

Chulalongkorn University

Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2022

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์
เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทาง
วิทยาศาสตร์ ของนักศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น

สิทธิชัย สิงห์เสนา

คณะครุศาสตร์

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd>

 Part of the [Educational Technology Commons](#)

Recommended Citation

สิงห์เสนา, สิทธิชัย, "ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น" (2022). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 6119.
<https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/6119>

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์ม
แบบร่วมมือออนไลน์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษา
ตอนต้น



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF VIRTUAL SCIENCE SIMULATION-BASED LEARNING IN ONLINE
COLLABORATION PLATFORM ON SCIENTIFIC INQUIRY COMPETENCY OF LOWER
SECONDARY STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Educational Technology and
Communications

Department of Educational Technology and Communications

FACULTY OF EDUCATION

Chulalongkorn University

Academic Year 2022

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
โดย	นายสิทธิชัย สิงหเสนา
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.จันทวีร์ คล้ายสังข์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.จันทวีร์ คล้ายสังข์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์)

สิทธิชัย สิงหเสนา : ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์
เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (EFFECTS OF VIRTUAL SCIENCE SIMULATION-BASED
LEARNING IN ONLINE COLLABORATION PLATFORM ON SCIENTIFIC INQUIRY
COMPETENCY OF LOWER SECONDARY STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.จินตวิทย์ คล้าย
สังข์

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น และ 2) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ 1) แบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ 2) แบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ 3) แบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงาน โดยเปรียบเทียบระดับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ (n=25) และกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (n=25) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ โดยผลการศึกษาพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Concrete experience) 2) ขั้นศึกษาสถานการณ์ (Simulation briefing) 3) ขั้นสะท้อนคิดจากสถานการณ์ (Reflective observation & thinking) 4) ขั้นออกแบบแนวคิด (Conceptualization) 5) ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting) และ 6) ขั้นสรุปและขยายความรู้ (Elaboration) โดยจัดการเรียนรู้จำนวน 18 คาบ โดยใช้ระยะเวลา 9 สัปดาห์ และ 2) ผลการใช้รูปแบบพบว่ากลุ่มทดลองมีระดับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติด้วยสถิติ T-test for independent samples และกลุ่มทดลองมีระดับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่สูงขึ้นมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเปรียบเทียบระดับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสถิติ T-test for dependent samples

สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา	ลายมือชื่อนิติ
ปีการศึกษา	2565	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6280148427 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS

KEYWORD: Virtual science simulations, scientific inquiry competency, collaborative online platform

Sittichai Singhasena : EFFECTS OF VIRTUAL SCIENCE SIMULATION-BASED LEARNING IN ONLINE COLLABORATION PLATFORM ON SCIENTIFIC INQUIRY COMPETENCY OF LOWER SECONDARY STUDENTS. Advisor: Prof. JINTAVEE KHLAISANG, Ph.D.

The objective of this study was : 1) to investigate and design a learning management system using virtual science simulations on a collaborative online platform in order to enhance the scientific inquiry skills of early secondary school students, and 2) to study the effects of using virtual science simulations on a collaborative online platform to development of scientific inquiry skills of early secondary school students. The data collection tools used in this study included: 1) a scientific inquiry skills assessment, 2) an observation checklist of inquiry behaviors, 3) an attitude scale towards scientific inquiry, and 4) an evaluation of learning outcomes based on student work. The study compared the levels of scientific inquiry skills between the experimental group, which learning activities on virtual science simulations with collaborative online platform (n= 25), and the control group, which learning activities based on virtual science simulations (n=25). The data analysis was conducted using statistical techniques, including the T-test for independent samples to compare the groups' levels of scientific inquiry skills, and the T-test for dependent samples to compare the pre- and post-learning levels of scientific inquiry skills within the experimental group.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Educational Technology and Communications	Student's Signature
Academic Year:	2022	Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีเพราะได้รับความอนุเคราะห์และการสนับสนุนจากบุคคลหลายท่าน อันดับแรกผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ศาสตราจารย์ ดร. จินตวิร์ คล้ายสังข์ ผู้อุทิศเวลาในการให้คำปรึกษา ให้ข้อชี้แนะที่เป็นประโยชน์ จุดประกายความคิดในหลายสิ่งหลายอย่างจนและผลักดันให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอบพระคุณในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา ประธานสอบวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยพร้อมทั้งให้คำแนะนำและข้อปรับปรุง รวมทั้งข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานของผู้วิจัยที่โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ผู้ช่วยส่งเสริมให้กำลังใจให้ผู้วิจัยมีมานะบากบั่นทำวิจัยให้มีคุณภาพและช่วยรับมือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในที่ทำงานของข้าพเจ้าในช่วงเวลาการทำวิจัยฉบับนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณนักเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม อันเป็นที่รักยิ่งในการเข้าร่วมการทดลองงานวิจัยในครั้งนี้ และที่ขาดเสียไม่ได้ ขอขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับกำลังใจ ความห่วงใย ความรักและความปรารถนาดีจากครอบครัวอันเป็นที่รักยิ่งของข้าพเจ้า ซึ่งเป็นแรงใจสำคัญในการทำให้ผู้วิจัยทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สิทธิชัย สิงหเสนา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	6
คำถามวิจัย	7
สมมติฐานในการวิจัย	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	8
กรอบแนวคิดการวิจัย	10
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	11
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	13
บทที่ 2	14
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
1. สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	15
2. การเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน.....	40
3. แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์	46

4. สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง.....	52
บทที่ 3	62
วิธีดำเนินการวิจัย	62
1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	62
2. กำหนดรูปแบบการวิจัย.....	63
3. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง.....	64
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	67
5. การดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัย	172
6. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	174
บทที่ 4	175
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	175
บทที่ 5	198
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	198
1. สรุปผลการวิจัย	198
2. อภิปรายผล	202
ข้อเสนอแนะ	204
บรรณานุกรม.....	206
ภาคผนวก.....	212
ประวัติผู้เขียน.....	270

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ความหมายและการนิยามสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	17
ตารางที่ 2 ขั้นตอนและพฤติกรรมบ่งชี้ต่อการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์.....	20
ตารางที่ 3 แสดงพฤติกรรมบ่งชี้จำแนกตามระดับความชำนาญการ (Proficiency level) สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (H.-P. Chang et al., 2011)	21
ตารางที่ 4 แสดงพฤติกรรมบ่งชี้จำแนกตามระดับความชำนาญการ (Proficiency level) เกี่ยวกับสมรรถนะด้านการออกแบบกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Arnold et al., 2018).....	22
ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ระดับความชำนาญการ (Proficiency level) เฉพาะสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ จากตารางแสดงระดับความชำนาญการสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ (Abreu et al., 1998).....	23
ตารางที่ 6 ระดับตัวชี้วัดสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ด้านที่ 2 คือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ตามตัวชี้วัดของ OECD โดยอิงตามรูปแบบการสอบ PISA 2015 รอบ Computer based Test (OECD, 2017)	24
ตารางที่ 7 แสดงผลการสังเคราะห์ระดับความชำนาญการ (Proficiency level) สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	27
ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความสอดคล้องการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้กับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	32
ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ความสอดคล้องการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้กับองค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์.....	37
ตารางที่ 10 ความหมายและการนิยามการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน	40
ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน	42
ตารางที่ 12 ความหมายของแพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ	46

ตารางที่ 13 ประเภท ลักษณะการทำงาน ข้อดีและการใช้ประโยชน์ของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์.....	48
ตารางที่ 14 แนวคิดการเสริมความรู้และกระบวนการเสริมสร้างความรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์บนซอฟต์แวร์ (Quintana et al., 2004).....	51
ตารางที่ 15 ความหมายและการนิยามของสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง	52
ตารางที่ 16 แสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบและความสอดคล้องของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ และสมรรถนะการสืบ สอบทางวิทยาศาสตร์	59
ตารางที่ 17 หน่วยการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัยสำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	69
ตารางที่ 18 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ ชิ้นงาน การวัดและการ ประเมินผล	71
ตารางที่ 19 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการใช้เทคโนโลยี ชิ้นงาน การวัดและประเมินผลในกลุ่ม ทดลอง และกลุ่มควบคุม	76
ตารางที่ 20 ลักษณะการทำงาน และเครื่องมือที่ใช้บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์	125
ตารางที่ 21 แสดงลักษณะสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทาง วิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ ในบทบาทครูผู้สอน	134
ตารางที่ 22 การวิเคราะห์รายการประเมิน ประเด็นการประเมิน และความสอดคล้องกับสมรรถนะ การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	160
ตารางที่ 23 ประเด็นการสังเกตตามพฤติกรรมบ่งชี้ที่สอดคล้องกับสมรรถนะการสืบสอบทาง วิทยาศาสตร์.....	164
ตารางที่ 24 ประเด็นการประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทาง วิทยาศาสตร์.....	168
ตารางที่ 25 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ ชิ้นงาน การวัดและการ ประเมินผล	176
ตารางที่ 26 องค์ประกอบลักษณะสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริง ทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ ในบทบาทครูผู้สอน.....	181

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์คะแนนการวัดระดับสมรรถนะหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานของกลุ่มที่ไม่ใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์และกลุ่มที่ใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์.....	184
ตารางที่ 28 การวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบการวัดระดับสมรรถนะก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง	185
ตารางที่ 29 การวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบการวัดระดับสมรรถนะก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม	185
ตารางที่ 30 ความถี่ของจำนวนนักเรียนที่แสดงพฤติกรรมแสดงออกถึงการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=25).....	186
ตารางที่ 31 ร้อยละความถี่ของระดับการประเมินจากแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองตามแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงานในรูปแบบ Rubric (n=25).....	188
ตารางที่ 32 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และระดับการประเมินร่องรอยการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองตามแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงานในรูปแบบ Rubric (n=25)	193

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ภาพแสดงสื่อจำลองเสมือนจริง (Gijlers & de Jong, 2013).....	44
ภาพที่ 2 ภาพแสดงการออกแบบสภาพแวดล้อมโดยใช้สื่อจำลองเสมือนจริง	44
ภาพที่ 3 ภาพแสดงการออกแบบสภาพแวดล้อมโดยใช้สื่อจำลองเสมือนจริง (Falloon, 2019).....	45
ภาพที่ 4 องค์ประกอบของสื่อจำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์ (K.-E. Chang et al., 2008).....	54
ภาพที่ 5 ขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น .	123
ภาพที่ 6 โครงสร้างของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์.....	156
ภาพที่ 7 ขั้นตอนพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์.....	157
ภาพที่ 8 ขั้นตอนพัฒนาแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์.....	162
ภาพที่ 9 ขั้นตอนพัฒนาแบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน	166
ภาพที่ 10 ขั้นตอนพัฒนาแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์.....	170
ภาพที่ 11 ขั้นตอนพัฒนาแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงาน.....	172
ภาพที่ 12 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น	179
ภาพที่ 13 ตัวอย่างภาพหน้าจอเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์.....	179
ภาพที่ 14 ผลการเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง และเครื่องมือบนระบบแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์	180



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

องค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) ได้กำหนดสมรรถนะการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไว้ในระดับพื้นฐาน (ระดับ 1C) ที่มุ่งเน้นกระบวนการในการสร้างความรู้ ได้แก่ ด้านที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ คือ การเลือกความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการอธิบายและประยุกต์ใช้ หรือคาดคะเนคำตอบ เป็นต้น ด้านที่ 2 ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบสอบวิทยาศาสตร์ คือ การให้นักเรียนระบุขั้นตอนในการออกแบบการทดลอง วิธีการได้มาซึ่งคำตอบ หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และด้านที่ 3 การตีความและลงข้อสรุปจากหลักฐานเชิงประจักษ์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ ตาราง หรือรูปแบบอื่น ๆ (OECD, 2019c)

จากผลคะแนนการสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) และคะแนนการประเมินผลร่วมกันนานาชาติ (PISA 2018) ซึ่งจัดโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organization for Economic Co-operation and Development - OECD) พบว่า มีคะแนนที่อยู่ในระดับต่ำ ถึงแม้ว่าในปี 2018 ที่ผ่านมานแนวโน้มของคะแนนประเมินผลร่วมกันนานาชาติ (PISA 2018) จะมีแนวโน้มที่สูงขึ้น แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานและค่าเฉลี่ยเมื่อเทียบกับคะแนนของกลุ่มประเทศ OECD ด้วยกัน โดยคะแนนการประเมินผลร่วมกันนานาชาติ (PISA, 2018) วิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มโรงเรียนเน้นวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับเดียวกับกลุ่มประเทศเศรษฐกิจที่มีคะแนนสูงสุดห้าอันดับแรก (Top 5) และกลุ่มโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยมีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD ส่วนกลุ่มโรงเรียนอื่น ๆ ยังคงมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (OECD, 2019b) โดยรายงานการวิเคราะห์ผลการประเมินร่วมกันนานาชาติ (PISA 2018) วิชาวิทยาศาสตร์ จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้วิเคราะห์ว่า นักเรียนไทยมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป ประมาณ 56% ซึ่งมีจำนวนต่ำกว่านักเรียนส่วนใหญ่เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ที่พบว่านักเรียน 78% ที่มีความสามารถในระดับดังกล่าว โดยที่ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ระดับ 2 นี้ ได้กล่าวถึงตัวชี้วัดและมาตรฐานของนักเรียนในระดับนี้ ได้แก่ นักเรียนสามารถรู้คำอธิบายที่ถูกต้องของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อนเกินไป นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อบอกว่าการลงข้อสรุปถูกต้องสอดคล้องกับข้อมูลที่มีหรือไม่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2020) ทำให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านองค์ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการหาความรู้และลงข้อสรุปสู่องค์ความรู้อย่างเป็นระบบ อีกทั้งครูควรจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เกิดการ

เชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้กับสถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันทั้งที่คุ้นเคยในบริบทท้องถิ่น และที่ไม่คุ้นเคยในบริบทของภูมิภาคอื่น ๆ

จากผลการวิเคราะห์คะแนนการประเมินผลร่วมกับนานาชาติ (PISA, 2018) วิชาวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้วิจัยได้ศึกษากรอบแนวคิดที่ใช้เป็นมาตรฐานในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อประเมินผลว่า นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ในระดับใดเมื่อเทียบกับนานาชาติ คือ กรอบแนวคิดการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) โดยองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) (OECD, 2019b) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ประกอบด้วยสมรรถนะ 3 ด้านคือ 1) การอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตนเอง ชุมชน ประเทศ และระดับโลก 2) การประเมินการออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพื่อตอบคำถามและเพื่อสรุปผลอย่างสมเหตุสมผล 3) ปฏิบัติการแปลความหมายข้อมูลและหลักฐานสนับสนุนเชิงประจักษ์ในทางวิทยาศาสตร์ ประกอบกับเอกสารจากการวิเคราะห์ของคณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา (กอปศ.) ได้รายงานไว้ในรายงานเฉพาะเรื่องที่ 12 หลักสูตรการเรียนการสอนฐานสมรรถนะโดยมีประเด็นสำคัญคือ สาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งในระดับชาติ และระดับนานาชาติอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากการเรียนการสอนและการวัดประเมินผลของครู ซึ่งเป็นผลต่อเนื่องมาจากกรอบหลักสูตรเดิมที่เน้นเนื้อหาหรืออิงตามมาตรฐาน สารการเรียนรู้ (Content based) ทำให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมเรียนรู้โดยจดจำความรู้ ไม่รู้ลึก รู้จริงในวิชาต่าง ๆ และขาดการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน การเรียนการสอนในปัจจุบันควรปรับเปลี่ยนให้เข้ากับบริบทและยุคสมัยในปัจจุบัน ที่ไม่เน้นเนื้อหาแต่ควรเน้นให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา, 2563) จากแนวทางของคณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา (กอปศ.) ได้เสนอสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในบริบทประเทศไทยไว้ 10 สมรรถนะ ได้แก่ 1) สมรรถนะหลักด้านภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร (Thai Language for Communication) 2) สมรรถนะหลักด้านคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (Mathematics in Everyday Life) 3) สมรรถนะหลักด้านการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry and Scientific Mind) 4) สมรรถนะหลักด้านภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร (English for Communication) 5) สมรรถนะหลักด้านทักษะชีวิตและความเจริญแห่งตน (Life Skills and Personal Growth) 6) สมรรถนะหลักด้านทักษะอาชีพและการเป็นผู้ประกอบการ (Career Skills and Entrepreneurship) 7) สมรรถนะหลักด้านทักษะการคิดขั้นสูงและนวัตกรรม (Higher Order Thinking Skills and Innovation : HOTS Critical Thinking , Problem Solving, Creative Thinking) 8) สมรรถนะหลักด้านการรู้เท่าทันสื่อ สารสนเทศ และดิจิทัล (Media, Information and Digital Literacy : MIDL) 9) สมรรถนะหลักด้านการทำงานแบบร่วมมือรวมพลังเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration Teamwork and Leadership) และ 10) สมรรถนะหลักด้านพลเมืองตื่นรู้ที่มีสำนึกสากล (Active Citizens with Global Mindedness)

ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนและการวัดประเมินผลทางวิทยาศาสตร์เกิดประสิทธิภาพ ครูควรปรับรูปแบบ เสริมเทคนิคการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญ โดยในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับสาระวิทยาศาสตร์โดยตรง ได้แก่ สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่เมื่อพัฒนาให้เกิดแก่ผู้เรียนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถนำสมรรถนะการสืบสอบนี้ไปต่อยอดสู่การพัฒนาสมรรถนะด้านอื่น ๆ ได้ ทั้งต่อยอดสู่การพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในด้านที่ 1 และ ด้านที่ 3 ของ OECD และการต่อยอดเป็นสมรรถนะสำคัญด้านอื่น ๆ และการค้นคว้า สืบค้น และสืบสอบความรู้ในศาสตร์สาขาวิชาอื่นต่อไปได้อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน ต้องคำนึงถึงสภาพสังคม ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและองค์ความรู้ด้านต่าง ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว การจัดการศึกษาจึงต้องเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมรับมือ และเท่าทันกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ตามกรอบการจัดการศึกษาในระดับนานาชาติ โดย OECD Education Framework 2030 ที่ได้มีการกำหนดให้ผู้เรียนมีสมรรถนะหลักที่เพื่อเตรียมพร้อมเข้าสู่โลกแห่งการเปลี่ยนแปลงในอนาคต (Transformative competencies) (OECD, 2019a) ได้แก่ การเป็นผู้สร้างสรรค์นวัตกรรม (Creating new value) การยอมรับความแตกต่างและแก้ปัญหาได้ (Recondition tensions and dilemmas) และการมีความรับผิดชอบ (Taking responsibility) โดยมีสาระสำคัญที่กล่าวถึงคือ บทบาทของครูจะต้องจัดการเรียนการสอนที่มีการประมวลความรู้ ทักษะ กระบวนการ การรู้จักคุณค่า และการประยุกต์ใช้ในบริบทและปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น โดยต้องจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ การคิดอย่างเป็นระบบ แบบนักวิชาการ นักวิทยาศาสตร์ เช่น ผ่านกระบวนการออกแบบอย่างเป็นระบบ (Design Thinking Process) กระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Process) หรือการคิดเชิงระบบรูปแบบอื่น ๆ เป็นต้น (OECD, 2019a) ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะศึกษารูปแบบ วิธีการ และเทคนิคการจัดการเรียนการสอนที่นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในรูปแบบ วิธีการ และเทคนิคการสอนนี้ โดยพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นแนวทางการออกแบบการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน นอกจากการออกแบบการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ฝึก และเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงแล้ว การออกแบบให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงผ่านสถานการณ์จำลอง (Simulation Based Learning) ก็เป็นอีกหนึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้ (Learning approach) ที่สอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว โดยการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์จำลองนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูได้จำลองขึ้นมา ผ่านบริบท ฉาก หรือสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ โดยมักจะเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการวิเคราะห์และเชื่อมโยงความรู้สู่การแก้ไขปัญหา หรือการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน แต่ด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันมีสื่อที่ช่วยให้การเข้าถึงสถานการณ์นั้น ๆ เป็นไปได้ง่าย และเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้มากขึ้น เช่น สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์บางปรากฏการณ์ ที่แม้แต่ในห้องปฏิบัติการก็ยากที่จะจำลองสถานการณ์นั้นให้เกิดขึ้นมาได้ จึงได้มีการนำสื่อจำลองในรูปแบบต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ เช่น สื่อจำลองแบบ 3 มิติ สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือน เป็นต้น

จากงานวิจัยของ Donnelly, Linn, and Ludvigsen (2014) ได้กล่าวว่า การออกแบบการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน ควรเลือกสื่อ และออกแบบการสอนให้มีบริบทการเรียนรู้ที่มีความหมายและใช้บริบทจริง หรือใกล้เคียงความเป็นจริงให้มากที่สุด โดยบางบริบทที่ผู้สอนสามารถสร้างขึ้นได้ เช่น การทดลอง สถานการณ์จำลอง จะยิ่งช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง แต่ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์บางสาขา และบางเนื้อหา คือสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่แม้แต่ในห้องปฏิบัติการก็ยากที่จะจำลองสถานการณ์นั้นให้เกิดขึ้นมาได้ จึงมีการเลือกนำสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง (Interactive Simulation) มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลอง เพื่อสร้างเสริมบรรยากาศของสถานการณ์จำลองที่ไม่สามารถจัดขึ้นได้นำมาจัดและเสริมสถานการณ์นั้น ๆ ให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ โดยงานวิจัยของ Correia, Koehler, Thompson, and Phye (2019) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์อนุภาคที่ได้นำเทคโนโลยีสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง (Interactive Simulation) มาใช้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมว่า การใช้สื่อประเภทนี้ที่มีลักษณะที่มีหลากหลายการทำงาน (Feature) เช่น บางสื่อออกแบบมาให้สามารถปรับแต่งค่า หรือตัวเลขในสถานการณ์ได้ บางสื่อสร้างมาพร้อมการแสดงผลในรูปแบบกราฟ รูปแบบ 3 มิติ รูปแบบตาราง ที่สะดวกในการรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลจากการปฏิบัติบนสถานการณ์จำลองนี้มาใช้ต่อยอดในการเรียนรู้หรือต่อยอดไปยังสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคยได้ ดังเช่นในงานวิจัยของ Yulianti, Riantoni, and Mufti (2018) ที่ได้กล่าวถึงการนำสื่อประเภทนี้มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ใหม่ นอกจากนี้ยังจะส่งผลดีต่อนักเรียนตั้งแต่ระดับพื้นฐาน จนถึงในระดับที่สูงขึ้น เพราะสื่อประเภทนี้จะช่วยให้นักเรียนเห็นภาพจากนามธรรมให้เกิดเป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจนมากขึ้น โดยเฉพาะในการจัดการเรียนรู้ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ระดับประถมศึกษา จนถึงระดับมัธยมศึกษา การใช้สื่อประเภทนี้จะช่วยตอบโจทย์และช่วยพัฒนาการเรียนรู้ในระดับพื้นฐานได้ดียิ่งขึ้นดังเช่นงานของ Falloon (2019) ได้กล่าวถึงผลการศึกษาในกลุ่มทดลองที่เป็นนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานว่า เป็นสื่อที่เหมาะสมแก่การเริ่มต้นในการวางพื้นฐานความรู้ไปสู่การเรียนรู้ ต่อยอดในระดับที่สูงขึ้นต่อไปได้

ในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้มากขึ้น เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพ และช่วยในการจัดการชั้นเรียนให้กับผู้สอน สื่อและเทคโนโลยีดังกล่าว มีทั้งรูปแบบสื่อที่ช่วยในการเรียนรู้ สื่อที่ช่วยในการจัดการชั้นเรียน และสื่อที่ช่วยในการประเมินผล ทั้งนี้ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันและโปรแกรมผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลา ในรูปแบบการออนไลน์ เช่น แพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ เป็นต้น การนำแนวคิดของแพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือมาใช้ในการเรียนการสอน จะช่วยสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง และช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีความลึกของเนื้อหาในระดับที่ต้องการวิเคราะห์และอาศัยความรู้เดิม และความรู้ใหม่มาต่อยอดเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ย่อมต้องผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ และต้องมีอุปกรณ์

หรือเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวได้ ซึ่งแพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือนี้ นอกจากจะมีองค์ประกอบของแอปพลิเคชัน (Feature) ที่สนับสนุนให้เกิดกระบวนการดังกล่าวได้ดีแล้ว ยังตอบโจทย์การใช้งานโดยทั่วไปของผู้สอน และมีข้อดีคือ สามารถออนไลน์ผ่านสถานที่ใด เวลาใด ทั้งในรูปแบบประสานเวลา หรือไม่ประสานเวลาได้ ซึ่งจะทำให้ตอบโจทย์กับสถานการณ์ที่ไม่แน่นอนในปัจจุบัน เช่น สถานะการเกิดโรคระบาด หรือการมลภาวะทางอากาศ ที่ทำให้ผู้สอนสามารถปรับรูปแบบการสอนจากแบบพบปะกัน (onsite) เป็นการสอนในรูปแบบออนไลน์บนแพลตฟอร์มดังกล่าวได้

