที่สุด

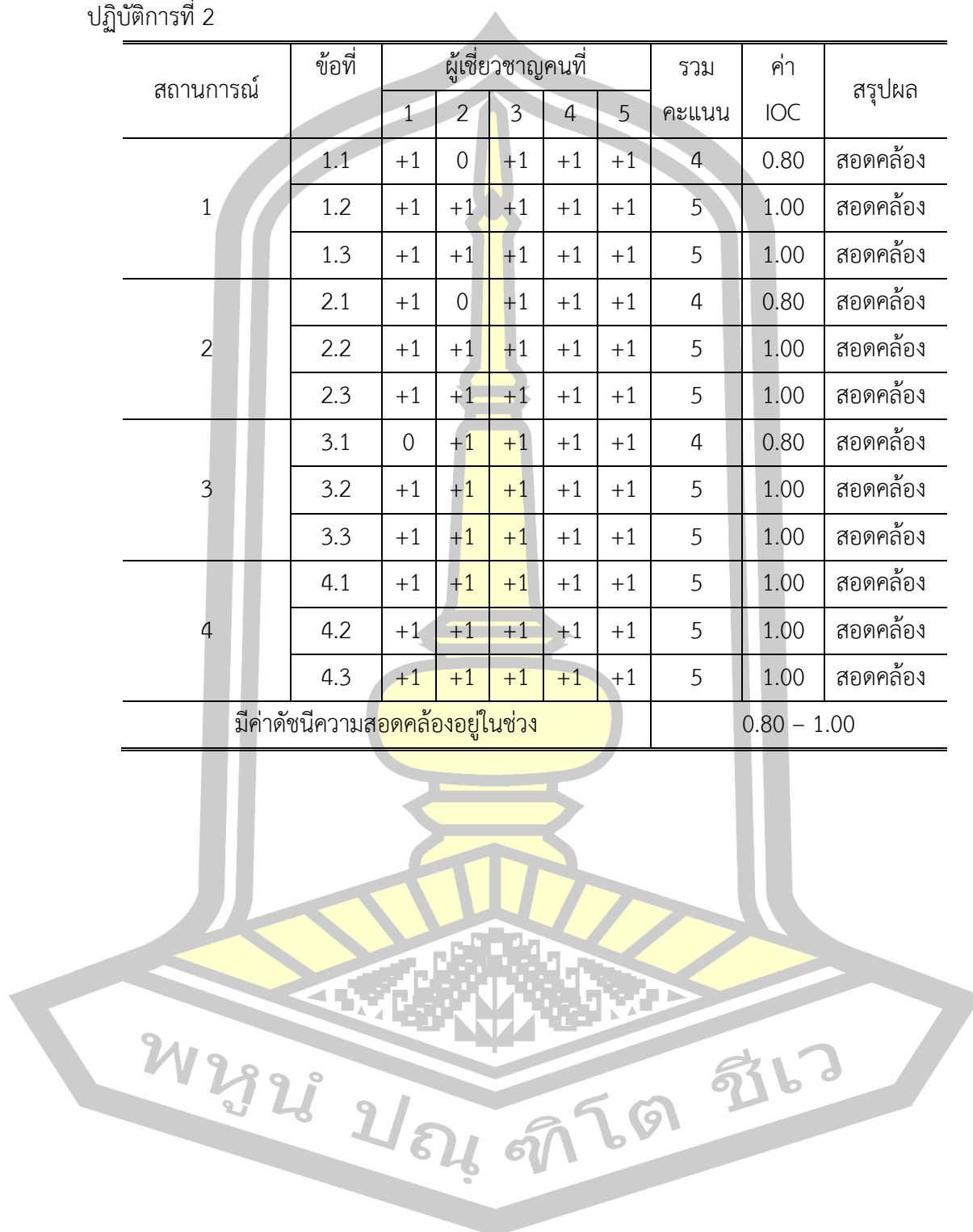
ตาราง 22 ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วงจร
ปฏิบัติการที่ 1

สถานการณ์	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม คะแนน	ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5			
1	1.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	1.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	1.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2	2.1	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
	2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3	3.1	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
	3.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	3.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	4.1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
	4.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	4.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง							0.80 – 1.00		