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ทั้งด้านองค์ความรู้ (Body of knowledge) และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) กล่าวคือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ เกิดองค์ความรู้แก่ผู้เรียน เพราะฉะนั้นในการออกแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องออกแบบการสอนอย่างเป็นระบบตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือสอดคล้องกับรูปแบบการสอน วิธีการสอน และเทคนิคที่ใช้ฐานคิดจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพราะฉะนั้นหากครูต้องการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอน ควรเลือกใช้เทคโนโลยีที่สนับสนุนการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างของสื่อที่เป็นระบบ มีองค์ประกอบของสื่อ และคุณสมบัติ (Feature) ที่ตอบโจทย์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรมการอภิปรายผลการทดลอง อภิปรายประเด็นปัญหาเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ กิจกรรมการทดลองเสมือนบนสื่อ กิจกรรมการนำเสนอและเผยแพร่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการสร้างแบบจำลองจากข้อมูลประเภทต่าง ๆ เช่น แบบจำลองข้อความ แบบจำลองรูปภาพ แบบจำลองกราฟ ตาราง และแบบจำลองที่จัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้น โดยการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกแพลตฟอร์มแบบร่วมมือ ออนไลน์ (Online Collaborative Platform) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีองค์ประกอบของสื่อที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นต่าง ๆ เช่น กิจกรรมการอภิปรายผลการทดลอง อภิปรายประเด็นปัญหาเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบที่สามารถทำได้บนเครื่องมือกระดานสนทนาออนไลน์ กิจกรรมการทดลองเสมือนบนสื่อโดยใช้การฝังสื่อบนแพลตฟอร์ม (embed) กิจกรรมการนำเสนอและเผยแพร่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือการประชุมออนไลน์แบบร่วมกัน (Web conferencing) หรือการแชร์หน้าจอ (Desktop or screen sharing) การแลกเปลี่ยนและทำงานร่วมกันแบบร่วมมือเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และระดมสมองเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์โดยใช้พื้นที่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นแบบร่วมมือแบบเสมือน (Virtual collaboration and sharing information) เป็นต้น

จากสภาพปัญหาและกรอบแนวคิดในการจัดการศึกษาทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น การแก้ปัญหาให้นักเรียนไทยที่ยังไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคย หรือการฝึกฝนให้นักเรียนมีการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ได้นั้น ผู้สอนรวมทั้งนักออกแบบการเรียนรู้จึงต้องมีการออกแบบ

การเรียนรู้ใหม่ โดยประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้มีการประมวลผลจากการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ คุณลักษณะ สู่การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ในชีวิตประจำวันอย่างสัมฤทธิ์ผล สอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการเกิดสมรรถนะในตัวบุคคล (Competency based Learning) ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยนำแนวคิดการเรียนรู้เพื่อเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จำลองมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันทั้งสถานการณ์ที่คุ้นเคยและต่อยอดเป็นสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ที่มีการออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมและจุดเด่นของการทำงานบนเครือข่ายแบบออนไลน์ได้ มาช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทั้งองค์ความรู้ที่ใช้ในสถานการณ์ (K) กระบวนการที่จะออกแบบเพื่อนำไปสู่การได้มาซึ่งความรู้ (P) และเจตคติที่ดีในการเรียนรู้ (A) อันจะพัฒนาไปสู่สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อไป ทั้งนี้การนำเทคโนโลยีประเภท แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์มาใช้ในการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์จะสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนของครูที่สามารถทำให้ครูเลือกใช้องค์ประกอบต่างๆ ของสื่อ (feature) บนระบบมาช่วยในการออกแบบกิจกรรมร่วมกับสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ผู้วิจัยศึกษาและออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น และศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อนำผลการศึกษามาอภิปรายผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้และนำผลการศึกษามาขยายผลไปสู่การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ในระดับชั้นเรียน โรงเรียน และประเทศต่อไป

CHULALONGKORN UNIVERSITY

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาและออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
2. ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นมีขั้นตอนและองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้อย่างไรบ้าง
2. ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นอย่างไร

สมมติฐานในการวิจัย

ด้วยการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ผู้สอนมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ เช่น สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง (Interactive Simulation) สื่อวิดีโอ และสื่อกราฟิกแอนิเมชัน เป็นต้น อีกทั้งการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนไม่ได้ถูกจำกัดให้เกิดเพียงแคในห้องเรียนเท่านั้น แต่ยังสามารถจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้สามารถเรียนรู้ได้บนอุปกรณ์พกพาส่วนตัว ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้สอนสามารถออกแบบให้เกิดการเรียนรู้ทั้งในรูปแบบต่าง ๆ หรือประยุกต์ใช้ร่วมกับการสอนในห้องเรียนปกติได้ งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบสมมติฐานในการวิจัยไว้ ดังนี้

สมมติฐานของการวิจัยเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 มีดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เกิดการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เกิดการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนในระดับที่สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีประสบการณ์การใช้งานคอมพิวเตอร์เป็นตัวแปรแทรกซ้อน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ของโรงเรียนในสังกัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม จำนวน 2 ห้องเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยมีคุณสมบัติของตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1.1 กลุ่มทดลอง

- 1) ผู้เรียนมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้บนระบบการจัดการเรียนรู้ มีอีเมลที่พร้อมสำหรับการทดลองได้
- 2) ผู้เรียนมีความพร้อมด้านอุปกรณ์ส่วนตัว เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต โน้ตบุ๊ก คอมพิวเตอร์ และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตส่วนตัวที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้
- 3) โรงเรียนมีความพร้อมทางด้านกายภาพ มีการสนับสนุนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น แท็บเล็ต และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้
- 4) ได้รับการยินยอมจากนักเรียนในการใช้อุปกรณ์ร่วมกับการเรียนรู้

1.2 กลุ่มควบคุม

- 1) ผู้เรียนมีความพร้อมด้านอุปกรณ์ส่วนตัว เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต โน้ตบุ๊ก คอมพิวเตอร์ และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตส่วนตัวที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้
- 2) โรงเรียนมีความพร้อมทางด้านกายภาพ มีการสนับสนุนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น แท็บเล็ต และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้
- 3) ได้รับการยินยอมจากนักเรียนในการใช้อุปกรณ์ร่วมกับการเรียนรู้

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

สาระการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามมาตรฐาน และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ ซึ่งผู้เรียนจะได้ใช้ระบบการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตร่วมกับการเรียนรู้ในห้องเรียน โดยนำจุดเด่นของระบบการเรียนรู้บนเครือข่ายที่มีพื้นที่ในการเก็บข้อมูลอย่างไม่จำกัดพื้นที่สามารถเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนออกแบบไว้ได้ทุกที่ ทุกเวลา และได้หลากหลายอุปกรณ์ มาส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการทำงานร่วมกัน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น แลกเปลี่ยนข้อมูล บันทึกผลการทดลอง และลงข้อสรุปร่วมกัน บนอุปกรณ์ส่วนตัวแบบพกพา เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือโน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน

2) การจัดการเรียนรู้ใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ซึ่งผู้เรียนจะได้ใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงบนอุปกรณ์ส่วนตัวแบบพกพา เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือโน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่สำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นสมรรถนะที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นกระบวนการผ่านขั้นตอนการคิดอย่างเป็นระบบ โดยประกอบด้วยสมรรถนะย่อยได้แก่ 1) ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 3) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 4) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 5) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย โดยใช้แบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์แบบอัตนัยร่วมกับแบบสังเกตพฤติกรรม การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

โดยจากงานวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นการวัดและประเมินผลในด้านความรู้ทั้งองค์ความรู้ที่ให้นักเรียนนำมาบูรณาการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา การหาคำตอบตามสถานการณ์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานมีความสำคัญต่อผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กล่าวคือเมื่อผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีความรู้ ความเข้าใจในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้แล้วจะสามารถพัฒนาและต่อยอดไปสู่การพัฒนาสมรรถนะในระดับที่สูงขึ้นได้ เช่น การออกแบบวิธีการด้วยเทคนิคขั้นตอนโดยใช้ทักษะกระบวนการในระดับที่สูงขึ้น และนำไปสู่การพัฒนาเจตคติและการเห็นคุณค่าของการค้นคว้าหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

กรอบแนวคิดการวิจัย

(ตัวแปรต้น)



กรอบแนวคิดการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1) สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry Competency)

เป็นการประมวลองค์ความรู้จากการศึกษาหาความรู้ (K) โดยใช้กระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (P) และการมีคุณลักษณะ (A) ที่เอื้อต่อการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ คือ รักในควมมีเหตุผล กล้าพูด กล้าแสดงออก รับฟังความคิดเห็น และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและ ปรากฏการณ์ที่เป็นผลจากการกระทำของมนุษย์ รวมทั้งใช้การโต้แย้งเพื่อตัดสินใจประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อตนเอง ครอบครัว ชุมชน สังคม ประเทศ และโลก โดยในแต่ละด้านของการวัดประกอบด้วยสมรรถนะย่อย 5 ด้าน คือ 1) ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 3) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 4) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 5) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย ผ่านเครื่องมือวัดประเภทต่าง ๆ ได้แก่ 1) การวัดการประมวลองค์ความรู้จากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการสืบสอบซึ่งวัดโดยใช้แบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบอัตโนมัติ และประเมินผลโดยใช้เกณฑ์การประเมินชิ้นงานที่แสดงถึงสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ 2) การวัดกระบวนการการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (P) โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน 3) การประเมินกระบวนการจัดการเรียนรู้ระบบ โดยใช้แบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และ 4) การประเมินชิ้นงาน (Task) ของผู้เรียนรายคาบผ่านแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric

โดยจากงานวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นการวัดและประเมินผลในด้านความรู้ทั้งองค์ความรู้ที่ให้นักเรียนนำมาบูรณาการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา การหาคำตอบตามสถานการณ์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานมีความสำคัญต่อผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กล่าวคือเมื่อผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีความรู้ ความเข้าใจในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้แล้วจะสามารถพัฒนาและต่อยอดไปสู่การพัฒนาสมรรถนะในระดับที่สูงขึ้นได้ เช่น การออกแบบวิธีการด้วยเทคนิคขั้นตอนโดยใช้ทักษะกระบวนการในระดับที่สูงขึ้น และนำไปสู่การพัฒนาเจตคติและการเห็นคุณค่าของการค้นคว้าหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

เป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์และสถานการณ์ที่ผู้สอนออกแบบขึ้นมา โดยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผู้สอนควรออกแบบสถานการณ์ที่สอดคล้องและเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันทั้งในสถานการณ์ที่คุ้นเคย และสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย หรือสถานการณ์

ใหม่ ดังนั้นการออกแบบสถานการณ์ และการสรุปผลการเรียนรู้จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ที่ผู้สอนต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างดี ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ จำลองเสมือนจริงประกอบด้วย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นเชื่อมโยง ประสบการณ์เดิม (Concrete Experience) 2. ขั้นศึกษาสถานการณ์ (Simulation briefing) 3. ขั้นสะท้อนคิดจากสถานการณ์ (Reflective observation & thinking) 4. ขั้นออกแบบแนวคิด (Conceptualization) 5. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting) 6. ขั้นสรุปและขยายความรู้ (Elaboration) โดยในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนจะมีบทบาท เป็นผู้เรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learner) ได้แก่ การร่วมแสดงความคิดเห็น การระดม ความคิด การแสดงการอภิปราย การมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับสื่อและสถานการณ์จำลองเสมือนจริง เป็นต้น

3) แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

เครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อช่วยและสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ หรือการทำงานให้ บรรลุตามวัตถุประสงค์หรือตามลักษณะการปฏิบัติร่วมกันผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต โดยมีจุดประสงค์เพื่อเป็นพื้นที่แลกเปลี่ยนผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ด้วย เครื่องมือต่าง ๆ ได้แก่ กระดานสนทนา ระบบการประชุมแบบประสานเวลา การ แลกเปลี่ยนเอกสาร หรือไฟล์ เป็นต้น โดยประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ การส่ง ข้อความด่วน (Instant messaging) เครื่องมือการทำงานแบบกลุ่ม (Groupware) การ ประชุมออนไลน์บนเว็บ (Web conferencing) พื้นที่การทำงานแบบร่วมกันและพื้นที่ แลกเปลี่ยนข้อมูลแบบเสมือน (Virtual collaboration and sharing information) อีเมล (Email) และ การแชร์หน้าจอ (Desktop or screen sharing)

4) การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบน แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

เป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์และสถานการณ์ที่ผู้สอนออกแบบขึ้นมา โดย ในการศึกษาครั้งนี้ใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงเพื่อ ส่งเสริมกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อาจใช้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ ดังนี้ 1) การใช้สื่อ จำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงในขั้นกระตุ้นความสนใจและนำไปสู่การเรียนรู้จากสถานการณ์ 2) การใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงในขั้นก่อนการทดลองเพื่อใช้ในการออกแบบ กระบวนการหาคำตอบ 3) การใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงในขั้นการทดลองเสมือน จริงเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ และใช้สถานการณ์จำลองในการอธิบายสถานการณ์หรือการ ทดลอง และ 4) การใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงในขั้นขยายความรู้เพื่อเชื่อมโยงไปยัง สถานการณ์ใหม่ โดยนำคุณลักษณะ (Feature) ของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ที่

สามารถแทรกสื่อประสมประเภทต่าง ๆ ได้ผ่านการแทรกสื่อ (Embed) การติดตั้ง Plugin บนแถบเครื่องมือบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ โดยในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้บนแพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือในรูปแบบประสานเวลา โดยนำแพลตฟอร์มมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนบนอุปกรณ์ส่วนตัวของนักเรียนแบบรายบุคคล (1 อุปกรณ์/นักเรียน 1 คน)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ด้านผู้เรียน

1. ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญที่จะช่วยให้พัฒนาต่อยอดสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ในรายวิชาอื่น ๆ ได้ จากการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานร่วมกับแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์
2. ผู้เรียนได้นำสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนรู้ ไปพัฒนาและต่อยอดในการสืบสอบความรู้เพื่อประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือ สถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

ด้านผู้สอน

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนตามสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้จุดเด่นของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์มาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งร่วมกับการเรียนการสอนในห้องเรียน หรือ การเรียนการสอนแบบออนไลน์เมื่อเกิดสถานการณ์ที่ไม่ปกติ

ด้านสถานศึกษา

1. เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโรงเรียน เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนของสถาบันได้รับการพัฒนาสมรรถนะสำคัญที่ผู้เรียนในยุคปัจจุบันควรได้รับ
2. เป็นจุดเริ่มต้นขององค์ความรู้ด้านการต่อยอดและพัฒนาไปสู่งานวิจัยด้านครุศาสตร์-ศึกษาศาสตร์ของสถาบัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

- 1.1 ความหมายและองค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
- 1.2 การประเมินสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 ความสำคัญของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใน
- 1.4 การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน
- 1.5 เทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทาง

วิทยาศาสตร์

2. การเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน

- 2.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน
- 2.2 องค์ประกอบของการการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน
- 2.3 เทคโนโลยีที่ช่วยในการสนับสนุนการจัดการการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน
- 2.4 ความสำคัญของการจัดการการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน

3. แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

- 3.1 ความหมายของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์
- 3.2 องค์ประกอบของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์
- 3.3 จุดเด่นและประโยชน์ของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ในการจัดการเรียน

การสอน

- 3.4 แนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

4) สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง

- 4.1 ความหมายของสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง
- 4.2 องค์ประกอบของสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง
- 4.3 จุดเด่นและประโยชน์ของสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงในการจัดการเรียน

การสอน

4.4 แนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง

5) สภาพแวดล้อมทางการเรียนเสมือนจริง

5.1 ความหมายของสภาพแวดล้อมทางการเรียนเสมือนจริง

5.2 องค์ประกอบของสภาพแวดล้อมทางการเรียนเสมือนจริง

5.3 จุดเด่นและประโยชน์ของสภาพแวดล้อมทางการเรียนเสมือนจริงในการจัดการเรียนการสอน

โดยมีรายละเอียดของทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายและองค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

1.1.1 ความหมายของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

1) ความหมายของสมรรถนะ

สมรรถนะ เป็นระดับความสามารถ ความชำนาญการของแต่ละบุคคลในการใช้ความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ตนมี เพื่อดำเนินการหรือปฏิบัติงานและสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันจนประสบความสำเร็จ โดยระดับสมรรถนะแสดงได้จากระดับความชำนาญการ (Proficiency level)

McClelland (1973) ได้นำเสนอองค์ประกอบสำคัญของการเกิดสมรรถนะในตัวบุคคล ตามแนวคิดสมรรถนะบุคคลของ David McClelland ที่ต้องประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ทักษะ หมายถึง สิ่งที่บุคคลกระทำได้ดี หรือสิ่งที่ฝึกฝนหรือกระทำจนเกิดความชำนาญ

2) ความรู้ หมายถึง ความรู้เฉพาะด้านของบุคคล

3) ทศนคติ ค่านิยม และความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพลักษณ์ของตนเอง

4) บุคลิกประจำตัวบุคคล

5) แรงจูงใจ หรือแรงขับภายใน

คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา (2563) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบของการเกิดสมรรถนะโดยคณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษาได้เสนอผลการวิเคราะห์องค์ประกอบที่สำคัญ 7 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้ (Knowledge) 2) ทักษะ (Skill) 3) คุณลักษณะ/ เจตคติ (Attribute / Attitude) 4) การประยุกต์ใช้ (Application) 5) การกระทำ / การปฏิบัติ (Performance) 6) งานและสถานการณ์ต่าง ๆ (Tasks / Jobs / Situations) และ 7) ผลสำเร็จ (Success) ตามเกณฑ์ที่กำหนด (Performance Criteria)

จากองค์ประกอบการเกิดสมรรถนะในตัวบุคคลของ David McClelland และคณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา สรุปเป็นองค์ประกอบและความหมายของการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะบุคคล ได้ว่าเป็น การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ประมวล

ความรู้ ทักษะ เจตคติและแรงจูงใจของแต่ละบุคคล เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และสถานการณ์ต่าง ๆ จนประสบความสำเร็จ โดยกระบวนการดังกล่าว จะต้องเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนจนสามารถวัดและประเมินผลได้จากระดับผลการปฏิบัติงาน เรียกว่า ระดับความชำนาญการ (Proficiency level)

2) ความหมายของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ เป็นการทำงานเพื่อสืบเสาะหาคำอธิบายสิ่งที่สนใจทั้งโดยส่วนตัวและร่วมกันของกลุ่มคนที่มีความสนใจเดียวกัน การสืบสอบจึงเป็นมากกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ แต่เป็นการค้นคว้าหาคำตอบที่สนใจผ่านการทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ และมีอิสระ และไม่เป็นลำดับขั้นที่ตายตัว โดยมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้ 1) คำถามที่สามารถหาคำตอบหรือตรวจสอบได้ 2) ข้อมูลหลักฐานทั้งเชิงประจักษ์และจากที่ผู้อื่นค้นพบ 3) การทำความเข้าใจ วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ แล้วหาความสัมพันธ์ของข้อมูลและสร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถามที่สงสัย 4) การเชื่อมโยงเปรียบเทียบคำอธิบายของตนเองกับผู้อื่น 5) การสื่อสารคำอธิบายหรือสิ่งที่ค้นพบให้ผู้อื่นทราบ โดยการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์นี้อาจเกิดเป็นวงจร หรือ วงจรซ้ำซ้อนได้ โดยประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ 1) ขั้นตั้งคำถามจากประเด็นปัญหาหรือสิ่งที่สนใจ 2) ขั้นการเตรียมการสืบสอบและสร้างสมมติฐาน 3) ขั้นตอนออกแบบและวางแผนกระบวนการหาคำตอบ วิธีการ วัสดุและอุปกรณ์ 4) ขั้นการสืบสอบสำรวจตรวจสอบ 5) ขั้นวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล และ 6) ขั้นสรุปและอภิปรายความเห็นร่วมกันในประชาคม เป็นต้น

เมื่อพิจารณาจากความหมายของสมรรถนะ และการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงหมายถึง ผลจากการประมวลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Body of Knowledge) และ 2) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Methods) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific skills) และจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) นำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและบริบทต่าง ๆ ของสังคม ซึ่งแสดงออกได้ตามสมรรถนะย่อยคือ การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ การแปลความหมายและหาหลักฐานสนับสนุนเชิงประจักษ์ในทางวิทยาศาสตร์ ตามที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น

นอกจากนี้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ให้นิยามและกล่าวถึงสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ไว้แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ความหมายและการนิยามสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย	ความหมายและการนิยามสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
Arnold, Boone, Kremer, and Mayer (2018)	กระบวนการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยผู้เรียนต้องแสดงออกถึงสมรรถนะเพื่อบ่งบอกถึงระดับความสามารถในด้านต่าง ๆ 3 ด้าน คือ 1) การสร้างคำถามและสมมติฐาน 2) การออกแบบการทดลอง และ 3) การวิเคราะห์ข้อมูล
ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ (2562)	การประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ เป็นสมรรถนะย่อยของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) โดยเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยหรือข้อคำถามใด ๆ นักเรียนต้องแสดงออกซึ่งสมรรถนะตามองค์ประกอบต่าง ๆ
Duran (2014)	กระบวนการที่ผู้เรียนต้องนำเสนอสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และเลือกวัสดุ อุปกรณ์ที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ โดยผ่านกระบวนการต่าง ๆ
Y.-C. Chen, Pan, Hong, Weng, and Lin (2019)	กระบวนการที่เป็นผลมาจากกระบวนการสังเกตปรากฏการณ์ วิเคราะห์ตีความ คาดคะเน รวบรวมและสร้างข้อสรุปความรู้ โดยการออกแบบกระบวนการในการหาความรู้ การรวบรวมข้อมูล และการสรุปผลอย่างเป็นระบบ
OECD (2019c)	OECD ได้จัดให้สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ เป็นสมรรถนะย่อยในกรอบการประเมินสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์
Surr, W., Loney, E., & Anderson, K. (2016)	กระบวนการ หรือแนวทางที่หลากหลายของนักวิทยาศาสตร์ในการอธิบายผลการศึกษาดัง ๆ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความรู้ และเข้าใจแนวทางการสืบค้นความรู้แบบนักวิทยาศาสตร์

จากตารางแสดงความหมายและนิยามสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ นิยามของสมรรถนะ และการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปนิยามของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่ผู้เรียนประมวลความรู้หรือประสบการณ์เดิมทางวิทยาศาสตร์(K) ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific process ; P) และคุณลักษณะที่สำคัญ (A) แบบนักวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ โดยต้องอาศัยแรงจูงใจในการหาคำตอบของแต่ละบุคคล เพื่อนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน สถานการณ์ต่าง ๆ หรือแก้ไขปัญหาจนประสบความสำเร็จ โดยกระบวนการดังกล่าว จะต้องเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนจนสามารถวัดและประเมินผลได้จากระดับผลการปฏิบัติงาน เรียกว่าระดับความชำนาญการ (Proficiency level)

1.1.2 องค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

รายงานเกี่ยวกับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมักมีผู้ให้นิยามและกล่าวถึงว่าเป็นส่วนหนึ่งของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ดังเช่นจากรายงานขององค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) กล่าวไว้ในรายงานการประเมินผลร่วมกับนานาชาติ (PISA, 2018) นอกจากนี้ (สสวท.) (2560) ได้กล่าวถึง การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยบุคคลที่จะสื่อสารและทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำเป็นต้องมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้ คือ

- 1) การอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติและปรากฏการณ์ที่เปลี่ยนแปลงจากการกระทำของมนุษย์ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตนเอง ชุมชน ประเทศ และระดับโลก
- 2) ประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพื่อตอบคำถามและเพื่อสรุปผลอย่างสมเหตุสมผล
- 3) ปฏิบัติการแปลความหมายข้อมูลและหลักฐานสนับสนุนเชิงประจักษ์ในทางวิทยาศาสตร์

(สสวท.) (2560) จึงได้กล่าวถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์โดยตรง คือ สมรรถนะด้านที่ 2 ประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพื่อตอบคำถามและเพื่อสรุปผลอย่างสมเหตุสมผล โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กล่าวว่า บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ต้องมีความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดของพฤติกรรมและตัวชี้วัดที่แสดงออกถึงสมรรถนะด้านนี้ ได้แก่

- 1) บุคคลต้องสามารถประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ
- 2) มีการแยกแยะคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยสมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดสอบที่เที่ยงตรง ต้องทำอย่างไร ต้อง

เปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด ต้องค้นคว้าสารและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีก และต้องทำอะไร อย่างไรจึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้

3) รู้ถึงความสำคัญและคุณค่าของงานวิจัยที่ผ่านมา ที่ส่งผลต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป รวมถึงการเข้าใจถึงความสำคัญของการตั้งข้อสงสัยในการรายงานของสื่อ เกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์ว่า ข้อค้นพบจากงานวิจัยต่าง ๆ อาจมีความคลุมเครือ ไม่แน่นอน หรือมีความลำเอียงได้ เป็นต้น

Next Generation Science Standards: For States, By States 2013) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในกรอบแนวคิดของมาตรฐานวิทยาศาสตร์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next Generation Science Standards หรือ NGSS) โดยประกอบด้วยกระบวนการฝึกฝนทักษะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การระบุคำถาม (การเรียนรู้วิทยาศาสตร์) และระบุปัญหา (กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม)
2. ออกแบบและพัฒนาโดยใช้แบบจำลอง (model)
3. วางแผนกระบวนการได้มาซึ่งคำตอบ
4. วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล
5. ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาการคำนวณ
6. สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (การเรียนรู้วิทยาศาสตร์) และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม)
7. ร่วมการอภิปรายโต้แย้งจากหลักฐานเชิงประจักษ์
8. ประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานและสื่อสารข้อมูลและสารสนเทศ

นอกจากนี้ยังได้มีบทความวิชาการ บทความวิจัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ การประเมินที่ส่งเสริมการเกิดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ได้ระบุขั้นตอนและพฤติกรรมบ่งชี้ไว้ โดยจะได้แสดงการวิเคราะห์ผลความสอดคล้อง ในรูปแบบแจกแจง ดังนี้

ตารางที่ 2 ขั้นตอนและพฤติกรรมบ่งชี้ต่อการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับ สมรรถนะการสืบสอบทาง วิทยาศาสตร์	กรอบแนวคิดของ OECD	แนวคิดการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดย สสวท. (สวท., 2560)	(คณะกรรมการอิสระเพื่อการ ปฏิรูปการศึกษา, 2563)	H.-P. Chang et al., 2011	Arnold et al., 2018	(Abreu, Peloquin, & Ottenbacher, 1998
กระบวนการสืบสอบ						
ตั้งประเด็นปัญหา	/	/	/	/	/	/
กำหนดตัวแปรต้น				/		
กำหนดตัวแปรตาม				/		
ตั้งประเด็นปัญหา	/	/	/	/	/	/
ตั้งสมมติฐาน	/	/	/	/	/	/
ระบุตัวแปรต้นในสมมติฐาน				/	/	
ระบุตัวแปรตามในสมมติฐาน				/	/	
คาดคะเนคำตอบ				/	/	/
สร้างประโยคสมมติฐาน					/	
เลือกสมมติฐานที่ต้องการศึกษา					/	
ออกแบบกระบวนการหาคำตอบ	/	/	/	/	/	/
ออกแบบตามตัวแปรต้น				/		
ออกแบบตามตัวแปรตาม				/		
หาความสัมพันธ์ของตัวแปร				/		
การเลือกเครื่องมือ				/		
การเลือกวิธีที่หลากหลาย				/		
การวิเคราะห์ข้อมูล	/	/	/	/	/	/
อธิบายผลการศึกษา	/	/	/	/	/	/
ตีความหมายข้อมูล	/	/	/	/	/	/
ความถูกต้องแม่นยำ					/	
การแสดงความคิดเห็น					/	
การให้ข้อเสนอแนะ					/	

จากตารางวิเคราะห์องค์ประกอบของพฤติกรรม และตัวชี้วัดที่บ่งบอกถึงการมีสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งเน้นให้มีความสามารถในการอธิบาย และการประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ประเด็นต่าง ๆ ได้เป็น 5 ด้าน ดังนี้

- 1) ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 3) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 4) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 5) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

1.2 การประเมินสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

ในการประเมินระดับสมรรถนะในบุคคล สามารถประเมินผลสัมฤทธิ์เป็นระดับผลการปฏิบัติงาน เรียกว่า ระดับความชำนาญการ (Proficiency level)

H.-P. Chang et al. (2011) ได้เสนอพฤติกรรมที่แสดงถึงสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำแนกตามสมรรถนะย่อยด้านต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงพฤติกรรมบ่งชี้จำแนกตามระดับความชำนาญการ (Proficiency level) สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (H.-P. Chang et al., 2011)

สมรรถนะย่อย	ระดับความชำนาญการ (Proficiency level)
กำหนดประเด็นปัญหาและตั้งสมมติฐาน	ระดับ 1 สามารถตั้งคำถามที่ไม่เข้าใจผ่านการสังเกตได้
	ระดับ 2 สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาเพื่ออธิบายความเข้าใจในเชิงลึกได้
	ระดับ 3 คาดคะเนความเป็นไปได้ของคำตอบจากประเด็นปัญหาได้
ออกแบบกระบวนการหาคำตอบ	ระดับ 1 อธิบายข้อมูลที่ต้องรวบรวมสำหรับการทดลองได้
	ระดับ 2 เลือกวิธีการศึกษาอย่างเหมาะสม สอดคล้องกับประเด็นปัญหาได้
	ระดับ 3 เลือกปัจจัยที่อาจเป็นไปได้ในการออกแบบการทดลองได้
	ระดับ 4 ออกแบบขั้นตอนและกระบวนการทดลองที่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาได้

สมรรถนะย่อย	ระดับความชำนาญการ (Proficiency level)
ศึกษา ทดลอง และรวบรวมข้อมูล	ระดับ 1 สังเกตและบันทึกข้อมูลการทดลองอย่างรอบคอบ
	ระดับ 2 ทดลองและเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์เพื่อใช้ในการหาคำตอบได้
	ระดับ 3 ทดลองตามกระบวนการที่ออกแบบไว้จนสำเร็จลุล่วง
วิเคราะห์ ตีความ และลงข้อสรุปข้อมูล	ระดับ 1 เปรียบเทียบและจำแนกข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้
	ระดับ 2 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายความหมายของการทดลอง
	ระดับ 3 ลงข้อสรุปอย่างมีเหตุและผลสอดคล้องกับผลการทดลองได้
	ระดับ 4 อธิบายปรากฏการณ์ตามผลการทดลอง หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ได้

Arnold et al. (2018) ได้เสนอแนวคิดพฤติกรรมที่แสดงถึงสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ จำแนกตามสมรรถนะย่อยด้านต่าง ๆ ดังนี้ 1) การตั้งสมมติฐาน 2) การออกแบบกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และ 3) ข้อมูลและผลการศึกษา แสดงผลการศึกษาได้ ดังตาราง

ตารางที่ 4 แสดงพฤติกรรมบ่งชี้จำแนกตามระดับความชำนาญการ (Proficiency level) เกี่ยวกับสมรรถนะด้านการออกแบบกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Arnold et al., 2018)

สมรรถนะย่อย	พฤติกรรมบ่งชี้จำแนกตามระดับความชำนาญการ (Proficiency level)		
	I	II	III
กำหนดตัวแปรตาม	สังเกตลักษณะที่ไม่จำเพาะเจาะจง โดยไม่บอก และไม่สามารถระบุตัวแปรตามได้	ระบุชื่อตัวแปรได้ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	ระบุชื่อตัวแปรได้ถูกต้องสมบูรณ์
กำหนดตัวแปรต้น	ระบุตัวแปรต้นที่ไม่จำเพาะเจาะจงวิธีการได้	ระบุตัวแปรต้นโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณประกอบการเลือกชนิดตัวแปรต้นที่จะนำมาใช้	ระบุตัวแปรต้นโดยเลือกวิเคราะห์ตัวแปรที่ดีที่สุดด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ
สร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร	สร้างคำอธิบายทั่วไปจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ 1-2 ประเด็นเป็นอย่างน้อย	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ตั้งแต่ 3 ประเด็นขึ้นไป
เวลาในการศึกษา	ปฏิบัติได้ 1 ข้อตามข้อกำหนดที่ตกลงไว้ เช่น	ปฏิบัติได้ 2 ข้อตามข้อกำหนดที่ตกลงไว้ เช่น	ปฏิบัติได้ครบข้อตกลงทั้ง 3 ข้อตามข้อกำหนด

สมรรถนะ ย่อย	พฤติกรรมบ่งชี้จำแนกตามระดับความชำนาญการ (Proficiency level)		
	I	II	III
	เวลาเริ่ม ช่วงเวลาในการ ทดลอง หรือระยะเวลา ในการเก็บข้อมูล เป็นต้น	เวลาเริ่ม ช่วงเวลาในการ ทดลอง หรือระยะเวลาใน การเก็บข้อมูล เป็นต้น	ที่ตกลงไว้ เช่น เวลาเริ่ม ช่วงเวลาในการทดลอง หรือระยะเวลาในการ เก็บข้อมูล เป็นต้น
การทดลอง ซ้ำ	ทดลองซ้ำโดยเปลี่ยน วัสดุอุปกรณ์ ไม่เป็นไป ตามที่ได้วางแผนไว้	ทดลองซ้ำโดยไม่เปลี่ยน วัสดุอุปกรณ์ และไปตามที่ ได้วางแผนไว้	ทดลองซ้ำโดยไม่เปลี่ยน วัสดุอุปกรณ์ และไป ตามที่ได้วางแผนไว้ และ มีการปรับปรุง ประยุกต์ใช้วัสดุอื่น ใน การทดลองครั้งต่อไป

Abreu, Peloquin, and Ottenbacher (1998) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมบ่งชี้เกี่ยวกับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ระดับความชำนาญการ (Proficiency level) เฉพาะสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ จากตารางแสดงระดับความชำนาญการสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ (Abreu et al., 1998)

สมรรถนะย่อย	ระดับความชำนาญการ (Proficiency level)		
	เริ่มต้น	พื้นฐาน	ชำนาญ
ด้านความรู้ (K) การสืบสอบทาง วิทยาศาสตร์	ใช้วิจ ารณ ญา ณ เพื่ อ ที่ จ ะ ป ฏิ บั ติ เรี ย น รู้ จั ด ก า ร และ ส น จั ใน ก า ร ห า ค ำ ต อ บ	ประยุ กต์ ใช้ กรอบ แนวคิ ด ทฤษฎี ในการ อ ำ ง อิง และ ส ร ำ ง ค ำ อธิ บาย จา ก การศึ กษาคั นคว ำ และก ำหนดประเด็นที่ ส น จั ได้	แสดงความคิดเห็ น และสรุ ป แนวคิ ด เกี่ ยวกับทฤษฎี และ สร ำ งคำอธิบายจาก การศึ กษาคั นคว ำของ ตนเองได้
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P) กระบวนการสืบสอบ	ระบุปัญห ำ ก ำหนด ประ เติ น ปัญ ห ำ วางแผน รวบรวม ข้อมูล วิเคราะห์ ผลลั พ ธ์ และลงส ู่ ข้อสรุปรวมกันได้	ท ด ส อ บ แ ล ะ ตรว จ ส อ บ ต ัว แปรที่ เกี่ ยวข้องอย่างแม่นย ำ และสั มพันธ์กัน	ระบุตัวแปรที่เชื่ อถื อ ได้ และเกิดประโยชน์ ต่อกา รศึ กษาคั นคว ำ โดยผ่านกระบวนการ คิ ด อ ย่ ำ ง มี วิจ ารณ ญา ณ
ด้านคุณลักษณะ (A)	เห็นความส ำคัญต่อ	เห็นคุณค่าของทฤษฎี	เห็นคุณค่าในการสรุ ป

สมรรถนะย่อย	ระดับความชำนาญการ (Proficiency level)		
	เริ่มต้น	พื้นฐาน	ชำนาญ
เห็นคุณค่าและ ความสำคัญของการ สืบสอบทาง วิทยาศาสตร์	การประยุกต์ใช้ทฤษฎี สู่การปฏิบัติ	แหล่งอ้างอิง และ ประยุกต์ใช้ความรู้ ทั่วไปได้	ความเห็น และ วิเคราะห์หลักการโดย ผ่านกระบวนการคิด อย่างมีวิจารณญาณ

OECD (2017) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมบ่งชี้ที่แสดงถึงการมีสมรรถนะการรู้
วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ด้านที่ 2 คือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบการสืบ
สอบทางวิทยาศาสตร์ โดยมีประเด็นเฉพาะด้านสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ตารางที่ 6 ระดับตัวชี้วัดสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ด้านที่ 2 คือ สมรรถนะการประเมินและ
ออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ตามตัวชี้วัดของ OECD โดยอิงตามรูปแบบการสอบ PISA
2015 รอบ Computer based Test (OECD, 2017)

ระดับ	พฤติกรรมบ่งชี้ที่แสดงออกในแต่ละระดับ	บทบาทของนักเรียน
ระดับ 6	ผู้เรียนในระดับนี้สามารถประเมินแนว ทางการออกแบบการทดลองที่ซับซ้อนได้ ตามประเด็นการศึกษาเชิงลึก หรือ สถานการณ์ต่าง ๆ และสามารถเลือก กระบวนการที่ดีที่สุดได้	1. ประเมินกระบวนการ และสืบค้นโดย ใช้กระบวนการสืบค้นความรู้ที่ ประกอบด้วยหลายปัจจัย และตัวแปร ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง 2. ประเมินและเลือกวิธีการ หรือข้อมูล ที่ดีที่สุดเพื่อนำมาใช้ในการอธิบาย ความรู้ หรือกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ 3. ประเมินและแสดงความเห็นเกี่ยวกับ แบบจำลองปรากฏการณ์ที่มาจากการ ทดลองได้
ระดับ 5	ผู้เรียนในระดับนี้สามารถประเมินและเลือก วิธีการ วิธีการทดลอง หรือข้อมูลที่จะ นำมาใช้ในการสืบสอบได้ สามารถอธิบาย ข้อจำกัดชุดข้อมูลได้	1. ประเมินคำถามว่าสามารถตรวจสอบ ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ หรือไม่ 2. อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับ กระบวนการออกแบบการทดลอง 3. ออกแบบวิธีการในการหาข้อมูล เพิ่มเติมจากหลักฐานหรือชุดข้อมูลที่ยัง ไม่สมบูรณ์ได้ 4. เลือกการทดลองที่ดีที่สุดจาก 2 การ

ระดับ	พฤติกรรมบ่งชี้ที่แสดงออกในแต่ละระดับ	บทบาทของนักเรียน
		ทดลองที่ออกแบบมา และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับแนวทางที่เลือกในการได้มาซึ่งความรู้ 5. อธิบายกระบวนการได้มาซึ่งข้อมูลในบริบทที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรตามต่าง ๆ
ระดับ 4	ผู้เรียนในระดับนี้สามารถออกแบบการทดลองที่เกี่ยวข้องโดยประกอบด้วยสถานการณ์ที่มากกว่า 2 ตัวแปรในสถานการณ์จำกัดได้ และอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการที่ออกแบบได้ออกแบบวิธีการได้มาซึ่งความรู้ และตีความหมายข้อมูลจากบริบทที่ซับซ้อนและบริบทที่คุ้นเคย และลงข้อสรุปเพื่อนำไปจัดกระทำข้อมูลต่อไปได้ และสามารถใช้อ้างอิงจากสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยมาอธิบายคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้	1. ดำเนินการและตีความข้อมูลจากการทดลองพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรต้นได้ 2. ดำเนินการตามขั้นตอนการทดลองและระบุผลลัพธ์จากตัวเลือกที่หลากหลายได้ 3. ระบุข้อสรุปเพื่อตอบปัญหา และบอกแนวโน้มในการปรับปรุง แก้ไขต่อยอดข้อมูลได้ 4. อธิบายข้อสรุปเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองและวิธีการได้มาซึ่งความรู้ 5. ระบุคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในระดับที่ซับซ้อน หรือในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย
ระดับ 3	ผู้เรียนในระดับนี้สามารถออกแบบวิธีการหรือการได้มาซึ่งความรู้เพื่อที่จะออกแบบการทดลองพื้นฐานในบริบทที่กำหนดให้ และสามารถแยกแยะประเด็นระหว่างสิ่งที่เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์และไม่เป็นวิทยาศาสตร์	1. ระบุว่าตัวแปรใดควรควบคุมในการทดลอง 2. ออกแบบกระบวนการบนพื้นฐานของความรู้ทางอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และออกแบบกระบวนการทดลองแบบพื้นฐาน 3. ระบุบทบาทของสถานการณ์จำลองที่กำหนดให้เพื่อใช้ในการกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ 4. ระบุประเด็นที่สามารถแก้ปัญหาโดยใช้วิทยาศาสตร์ได้ 5. ได้รับสถานการณ์หรือบริบทที่จำกัดและตอบปัญหา หรือหาข้อมูลที่สามารถตอบปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ได้
ระดับ 2	ผู้เรียนระดับนี้สามารถออกแบบวิธีการหรือกระบวนการ โดยใช้ความรู้พื้นฐาน เพื่อที่จะ	1. ระบุวิธีการทดลองพื้นฐาน และสร้างคำถามได้

ระดับ	พฤติกรรมบ่งชี้ที่แสดงออกในแต่ละระดับ	บทบาทของนักเรียน
	ระบุคำถามที่จะนำไปสู่การออกแบบการทดลองแบบพื้นฐานได้ สามารถรวบรวมและตีความข้อมูลเพื่อที่จะใช้ตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับบริบทในชีวิตประจำวัน และสามารถแยกแยะประเด็นระหว่างสิ่งที่เห็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์และไม่เป็นวิทยาศาสตร์	2. แยกแยะระหว่างประเด็นคำถามที่เป็นวิทยาศาสตร์และไม่เป็นวิทยาศาสตร์ได้ 3. ตีความหมายข้อมูลและจัดกระทำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันได้ 4. ดำเนินการทดลอง รวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามพื้นฐานได้ 5. อธิบายแบบจำลองพื้นฐานและระบุองค์ประกอบของแบบจำลองเพื่อแทนความคิดได้
ระดับ 1a	ผู้เรียนในระดับนี้สามารถอธิบายการทดลองพื้นฐานได้ ว่าสิ่งใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม เพื่อใช้ในการหาคำตอบจากประเด็นคำถาม	1. ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ 2. ทดลองตามกระบวนการทดลองพื้นฐาน และเข้าใจผลการทดลองเมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไป
ระดับ 1b	ผู้เรียนในระดับนี้สามารถทดลองตามขั้นตอนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้	1. เข้าใจและดำเนินการในโปรแกรมสถานการณ์จำลองที่กำหนดให้ได้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวชี้วัดจากงานวิจัยต่าง ๆ และตัวชี้วัดของ OECD ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ โดยจำแนกออกเป็นระดับความชำนาญการ (Proficiency level) จำแนกตามองค์ประกอบย่อยต่าง ๆ ของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7 แสดงผลการสังเคราะห์ระดับความชำนาญการ (Proficiency level) สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะ	ระดับความชำนาญการ (Proficiency level)		
	ย่อย	เริ่มต้น	พื้นฐาน
ด้านความรู้ (K)			
การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	ใช้วิจารณ์ญาณเพื่อที่จะปฏิบัติเรียนรู้จัดการ และสนใจในการหาคำตอบ	ประยุกต์ใช้กรอบแนวคิด ทฤษฎีในการอ้างอิง และสร้างคำอธิบายจากการศึกษา ค้นคว้า และกำหนดประเด็นที่สนใจได้	แสดงความคิดเห็นและสรุปแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎี และสร้างคำอธิบายจากการศึกษาค้นคว้าของตนเองได้
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)			
กระบวนการสืบสอบ	ระบุปัญหา กำหนดประเด็นปัญหา วางแผน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลลัพธ์ และลงข้อสรุปร่วมกันได้	ทดสอบและตรวจสอบตัวแปรที่เกี่ยวข้องอย่างแม่นยำ และสัมพันธ์กัน	ระบุตัวแปรที่เชื่อถือได้ และเกิดประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้า โดยผ่านกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
กำหนดประเด็นปัญหาและตั้งสมมติฐาน	สามารถตั้งคำถามที่ไม่เข้าใจผ่านการสังเกตได้	สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาเพื่ออธิบายความเข้าใจในเชิงลึกได้	คาดคะเนความเป็นไปได้ของคำตอบจากประเด็นปัญหาได้
ออกแบบกระบวนการหาคำตอบ	อธิบายข้อมูลที่ต้องรวบรวมสำหรับการทดลองได้	เลือกวิธีการศึกษาอย่างเหมาะสม สอดคล้องกับประเด็นปัญหา และบอกปัจจัยที่อาจเป็นไปได้ในการออกแบบการทดลองได้	ออกแบบขั้นตอนและกระบวนการทดลองที่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาได้
ศึกษา ทดลอง และรวบรวมข้อมูล	สังเกตและบันทึกข้อมูลการทดลองอย่างรอบคอบ	ทดลองและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่อใช้ในการหาคำตอบได้	ทดลองตามกระบวนการที่ออกแบบไว้จนสำเร็จลุล่วง
วิเคราะห์ตีความ และลงข้อสรุปข้อมูล	เปรียบเทียบและจำแนกข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้	ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายความหมายของการทดลองในการลงข้อสรุปอย่างมีเหตุและ	อธิบายปรากฏการณ์ตามผลการทดลอง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ได้

สมรรถนะ		ระดับความชำนาญการ (Proficiency level)	
ย่อย	เริ่มต้น	พื้นฐาน	ชำนาญ
		ผลสอดคล้องกับผลการทดลองได้	
ด้านคุณลักษณะ (A)			
เห็นคุณค่าและให้ความสำคัญของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	เห็นความสำคัญต่อการประยุกต์ใช้ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ	เห็นคุณค่าของทฤษฎีแหล่งอ้างอิง และประยุกต์ใช้ความรู้ทั่วไปได้	เห็นคุณค่าในการสรุปความเห็น และวิเคราะห์หลักการโดยผ่านกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากตารางแสดงผลการวิเคราะห์ระดับความชำนาญการ (Proficiency level) สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ พบว่าผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ จำแนกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้ ซึ่งเป็นการคิด วิเคราะห์ ประยุกต์ใช้กรอบแนวคิด ทฤษฎีในการอ้างอิง หรือสร้างคำอธิบายจากการศึกษาค้นคว้า 2) ด้านทักษะ กระบวนการ ซึ่งประกอบด้วย กระบวนการสืบสอบ กำหนดประเด็นปัญหาและตั้งสมมติฐาน ออกแบบกระบวนการหาคำตอบ ศึกษาทดลอง และรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ ตีความ และลงข้อสรุปข้อมูล และ 3) ด้านคุณลักษณะ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงคุณค่าและความสำคัญของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

1.3 ความสำคัญของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

หากนักเรียนมีสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้ และศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ มีกระบวนการในการสืบค้นความรู้ ซึ่งสมรรถนะนี้จะเกิดขึ้นได้ต้องมาจากคุณลักษณะและแรงจูงใจในการสืบค้นความรู้ และความใฝ่รู้ ใคร่สงสัยในการหาคำตอบจากสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรือความใคร่รู้ ใคร่สงสัยในการคิดเพื่อแก้ปัญหา หรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยคุณลักษณะนี้หากได้รับการฝึกฝนบ่อย ๆ จนเกิดเป็นทักษะจำเพาะในแต่ละบุคคล เช่น ทักษะการคิดแก้ปัญหา ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น ซึ่งทักษะเหล่านี้ คือ ทักษะที่จำเป็นต่อผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21 รวมถึงทักษะในอนาคตอีกด้วย (Ananiadou & Claro, 2009)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้บนฐานกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้ปัญหาเป็นฐานในงานวิจัย พบว่า การจะทำให้เด็กนักเรียนเกิดสมรรถนะการ

สืบสอบทางวิทยาศาสตร์ได้นั้น ผู้สอนควรมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ มีสถานการณ์ให้เกิดการคิด กระตุ้นให้เกิดการใฝ่รู้อย่างท้าทาย ให้มีกระบวนการเชื่อมโยงไปสู่การสืบค้นความรู้ ทฤษฎี หรืองานวิจัยเพิ่มเติมในเชิงลึก ซึ่งการออกแบบกิจกรรมในลักษณะนี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดการเรียนรู้แบบ Constructivism (Y. L. Chang & Wu, 2018)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีข้อสังเกตในการนำกระบวนการสืบสอบไปใช้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ในผู้เรียนที่มีระดับความสามารถ หรือความชอบที่แตกต่างกัน ว่ามีความแตกต่างหรือข้อจำกัดในการเรียนรู้ หรือส่งผลต่อแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนหรือไม่อย่างไร โดยได้มีงานวิจัยที่ได้ทดลองเปรียบเทียบห้องเรียนที่มีความแตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถในระดับสูง (Gifted) และกลุ่มผู้เรียนห้องเรียนปกติพบว่า ทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างในด้านผลลัพธ์การเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญ กลับพบว่ากระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบนี้ช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนกลุ่มปกติมากขึ้น (Y.-C. Chen et al., 2019)

1.4 การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ในการออกแบบการเรียนรู้ ควรทำความเข้าใจและคำนึงถึงสมรรถนะที่ควรเกิดแก่นักเรียน (Dragos & Mih, 2015) เพื่อจะได้ออกแบบการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสมรรถนะที่ต้องการพัฒนา ทั้งนี้จากเอกสารการวิเคราะห์ของคณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา, 2563 ได้กล่าวว่า เมื่อผู้สอนจัดการเรียนรู้บนฐานแนวคิดการสืบสอบ และผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้บนฐานการเรียนรู้แบบสืบสอบ จะช่วยให้เกิดการพัฒนากลุ่มการเรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการพัฒนาความรู้ ทักษะ เจตคติและจิตวิทยาศาสตร์ เรียกการแสดงออกทางการเรียนรู้นี้ว่า สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา, 2563) จากแนวคิดของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ซึ่งอยู่บนฐานของแนว constructivism อันเป็นแนวคิดที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความจำระยะยาว ผู้สอนไม่สามารถสร้างให้ได้แต่ผู้สอนเป็นเพียงผู้จัดประสบการณ์เรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนสามารถรับการพัฒนาให้เกิดในทุกกลุ่มสาระ หรือรายวิชาได้ โดยการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีรูปแบบการสอน วิธีการสอน และเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ รูปแบบการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5E Learning Cycle Model) กระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (5 steps Collaboratives Learning Process) การสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือ การใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นต้น

1.5 เทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

จากแนวทางการจัดการเรียนการสอนของสสวท.ตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ.2550 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้านเทคโนโลยีว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผู้สอนต้องเลือกและใช้กลวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด สืบเสาะและใช้เทคโนโลยีร่วมสมัยผ่านการเรียนรู้อย่างสนุกสนาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

นอกจากนี้สาระสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กายภาพ โลกและอวกาศ การออกแบบเทคโนโลยี และวิทยาการคำนวณ ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ ทักษะและการมีส่วนร่วมโดยบูรณาการเทคโนโลยี เช่น การใช้เทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและเลือกใช้อย่างเหมาะสม อีกทั้งประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

นอกจากนี้หลักสูตรยังกำหนดมาตรฐานของผู้เรียนที่สำเร็จระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สามารถวิเคราะห์เป็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์และเลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างเหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ประเมิน เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบและได้ข้อมูลสารสนเทศตามวัตถุประสงค์ เช่น การสืบค้นข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยีและแหล่งสืบค้นต่าง ๆ การเลือกใช้ซอฟต์แวร์ประยุกต์ในการจัดกระทำข้อมูล (เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์จากโปรแกรมแผ่นงาน Spreadsheet software) การใช้เทคโนโลยีเพื่อการสำรวจตรวจสอบ (ใช้แอปพลิเคชันวัดระยะและการเคลื่อนที่ หรือการใช้จีพีเอสหรือซอฟต์แวร์แผนที่เพื่อหาระยะและการเคลื่อนที่ การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปจากเว็บไซต์ต่าง ๆ เพื่อจำลองการปฏิบัติการทดลอง (Virtual lab))

2) การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสื่อสาร นำเสนอเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ เช่น นักเรียนสรุปความรู้และนำเสนอโดยใช้โปรแกรมหรือเทคโนโลยีสารสนเทศต่าง ๆ ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือกเผยแพร่ผลงานผ่านเว็บบอร์ดหรือสื่อสังคมออนไลน์ของโรงเรียน การสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการอธิบายองค์ความรู้โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

3) การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

นอกจากนี้หลักสูตรยังกำหนดให้มีการบูรณาการทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยใช้กรอบความคิดเพื่อการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ปรับปรุงจาก P21 Framework for 21st Century Learning (Partnership for 21st Century Learning, 2009) โดยกำหนดว่าผลลัพธ์ที่ควรเกิดกับผู้เรียนแห่งศตวรรษที่ 21 ด้านที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี คือ ด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยหลักสูตรได้เสนอแนวทางให้

ผู้เรียนสามารถใช้เทคโนโลยีที่สอดคล้องตามยุคสมัยในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ ใช้สืบค้นข้อมูลทั้งจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ใช้จัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล ใช้สร้างแบบจำลอง

และจากงานวิจัยการใช้เทคโนโลยีร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (UPBL) ในการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกัน (Hung et al., 2012) และ (Lee, Hwang, Hung, & Lin, 2014) โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์บนหลักการยูบิควิตัส ที่เน้นการแลกเปลี่ยนประเด็นปัญหา ปรับปรุงกระบวนการสืบค้นหาคำตอบ กระบวนการได้มาซึ่งคำตอบ ที่ดำเนินการผ่านอุปกรณ์และเว็บแอปพลิเคชัน และมีกระบวนการอภิปรายผลทั้งในแบบออนไลน์ และในแบบพบปะกัน (Face to Face) โดยจากงานวิจัยนี้ช่วยสนับสนุนว่า การใช้เทคโนโลยีบนหลักการยูบิควิตัสจะช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบได้อย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ยังพบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น การใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการทดลองเสมือน ช่วยพัฒนาทักษะการสืบสอบ (J. Wang, Guo, & Jou, 2015) โดยมีขั้นตอนในการศึกษา ได้แก่ การกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษา การดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลองผ่านเว็บแอปพลิเคชันและการทดลองเสมือน การอภิปรายร่วมกันผ่านกระดานสนทนาออนไลน์ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์และการสร้างแบบจำลอง และปรับปรุงแบบจำลอง โดยพบว่าการสอนด้วยรูปแบบนี้ช่วยพัฒนาการแสดงออกทั้งทักษะกระบวนการ การลงข้อสรุป เจตคติต่อการเรียนรู้ การสื่อสาร และการสะท้อนคิดหรืออภิปราย เมื่อเทียบกับรูปแบบการเรียนรู้โดยทั่วไป

โดยผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ และสรุปประเด็นสังเคราะห์ที่ได้ดังตาราง

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความสอดคล้องการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้กับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและใช้เทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมการจัดการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์						
ประเด็นที่ สังเคราะห์	Techakosit and Wannapiroon (2015)	J. Wang et al. (2015)	Lee et al. (2014)	Stieff (2011) Yuliati et al. (2018)	Bhattacharje e and Muddgal (2020)	ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดา ชาติ (2562)
แนวคิดใน การนำ เทคโนโลยีมา ใช้ร่วมกับ การติดตาม แนวคิดการ สืบสอบ	สภาพแวดล้อม แบบโลกเสมือน จริงผสมผสาน แนวความคิดการ เชื่อมโยง ในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์	การจัดการเรียนรู้โดย แบบสืบสอบโดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน ร่วมกับการทดลอง เสมือน	Ubiquitous Problem- Based Learning	สังเคราะห์การ ออกแบบโดย ใช้ Visualization tools (computer- based visualize software) ต่อ ความ สามารถในการ สร้างตัวแทน ความคิดใน การจัดกา เรียนการสอน	นำรูปแบบการ เรียนรู้แบบสืบ สอบ (Inquiry based Learning) ร่วมกับการ โปรแกรมจำลอง (Simulations) บนแนวคิด Online interactive web based experiment simulations)	กล่าวถึงแนวทาง ในการใช้ เทคโนโลยีเพื่อ สนับสนุนการสืบ สอบ เช่น การ ทดลองเสมือน ด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและใช้เทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์				
ประเด็นที่ สังเคราะห์	Techakosit and Wannapiroon (2015)	J. Wang et al. (2015)	Lee et al. (2014)	Stieff (2011) Yuliati et al. (2018) Bhattacharje e and Muddgal (2020)
องค์ประกอบ หรือขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ ร่วมกับการใช้ เทคโนโลยี	บูรณาการแนวคิด การเชื่อมโยง connectivism โดยเลือกใช้ เทคโนโลยีโลก เสมือนจริง (Augmented Reality) มาใช้เพื่อ เสริมสร้าง ประสบการณ์ที่ไม่ สามารถสัมผัสได้ จากสถานที่จริง ใช้ ร่วมกับการจัดการ เรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based	การใช้เว็บแอปพลิเคชัน ร่วมกับขั้นตอนการ เรียนรู้ต่าง ๆ เช่น ขั้นตอนการดำเนินการ ทดลองการบันทึกผล การทดลองและการ ทดลองเสมือน การ อภิปรายร่วมกันผ่าน กระดานสนทนา ออนไลน์ เป็นต้น	ใช้หลักการออกแบบ ออกแบบ 3 UPBLS Design บนเว็บไซต์ที่ ทำปฏิบัติการ 1 หน้าที่เป็น 2) (Bell,et al แหล่งเรียนรู้ ออนไลน์ สำหรับนักเรียน ร่วมกับการ กิจกรรมการ (SimulationA ctivity) จำนวน 3 กิจกรรมและ ตรวจสอบ 4) ประเมินผล (Evaluate)	ดำเนินการตาม Inquiry based Learning (Bell,et al 2010) ประกอบด้วย 1) ขั้นสร้าง (Explore) 2) ขั้นอธิบาย (Explain) 3) ขั้นขยาย (Elaborate) 4) ขั้นประเมินผล (Evaluate)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและใช้เทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์				
ประเด็นที่ สังเคราะห์	Techakosit and Wannapiroon (2015)	J. Wang et al. (2015)	Lee et al. (2014)	Stieff (2011) Yuliati et al. (2018) Bhattacharje e and Muddgal ชาติ (2562)
Learning)				
จุดเด่นของ เทคโนโลยีที่ ช่วยสนับสนุน กระบวนการ	การใช้เทคโนโลยี โลกเสมือนจริง ช่วยจำลองสภาวะ การทดลอง บางอย่างที่ไม่ สามารถจัดขึ้นได้ หรือทดลองจริงได้ หรือเพื่อลด ข้อจำกัดอื่นในการ ทดลอง เช่น งบประมาณ วัสดุ อุปกรณ์ เป็นต้น	ดำเนินการผ่านเว็บ แอปพลิเคชัน ส่งผลดี ดังนี้ 1) ผู้เรียนดำเนินการได้ อย่างเป็นระบบ ขั้นตอน บนแพลตฟอร์ม (Platform) ได้ 2) จุดเด่นของการ ทดลองเสมือน ทำให้ ช่วยลดเวลาในการ เตรียมอุปกรณ์ และ ใช้ได้ดีในสถานการณ์ที่ ยากต่อการทดลอง หรือ	1) เทคโนโลยี ออนไลน์ทำให้ ผู้เรียนสามารถ ทำงานร่วมกัน ได้ (Collaboratio ns) 2) ช่วยให้ผู้ เรียนเรียนรู้ ได้มากกว่า 1 วิธี อื่น ๆ 3) สามารถ (จ ก เชื่อม โย ง ความรู้ และ ทำ น าย ที่ สามารถ เปรียบเทียบ โดย ทำ น าย ที่	1) ช่วยกระตุ้น ความสนใจ อารมณ์ที่ส่งผล ต่อการเรียนรู้ และเรียนรู้ได้ นักเรียนจะไม่ได้ ดำเนินการ ทดลองจริง แต่ ด้วยจุดเด่นของ โปรแกรมเสมือน โปรแกรม จริง ทำ ำ ให้ สามารถปรับตั้ง ค่า ปรับสเกลการ ทดลอง ที่อาจทำ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและใช้เทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์						
ประเด็นที่ สังเคราะห์	Techakosit and Wannapiroon (2015)	J. Wang et al. (2015)	Lee et al. (2014)	Stieff (2011) Yuliati et al. (2018)	Bhattacharje e and Muddgal (2020)	ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดา ชาติ (2562)
<hr/>						
สังเกตผลได้ยาก						
3) การวิเคราะห์ข้อมูล						
ทำได้สะดวกและ						
รวดเร็วมากขึ้น						
รวบรวมสื่อ						
กิจกรรมแหล่ง						
สืบค้นไว้ในที่						
เดียว						
3) ได้รับ						
การป้อนกลับ						
แบบทันทีจาก						
การได้ลงมือทำ						
ผ่านเครื่องมือทำ						
ดังกล่าว						
ท ด ล อ ง ใน						
สถานการณ์ใหม่						
ยาก						
<hr/>						

จากการวิเคราะห์ความสอดคล้องการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้กับการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์จาก 7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อภิปรายได้ตามจำนวน การพูดถึงในงานวิจัยจากมากที่สุดตามลำดับ ได้ดังประเด็นต่อไปนี้

- 1) มีการใช้เทคโนโลยีจำลองเสมือนจริงที่นำมาใช้ในการทดลอง หรือจำลองสถานการณ์บาง สถานการณ์ที่มีข้อจำกัด หรือไม่สามารถทดลองในห้องปฏิบัติการได้
- 2) การใช้เทคโนโลยีแพลตฟอร์มเพื่อเป็นแหล่งรวบรวมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอนบนเครื่องมือเดียวกัน

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ โดยเฉพาะงานวิจัยที่มีการนำเทคโนโลยี มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ หรือมุ่งเน้นเพื่อการ พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงได้ดังตารางการวิเคราะห์ความสอดคล้องการใช้ เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้กับองค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้



ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ความสอดคล้องการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้กับองค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	ชั้นการจัดการเรียนรู้	การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้	ความสอดคล้องการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้กับองค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
Stieff (2011)	1) ชั้นสังเกตและสร้างสมมติฐาน	สังเกตโครงสร้างตามทฤษฎีโดยใช้ Connected Chemistry simulations	สมรรถนะด้านที่ 1 สร้างคำถามและสร้างสมมติฐานที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบได้ (เปรียบเทียบความแตกต่าง และให้สร้างสมมติฐาน)
		เติมคำลงในช่องว่างในแผนภาพ	สมรรถนะด้านที่ 1 สร้างคำถามและสร้างสมมติฐานที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบได้ (เปรียบเทียบความแตกต่าง และให้สร้างสมมติฐาน)
		สร้างสมมติฐานจากคำถาม (Guided) โดยใช้เอกสาร / ใบงานบันทึกผล	วาดภาพแสดงแบบจำลองเพื่อแสดงการคาดคะเน
	2) ชั้นสำรวจตรวจสอบโดยใช้ Connected Chemistry simulations	สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นโดยใช้ Connected Chemistry simulations	สมรรถนะด้านที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อลงข้อสรุป ใช้เทคโนโลยีที่เตรียมไว้ให้ในการสำรวจตรวจสอบ
	3) ชั้นการสร้างแบบจำลองทางความคิด	สร้างแบบจำลอง (โดยใช้เอกสาร / ใบงานบันทึกผล)	-
	4) ชั้นอภิปรายเพื่อลงสู่	ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย	-

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	ขั้นการจัดการเรียนรู้	การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้	ความสอดคล้องการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้กับองค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
	ข้อสรุป	นักเรียนปรับเปลี่ยนแบบจำลองเพื่อให้ได้แบบจำลองสุดท้ายและลงสู่ข้อสรุป (โดยใช้เอกสาร / ใบงานบันทึกผล)	-
Bhattacharjee and Muddgal (2020)	ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	กระตุ้นความสนใจโดยใช้คำถามนำ และทดลองตั้งสมมติฐาน โดยให้นักเรียนได้ทดลองผ่านโปรแกรมโดยไม่ผ่านการแนะนำ	สมรรถนะด้านที่ 1 สร้างคำถามและสร้างสมมติฐานที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบได้
	2) ขั้นสำรวจความรู้ (Explore)	สังเกต อธิบาย และบันทึกผล โดยเลือกวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา หรือนำมาใช้ในการหาคำตอบตามประเด็นที่ครูกำหนด โดยใช้โปรแกรม	สมรรถนะด้านที่ 2 ออกแบบวิธีการเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบได้ (การตั้งค่าตัวแปรต่าง ๆ ในโปรแกรม การทดลอง เพื่อทดลอง และสำรวจตรวจสอบมากกว่า 1 แนวทาง)
	3) ขั้นอธิบายความรู้ (Explain)	อธิบายโมเดลที่ค้นที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบผ่านโปรแกรม โดยยึดตามแนวความคิดการใช้ “หลักฐานเชิงประจักษ์” เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ หรือการทดลองที่เกิดขึ้น	-
	4) ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)	นำประเด็นอื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาอภิปรายเพิ่มเติม	-
	5) ขั้นประเมินผล (Evaluate)	ประเมินโดยใช้รูปแบบ MCQ Open door Assessment	-

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	ขั้นการจัดการเรียนรู้	การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้	ความสอดคล้องการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้กับองค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
Yuliati et al. (2018)	1) ขั้นสร้างคำถาม	-	-
	2) ขั้นสร้างสมมติฐาน	-	-
	3) ขั้นออกแบบและสำรวจตรวจสอบ	ใช้ PhET Simulation ในการสำรวจตรวจสอบ	สมรรถนะด้านที่ 2 ออกแบบวิธีการเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบได้
	4) ขั้นวิเคราะห์และตีความความหมายข้อมูล	ใช้ผลจาก PhET Simulation ในการวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล	สมรรถนะด้านที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อลงข้อสรุป
	5) ขั้นลงข้อสรุป	-	-
J. Wang et al. (2015)	1) ขั้นนำ (Introduction)	-	-
	2) ขั้นการทดลอง	ใช้การทดลองเสมือน (Virtual Lab)	สมรรถนะด้านที่ 2 ออกแบบวิธีการเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบได้
	3) ขั้นการทำงานร่วมกัน	ใช้กระดานสนทนาออนไลน์	สมรรถนะด้านที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อลงข้อสรุป
	4) ขั้นการประยุกต์ใช้	-	-

จากตารางพบว่ามีการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ ในบางขั้นของการจัดการเรียนรู้ โดยขั้นการสอนที่พบมากที่สุด คือ ขั้นของการสำรวจตรวจสอบความรู้ ขั้นการทดลอง ซึ่งใช้เทคโนโลยีในการจำลองการทดลอง อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น ส่วนในขั้นอื่น ๆ ของกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ยังมีการนำเทคโนโลยีประยุกต์ใช้บ้างตามลักษณะและประเภทของเทคโนโลยีในงานวิจัยนั้น ๆ

2. การเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน

2.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้มีงานวิจัยกล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 10 ความหมายและการนิยามการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน

ผู้วิจัย	ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน
Correia et al. (2019)	กระบวนการใช้สื่อคอมพิวเตอร์ที่แสดงกระบวนการ และปรากฏการณ์ให้ปรากฏ (output) ตามคำสั่ง (input) เพื่อชี้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่นักเรียนสามารถโต้ตอบกับสื่อได้ การประยุกต์ใช้สื่อในการอธิบายผลการสืบสอบหรือสืบค้นความรู้ การตั้งสมมติฐาน การสังเกต การอธิบาย และการอภิปรายและตั้งคำถามในประเด็นที่เกี่ยวข้อง
K.-E. Chang, Chen, Lin, and Sung (2008)	การจัดการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากองค์ประกอบ (Feature) ของแต่ละแบบจำลองผ่านสื่อเสมือนจริงที่ได้ดำเนินการบนสื่อจำลองนั้น
Cook, Andersen, Combes, Feldman, and Sachdeva (2018)	การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะและพฤติกรรมของนักเรียนและมีส่วนช่วยในการพัฒนาผู้เรียนให้ได้แสดงออกที่สามารถประเมินผลการปฏิบัติได้

จากงานวิจัยต่าง ๆ สรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์และสถานการณ์ที่ผู้สอนออกแบบขึ้นมา โดยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผู้สอนควรออกแบบสถานการณ์ที่สอดคล้องและเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันทั้งในสถานการณ์ที่คุ้นเคย และสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย หรือสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นการออกแบบสถานการณ์ และการสรุปผลการเรียนรู้จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ผู้สอนต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างดี ซึ่งกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงประกอบด้วย องค์ประกอบหลัก ดังนี้ 1) การ

เตรียมสถานการณ์จำลองเสมือนจริง 2) การออกแบบขั้นตอนการเรียนรู้ 3) การประเมินผลการเรียนรู้ 4) การสะท้อนผลลัพธ์การเรียนรู้

2.2 องค์ประกอบของการการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน

Donnelly et al. (2014) ได้กล่าวว่า ในการออกแบบการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน ควรออกแบบบริบทการเรียนรู้ที่มีความหมายและใช้บริบทจริง เช่น สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นบนโลก เช่น สถานการณ์ภาวะโลกร้อน เป็นต้น

K.-E. Chang et al. (2008) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จำลองโดยกำหนดประเด็นเป็น 5 ด้านที่ต้องพิจารณา ดังนี้

- 1) การพิจารณาความรู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งจะส่งผลต่อการออกแบบหน้าตาของสถานการณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในสถานการณ์จำลอง เช่น การออกแบบและเลือกสื่อเอกสาร ประกอบการสืบค้นเพิ่มเติม เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการเรียนร่วมกับสถานการณ์จำลอง
- 2) สนับสนุนให้ผู้เรียนได้สร้างสมมติฐาน โดยต้องให้ผู้เรียนได้ศึกษาสถานการณ์พร้อมทั้งระบุสมมติฐานที่สอดคล้องกับสถานการณ์ พร้อมทั้งระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
- 3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้การทดลองอย่างเป็นขั้นตอน เช่น การแสดงข้อความที่บอกขั้นตอนการทดลองทีละขั้นตอน จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ขั้นตอนการทดลองนั้น ๆ ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
- 4) ส่งเสริมการตีความ และจัดกระทำข้อมูล โดยจะช่วยจำลองสถานการณ์ หรือการทดลองที่ช่วยพิสูจน์สมมติฐาน โดยบางสถานการณ์จำลอง หรือบางเครื่องมือมีเครื่องมือ หรือแสดงผลในรูปแบบที่จัดกระทำข้อมูลแล้ว เช่น ตาราง หรือแผนภาพ ซึ่งในขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเปรียบเทียบและตรวจสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้กับผลการทดลองต่อไป
- 5) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ควบคุมกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยเฉพาะการพัฒนา นักเรียนที่มีระดับความสามารถกลุ่มอ่อน โดยต้องเน้นย้ำให้นักเรียนได้ตั้งเป้าหมายในการเรียน และบันทึกผลลงในสมุดบันทึกผลการทดลอง

นอกจากนี้ได้มีงานวิจัยที่ศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสอดคล้องและเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามสถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน โดยมีรายละเอียดแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ ตามสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน		
ขั้นการจัดการเรียนรู้	Keskitalo and Ruokamo (2015)	Isrokatun, Huang, Anggita, Purwono, Gijlers and de Jong Eseryel (2017) and Syahid (2019)
1. Preactivities	/ / Concrete experience	/ /
2. Introduction	/ / Descriptive observation & thinking	
3. Simulation and scenario briefing	/ / Reflective observation & thinking	/ / / /
4. scenario	/ / Conceptualising	/ / /
5. Debriefing	/ /	/ / / /
6. Post activities	/	/ / /

จากตารางแสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ผู้วิจัยจึงได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้

1. **ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Concrete Experience)** โดยเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมจากสถานการณ์ใกล้ตัวของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบต่อไป
2. **ขั้นศึกษาสถานการณ์ (Simulation briefing)** โดยให้ผู้เรียนศึกษาบริบทจากสถานการณ์ ข้อจำกัด หรือประเด็นปัญหาที่ผู้สอนกำหนดให้ โดยใช้คำถามหลักคือ “สถานการณ์อะไร: What happened?” และ “สาเหตุเกิดจากอะไรบ้าง: Why?”
3. **ขั้นสะท้อนคิดจากสถานการณ์ (Reflective observation & thinking)** โดยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมมาใช้ในการตั้งคำถาม หรือตั้งสมมติฐาน เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นถัดไป
4. **ขั้นออกแบบแนวคิด (Conceptualization)** โดยให้ผู้เรียนได้รวบรวมแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะออกแบบวิธีการที่ทำให้ได้มาซึ่งคำตอบ หรือผลการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยผู้เรียนต้องออกแบบการทดลองหรือวิธีการให้ได้มากกว่า 1 แนวทาง เพื่อพิจารณาในขั้นถัดไปว่าจะเลือกแนวทางใด
5. **ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting)** เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้เลือกวิธีการที่ดีที่สุดมาใช้ในการหาคำตอบ โดยต้องระบุเหตุผลสนับสนุนจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการสนับสนุนวิธีการที่ตนเอง หรือ กลุ่มของตนเองเลือก และดำเนินการทดลองผ่านอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ หรือผ่านสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง พร้อมบันทึกผลการทดลอง
6. **ขั้นสรุปและขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะสรุปข้อความรู้ที่ได้จากการทดลองและอภิปรายผลเพื่อใช้ในการตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และขยายความรู้ไปยังสถานการณ์ใหม่

2.3 เทคโนโลยีที่ช่วยในการสนับสนุนการจัดการการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน

จากการศึกษางานวิจัยเพื่อวิเคราะห์ประเภทของเทคโนโลยีและคุณลักษณะของเทคโนโลยีที่ช่วย สนับสนุนการจัดการการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานดังนี้

Gijlers and de Jong (2013) ได้กล่าวถึงการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ แบบสืบสอบโดยใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงเป็นฐานว่า การแสดงผลออกมาในรูปของกราฟสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบกลุ่มได้ โดยจะทำให้ผู้เรียนสามารถนำผลการทดลองมาใช้ในการ

อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นและสะท้อนเป็นผลการทดลอง หรือผลการศึกษาได้คุณลักษณะ (Feature) ที่สนับสนุนการเรียนรู้ผ่านสื่อจำลองเสมือนจริง (Gijlers & de Jong, 2013)

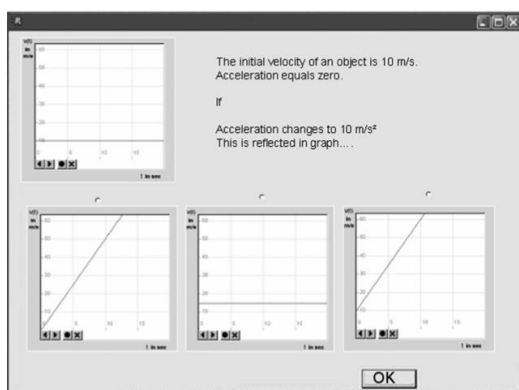


FIGURE 5 Sample item from the intuitive knowledge test.

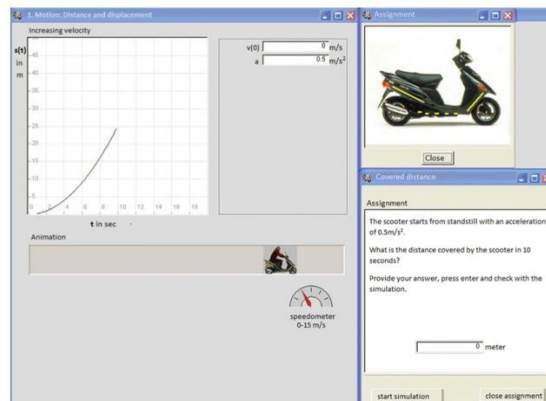


FIGURE 1 Screenshot of the simulation with an assignment (color figure available online).

ภาพที่ 1 ภาพแสดงสื่อจำลองเสมือนจริง (Gijlers & de Jong, 2013)

นอกจากนี้ C.-H. Chen, Wu, and Jen (2013) ได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองจากสื่อแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงในขั้นการเตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ร่วมกับการใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง พร้อมกับกระบวนการป้อนกลับ (Feedback)



ภาพที่ 2 ภาพแสดงการออกแบบสภาพแวดล้อมโดยใช้สื่อจำลองเสมือนจริง (C.-H. Chen et al., 2013)

Falloon (2019) ได้ออกแบบสภาพแวดล้อมโดยใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงร่วมกับขั้นการจัดการเรียนรู้ โดยนำสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงมาเป็นส่วนหนึ่งของสถานการณ์

ที่เป็นประเด็นเริ่มต้นในการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นหรือสถานการณ์ที่จากสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง จากนั้นใช้คำถามแบบปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้เดิมและเชื่อมโยงไปยังความรู้ใหม่

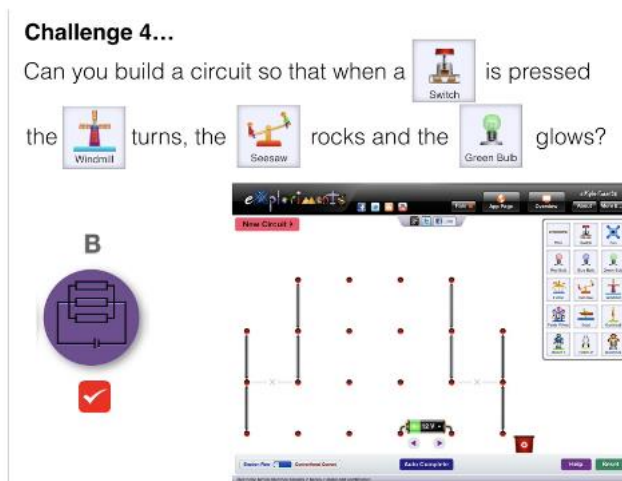


Fig. 3. A sample 'Can You' challenge task.