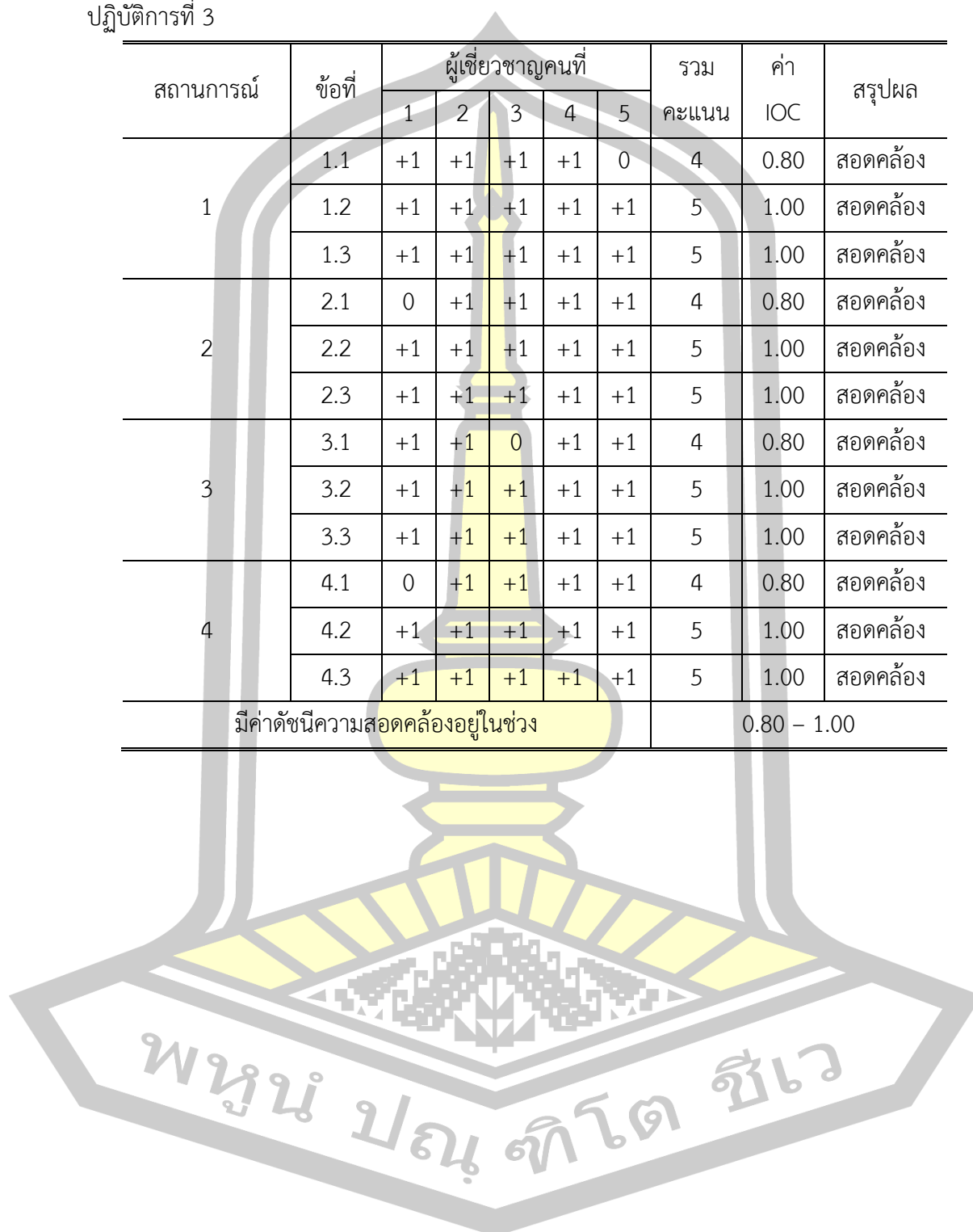
ตาราง 23 ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วงจร
ปฏิบัติการที่ 2

สถานการณ์	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม คะแนน	ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5			
1	1.1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
	1.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	1.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2	2.1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
	2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3	3.1	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
	3.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	3.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	4.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	4.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	4.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง							0.80 – 1.00		



ตาราง 24 ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วงจร
ปฏิบัติการที่ 3

สถานการณ์	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม คะแนน	ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5			
1	1.1	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
	1.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	1.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2	2.1	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
	2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3	3.1	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
	3.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	3.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	4.1	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
	4.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	4.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง							0.80 – 1.00		