ภาพที่ 3 ภาพแสดงการออกแบบสภาพแวดล้อมโดยใช้สื่อจำลองเสมือนจริง (Falloon, 2019)

2.4 ความสำคัญของการจัดการการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานจากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ พบว่าการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน

1) ด้านผลลัพธ์การเรียนรู้และความสามารถของผู้เรียน

การใช้สื่อจำลองในการจัดการเรียนการสอนควรพิจารณาถึงกิจกรรมหรือระดับการคิด และลงมือปฏิบัติที่ครูผู้สอนออกแบบมาเพื่อให้ดำเนินการในสื่อ

Correia et al. (2019) กล่าวถึงจุดเด่นของการนำสื่อจำลองเสมือนจริงมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบตามการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงว่า เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทดลองซ้ำผ่านสื่อได้มากกว่า 1 ครั้ง ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการพุทธิปัญญา

Cook et al. (2018) การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะและพฤติกรรมของนักเรียนและมีส่วนช่วยในการพัฒนาผู้เรียนให้ได้แสดงออกที่สามารถประเมินผลการปฏิบัติได้

จึงกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้เรียนต้องแสดงออกผ่านการปฏิบัติด้วยกระบวนการเรียนรู้ขั้นต่าง ๆ

3. แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

3.1 ความหมายของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ในการจัดการเรียนการสอน

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ ได้กล่าวถึงความหมายของความหมายของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ไว้ดังนี้

ตารางที่ 12 ความหมายของแพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ

ผู้วิจัย	ความหมายของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์
Orta-Castañon, Urbina-Coronado, Ahuett-Garza, Hernández-de-Menéndez, and Morales-Menendez (2018)	เป็นเครื่องมือหรือซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์กันในสังคม หรือในกลุ่มคน โดยเป็นแพลตฟอร์มที่สนับสนุนให้เกิดการสื่อสาร การแลกเปลี่ยนไฟล์ประเภทต่าง ๆ เช่น รูปภาพ วิดีโอ รวมทั้งมีการจัดการกิจกรรมต่าง ๆ เป็นช่องทางในการพบกันแบบประสานเวลา โดยเป็นแพลตฟอร์มที่สามารถใช้ได้บนอุปกรณ์ที่หลากหลายได้ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ PC เป็นต้น
Liang and Pang (2019)	เป็นระบบที่เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายที่มีและมีการสร้างสภาพแวดล้อมการสอนแบบร่วมมือเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน มีการอภิปราย การสื่อสารระหว่างกลุ่มเพื่อให้เกิดการบรรลุตามวัตถุประสงค์
Boticki, Wong, and Looi (2013)	เป็นระบบที่สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการสื่อสารทั้งในประเภทของการมองเห็น (Visual Contact) และการสื่อสารผ่านทางร่างกาย (body language) ที่ไม่ใช่เพียงแค่ระบบที่ส่งงานกลุ่มผ่านคอมพิวเตอร์และทำงานแบบร่วมกัน โดยต้องเป็นระบบที่สร้างปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์และร่วมกันแก้ปัญหาหรือปฏิบัติตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์คือเครื่องมือหรือซอฟต์แวร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีการสร้างสภาพแวดล้อมให้เกิดการสื่อสาร หรือการทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ร่วมกันของสมาชิกบนแพลตฟอร์ม โดยเครื่องมือการทำงานร่วมกันบนซอฟต์แวร์มักประกอบด้วยพื้นที่การสื่อสารระหว่างสมาชิก พื้นที่แลกเปลี่ยนข้อมูลเอกสาร ไฟล์ประเภทต่าง ๆ เป็นต้น

3.2 องค์ประกอบของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ในการจัดการเรียนการสอน

แพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือมีหลายประเภทตามวัตถุประสงค์ในการใช้งานแพลตฟอร์ม ทั้งนี้ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์มีองค์ประกอบของแพลตฟอร์มที่แต่ละงานวิจัยได้กล่าวถึง ดังนี้

Liang and Pang (2019) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ในการเรียนการสอนรายวิชาภาษาอังกฤษได้แก่

- 1) ส่วนของการประเมินแบบออนไลน์ เช่น การประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และ หลังเรียน
- 2) ส่วนของการเนื้อหาที่จะแสดงผลบนเว็บ เช่น สื่อนำเสนอ สื่อเสียง คลิป เป็นต้น
- 3) ส่วนของการสื่อสารระหว่างกลุ่ม และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

Koutsakas, Syritzidou, Karamatsouki, and Karagiannidis (2019) ได้กล่าวถึงลักษณะของแพลตฟอร์มที่ทำหน้าที่เป็นแพลตฟอร์มแบบร่วมมือในการเรียนรูปแบบมูค (MOOCs; Massive Open Online Courses) โดยใช้ Facebook ว่าต้องเป็นแพลตฟอร์มที่สามารถเป็นพื้นที่ให้แสดงความคิดเห็น แนวความคิด การอภิปราย การอัปโหลดไฟล์เอกสาร การถามเพื่อขอความช่วยเหลือ การอัปโหลดคำตอบ การประเมินตัวเอง การแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น เนื้อหาและการมีปฏิสัมพันธ์แบบมีส่วนร่วม

Orta-Castañon et al. (2018) ได้นำเสนอเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนากระบวนการทำงานร่วมกันผ่านซอฟต์แวร์ทางสังคมแบบร่วมมือว่าประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ทำงานร่วมกัน (Collaborative tools) ดังนี้

- 1) เครื่องมือติดต่อสื่อสารแบบประสานเวลา (Synchronous Communication)
- 2) ปฏิสัมพันธ์กับการแสดงความคิดเห็นหรือคำตอบ
- 3) แสดงความคิดเห็นหรือตอบกลับความคิดเห็น (Feedback)
- 4) พื้นที่แลกเปลี่ยนไฟล์ สื่อ หรือข้อมูล
- 5) พื้นที่การแก้ไขและทำงานร่วมกันในเอกสาร (Online Document)

Boticki et al. (2013) ได้กล่าวถึงลักษณะของแนวปฏิบัติในการออกแบบการเรียนรู้ผ่านระบบที่ช่วยสนับสนุนการทำงานแบบร่วมกันบนอุปกรณ์ (Collaboration and Mobile Devices) ไว้ ดังนี้

- 1) กระบวนการกลุ่มขนาดเล็ก สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน
- 2) ใช้เครือข่ายในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์เพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกัน

- 3) มีการจัดการสื่อการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ (Learning resource organization)
- 4) พื้นที่การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน
- 5) กิจกรรมและปฏิสัมพันธ์ทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม

3.3 จุดเด่นและประโยชน์ของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ในการจัดการเรียนการสอน

ในปัจจุบันมีบริษัทผู้พัฒนาซอฟต์แวร์หรือแอปพลิเคชันที่หลากหลายได้พัฒนาแพลตฟอร์มเพื่อตอบสนองการใช้งานแต่ละวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน โดยตัวอย่างเครื่องมือที่ทำงานแบบร่วมกัน (Online Collaborative tools) จำแนกประเภทซอฟต์แวร์ตามลักษณะการทำงาน แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 13 ประเภท ลักษณะการทำงาน ข้อดีและการใช้ประโยชน์ของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

ลักษณะการทำงาน	เครื่องมือ	ข้อดีและการใช้ประโยชน์
การส่งข้อความด่วน (Instant messaging)	Google Hangouts Skype chat Facebook Messenger Whatsapp Snapchat Microsoft Team	1. สามารถส่งข้อความด่วนระหว่างกันได้ 2. สื่อสารแบบประสานเวลาได้ 3. ตรวจสอบสถานการณ์ว่างของผู้เข้าร่วมได้ 4. เข้าถึงฟังก์ชันได้ง่าย
เครื่องมือการทำงานแบบกลุ่ม (Groupware)	Facebook groups Microsoft Team	1. การสื่อสารและประกาศสู่ชุมชนออนไลน์ 2. จัดกระทำผู้ร่วมชุมชน (Contact) 3. แลกเปลี่ยนไฟล์ประเภทต่าง ๆ เช่น ไฟล์เอกสาร ไฟล์รูปภาพ ไฟล์วิดีโอ หรือ ลิงก์จากเว็บไซต์ 4. เป็นการสื่อสารแบบไม่ประสานเวลา
การประชุมออนไลน์บนเว็บ (Web conferencing)	Skype, Facetime Whatsapp, Google Hangouts Microsoft Team	1. การโทร (Conference calls) 2. เข้าถึงฟังก์ชันได้ง่าย 3. เป็นการสื่อสารแบบประสานเวลา
พื้นที่การทำงานแบบร่วมกันและพื้นที่แลกเปลี่ยนข้อมูลแบบ	Google Drive Dropbox OneDrive	1. แลกเปลี่ยนข้อมูล 2. สามารถร่วมกันแก้ไขข้อมูล หรือ จัดการไฟล์เอกสารได้ เช่น Online

ลักษณะการทำงาน	เครื่องมือ	ข้อดีและการใช้ประโยชน์
เสมือน (Virtual collaboration and sharing information)		Document เป็นต้น
อีเมล (Email)	Gmail Outlook	1. เป็นระบบที่เข้าถึงได้ง่ายและใช้งานโดยทั่วไป
การแชร์หน้าจอ (Desktop or screen sharing)	Google Hangouts Microsoft Team Join me, Skype Zoom, Webex	1. แสดงผลตามหน้าจอที่ต้องการในรูปแบบประสานเวลา 2. แสดงผลโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันที่ต้องการในรูปแบบประสานเวลา
การแทรกสื่อประสมประเภทต่าง ๆ	สื่อประสมประเภทต่าง ๆ เช่น สื่อ Website , สื่อวีดิทัศน์บนเครือข่าย สื่อจำลองแบบโต้ตอบ เสมือนจริง เป็นต้น	1. แสดงผลตามประเภทของแพลตฟอร์ม เช่น แสดงผลเป็นลิงก์เชื่อมต่อ (Hyper link) แสดงผลในลักษณะแบบปฏิสัมพันธ์ผ่านแพลตฟอร์มด้วยการฝังสื่อ (Embed) เป็นต้น 2. รวบรวมสื่อประสมได้หลากหลายประเภท

จากตารางพบว่าประเภทของซอฟต์แวร์ตามลักษณะการทำงานแบบร่วมกันมีหลากหลายรูปแบบและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน หรือตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ของผู้ใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.4 แนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

ในการออกแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ได้มีงานวิจัยที่ทำการศึกษาโดยการนำแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์มาประยุกต์ใช้ ดังนี้

Liang and Pang (2019) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการนำสื่อมาใช้ร่วมกับการออกแบบการเรียนการสอนผ่านแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ ดังนี้

- 1) ขึ้นแนะนำโปรแกรมและการใช้งานแพลตฟอร์มเพื่อให้เกิดความคุ้นเคยในการเรียนการสอน
- 2) ระบุหัวข้อและสร้างกลุ่มเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยขึ้นกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา โดยมีกระบวนการตกลงหน้าที่และบทบาทร่วมกัน

3) ดำเนินการตามกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่อประเภทต่าง ๆ บนแพลตฟอร์ม

4) ส่วนการแสดงผล การประเมินตนเองและการประเมินกลุ่ม

Boticki et al. (2013) ได้กล่าวถึงบทบาทของการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือผ่านเทคโนโลยีโดยใช้แนวคิดการลดรอยต่อของพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) โดยใช้แนวคิดการช่วยเสริมสร้างความรู้ (Scaffolding) โดยผ่านองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบหลัก คือ เทคโนโลยี ครูผู้สอน และตนเอง (Peers) เพื่อที่จะสนับสนุนให้เกิดปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและสำเร็จตามวัตถุประสงค์หรืองานที่มอบหมาย

Gillet, Rodríguez-Triana, De Jong, Bollen, and Dikke (2017) ได้กล่าวถึงการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้บนแนวคิดการสืบสอบบนสภาพแวดล้อมบนคลาวด์เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับห้องปฏิบัติการเสมือนแบบออนไลน์ว่า ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้อย่างเป็นระบบ ดังนี้

- 1) ขั้นนำ (Orientation)
- 2) ขั้นระบุแนวความคิด (Conceptualization)
- 3) ขั้นการสำรวจตรวจสอบ (Investigation)
- 4) ขั้นสรุปผลการสำรวจตรวจสอบ (Conclusion)
- 5) ขั้นการอภิปรายผล (Discussion)

โดยในแต่ละขั้นจะมีเครื่องมือที่สนับสนุนการเรียนรู้ในแต่ละขั้น (phase) ได้แก่ เครื่องมืออัปโหลดไฟล์ เช่น รายงานผลการทดลอง หรือรูปภาพแสดงผลการทดลองระหว่างการทำกิจกรรม เครื่องมือการวัดผล (Quiz tool) เครื่องมือการทำงานร่วมกัน เช่น วิกีแชร์ (Shared Wiki) เครื่องมือในกลุ่มการสืบสอบการเรียนรู้ เช่น เครื่องมือการสร้างประโยคสมมติฐาน (Hypothesis Scratchpad) ผ่านการคลิกลากและวาง (Drag and Drop) เครื่องมือสร้างผังมโนทัศน์ (Concept Mapper) เครื่องมือช่วยในการสังเกต (Observation tool) เครื่องมือช่วยในการรายงานผลการทดลอง (Report tool) เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (Math app) เช่น เครื่องคิดเลข เครื่องมือสร้างกราฟ และเครื่องมือวิเคราะห์การเรียนรู้ของผู้เรียน (Learning analytics) เพื่อติดตามผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

Quintana et al. (2004) ได้กล่าวถึงแนวคิดการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้บนซอฟต์แวร์ไว้ว่าควรประกอบด้วยองค์ประกอบของแนวคิดการเสริมสร้างความรู้ (Scaffolding) เพื่อส่งเสริมให้เกิดกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้

ตารางที่ 14 แนวคิดการเสริมความรู้และกระบวนการเสริมสร้างความรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์บนซอฟต์แวร์ (Quintana et al., 2004)

แนวคิดการเสริมสร้างความรู้ (Scaffolding)	กระบวนการเสริมความรู้ (Scaffolding) ที่สนับสนุนกระบวนการ สืบสอบทางวิทยาศาสตร์
1. ใช้แผนภาพ ภาษาหรือ สัญลักษณ์เพื่อนำไปสู่ความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียน	1) จัดเตรียมแผนภาพ ภาษาหรือสัญลักษณ์ที่สามารถให้นักเรียน เข้าถึงได้ 2) ใช้แนวคิดที่ซับซ้อนเพื่อให้นักเรียนเกิดการนำความรู้มา ประยุกต์ใช้ 3) แทรกแหล่งข้อมูล ข้อมูลแนะนำเพื่อให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ ความรู้
2. ออกแบบเครื่องมือที่ สนับสนุนกระบวนการอย่าง เป็นระบบและฝึก กระบวนการเรียนรู้อย่างมี ความหมาย	1) มีกระบวนการฝึกให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน 2) มีกระบวนการในการเสริมสร้างให้เกิดกระบวนการสร้างชิ้นงาน
3. ใช้แผนภาพ ภาษาหรือ สัญลักษณ์เพื่อให้ผู้เรียน ตรวจสอบด้วยวิธีการที่ หลากหลายจากข้อมูลเชิง ประจักษ์ที่เชื่อถือได้	1) จัดเตรียมสื่อหรือเครื่องมือที่แสดงข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เชื่อถือได้ 2) ผู้เรียนสามารถตรวจสอบด้วยเครื่องมือ และข้อมูลที่หลากหลาย 3) จัดเตรียมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมโดยตรงกับข้อมูล
4. จัดเตรียมโครงสร้างภาระ งานที่ซับซ้อนและ ประยุกต์ใช้ได้	1) กำหนดข้อจำกัดโดยมอบหมายงานที่ซับซ้อนโดยกำหนดขอบเขต ของการเรียนรู้ของผู้เรียน 2) อธิบายภาระงานที่ซับซ้อน 3) กำหนดรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ภาระงาน

จากงานวิจัยที่ได้ศึกษาพบว่า การออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้บนแพลตฟอร์มแบบ
ร่วมมือออนไลน์ใช้กระบวนการเสริมสร้างความรู้ (Scaffolding) ที่มีกระบวนการและโครงสร้างในการ
ส่งและรับข้อมูลการเรียนรู้โดยผ่านอุปกรณ์ กระบวนการเสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Peer
scaffolding) ในทางตรงกันข้าม การสร้างข้อตกลงในการทำงานแบบร่วมกันและการออกแบบ
กิจกรรมโดยครูผ่านการสอนแบบเน้นปฏิสัมพันธ์ (peer instruction) ออกแบบให้เกิดบริบทที่ช่วย
สนับสนุนการเรียนรู้ โดยต้องมีกระบวนการให้นักเรียนเกิดการคิดจนถึงขั้นสูงสุดจนกระทั่งผู้เรียนเกิด
ความใฝ่รู้ โดยต้องริเริ่มให้เกิดกระบวนการอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา และหาแนวทางการ

แก้ปัญหาที่เป็นไปได้จากสถานการณ์ อันเป็นกระบวนการทางสมองที่จะนำไปสู่การเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ และสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยได้

นอกจากนี้ในการศึกษางานวิจัยด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ร่วมกับศาสตร์การสอนมีสิ่ง值得พิจารณา คือ ความสามารถในการใช้อุปกรณ์ หรือซอฟต์แวร์ที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการวิจัย โดยมีรายละเอียดของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

Hung et al. (2012) ได้กล่าวว่า ผู้เรียนที่มีประสบการณ์มากกว่าจะแสดงระดับการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยพบว่ามีการพัฒนาสมรรถนะที่ก้าวหน้ามากกว่านักเรียนกลุ่มที่มีประสบการณ์น้อยกว่า ประมาณ 10% จึงสรุปผลการศึกษาได้ว่า ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ UPBL สำหรับนักเรียนที่มีประสบการณ์มากกว่าจะช่วยพัฒนาระดับสมรรถนะการทำงานแบบร่วมมือรวมพลังและสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนที่ยังไม่มีประสบการณ์

จากข้อมูลงานวิจัยดังกล่าวพบว่า ความสามารถและระดับประสบการณ์การใช้อุปกรณ์ ระบบ หรือซอฟต์แวร์อาจเป็นปัจจัยหนึ่ง โดยในงานวิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะในงานวิจัยว่า ผู้วิจัยควรมีขั้นตอนของการแนะนำการใช้อุปกรณ์แก่ผู้เรียนก่อนการเริ่มกระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้ปัจจัยด้านประสบการณ์การใช้งาน

4. สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง

4.1 ความหมายของสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง ได้กล่าวถึงความหมายของสื่อจำลองเสมือนจริงไว้ดังนี้

ตารางที่ 15 ความหมายและการนิยามของสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง

ผู้วิจัย	ความหมายและการนิยามของสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง
Falloon (2019)	สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงใช้หลักการคอมพิวเตอร์เป็นฐาน (Computer-based model) ที่ใช้ในการแสดงกระบวนการ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยแสดงผลในรูปของตัวแปรต่าง ๆ
J. Wang et al. (2015)	สื่อจำลองที่ฝังบนซอฟต์แวร์โดยประกอบด้วยจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ บนสื่อ พร้อมด้วยองค์ประกอบ และฟังก์ชันการมีปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ บนหน้าจอ โดยมักเป็นสื่อที่จำลองสถานการณ์ให้มีความใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

นอกจากนี้ Homer and Plass (2014) ได้ศึกษาประเภทของสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง ตามรูปแบบ และลักษณะของสื่อ โดยได้เสนอประเภทของรูปแบบสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 รูปแบบ ดังนี้

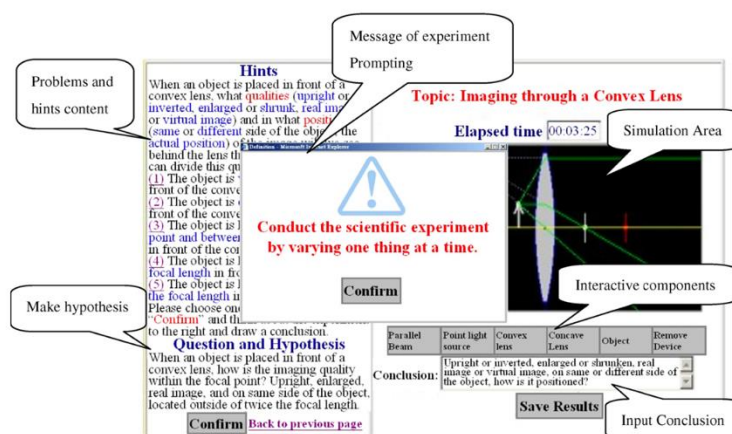
- 1) รูปแบบสื่อที่จำลองการทดลอง และมีการแสดงการทดลองแบบ 2 ตัวแปร โดยผู้เรียนสามารถปรับและตั้งค่าการทดลองในสื่อได้เสมือนจริง คล้ายกับการทดลองในห้องเรียน ทั้งนี้ในงานวิจัยได้ศึกษาโดยเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ทดลองในห้องปฏิบัติการจริง กับกลุ่มที่ใช้การทดลองผ่านสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงพบว่า กลุ่มที่ใช้สื่อยังมีการประเมินด้านทักษะการปฏิบัติผ่านสื่อไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้ทดลองจริงอย่างมีนัยสำคัญ
- 2) รูปแบบสื่อจำลองที่แสดงเนื้อหาแบบนามธรรมสู่รูปธรรม เช่น อนุภาคของสาร หรือสถานการณ์ที่ไม่สามารถจำลองได้ในห้องปฏิบัติการ โดยผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงมีผลการเรียนรู้ที่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ใช้สื่ออย่างมีนัยสำคัญ

4.2 องค์ประกอบของสื่อจำลองเสมือนจริง (Virtual Simulation)

ในการวิเคราะห์ลักษณะของสื่อจำลองเสมือนจริง พบว่ามีการกล่าวถึงองค์ประกอบของสื่อจำลองเสมือนจริงไว้ในงานต่าง ๆ ดังนี้

K.-E. Chang et al. (2008) ได้เสนอองค์ประกอบของสื่อจำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

- 1) ส่วนของการทดลอง (Experimenting Prompting) คือส่วนที่จะใช้ในการทดลองเสมือนจริง โดยจะแบ่งออกเป็นส่วนของการแนะนำขั้นตอนการทดลอง และพื้นที่ทดลอง
- 2) ส่วนของการออกแบบสมมติฐาน (Hypothesis menu) โดยภายหลังจากการเรียนรู้เนื้อหา และการประเมินความรู้เดิมก่อนเรียน จะมาสู่การตั้งสมมติฐาน
- 3) ส่วนของการแนะนำขั้นตอน (Step guidance) โดยจะแสดงขั้นตอนการทดลองด้านข้างกับพื้นที่การทดลอง พร้อมส่วนที่บันทึกผลการทดลอง พร้อมฟังก์ชันที่สามารถเรียกดูผลการทดลองได้ เพื่อใช้ในการเรียนรู้ในขั้นตอนต่อไปของการทดลอง เช่น การลงข้อสรุป และอภิปรายผล เป็นต้น



ภาพที่ 4 องค์ประกอบของสื่อจำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์ (K.-E. Chang et al., 2008)

4.3 จุดเด่นและประโยชน์ของสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงในการจัดการเรียนการสอน

Correia et al. (2019), Falloon (2019), Yulianti et al. (2018), Homer and Plass (2014) และ (Donnelly, Linn, & Ludvigsen, 2014) ได้กล่าวถึงจุดเด่นของสื่อสรุปได้ดังประเด็นต่อไปนี้

1. **ด้านกระบวนการสร้างความรู้** โดยผู้สอนสามารถเตรียมองค์ความรู้โดยใช้สื่อประเภทนี้ และมีกระบวนการที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสื่อที่ครูเตรียมไว้ให้ผ่านการสร้างปฏิสัมพันธ์กับสื่อประเภทนี้ โดยเฉพาะงานวิจัยของ Correia et al. (2019) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ในรายวิชา ฟิสิกส์อนุภาค ที่ได้นำมาใช้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เป็นลักษณะนามธรรม เช่น ตัวแทนของอนุภาค ของสารทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถศึกษาด้วยตาเปล่าได้ การใช้สื่อประเภทนี้จึงส่งผลดีต่อนักเรียน คือ ช่วยให้นักเรียนเห็นภาพนามธรรม ให้เกิดเป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจนมากขึ้น

Homer and Plass (2014) ได้กล่าวว่า สื่อประเภทนี้ช่วยส่งเสริมผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะ แต่ขึ้นอยู่กับระดับของฟังก์ชันของสื่อ เช่น สื่อที่แสดงตัวแปรเปรียบเทียบ 2 ตัวแปร สื่อที่แสดงในรูปแบบนามธรรมสู่รูปธรรม เป็นต้น

Donnelly et al. (2014) ได้กล่าวว่า การใช้สื่อประเภทนี้จะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ในเนื้อหาต่าง ๆ โดยนำข้อดีของเทคโนโลยีมาเป็นตัวแทนในการแสดงออกถึงแนวคิด ความเข้าใจออกมาเป็นภาพ แผนภาพ หรือกระตุ้นด้วยคำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดออกมา ได้ ชี้แนะแนวทางการสืบสอบอย่างเป็นขั้นตอนให้กับผู้เรียน

2. **สนับสนุนกระบวนการสร้างสมมติฐาน** โดยผู้สอนสามารถออกแบบโดยให้ผู้เรียนกำหนด ประเด็นหรือตั้งสมมติฐานได้มากกว่า 1 ข้อความ แล้วให้ผู้เรียนได้ศึกษาผ่านสื่อ แล้วจึงออกแบบ

สมมติฐานสมมติฐานที่เป็นไปได้ เป็นต้น โดย Correia et al. (2019) ได้กล่าวว่าสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงช่วยสนับสนุนกระบวนการสร้างสมมติฐานโดยกำหนดและร่างสมมติฐานที่เป็นไปได้ไว้ก่อน แล้วจึงใช้สื่อในการพิสูจน์สมมติฐาน

3. สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยผู้สอนออกแบบการสอนให้ผู้เรียนเรียนเป็นลำดับขั้นอย่างเป็นระบบ และทดลองผ่านสื่อที่ละขั้นตอน เพื่อลดเวลาในการศึกษาในชั้นเรียน และยังเป็นผลดีต่อนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถในระดับกลาง และระดับต่ำให้ได้เรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และ Falloon (2019) ยังได้กล่าวจากผลการศึกษาในงานวิจัยที่มีกลุ่มทดลองเป็นนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานว่าเป็นสื่อที่เหมาะสมแก่การเริ่มต้นในการวางพื้นฐานความรู้ไปสู่การเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น

Correia et al. (2019) ได้กล่าวว่า เป็นเครื่องมือที่ทำให้เข้าสู่การเรียนรู้จากแหล่งที่ได้จัดเตรียมไว้และตอบสนองความต้องการของนักเรียน

Donnelly et al. (2014) ได้กล่าวว่า เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้มีการออกแบบในหลากหลายลักษณะเช่น การใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based science learning environments) และ สภาพแวดล้อมโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน (Computer-based learning environments) เป็นต้น

4. ช่วยในกระบวนการทดลอง โดยเฉพาะการทดสอบสมมติฐาน การพิสูจน์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยนักเรียนจะสามารถเรียนรู้จากผลการทดลองที่ได้ปฏิบัติผ่านสื่อ โดย Correia et al. (2019) ได้กล่าวว่า การออกแบบการสอนร่วมกับสื่อดังกล่าว ควรจะสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้การทดลองได้ เนื่องจากสามารถทำการทดลองที่ละขั้นตอนได้ภายในระยะเวลาของคาบเรียนที่กำหนดได้ นอกจากนี้ยังเป็นการจำลองการทดลองและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ได้กล่าวถึงใน Falloon (2019) ว่ามีการเปรียบเทียบการออกแบบการเรียนรู้โดยให้กลุ่มทดลองเรียนรู้แบบการทดลองในห้องปฏิบัติการ การทดลองผ่านสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง และทดลองผ่านทั้งห้องปฏิบัติการและสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือน พบว่ากลุ่มที่เรียนผ่านสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนแล้วทดลองในห้องปฏิบัติการมีความสามารถในการสร้างความรู้และมีระดับมโนทัศน์ที่มากกว่ากลุ่มอื่น ๆ

5. ออกแบบผลการทดลองได้ล่วงหน้าผ่านรูปแบบต่าง ๆ ที่แสดงผลผ่านสื่อ เช่น สื่อบางแหล่งจะสามารถปรากฏข้อมูลเป็นกราฟ หรือรูปภาพได้ทันทีหลังจากการปฏิบัติบนสื่อ

6. ช่วยชี้แนะในกระบวนการสร้างคำถาม ซึ่งในขณะที่ปฏิบัติผ่านสื่อ ผู้เรียนอาจเกิดคำถามขณะปฏิบัติผ่านสื่อ ซึ่งจะนำไปสู่การตั้งปัญหา หรือประเด็นใหม่ ที่นำไปสู่การต่อยอดความรู้ได้ หรือผู้สอนอาจกำหนดประเด็น หรือสถานการณ์ขึ้นมาใหม่ ดังที่กล่าวในงานวิจัยของ Yulianti et al.

(2018) ซึ่งได้กล่าวถึงการนำสื่อประเภทนี้มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ใหม่ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาอีกด้วย

4.4 แนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง

การใช้สื่อจำลองเสมือนจริงเพื่อช่วยในการรับรู้ และใน Correia et al. (2019) ได้นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรม โดยการให้ผู้เรียนได้ศึกษาสื่อร่วมกับการออกแบบการสอนเพื่อเชื่อมโยงความรู้จากการเรียนรู้เนื้อหานามธรรมสู่รูปธรรมในรูปแบบของแบบจำลองอนุภาคสาร

Falloon (2019) ได้กล่าวถึงแนวทางในการออกแบบการเรียนรู้ร่วมกับสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง ว่าควรประกอบด้วย

- 1) มีการให้ความช่วยเหลือโดยการอ่านหรือการทดสอบการตีความ
- 2) มีประเด็นหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงนั้น
- 3) ใช้คำถามแบบปลายเปิด และกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้เดิมและเชื่อมโยงไปยังความรู้ใหม่
- 4) คำนึงถึงการเข้าถึงสื่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเรียนการสอน

C.-H. Chen et al. (2013) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์บนแนวคิดการเสริมต่อความรู้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ (Scaffolding) โดยใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงว่า ในการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการออกแบบการเรียนการสอนว่าควรประกอบด้วยประเด็นสำคัญต่าง ๆ ดังนี้

- 1) การเข้าถึงสื่อจำลองผ่านช่องทางต่าง ๆ และบนอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างทั่วถึง
- 2) การเรียนรู้บนความก้าวหน้าของตนเองในพื้นที่การเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่แก่นักเรียนรายบุคคล
- 3) การประเมินการเรียนรู้ที่หลากหลาย ยึดหยุ่นตามความก้าวหน้าของนักเรียน
- 4) การเตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ร่วมกับการใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง พร้อมกับกระบวนการป้อนกลับ (Feedback)
- 5) การออกแบบการเรียนรู้ของนักเรียนที่สามารถเรียนรู้แบบซ้ำได้ไม่จำกัด

J.-Y. Wang, Wu, and Hsu (2017) ได้กล่าวถึงผลการจัดการเรียนรู้ผ่านสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือน ในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 (Grade 10) โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่

- 1) การกล่าวแนะนำคุณลักษณะ วิธีการใช้ และองค์ประกอบของสื่อก่อนเรียนรู้ผ่านสื่อ
- 2) ใช้คำถามสำคัญเพื่อเริ่มเข้าสู่เนื้อหา
- 3) ตั้งสมมติฐานจากคำถามสำคัญ
- 4) ใช้สถานการณ์จำลองในการสร้างการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคำถาม
- 5) อธิบายปรากฏการณ์จากการทดลองผ่านสถานการณ์จำลอง
- 6) ประยุกต์ใช้สถานการณ์จำลองในสถานการณ์ใหม่

จากงานวิจัยที่กล่าวถึงในสื่อ Phets Interactive Simulation โดยมหาวิทยาลัยโคโลราโด สหรัฐอเมริการ่วมกับคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นได้นำเสนอผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

Pedaste et al. (2016) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรออกแบบให้มีสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนให้เกิดการกระตุ้นการเรียนรู้และประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้แนวคิดเทคโนโลยีที่สนับสนุนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (TEL ; Technology-Enhanced Learning) โดยครูควรออกแบบการเรียนรู้รวมกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อชี้แนะและส่งเสริมการเรียนรู้ (Scaffolding) และสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน นอกจากนี้สภาพแวดล้อมดังกล่าวยังช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองตามความก้าวหน้าของตนเองเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายรวมกับการออกแบบการเรียนรู้ร่วมกับรูปแบบวิธีการ และเทคนิคการสอนที่เหมาะสม

Moore, Chamberlain, Parson, and Perkins (2014) ได้กล่าวถึงบทบาทของการใช้สื่อ Phets Interactive Simulation ว่าเป็นสื่อที่ช่วยสนับสนุน 1) การสืบสอบและการค้นคว้าหาความรู้โดยใช้สื่อ 2) การออกแบบและเรียนรู้ผ่านสื่อตามความก้าวหน้าของตนเอง 3) ช่วยพัฒนานวัตกรรมในการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ 4) เชื่อมโยงการเรียนรู้กับชีวิตประจำวัน และ 5) สนับสนุนและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ผ่านสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง

Fan (2015) ได้กล่าวถึงว่าผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงผ่านเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ พบว่าเกิดการพัฒนานวัตกรรมทางด้านความรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้จากผลการอภิปรายข้อมูลงานวิจัยเพิ่มเติมพบว่าสื่อประเภทนี้ช่วยเพิ่มความมั่นใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนเนื่องจากการเรียนรู้ร่วมกับสื่อและรูปแบบการจัดการเรียนรู้

Yuliati et al. (2018) ได้กล่าวถึงการใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง (Phets Interactive Simulation) ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้คำถามแบบปลายเปิด ผลการศึกษานักเรียนสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการในการแก้ปัญหามากกว่าการใช้การสอนวิธีอื่น ๆ

จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อาจใช้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ ดังนี้

- 1) การใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงในขั้นกระตุ้นความสนใจและนำไปสู่การเรียนรู้จากสถานการณ์
- 2) การใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงในขั้นก่อนการทดลองเพื่อใช้ในการออกแบบกระบวนการหาคำตอบ
- 3) การใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงในขั้นการทดลองเสมือนจริงเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ และใช้สถานการณ์จำลองในการอธิบายสถานการณ์หรือการทดลอง
- 4) การใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงในขั้นขยายความรู้เพื่อเชื่อมโยงไปยังสถานการณ์ใหม่

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประเด็นต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ได้แก่ สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง และสภาพแวดล้อมทางการเรียนเสมือนจริง ผู้วิจัยได้ประมวลผลการศึกษาและนำไปใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้บนสภาพแวดล้อม โดยมีองค์ประกอบต่าง ๆ แสดงได้ดังตาราง

ตารางที่ 16 แสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบและความสอดคล้องของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ และสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

ความสอดคล้องของแต่ละตัวแปร			
การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน	แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์	สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	การออกแบบการจัดการเรียนรู้
1. ชิ้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Concrete Experience) โดยเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมจากสถานการณ์ใกล้ตัวของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบต่อไป	1. พื้นที่การทำงานแบบร่วมกันและพื้นที่แลกเปลี่ยนข้อมูลแบบเสมือน (Virtual collaboration and sharing information)	1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1. การอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ ผ่านเครื่องมือการทำงานแบบร่วมกัน (Virtual collaboration and sharing information) เพื่อใช้ในการจัดบันทึก ข้อคำถาม เป็นต้น
2. ชิ้นศึกษาสถานการณ์ (Simulation briefing) โดยให้ผู้เรียนศึกษาบริบทจากสถานการณ์ ข้อจำกัด หรือประเด็นปัญหาที่ผู้สอนกำหนดให้ โดยใช้คำถามหลักคือ “สถานการณ์อะไร: What happened?” และ “สาเหตุเกิดจากอะไรบ้าง: Why?”	1. พื้นที่การทำงานแบบร่วมกันและพื้นที่แลกเปลี่ยนข้อมูลแบบเสมือน (Virtual collaboration and sharing information) 2. การแทรกสื่อประกอบประเภทต่าง ๆ เช่น แสดงผลเป็นลิงก์เชื่อมต่อ (Hyper link) แสดงผลในลักษณะแบบปฏิสัมพันธ์ผ่านแพลตฟอร์มด้วยการฝังสื่อ (Embed) เป็นต้น	1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจาก การ คี ก ข ท ง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	1. การอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ ผ่านเครื่องมือการทำงานแบบร่วมกัน (Virtual collaboration and sharing information) เพื่อใช้ในการจัดบันทึก ข้อคำถาม เป็นต้น 2. การศึกษาองค์ประกอบ บริบท และเครื่องมือในสื่อแบบจำลองโต้ตอบเสมือน ผ่านสื่อประสม และเครื่องมือเพิ่มเติมที่ครูได้ติดตั้ง หรือแทรกสื่อไว้ 2. ครูมอบหมายงานผ่านเมนู Assignment เพื่อเตรียมเข้าสู่ขั้นที่ 5-6
3. ชิ้นสะท้อนคิดจากสถานการณ์ (Reflective observation &	1. พื้นที่การทำงานแบบร่วมกันและพื้นที่แลกเปลี่ยนข้อมูลแบบเสมือน (Virtual	1. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง	1. การอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ ผ่านเครื่องมือการทำงานแบบร่วมกัน (Virtual collaboration and

ความสอดคล้องของแต่ละตัวแปร			
การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน	แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์	สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	การออกแบบการจัดการเรียนรู้
thinking) โดยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมมาใช้ ในการตั้งคำถาม หรือตั้งสมมติฐาน เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นถัดไป	collaboration and sharing information)	วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	sharing information) เพื่อใช้ในการจัดบันทึก ข้อคำถาม สมมติฐาน ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น
4. ขั้นตอนแบบแนวคิด (Conceptualization) โดยให้ผู้เรียนได้รวบรวมแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะออกแบบวิธีการทำให้ได้มาซึ่งคำตอบ หรือผลการทดลอง ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยผู้เรียนต้องออกแบบการทดลอง หรือวิธีการให้ได้มากกว่า 1 แนวทาง เพื่อพิจารณาในขั้นถัดไปว่าจะเลือกแนวทางใด	<ol style="list-style-type: none"> 1. เครื่องมือการทำงานแบบกลุ่ม (Groupware) 2. พื้นที่การทำงานแบบร่วมกันและพื้นที่แลกเปลี่ยนข้อมูลแบบเสมือน (Virtual collaboration and sharing information) 3. การแทรกสื่อประสมประเภทต่าง ๆ เช่น แสดงผลเป็นลิงก์เชื่อมต่อ (Hyper link) แสดงผลในลักษณะแบบ ปฏิสัมพันธ์ผ่านแพลตฟอร์มด้วยการฝังสื่อ (Embed) เป็นต้น 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ประเมินวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2. บรรยายและประเมินวิธี ก ร ร ต่ า ง ๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความ เป็น กลางและการสรุปอ้างอิง จากคำอธิบาย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ ผ่านเครื่องมือการทำงานแบบร่วมกัน (Virtual collaboration and sharing information) เพื่อใช้ในการจัดบันทึกผล การออกแบบวิธี การสำรวจตรวจสอบตามแนวทางของกลุ่มตนเอง 2. การแลกเปลี่ยนไฟล์เอกสาร รูปภาพ หรือไฟล์วิดีโอ ผ่านเครื่องมือการทำงานแบบกลุ่ม (Groupware)
5. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้เลือกวิธีการที่ดีที่สุดมาใช้ในการหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. เครื่องมือการทำงานแบบกลุ่ม (Groupware) 2. พื้นที่การทำงานแบบร่วมกันและพื้นที่ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บรรยายและประเมินวิธี ก ร ร ต่ า ง ๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ ผ่านเครื่องมือการทำงานแบบร่วมกัน (Virtual collaboration and sharing information) เพื่อใช้ในการจัดบันทึกผลการ

ความสอดคล้องของแต่ละตัวแปร			
การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน	แพลตฟอร์มแบบบรรมมีออนไลน์	สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	การออกแบบการจัดการเรียนรู้
คำตอบ โดยต้องระบุเหตุผลสนับสนุนจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการสนับสนุนวิธีการที่ตนเอง หรือ กลุ่มของตนเองเลือก และดำเนินการทดลองผ่านอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ หรือผ่านสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง พร้อมบันทึกผลการทดลอง	แลกเปลี่ยนข้อมูลแบบเสมือน (Virtual collaboration and sharing information) 3. การแทรกสื่อประกอบประเภทต่าง ๆ เช่น แสดงผลเป็นลิงก์เชื่อมต่อ (Hyper link) แสดงผลในลักษณะแบบปฏิสัมพันธ์ผ่านแพลตฟอร์มด้วยการฝังสื่อ (Embed) เป็นต้น4. การแชร์หน้าจอ (Desktop or screen sharing)	ยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความแม่นยำ กลางและการสรุปอ้างอิง จากคำอธิบาย	สืบค้น ผลการศึกษา 2. การแลกเปลี่ยนไฟล์เอกสาร รูปภาพ หรือไฟล์วิดีโอผ่านเครื่องมือการทำงานแบบกลุ่ม (Groupware) 3. ทดลองและใช้เครื่องมือในสื่อแบบจำลองโต้ตอบเสมือน ผ่านเครื่องมือเพิ่มเติมที่ครูได้ติดตั้ง 4. แชร์หน้าจอ (Desktop or screen sharing) เพื่อแสดงผลการทดลองร่วมกันกับกลุ่มที่ร่วมอภิปราย
6. ชื่นสรุปและขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะสรุปข้อความรู้ที่ได้จากการทดลองและอภิปรายผลเพื่อใช้ในการตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และขยายความรู้ไปยังสถานการณ์ใหม่	1. เครื่องมือการทำงานแบบกลุ่ม (Groupware) 2. พื้นที่การทำงานแบบร่วมกันและพื้นที่แลกเปลี่ยนข้อมูลแบบเสมือน (Virtual collaboration and sharing information)	1. บรรยายและประเมินวิธี ก ร ต่ า ง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความแม่นยำ กลางและการสรุปอ้างอิง จากคำอธิบาย	1. การอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ ผ่านเครื่องมือการทำงานแบบร่วมกัน (Virtual collaboration and sharing information) จากผลการศึกษาผ่านสื่อ ผลการทดลองผ่านกิจกรรมปฏิบัติการ ผ่านสถานการณ์จำลองเสมือนจริง โดยนำผลการทดลองมาอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป และขยายความรู้เพื่อเชื่อมโยงสู่สถานการณ์ใหม่ 2. การแลกเปลี่ยนไฟล์เอกสาร รูปภาพ หรือไฟล์วิดีโอผ่านเครื่องมือการทำงานแบบกลุ่ม (Groupware)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์ เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนมัธยมศึกษา มีการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดรูปแบบการวิจัย
3. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัย
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้ดำเนินการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบประเภทต่าง ๆ การนำเทคโนโลยีแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์มาประยุกต์ใช้กับสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง และสมรรถนะการสืบสอบทาง วิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดในการศึกษา ดังนี้

1. สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

- 1.1 ความหมายและองค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
- 1.2 การประเมินสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 ความสำคัญของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ใน

- 1.4 การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน
- 1.5 เทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทาง

วิทยาศาสตร์

2. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน

- 2.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน
- 2.2 องค์ประกอบของการการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน
- 2.3 เทคโนโลยีที่ช่วยในการสนับสนุนการจัดการการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน
- 2.4 ความสำคัญของการจัดการการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน

3. แพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ

- 3.1 ความหมายของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์
- 3.2 องค์ประกอบของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์
- 3.3 จุดเด่นและประโยชน์ของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ในการจัดการเรียน

การสอน

- 3.4 แนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

4) สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง

- 4.1 ความหมายของสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง
- 4.2 องค์ประกอบของสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง
- 4.3 จุดเด่นและประโยชน์ของสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงในการจัดการเรียน

การสอน

- 4.4 แนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง

5. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรและการสอน ได้แก่ 1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2) มาตรฐาน ตัวชี้วัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561 3) หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 4) เอกสารแนวทางการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. กำหนดรูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ซึ่งเป็นรูปแบบแผนการวิจัย 2กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (E) คือ กลุ่มที่มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ ซึ่งผู้เรียนจะได้ใช้ระบบการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตร่วมกับการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 25 คน และกลุ่มควบคุม (C) คือ กลุ่มที่มีการจัดการเรียนรู้ใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานร่วมกับการใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงบนอุปกรณ์ส่วนตัวแบบพกพาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบปกติในชั้นเรียน โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 25 คน โดยมีการออกแบบการวิจัยให้มี การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Two Group Pretest and Posttest Design) โดยแสดงได้ดังแบบแผนการวิจัย ดังนี้

ER	O1	X	O2
CR	O1	-	O2

เมื่อ	E	หมายถึง	กลุ่มทดลอง
	O1	หมายถึง	มีการทดสอบก่อนเรียน
	X	หมายถึง	ได้รับการทดลองใช้รูปแบบฯ
	O2	หมายถึง	มีการทดสอบหลังเรียน
	R	หมายถึง	การสุ่มเลือกตัวอย่าง

3. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

3.1 การกำหนดโรงเรียน

การกำหนดโรงเรียนใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ โรงเรียนสาธิตในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง สังกัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร เป็นโรงเรียนประเภทสหศึกษา จัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา ดังนี้

1. เป็นโรงเรียนที่มีระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เอื้อต่อการสืบค้นข้อมูล สารสนเทศจากแหล่งต่าง ๆ และใช้ในการเข้าสู่แพลตฟอร์มการทำงานแบบร่วมมือ
2. โรงเรียนมีอุปกรณ์ส่วนตัวสนับสนุนให้กับนักเรียนรายบุคคล
3. เป็นโรงเรียนที่นักเรียนมีความพร้อมด้านอุปกรณ์ส่วนตัวที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา

3.2 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 ในสังกัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 25 คน และใช้การสุ่มอย่างง่ายจากจำนวน 2 ห้องเรียน เพื่อกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุมจำนวน 1 ห้องเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ต้องประกอบด้วยคุณลักษณะ ดังนี้

1. เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ของโรงเรียนในสังกัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 เนื่องจากเป็นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างที่ได้ทำการวิจัยคือ นักเรียนในโรงเรียนสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรมซึ่งมีคะแนน O-Net รายวิชา วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2562 – 2564 ในระดับที่สูงกว่าโรงเรียนสังกัดประเภทอื่น ๆ แต่ก็ยังอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐานเช่นเดียวกับโรงเรียนในสังกัดอื่น ๆ คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 50 โดยเฉพาะในปีการศึกษา 2563 และ 2564 ที่ผ่านมา

2. เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในสถาบันสังกัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ที่มีความพร้อมในด้านอุปกรณ์และเครือข่าย ซึ่งอาจหมายถึงความพร้อมจากการสนับสนุนรายบุคคลจากโรงเรียน หรือ ความพร้อมด้านอุปกรณ์ส่วนตัวและเครือข่ายของนักเรียนเอง

3.3 เกณฑ์พิจารณาให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยออกจากการวิจัย

3.3.1 เกณฑ์การคัดเข้าของกลุ่มตัวอย่างสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย มีดังนี้

1) นักเรียนที่ดำเนินการโดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การทำแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน แบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดระดับประสิทธิภาพการใช้งานแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์อย่างครบถ้วน

2) นักเรียนที่ดำเนินการตามเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย การได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามที่ระบุในเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองที่กำหนด

3.3.2 เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่างสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย มีดังนี้

1) นักเรียนที่ไม่ได้ผ่านการดำเนินการโดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การทำแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน แบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดระดับประสิทธิภาพการใช้งานแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

2) นักเรียนที่ไม่ได้ผ่านการดำเนินการตามเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย การได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามที่ระบุในเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองที่กำหนด ผู้วิจัยจะดำเนินการคัดกลุ่มตัวอย่างนั้นออก

3.4 วิธีการติดต่อและวิธีการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการติดต่อสื่อสารระหว่างกลุ่มตัวอย่าง ผ่านช่องทางต่าง ๆ ได้แก่ 1) การพบปะแบบประสานเวลาและพบหน้า (Face to face) ณ สถานศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง 2) การติดต่อผ่านช่องทางออนไลน์ ได้แก่ ไลน์กลุ่ม ไลน์ส่วนตัว อีเมล เป็นต้น และ 3) การติดต่อผ่านเบอร์โทรศัพท์มือถือของผู้วิจัย

3.5 วิธีการพิทักษ์สิทธิ ป้องกันความเสี่ยง และรักษาความลับของกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คำนึงถึงกระบวนการในการพิทักษ์สิทธิ การป้องกันความเสี่ยง และการรักษาความลับของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย ผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล และกรอกข้อมูลลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในการวิเคราะห์เป็นระยะเวลา 1 ปี (ตลอดระยะเวลาดำเนินโครงการ) และจะดำเนินการทำลายข้อมูลตลอดจนข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มตัวอย่างภายหลังเสร็จสิ้นการวิจัยด้วยการลบไฟล์ดิจิทัลตลอดจนข้อมูลอื่น ๆ ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับท่านภายหลังเสร็จสิ้นการวิจัย

2. ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างจะไม่มีความเสี่ยงใด ๆ ทั้งนี้ หากในการตอบแบบสอบถามหากมีข้อความ การกระทำที่ให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกอึดอัด หรืออาจรู้สึกไม่สบายใจ กลุ่มตัวอย่างมีสิทธิ์ที่จะไม่ตอบคำถามเหล่านั้นได้ รวมถึงมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการนี้เมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการไม่เข้าร่วมวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อกลุ่มตัวอย่างแต่อย่างใด

3. ข้อมูลส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่างจะถูกเก็บรักษาไว้ ไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นภาพรวม ผู้ที่มีสิทธิ์เข้าถึงข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจะมีเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ และคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนเท่านั้น

4. การวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างจะไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ โดยจะได้รับอุปกรณ์เครื่องเขียนที่ระลึกเป็นอุปกรณ์เครื่องเขียนที่มีชื่อและตราสัญลักษณ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. หากนักเรียนมีข้อสงสัยใด ๆ โปรดสอบถามเพิ่มเติม โดยติดต่อกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบอย่างรวดเร็ว

4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในการศึกษานี้มีเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 2 ประเภท ดังนี้

4.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

โดยแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย และแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ โดยมีกระบวนการในการพัฒนาเครื่องมือตามแผนการดำเนินงาน ดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ตามขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยได้ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การศึกษาสภาพปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา ได้แก่ สภาพการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาในระดับชาติ และระดับนานาชาติ

1.2 การศึกษาคุณลักษณะและสมรรถนะสำคัญตามองค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ว่า ผู้เรียนควรแสดงออกซึ่งพฤติกรรมใด และมีองค์ประกอบใดบ้าง

1.3 การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์และเลือกศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน โดยวิเคราะห์จากงานวิจัยด้านการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง และการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงเป็นฐาน เพื่อนำมาวิเคราะห์ขั้นการจัดการเรียนรู้