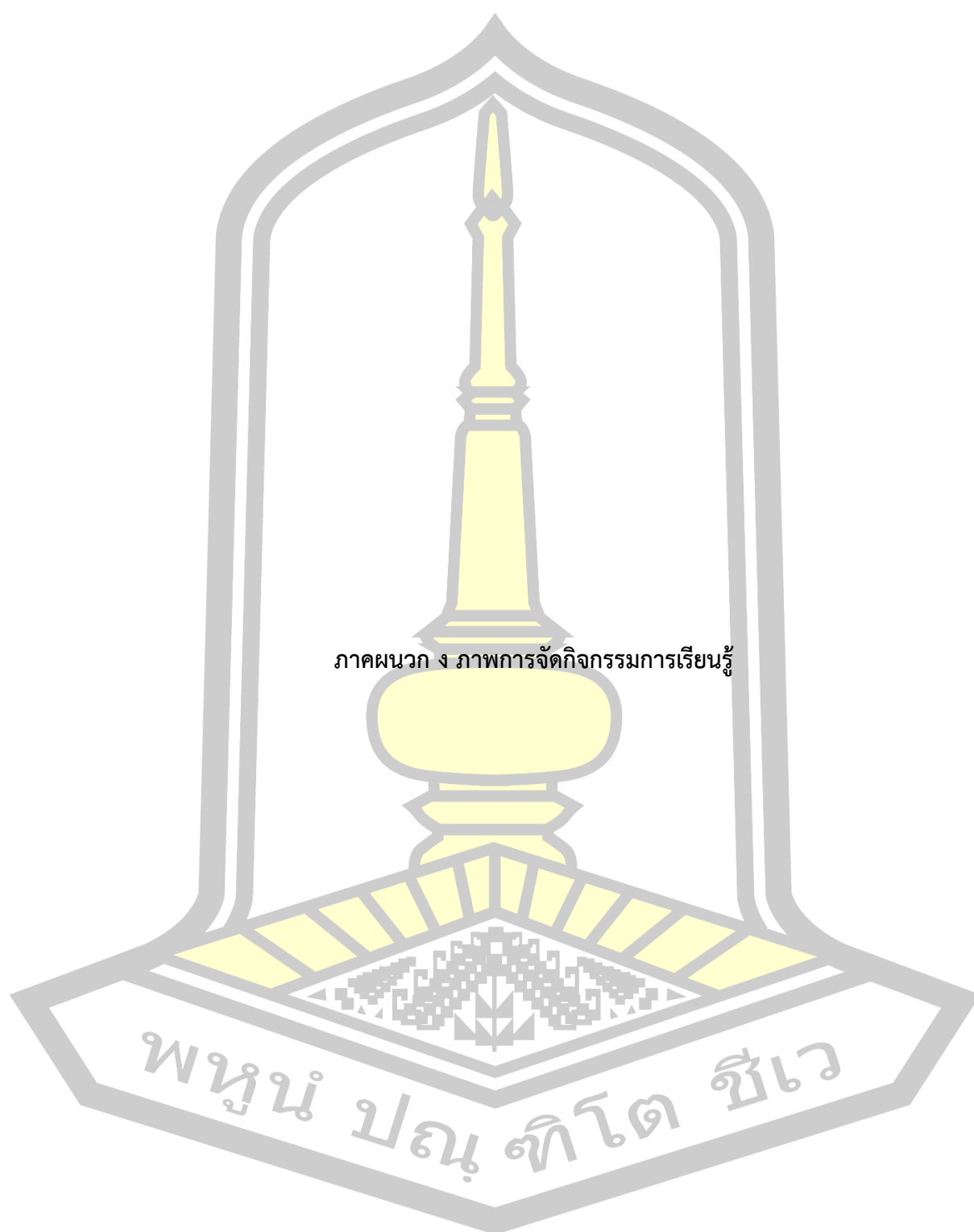
ตาราง 25 ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน (ข้อที่)	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม คะแนน	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
8	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
16	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
19	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 25 (ต่อ)

รายการประเมิน (ข้อที่)	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม คะแนน	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
27	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
34	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
35	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง						0.80 – 1.00		







ภาพ 25 การแสดงบทบาทสมมติของนักเรียนในการเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย กิจกรรมไขความลับลา
เรื่องแสง (วงจรปฏิบัติการที่ 1, 21 มกราคม 2568)



ภาพ 26 นักเรียนทำกิจกรรมการสร้างดีเอ็นเอริคอมบีแนนท์ (วงจรปฏิบัติการที่ 1, 28 มกราคม
2568)



ภาพ 27 นักเรียนทำกิจกรรมวัดคลื่นชนิดเอ็มอาร์เอ็นเออันตรายจริงหรือไม่ (วงจรปฏิบัติการที่ 2, 7 กุมภาพันธ์ 2568)



ภาพ 28 การแสดงบทบาทสมมติของนักเรียนในการเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย กิจกรรม“แม่ไก่โกลดา” ควรสนับสนุนหรือไม่ (วงจรปฏิบัติการที่ 3, 13 กุมภาพันธ์ 2568)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวพิมพ์พิชญ์ จรุงรักษ์
วันเกิด	วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2539
สถานที่เกิด	อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 5/12 ถนนรณชัยชาญยุทธ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด 45000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ข้าราชการครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนมัธยมพรสำราญ ตำบลพรสำราญ อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2562 ปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา เอกเดี่ยวชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2568 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาหลักสูตร และการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ภิโต ชีเว