1.4 การศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน และเทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยเลือกศึกษาเทคโนโลยีที่สนับสนุนทั้งกระบวนการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ คือ แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

2) กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของเนื้อหา

โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผ่านเอกสารต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ศึกษาพฤติกรรมบ่งชี้ตามคุณลักษณะและสมรรถนะสำคัญตามองค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้รายหน่วยและรายคาบ

2.2 วิเคราะห์จากผลสัมฤทธิ์ในระดับชาติ และนานาชาติ ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนไทยอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐาน โดยจากผลคะแนน O-Net ปีการศึกษา 2562 - 2564 รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประเทศ โดยสำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) พบว่าทุกมาตรฐานการเรียนรู้และด้านตัวชี้วัดทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐาน และเมื่อเทียบกับสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (OECD, 2019b) พบว่านักเรียนไทยอยู่ในระดับสมรรถนะที่สามารถรู้คำอธิบายที่ถูกต้องของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อนเกินไป โดยนักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อบอกว่าการลงข้อสรุปถูกต้องสอดคล้องกับข้อมูลที่มีหรือไม่

ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างที่ได้ทำการวิจัยคือ นักเรียนในโรงเรียนสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรมซึ่งมีคะแนน O-Net รายวิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2562 – 2564 ในระดับที่สูงกว่าโรงเรียนสังกัดประเภทอื่น ๆ แต่ก็ยังอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐานเช่นเดียวกับโรงเรียนในสังกัดอื่น ๆ คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 50 โดยเฉพาะในปีการศึกษา 2563 และ 2564 ที่ผ่านมา

2.3 การวิเคราะห์เอกสารสาระการเรียนรู้ รายวิชาพื้นฐานจากเอกสารสาระการเรียนรู้และมาตรฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3) จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ โดยมีรายละเอียดโดยสังเขป ดังนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย

ในการจัดการเรียนรู้ตลอดการศึกษาในงานวิจัยนี้ ออกแบบให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลา จำนวน 18 คาบ ระยะเวลา 2 คาบ/สัปดาห์ (คาบเรียนละ 50 นาที) รวมทั้งสิ้น 9 สัปดาห์ โดยประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้


ตารางที่ 17 หน่วยการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัยสำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

หน่วยการเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	จำนวน คาบ
<p>ปฐมนิเทศและ ประเมินผลก่อนเรียน</p> <p>1) ปฐมนิเทศรูปแบบการเรียนรู้ 2) ประเมินผลก่อนเรียน</p>		ปฐมนิเทศรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ระบบการจัดการ เรียนรู้ และประเมินผลก่อนเรียน	2
<p>หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การระบุปัญหาที่ ใช้ในการสำรวจ ตรวจสอบ</p>	<p>1) ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจาก การศึกษางานวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้</p> <p>2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถ ตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>กิจกรรมการสืบสอบขั้นนำ ครั้งที่ 1 เรื่อง คำถามที่นำไปสู่ การหาคำตอบ ตอน ใครขอขมขื่นแค่ด้วยการพิสูจน์ข้อ ลักษณะบุคคล</p> <p>กิจกรรมการสืบสอบขั้นนำ ครั้งที่ 2 เรื่อง ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ตอน การค้นพบมหากาฬ พอสซิลตามแนวทางนักบรรพชีวินวิทยา</p>	2
<p>หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เสนอและประเมิน วิธีสำรวจตรวจสอบ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>1) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้</p> <p>2) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้</p> <p>3) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย</p>	<p>กิจกรรมการสืบสอบขั้นนำ ครั้งที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบ สมมติฐานที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ตอน การศึกษาวิวัฒนาการของกิ้งก่า Annolis</p> <p>กิจกรรมการสืบสอบขั้นนำ ครั้งที่ 4 เรื่อง การเลือกวิธีการ ที่ดีที่สุดบนฐานข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ตอน เมื่อจำลอง ริมชายฝั่งทะเล</p>	2
<p>หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง นักสืบ สอบ วิทยาศาสตร์ในยุค ดิจิทัล</p>	<p>1) ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจาก การศึกษางานวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้</p> <p>2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถ ตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>กิจกรรมเชิงปฏิบัติการครั้งที่ 5 เรื่อง การออกแบบการ ทดลองที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ตอน พิสูจน์กับสวน สนุก</p>	2

หน่วยการเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	จำนวน คาบ
	3) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	กิจกรรมเชิงปฏิบัติการครั้งที่ 6 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการ เกิดปฏิกิริยาเคมี	2
	4) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	กิจกรรมเชิงปฏิบัติการครั้งที่ 7 เรื่อง การสืบสอบ วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้	2
	5) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความแม่นยำ และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย		
ประเมินผลหลังเรียน		การประเมินผลหลังเรียน	2
		รวมทั้งสิ้น	18

โดยผู้วิจัยได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยมีรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ การใช้เทคโนโลยีในการจัดการ
เรียนรู้ ชิ้นงาน การวัดและประเมินผล ดังตารางดังนี้

ตารางที่ 18 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอน การวัดและการประเมินผล

การจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้	ขั้นตอน	การวัดและประเมินผล
จัดการเรียนรู้	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มควบคุม
1. ขั้นตอนไม่ประสบผลสำเร็จ (Concrete Experience)	<p>1. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพข่าว วิดีโอข่าว หรือ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันจากกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook จากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อ นำเข้าสู่กิจกรรม</p> <p></p> <p>2. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนแบบอิสระ 3-4 คน</p>	<p>1. ครูแสดงภาพข่าว วิดีโอข่าว หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม</p> <p>2. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนแบบอิสระ 3-4 คน</p>	<p>1. ประเมินร่องรอยผ่านใบงานออนไลน์</p> <p>2. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน</p>
2. ขั้นสรุปสถานการณ์ (Simulation briefing)	<p>1. ครูมอบหมายสถานการณ์ผ่านกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook โดยกำหนดให้นักเรียน คือ บุคคลที่อยู่ในสถานการณ์นั้น พร้อมศึกษาบริบทจากสถานการณ์ที่กำหนดให้</p>	<p>1. ครูมอบหมายสถานการณ์ผ่านใบงานออนไลน์ One Note โดยกำหนดให้นักเรียน คือ บุคคลที่อยู่ในสถานการณ์นั้น พร้อมศึกษาบริบทจากสถานการณ์ที่กำหนดให้</p>	<p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>

การจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน	การวัดและประเมินผล
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มควบคุม
3. ขั้นตอนการวัดผล	<p>1. ครูให้นักเรียนคาดคะเนสิ่งที่น่าสนใจเป็นไปได้อีกจากบริบท และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูให้ พร้อมระบุเหตุผล โดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “Group Discussion”</p> <p></p>	<p>1. ครูให้นักเรียนคาดคะเนสิ่งที่น่าสนใจเป็นไปได้อีกจากบริบท และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูให้ พร้อมระบุเหตุผล โดยบันทึกลงในใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p> <p></p>	<p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p> <p></p>
4. ขั้นตอนการวัดผล (Conceptualization)	<p>1. ครูให้นักเรียนระบุคำสำคัญ วิธีการที่จะใช้ในการสืบค้น เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ อย่างน้อย 3 แนวทาง โดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”</p> <p></p>	<p>1. ครูให้นักเรียนระบุคำสำคัญ วิธีการที่จะใช้ในการสืบค้น เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ อย่างน้อย 3 แนวทาง โดยบันทึกลงในใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p> <p></p>	<p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p> <p></p>
5. ขั้นสรุป	<p>1. ครูให้นักเรียนเลือกแนวทางที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบ 1 ทางเลือกโดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”</p>	<p>1. ครูให้นักเรียนเลือกแนวทางที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบ 1 ทางเลือกโดยบันทึกลงในใบงาน</p> <p></p>	<p>1. ใบงาน</p> <p></p>

การจัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้				การวัดและ ประเมินผล
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	ชั้นงาน	
	ใหม่ที่ได้รู้กำหนดให้ และตอบคำถามเพื่อหา คำตอบ และบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”	กลุ่มควบคุม (Consensus) 2. ครูให้นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติม ผ่านสถานการณ์ใหม่ที่ครู กำหนดให้ และตอบคำถามเพื่อ หาคำตอบ และบันทึกลงในใบ งานออนไลน์ One Note	Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อ ประเภทต่าง ๆ	Note และ แทรกสื่อ ประเภทต่าง ๆ	

= Short Answer

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ





แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ออกแบบขั้นการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์เสมือนจริงเป็นฐานทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามขั้นการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Concrete Experience)
2. ขั้นศึกษาดูสถานการณ์ (Simulation briefing)
3. ขั้นสะท้อนคิดจากสถานการณ์ (Reflective observation & thinking)
4. ขั้นออกแบบแนวคิด (Conceptualization)
5. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting)
6. ขั้นสรุปและขยายความรู้ (Elaboration) โดยจำแนกขั้นการเรียนรู้รายคาบต่าง ๆ





ดังนี้

โดยผู้วิจัยได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้จำนวน 18 คาบ (คาบเรียนละ 50 นาที) ระยะเวลา 9 สัปดาห์ (จำนวน 2 คาบ/สัปดาห์) รวมจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้งสิ้น 9 ฉบับ โดยมีรายละเอียดดังตาราง







ตารางที่ 19 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการใช้เทคโนโลยี ขั้นตอน การวัดและประเมินผลในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม การปฐมนิเทศ และการประเมินผลก่อนเรียน (สัปดาห์ที่ 1)







กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ปฐมนิเทศ และการประเมินผลก่อนเรียน					
<p>1. ปฐมนิเทศรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ระบบการจัดการเรียนรู้</p>  <p>แพลตฟอร์มแบบรวมมือออนไลน์ Pocket Lab Notebook</p> <p>2. นักเรียนทดลองการเข้าสู่ระบบ (login) บนระบบ Pocket Lab Notebook และตรวจสอบผลการทดลองจากการเข้าสู่เรียน (Student Roster) จากการรหัสห้องเรียน (Class code) และรหัสนักเรียน (Student code) ที่ได้รับจากผู้สอน และนักเรียนศึกษาคุณสมบัติและการใช้งานของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ (Pocket Lab Notebook) ผ่านเอกสารวิธีการใช้งาน และวิธีใช้เอกสารการใช้งานที่จัดทำโดยครูผู้สอนผ่านเมนู My Lesson</p> <p>3. ประเมินผลก่อนเรียนผ่านระบบการสอบออนไลน์เว็บไซต์ระบบการสอบออนไลน์</p>	<p>1. ปฐมนิเทศรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ระบบการจัดการเรียนรู้</p>  <p>แพลตฟอร์มแบบรวมมือออนไลน์ Microsoft Team</p> <p>2. นักเรียนทดลองการเข้าสู่ระบบ (login) บนระบบ Microsoft Team และตรวจสอบผลการเข้าสู่รายวิชา (Classroom Team) นักเรียนศึกษาคุณสมบัติและการใช้งานของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ (Microsoft Team) ผ่านเอกสารวิธีการใช้งาน และวิธีใช้เอกสารการใช้งานที่จัดทำโดยครูผู้สอนในเมนู การบ้าน (Assignment)</p> <p>3. ประเมินผลก่อนเรียนผ่านระบบการสอบออนไลน์เว็บไซต์ระบบการสอบออนไลน์</p>	  <p>Pre-test</p> <p>1. แบบทดสอบก่อนเรียนผ่านระบบออนไลน์</p>		<p>1. ประเมินก่อนเรียนแบบทดสอบก่อนเรียนผ่านแบบทดสอบก่อนเรียนบนระบบออนไลน์</p>	

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง การระบุปัญหาที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ
กิจกรรมการสืบสอบขั้นนำ ครั้งที่ 1 (สัปดาห์ที่ 2)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
กิจกรรมการสืบสอบขั้นนำ ครั้งที่ 1 เรื่อง คำถามที่นำไปสู่การหาคำตอบ ตอน ใครขโมยขนมเค้กด้วยการพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคล (ระยะเวลา 2 คาบ)						
1. ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Concrete Experience)	1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ “ขั้นตอนการหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน (วิธีการทางวิทยาศาสตร์)” เพื่อให้นักเรียน 2. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมปฏิบัติครั้งที่ 1 เรื่อง “ใครขโมยขนมเค้ก คำถามที่ต้องหาคำตอบ” เพื่อฝึกนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ “ขั้นตอนการหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน (วิธีการทางวิทยาศาสตร์)” เพื่อให้นักเรียน 2. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมปฏิบัติครั้งที่ 1 เรื่อง “ใครขโมยขนมเค้ก คำถามที่ต้องหาคำตอบ” เพื่อฝึกนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	 <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	
2. ขั้น	1. ครูให้นักเรียนเริ่มศึกษารายละเอียดของสถานการณ์จากกล่องข้อความ (Text Card)	1. ครูให้นักเรียนเริ่มศึกษา			ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในระบบ Pocket	


ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	<p>บนระบบ Pocket Lab Notebook จากสถานการณ์ที่กำหนดให้</p> <p><input type="text"/></p> <p>2. ครูใช้คำถามเพื่อใช้ในการศึกษาสถานการณ์ โดยให้นักเรียนบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)” ที่ครูเตรียมไว้ให้ ดังนี้</p> <p><input type="text"/></p> <p>อะไร (What happened?)</p> <p><input type="checkbox"/> สถานการณ์เกิดขึ้นได้อย่างไร หรือเหตุการณ์ที่น่าจะเป็นไปได้จากสถานการณ์นี้คืออะไร (Why?)</p> <p><input type="checkbox"/> หากนักเรียนเป็นบุคคลในสถานการณ์จะตั้งคำถามที่นำไปสู่การคำตอบว่าอย่างไร</p> <p>3. ครูให้รายละเอียดสถานการณ์เพิ่มเติม (ถ้ามี)</p>	<p>งานออนไลน์ One Note บนระบบ Microsoft Team จากสถานการณ์ที่กำหนดให้</p> <p>2. ครูใช้คำถามเพื่อใช้ในการศึกษาสถานการณ์ โดยให้นักเรียนบันทึกลงใน OneNote ดังนี้</p> <p><input type="checkbox"/> สถานการณ์อะไร (What happened?)</p> <p><input type="checkbox"/> สถานการณ์เกิดขึ้นได้อย่างไร หรือเหตุการณ์ที่น่าจะเป็นไปได้จากสถานการณ์นี้คืออะไร (Why?)</p> <p><input type="checkbox"/> หากนักเรียนเป็นบุคคลในสถานการณ์จะตั้งคำถามที่นำไปสู่การคำตอบว่าอย่างไร</p> <p>3. ครูให้รายละเอียดสถานการณ์</p>	<p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	<p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	<p>Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric</p>	





ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		กลุ่มควบคุม	ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	เพิ่มเติม (ถ้ามี)		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
3. ชุมสะท้อนคิดจากสถานการณ์ (Reflective observation & thinking)	<p>1. ครูให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมมาตั้งคำถาม สมมติฐานที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ โดยให้นักเรียนบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)” ที่ครูเตรียมไว้ให้ ดังนี้</p> <div><div>= Short Answer</div><div><input type="checkbox"/></div></div> <p>หากนักเรียนเป็นบุคคลในสถานการณ์จะตั้งคำถามที่นำไปสู่การหาคำตอบว่าอย่างไร</p> <p>2. ครูแสดงตัวอย่างคำตอบ โดยสุ่มเลือกแสดงผลคำตอบจากนักเรียนจำนวน 3-4 คำตอบ เพื่อร่วมอภิปรายลักษณะคำถามที่ดี และนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบได้</p>	<p>เพิ่มเติม (ถ้ามี)</p> <p>1. ครูให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมมาตั้งคำถาม สมมติฐานที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ โดยให้นักเรียนบันทึกลงใน OneNote ดังนี้</p> <div><div><input type="checkbox"/></div>หากนักเรียนเป็นบุคคลในสถานการณ์จะตั้งคำถามที่นำไปสู่การหาคำตอบว่าอย่างไร</div> <p>2. ครูแสดงตัวอย่างคำตอบ โดยสุ่มเลือกแสดงผลคำตอบจากนักเรียนจำนวน 3-4 คำตอบ เพื่อร่วมอภิปรายลักษณะคำถามที่ดี และนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบได้</p>	<div><div></div>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</div> <div><div></div>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</div>	<div><div></div>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</div> <div><div></div>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</div>	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ระบบ Rubric		
4. ชุมออกแบบ	<p>1. ครูให้นักเรียนระบุคำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้นเกี่ยวกับวิธีการ แนวคิด หรือองค์ความรู้จำนวน 3 คำตอบ โดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short</p>	<p>1. ครูให้นักเรียนระบุคำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้นเกี่ยวกับวิธีการ แนวคิด หรือองค์ความรู้จำนวน 3 คำตอบ โดยบันทึกลงใน OneNote</p>	<div><div></div>1. ใบงานออนไลน์ใน</div>	<div><div></div>1. ใบงานออนไลน์ One</div>	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม)		







ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน			การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	Answer” 	2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความสอดคล้องของคำถามที่ตั้งไว้กับการระบุคำสำคัญที่ช่วยเพิ่มความสอดคล้องและนำไปสู่การสำรวจสอบที่ดีหรือไม่ อย่างไร	Pocket Lab Notebook และ แท็บเล็ต ประเภทต่าง ๆ	Note และ แท็บเล็ต ประเภทต่าง ๆ	ควบคุม) โดยใช้แบบ ประเมินร่องรอยการ เรียนรู้ในรูปแบบ Rubric		
5. ขั้นสำรวจและ (Experimenting)	1. ครูให้นักเรียนสืบค้นตามคำสำคัญที่ได้รับ ไว้ พร้อมอธิบายผลการสืบค้นโดยสรุป โดย แสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ของข้อมูลที่ได้ เช่น รูปภาพ กราฟ หรือผลการทดลองเป็น ต้นพร้อมแสดงแหล่งที่มาจากการสืบค้น โดย บันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)” 	1. ครูให้นักเรียนสืบค้นตามคำสำคัญ ที่ได้รับไว้ พร้อมอธิบายผลการ สืบค้นโดยสรุป โดยแสดงหลักฐาน เชิงประจักษ์ของข้อมูลที่ได้ เช่น รูปภาพ กราฟ หรือผลการทดลอง เป็นต้นพร้อมแสดงแหล่งที่มาจาก การสืบค้น โดยบันทึกลงใน OneNote	 1. ใบงาน ออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และ แท็บเล็ต ประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงาน ออนไลน์ One Note และ แท็บเล็ต ประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการ เรียนรู้ในระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และ ใบงานออนไลน์ (กลุ่ม ควบคุม) โดยใช้แบบ ประเมินร่องรอยการ เรียนรู้ในรูปแบบ Rubric		
6. ขั้นสรุป และขยาย	1. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการสืบค้นที่ ได้ พร้อมระบุเหตุผล หรือหลักฐานเชิง ประจักษ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่ กำหนดไว้	1. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการ สืบค้นที่ได้ พร้อมระบุเหตุผล หรือ หลักฐานเชิงประจักษ์ที่สอดคล้องกับ สถานการณ์ที่กำหนดไว้	 1. ใบงาน ออนไลน์	 1. ใบงาน ออนไลน์ One	ประเมินร่องรอยการ เรียนรู้ในระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และ ใบงานออนไลน์ (กลุ่ม ควบคุม)		



ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	<p>2. ครูนำเสนอวิธีการอื่น ๆ เพิ่มเติม และให้นักเรียนสืบค้น พร้อมสรุปโดยย่อ เพื่อขยายความรู้</p> <p>3. ครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียน และให้นักเรียนประยุกต์ใช้แนวทางหรือวิธีการที่สืบค้นได้มาใช้ในการหาคำตอบ โดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”</p> <p>Short Answer</p>	<p>2. ครูนำเสนอวิธีการอื่น ๆ เพิ่มเติม และให้นักเรียนสืบค้น พร้อมสรุปโดยย่อ เพื่อขยายความรู้</p> <p>3. ครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียน นักเรียน และให้นักเรียนประยุกต์ใช้แนวทางหรือวิธีการที่สืบค้นได้มาใช้ในการหาคำตอบ โดยบันทึกลงใน OneNote</p>	<p>Pocket Lab Notebook และ แทรกสือ ประเภทต่าง ๆ</p>	<p>Note และ แทรกสือ ประเภทต่าง ๆ</p>	<p>ควบคุม) โดยใช้แบบ ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric</p>	

กิจกรรมการสืบสอบขั้นนำ ครั้งที่ 2 (สัปดาห์ที่ 3)

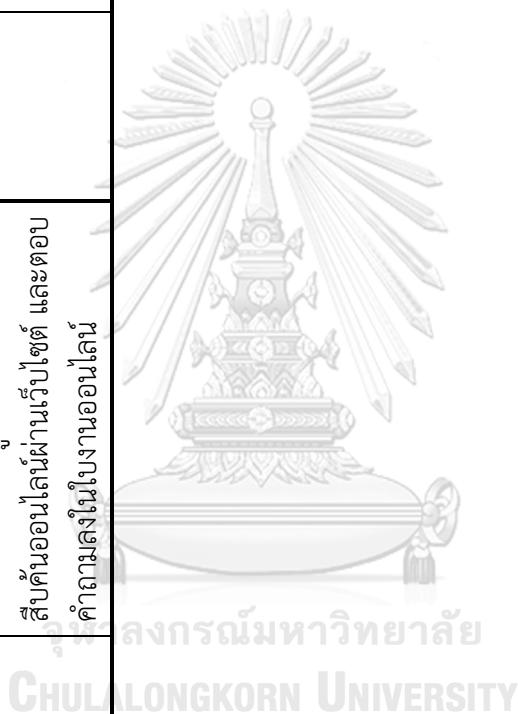
ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
กิจกรรมการสืบสอบขั้นนำ ครั้งที่ 2 เรื่อง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ตอน การค้นพบมหากาฬโศกัลตามแนวทงนักบรรพชีวินวิทยา						
1.ชุมชนออนไลน์ประสบการณ์ (Concrete Experience)	1. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพข่าว วิดีโอข่าว หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จากกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook จากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม	1. ครูแสดงภาพข่าว วิดีโอข่าว หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม	 1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้รูปแบบ Rubric	
	2. ครูแบ่งกลุ่มให้กับนักเรียนแบบอิสระ 3-4 คน					
2. ชุมชน	1. ครูมอบหมายสถานการณ์ผ่านกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket	1. ครูมอบหมายสถานการณ์ผ่านใบงานออนไลน์ One Note โดย			ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่ม	



ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้			ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	Lab Notebook โดยกำหนดให้นักเรียน คือ บุคคลที่อยู่ใน บุคคลที่อยู่ในสถานการณ์นั้น พร้อมศึกษา บริบทจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้	กำหนดให้นักเรียน คือ บุคคลที่อยู่ใน สถานการณ์นั้น พร้อมศึกษาบริบท จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้	1. ใบงาน ออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อ ประเภทต่าง ๆ	1. ใบงาน ออนไลน์ One Note และ แทรกสื่อ ประเภทต่าง ๆ	ทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบ ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ใน รูปแบบ Rubric		
3. ขั้นสะท้อนคิดจากสถานการณ์	1. ครูให้นักเรียนคาดคะเนสิ่งที่น่าสนใจ ได้ จากบริบท และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครู ให้ พร้อมระบุเหตุผล โดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “Group Discussion”	1. ครูให้นักเรียนคาดคะเนสิ่งที่น่าสนใจ เป็นไปได้ จากบริบท และ สถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูให้ พร้อม ระบุเหตุผล โดยบันทึกลงในใบงานออนไลน์ One Note	 1. ใบงาน ออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อ ประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงาน ออนไลน์ One Note และ แทรกสื่อ ประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บน ระบบ Pocket Lab (กลุ่ม ทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบ ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ใน รูปแบบ Rubric		
4. ขั้น	1. ครูให้นักเรียนระบุคำสำคัญ วิธีการที่จะใช้ ในการสืบค้น เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ อย่าง	1. ครูให้นักเรียนระบุคำสำคัญ วิธีการที่จะใช้ วิธีการที่จะใช้ในการสืบค้น เพื่อให้			ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บน ระบบ Pocket Lab (กลุ่ม		





ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่ม ควบคุม
	<p>น้อย 3 แนวทาง โดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”</p> <p></p>	<p>ได้มาซึ่งคำตอบ อย่างน้อย 3 แนวทาง โดยบันทึกลงในใบงานออนไลน์ One Note</p>	<p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	<p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	<p>ทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric</p>	<p>กลุ่มควบคุม</p>
5. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting)	<p>1. ครูให้นักเรียนเลือกแนวทางที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบ 1 ในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”</p> <p></p> <p>2. ครูเผยแพร่สารสนเทศเพิ่มเติมจากกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้สืบค้นเพิ่มเติมจากสารสนเทศที่ครูกำหนดให้ ผ่านกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook</p> <p> </p>	<p>1. ครูให้นักเรียนเลือกแนวทางที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบ 1 ทางเลือกโดยบันทึกลงในใบงานออนไลน์ One Note</p> <p>2. ครูเผยแพร่สารสนเทศเพิ่มเติมจากกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้สืบค้นเพิ่มเติมจากสารสนเทศที่ครูกำหนดให้ ผ่าน Conversation บนระบบ Microsoft Team</p>	<p></p> <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	<p></p> <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	<p>ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric</p>	



ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้			ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	<p>และให้นักเรียนบันทึกผลลงในกล่องข้อความแบบ “ คำตอบสั้น (Short Answer)”</p> <p>Short Answer</p> <p>3. ครูให้ตัวแทนกลุ่มแลกเปลี่ยนผลการสืบค้นระหว่างกลุ่มภายในห้องได้ โดยให้นักเรียนบันทึกผลลงในกล่องข้อความแบบ “Class Discussion”</p> <p>Class Discussion</p>						
6. ขั้นสรุปและขยายความ (Elaboration)	<p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการลงมติทางวิทยาศาสตร์ (Consensus) จากความคิดเห็นของผู้อื่น จากการทำงานของผู้อื่นส่งผลการลงข้อสรุปของกลุ่มตนเองหรือไม่ อย่างไร</p> <p>2. ครูให้นักเรียนสืบค้น เรื่อง ฟอสซิล และหลักฐานทางบรรพชีวินวิทยา ผ่านวิดีโอที่ครูเตรียมไว้ให้ หรือ สืบค้นออนไลน์ผ่านเว็บไซต์</p>	<p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิวัฒนาการเกี่ยวกับ การลงมติทางวิทยาศาสตร์ (Consensus) จากความคิดเห็นของผู้อื่น จากการทำงานของผู้อื่นส่งผลการลงข้อสรุปของกลุ่มตนเองหรือไม่ อย่างไร</p> <p>2. ครูให้นักเรียนสืบค้น เรื่อง ฟอสซิล</p>		 <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	<p>ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric</p>	

ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่ม ควบคุม
	<p>และตอบคำถามลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”</p> <p>— Short Answer</p>	<p>และหลักการพื้นฐานทางบรรพชีวินวิทยา ผ่านวิดีโอที่ครูเตรียมไว้ให้ หรือ สืบค้นออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ และตอบคำถามลงในใบงานออนไลน์</p>				







ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
2. วิชาสถานการณ์ (Simulation briefing)	<p>1. ครูให้นักเรียนศึกษาประเด็นในการศึกษาครั้งนี้ จากกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook โดยให้ประเด็นสำคัญ ดังนี้</p> <p>1.1 สังเกตลักษณะต่าง ๆ และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ กิ้งก่า Anolis สายพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีลักษณะแตกต่างกัน</p> <p>1.2 สายพันธุ์ต่าง ๆ มีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร และมีแหล่งที่อยู่อาศัยกระจายอยู่บริเวณใดบ้าง</p> <p>1.3 สายพันธุ์ต่าง ๆ มีความเกี่ยวข้องกัน แหล่งที่อยู่นั้น ๆ อย่างไร</p>	<p>1. ครูให้นักเรียนศึกษาประเด็นในการศึกษาครั้งนี้ จากใบกิจกรรมออนไลน์ในรูปแบบไฟล์ pdf โดยให้ประเด็นสำคัญ ดังนี้</p> <p>1.1 สังเกตลักษณะต่าง ๆ และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ กิ้งก่า Anolis สายพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีลักษณะแตกต่างกัน</p> <p>1.2 สายพันธุ์ต่าง ๆ มีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร และมีแหล่งที่อยู่อาศัยกระจายอยู่บริเวณใดบ้าง</p> <p>1.3 สายพันธุ์ต่าง ๆ มีความเกี่ยวข้องกัน แหล่งที่อยู่นั้น ๆ อย่างไร</p>	<div></div> <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	<div></div> <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	



ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้			ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	
3. ชวนสะท้อนคิดจากสถานการณ์ (Reflective observation & conceptualization)	1. ครูให้นักเรียนสร้างสมมติฐานจากการศึกษาในแต่ละประเด็นและพิมพ์คำตอบลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)” <div>= Short Answer</div> (เพื่อให้นักเรียนได้เปรียบเทียบ และเห็นความแตกต่างระหว่างสมมติฐานทิศทางการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการระบุค่าสำคัญ วิธีการ หรือการสืบค้นประเภทข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาว่ามีความแตกต่างกัน)	1. ครูให้นักเรียนสร้างสมมติฐานจากการศึกษาจากการศึกษาในแต่ละประเด็นและพิมพ์คำตอบลงในออนไลน์	1. ใบงาน ออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และ แทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงาน ออนไลน์ One Note และ แทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงาน ออนไลน์ One Note และ แทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	
4. ชวนออกแบบแนวคิด (Conceptualization)	1. ครูให้นักเรียนระบุค่าสำคัญ คำสืบค้นเอกสารหรือแหล่งข้อมูลที่ต้องการใช้ในการสืบค้นเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ จากสมมติฐานในแต่ละแนวทาง โดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)” <div>= Short Answer</div> 2. ครูนำเสนอสารสนเทศที่ครูได้จัดเตรียมไว้ให้ผ่านสถานการณ์ประกอบด้วย ดังนี้ 2.1 การได้รับแผนที่ของสถานที่ตั้งหมู่เกาะที่	1. ครูให้นักเรียนระบุค่าสำคัญ คำสืบค้นเอกสารหรือแหล่งข้อมูลที่ต้องการใช้ในการสืบค้นเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ จากสมมติฐานในแต่ละแนวทาง โดยบันทึกลงในใบงานแบบออนไลน์	1. ใบงาน ออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และ แทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงาน ออนไลน์ One Note และ แทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงาน ออนไลน์ One Note และ แทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	



ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	<p>แสดงเกาะต่าง ๆ</p> <p>2.2 ผลการศึกษาเมื่อเวลาผ่านไปค้นพบข้อมูลเพิ่มเติม เช่น ลักษณะรูปร่างของแต่ละสายพันธุ์ แหล่งที่อยู่ทั้งกิ่งก้านแต่ละชนิด เป็นต้น</p> <p>โดยครูเผยแพร่สารสนเทศผ่านระบบ Pocket Lab Notebook</p>  <p>3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากสารสนเทศที่มี และตอบคำถามลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”</p> 	<p>2.1 การได้รับแผนที่ของสถานที่ตั้งหมู่เกาะ ที่แสดงเกาะต่าง ๆ</p> <p>2.2 ผลการศึกษาเมื่อเวลาผ่านไปค้นพบข้อมูลเพิ่มเติม เช่น ลักษณะรูปร่างของแต่ละสายพันธุ์ แหล่งที่อยู่ทั้งกิ่งก้านแต่ละชนิด เป็นต้น</p> <p>โดยครูเผยแพร่สารสนเทศผ่านรูปแบบไฟล์ และแสดงผลบนจอในห้องเรียน</p> <p>3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากสารสนเทศที่มี และตอบคำถามลงในใบงานออนไลน์</p>				



ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
5. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting)	1. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากเว็บไซต์ที่มีความน่าเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล 2. ครูเผยแพร่แผนภาพต้นไม้แสดงวิวัฒนาการและพันธุกรรม (Phylogenetic tree) ของกิ่งก่า Annolis เพิ่มเติม <div><div></div><div>Image</div></div> <div><div></div><div>Tr Text</div></div> 3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผ่านประเด็นต่าง ๆ ผ่านกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)” <div><div></div><div>= Short Answer</div></div>	1. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากเว็บไซต์ที่มีความน่าเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล 2. ครูเผยแพร่แผนภาพต้นไม้แสดงวิวัฒนาการและการและพันธุกรรม (Phylogenetic tree) ของกิ่งก่า Annolis เพิ่มเติม 3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผ่านประเด็นต่าง ๆ ผ่านกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”	<div></div> <div>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแท็บเล็ตสื่อประเภทต่าง ๆ</div>	<div></div> <div>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแท็บเล็ตสื่อประเภทต่าง ๆ</div>	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	

ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
6. ขุนสู่ปลายความ (Elaboration)	<p>1. ครูให้นักเรียนรวบรวมข้อมูล และ สารสนเทศที่ได้จากการสืบค้น และสารสนเทศ ที่ครูได้เผยแพร่ สรุปรประเด็นสำคัญ เพื่อตอบ สมมติฐานแนวทางต่าง ๆ ที่ตั้งไว้</p> <p>2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายลักษณะการ ตั้งสมมติฐานแบบระบุทิศทาง และไม่ระบุ ทิศทาง และอภิปรายเรื่อง การตั้งสมมติฐานที่มี ผลต่อการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ</p> <p>3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็น ขวนคิดอื่น ๆ เพิ่มเติม ได้แก่ การอพยพข้าม เกาะของกิ้งก่าบางสายพันธุ์ และแหล่งข้อมูล อื่น ๆ เช่น ซากฟอสซิล เป็นต้น</p>	<p>1. ครูให้นักเรียนรวบรวมข้อมูล และสารสนเทศที่ได้จากการสืบค้น และสารสนเทศที่ครูได้เผยแพร่ สรุปรประเด็นสำคัญ เพื่อตอบ สมมติฐานแนวทางต่าง ๆ ที่ตั้งไว้</p> <p>2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ลักษณะการตั้งสมมติฐานแบบระบุ ทิศทาง และไม่ระบุทิศทาง และ อภิปรายเรื่อง การตั้งสมมติฐานที่มี ผลต่อการออกแบบวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ</p> <p>3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ประเด็น ขวนคิดอื่น ๆ เพิ่มเติมร่วมกันอภิปราย ประเด็น ขวนคิดอื่น ๆ เพิ่มเติม ได้แก่ การอพยพข้ามเกาะของ กิ้งก่าบางสายพันธุ์ และแหล่งข้อมูล อื่น ๆ เช่น ซากฟอสซิล เป็นต้น</p>	 <p>1. ใบงาน ออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และ แทรกสื่อประเภท ต่าง ๆ</p>	 <p>1. ใบงาน ออนไลน์ One Note และ แทรกสื่อ ประเภทต่าง ๆ</p>	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงาน ออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดย ใช้แบบประเมินร่องรอยการ เรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	



ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ชุมชนออนไลน์ประสบการณ์ตรง (Concrete Experience) (ต่อ)	2. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนแบบคละความสามารถ กลุ่มละ 3-4 คน	2. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนแบบคละความสามารถ กลุ่มละ 3-4 คน	 <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแท็บเล็ต ประเภทต่าง ๆ</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแท็บเล็ต ประเภทต่าง ๆ</p>	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	

ขั้น จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน	การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
2. ขั้นศึกษาสถานการณ์ (Simulation briefing)	1. ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ตามใบกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง “หัวเมืองเศรษฐกิจริมชายฝั่งทะเล” จากกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook จ ำ ก สถานการณ์ที่กำหนดให้	1. ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ตามใบกิจกรรม เรื่อง “หัวเมืองเศรษฐกิจริมชายฝั่งทะเล”	 1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแท็บเล็ต ประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงานออนไลน์ One Note และแท็บเล็ต ประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric
	2. ครูใช้คำถามเพื่อใช้ในการศึกษาสถานการณ์ โดยให้นักเรียนบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)” ที่ครูเตรียมไว้ให้ ดังนี้	2. ครูใช้คำถามเพื่อใช้ในการศึกษาสถานการณ์ โดยให้นักเรียนบันทึกลงในใบงาน ดังนี้			






ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
3. ขุนสะท้อนคิดจากสถานการณ์ (Reflective observation & thinking)	1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถาม ดังนี้ <input type="checkbox"/> ในการตัดสินใจเลือกแนวทางต่าง ๆ นักเรียนมีแนวทางในการตัดสินใจเลือกอย่างไร <input type="checkbox"/> หากเป็นการหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ หรือการทดลอง สิ่งใดที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเลือก/ไม่เลือกแนวทางดังกล่าว	1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถาม ดังนี้ <input type="checkbox"/> ในการตัดสินใจเลือกแนวทางต่าง ๆ นักเรียนมีแนวทางในการตัดสินใจเลือกอย่างไร <input type="checkbox"/> หากเป็นการหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ หรือการทดลอง สิ่งใดที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเลือก/ไม่เลือกแนวทางดังกล่าว	 1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	
	2. ครูใช้คำถามเพื่อใช้ในการศึกษาสถานการณ์ โดยให้นักเรียนบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)” โดยใช้คำถามสะท้อนคิดจากสถานการณ์ ดังนี้ <input type="checkbox"/> สำหรับหัวเมืองชายฝั่งทะเล การตัดสินใจทำกิจกรรม หรือก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานของเมือง ต้องคำนึงถึงผลกระทบด้านใดบ้าง	2. ครูใช้คำถามเพื่อใช้ในการศึกษาสถานการณ์ โดยให้นักเรียนบันทึกลงในใบงาน โดยใช้คำถามสะท้อนคิดจากสถานการณ์ ดังนี้ <input type="checkbox"/> สำหรับหัวเมืองชายฝั่งทะเล การตัดสินใจทำกิจกรรม หรือก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานของเมือง ต้องคำนึงถึงผลกระทบด้านใดบ้าง				






ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน	การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
4. ขนอบแบบแนวคิด (Conceptualization)	1. ครูให้รายละเอียดสถานการณ์เพิ่มเติม คือ ใบลงความเห็นในการพัฒนาเมือง โดยประกอบด้วยโครงการที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศต่าง ๆ เช่น การพัฒนาแนวชายฝั่ง การเพิ่มพื้นที่สีเขียว การสร้างอ่างเก็บน้ำจืด เป็นต้น	1. ครูให้รายละเอียดสถานการณ์เพิ่มเติม คือ ใบลงความเห็นในการพัฒนาเมือง โดยประกอบด้วยโครงการที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศต่าง ๆ เช่น การพัฒนาแนวชายฝั่ง การเพิ่มพื้นที่สีเขียว การสร้างอ่างเก็บน้ำจืด เป็นต้น	 1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และ แทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงานออนไลน์ One Note และ แทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และ ใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric
	2. ครูชี้แจงรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการระบุเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแต่ละแนวทาง ดังนี้	2. ครูชี้แจงรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการระบุเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแต่ละแนวทาง ดังนี้	2.1 ให้นักเรียนวางแผนการเลือกตัดสินใจแต่ละแนวทาง โดยพิจารณาถึงผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศเป็นหลัก ภายใต้เงื่อนไขข้อ งบประมาณที่นักเรียนได้รับในการลงทุนเพื่อเลือกแต่ละแนวทาง		

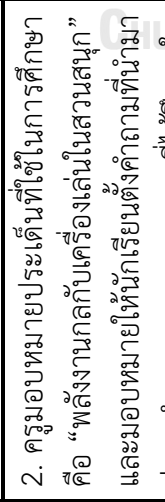
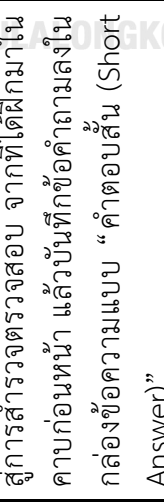
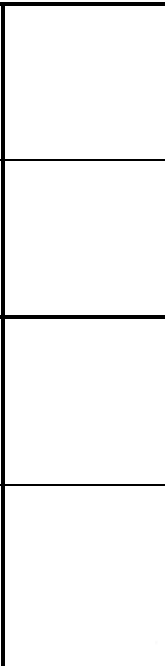
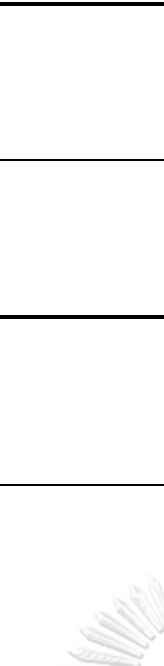
ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		กลุ่มควบคุม	ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
5. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting)	<p>1. ครูให้นักเรียนระดมความคิดภายในกลุ่มเพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางการต่าง ๆ (15 นาที) โดยให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่กลงในกลุ่มข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”</p> <div>= Short Answer</div> <p>2. ครูให้นักเรียนสร้างเมืองจำลองโดยใช้โพลีไสใส่น้ำสีน้ำเงินและปากกาขีดระดับน้ำทะเลปานกลาง พร้อมภาชนะลอยน้ำจำนวนกลุ่มละ 1 ใบเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการได้รับลูกแก้วหลังจากหอยลูกเต๋า</p>  <p>ตัวอย่างภาพโพลีไสใส่น้ำและการขีดเส้นระดับน้ำ</p>	<p>1. ครูให้นักเรียนระดมความคิดภายในกลุ่มเพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางการต่าง ๆ (15 นาที)</p> <p>2. ครูให้นักเรียนสร้างเมืองจำลองโดยใช้โพลีไสใส่น้ำสีน้ำเงินและปากกาขีดระดับน้ำทะเลปานกลาง พร้อมภาชนะลอยน้ำจำนวนกลุ่มละ 1 ใบเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการได้รับลูกแก้วหลังจากหอยลูกเต๋า</p>  <p>ตัวอย่างภาพโพลีไสใส่น้ำและการขีดเส้นระดับน้ำ</p>		 <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	





ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
5. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting)	<p>3. ครูชี้แจงรายละเอียดการทอยลูกเต๋า และการทำกิจกรรมตามเงื่อนไขที่แสดง การสุ่มเหตุการณ์ที่เป็นผลดี (ด้านบวก) และผลกระทบบ (ด้านลบ) โดยพิจารณาเป็นผู้นำหน้าหน้าคะแนน พร้อมจำนวนลูกแก้ว ที่แต่ละกลุ่มจะได้รับเพื่อใส่ลงในขวดโหลใส่น้ำ</p> <p>4. ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มเป็นออกมาทอยลูกเต๋าสถานการณ์ต่าง ๆ รอบละ 1 กลุ่ม และให้แต่ละกลุ่มจดบันทึกจำนวนลูกแก้วที่เหลือในแต่ละรอบลงในตาราง แบบ Group work</p> <p> Data Table</p> <p>5. ครูสุ่มกลุ่มที่ได้รับลูกแก้วน้อยที่สุดว่า แต่ละวิธีการใช้หลักการใดในการเลือก หรือ สันนิษฐานเหตุผลบ้าง</p>	<p>3. ครูชี้แจงรายละเอียดการทอยลูกเต๋า และการทำกิจกรรมตามเงื่อนไขที่แสดง การสุ่มเหตุการณ์ที่เป็นผลดี (ด้านบวก) และผลกระทบบ (ด้านลบ) โดยพิจารณาเป็นผู้นำหน้าหน้าคะแนน พร้อมจำนวนลูกแก้วที่แต่ละกลุ่มจะได้รับเพื่อใส่ลงในขวดโหลใส่น้ำ</p> <p>4. ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มเป็นออกมาทอยลูกเต๋าสถานการณ์ต่าง ๆ รอบละ 1 กลุ่ม และให้แต่ละกลุ่มจดบันทึกจำนวนลูกแก้วที่เหลือในแต่ละรอบลงในใบงาน</p> <p>5. ครูสุ่มกลุ่มที่ได้รับลูกแก้วน้อยที่สุดว่า แต่ละวิธีการใช้หลักการใดในการเลือก หรือ สันนิษฐานเหตุผลบ้าง</p>				



หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง นักสืบสอบวิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัล
กิจกรรมการสืบสอบขั้นนำ ครั้งที่ 5 (สัปดาห์ที่ 6)



ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
กิจกรรมเชิงปฏิบัติการครั้งที่ 5 เรื่อง การออกแบบการทดลองที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ตอน พิสูจน์กับสวนสนุก						
1. ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Concrete Experience)	1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากภาพถ่ายเครื่องเล่น รถไฟฟ้าเหาะ จากกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook จากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม	1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากภาพถ่ายเครื่องเล่น รถไฟฟ้าเหาะ ที่นักเรียนได้เรียนรู้มา เชื่อมโยงกับเนื้อหาเดิมที่นักเรียนได้เรียนรู้มา เรื่อง พลังงานกล โดยใช้คำถามต่าง ๆ ต่อไปนี้	 1. ใบงานออนไลน์ Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และ ใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	
	<div><div><div></div><div>Image</div></div><div><div></div><div>Youtube Video</div></div><div><div></div><div>Tr Text</div></div></div> <p>โดยเชื่อมโยงกับเนื้อหาเดิมที่นักเรียนได้เรียนรู้มา เรื่อง พลังงานกล โดยใช้คำถามต่าง ๆ ต่อไปนี้</p> <p>1.1 พลังงานกล คืออะไร และประกอบไปด้วยพลังงานประเภทใดบ้าง</p>	1.1 พลังงานกล คืออะไร และประกอบด้วยพลังงานประเภทใดบ้าง				



ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	กลุ่ม ควบคุม
1. ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Concrete Experience) (ต่อ)	<p>1.2 พลังงานกับการเคลื่อนที่ของรถไฟ</p> <p>หาะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง</p> <p>โดยครูให้นักเรียนบันทึกคำตอบลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”</p> <p>= Short Answer</p> <p>2. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนแบบบุคคล</p> <p>ความสามารถ กลุ่มละ 3-4 คน</p>		 <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	<p>ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric</p>	
2. ขั้นศึกษาสถานการณ์ (Simulation briefing)	<p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคลิป “ฟิสิกส์กับสวนสนุก” โดยครูให้นักเรียนดู (Pause) แสดงคลิปในช่วงเวลาต่าง ๆ ของเครื่องเล่นได้แก่ ช่วงเริ่มต้น ช่วงที่เครื่องเล่นเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุด และช่วงที่เครื่องเล่นลงมา ณ ตำแหน่งเดิม (ระดับอ้างอิงจากพื้น)</p> <p>ผ่านเครื่องมือวิดีโอ</p> <p> Youtube Video</p>	<p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคลิป “ฟิสิกส์กับสวนสนุก” โดยครูให้นักเรียนดู (Pause) แสดงคลิปในช่วงเวลาต่าง ๆ ของเครื่องเล่นได้แก่ ช่วงเริ่มต้น ช่วงที่เครื่องเล่นเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุด และช่วงที่เครื่องเล่นลงมา ณ ตำแหน่งเดิม (ระดับอ้างอิงจากพื้น)</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	<p>ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric</p>	

ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้	ข้อมูลทดลอง	ข้อมูลควบคุม	ข้อมูลทดลอง	ข้อมูลควบคุม	การวัดและประเมินผล
	<p>2. ครูมอบหมายประเด็นที่ใช้ในการศึกษา คือ “พลังงานกลกับเครื่องเล่นในสวนสนุก” และมอบหมายให้นักเรียนตั้งคำถามที่นำมาสู่การสำรวจตรวจสอบ จากที่ได้ฝึกมาในคาบก่อนหน้า แล้วบันทึกข้อความลงในใบงาน (Short Answer)”</p> <p>PHET Simulation</p> <p>3. ครูให้นักเรียนศึกษาหน้าจอการแสดงผลจากแอปพลิเคชันผ่านเครื่องมือ Simulation จากลิงก์ QR CODE ที่ปรากฏในใบงาน</p> <p>PHET Simulation</p> <p>ตามสถานการณ์ที่ 1 ที่กำหนดให้ และตอบคำถาม</p> 	<p>2. ครูมอบหมายประเด็นที่ใช้ในการศึกษา คือ “พลังงานกลกับเครื่องเล่นในสวนสนุก” และมอบหมายให้นักเรียนตั้งคำถามที่นำมาสู่การสำรวจตรวจสอบ จากที่ได้ฝึกมาในคาบก่อนหน้า แล้วบันทึกข้อความลงในใบงาน</p> <p>PHET Simulation</p> <p>3. ครูให้นักเรียนศึกษาหน้าจอการแสดงผลจากแอปพลิเคชันผ่านเครื่องมือ Simulation จากลิงก์ QR CODE ที่ปรากฏในใบงาน</p> <p>PHET Simulation</p> <p>ตามสถานการณ์ที่ 1 ที่กำหนดให้ และตอบคำถาม</p> 				
<p>2. ขุนศึกษาสถานการณ์ (Simulation briefing)</p>	<p>2. ครูมอบหมายประเด็นที่ใช้ในการศึกษา คือ “พลังงานกลกับเครื่องเล่นในสวนสนุก” และมอบหมายให้นักเรียนตั้งคำถามที่นำมาสู่การสำรวจตรวจสอบ จากที่ได้ฝึกมาในคาบก่อนหน้า แล้วบันทึกข้อความลงในใบงาน (Short Answer)”</p> <p>PHET Simulation</p> <p>3. ครูให้นักเรียนศึกษาหน้าจอการแสดงผลจากแอปพลิเคชันผ่านเครื่องมือ Simulation จากลิงก์ QR CODE ที่ปรากฏในใบงาน</p> <p>PHET Simulation</p> <p>ตามสถานการณ์ที่ 1 ที่กำหนดให้ และตอบคำถาม</p> 	<p>2. ครูมอบหมายประเด็นที่ใช้ในการศึกษา คือ “พลังงานกลกับเครื่องเล่นในสวนสนุก” และมอบหมายให้นักเรียนตั้งคำถามที่นำมาสู่การสำรวจตรวจสอบ จากที่ได้ฝึกมาในคาบก่อนหน้า แล้วบันทึกข้อความลงในใบงาน</p> <p>PHET Simulation</p> <p>3. ครูให้นักเรียนศึกษาหน้าจอการแสดงผลจากแอปพลิเคชันผ่านเครื่องมือ Simulation จากลิงก์ QR CODE ที่ปรากฏในใบงาน</p> <p>PHET Simulation</p> <p>ตามสถานการณ์ที่ 1 ที่กำหนดให้ และตอบคำถาม</p> 				



ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	กลุ่ม ควบคุม
3. ขั้นสะท้อนคิดจากประสบการณ์ (Reflective observation & ...)	<p>1. ครูให้นักเรียนตอบคำถามผ่านการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม ด้วยเครื่องมือ Group Discussion เพื่อตอบคำถามตามประเด็นตัวอย่างที่นำไปสู่การลงข้อสรุปเพื่อฝึกทักษะการลงข้อสรุปโดยใช้โปรแกรมสถานการณ์จำลองเสมือนจริง</p>  	<p>1. ครูให้นักเรียนตอบคำถามผ่านการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม แล้วบันทึกลงในใบงาน</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่างๆ</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่างๆ</p>	<p>ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric</p>	

ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่ม ทดลอง กลุ่ม ควบคุม
4. ขนออกแบบแนวคิด (Conceptualization)	<p>1. ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่ 2 และฝึกทักษะการออกแบบการทดลองจากประเด็นที่กำหนดให้ โดยระบุขั้นตอนการทดลองด้วยทดลองด้วยโปรแกรมจำลองเสมือนจริง ลงในใบงาน ได้แก่ ในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)” ได้แก่</p> <p>= Short Answer</p> <p>1.1 ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนที่นำไปสู่ข้อสรุปว่า “ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าพลังงานจลน์ กล่าวคือ ค่าพลังงานจลน์ขึ้นกับมวลของวัตถุ”</p> <p>1.2 ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนที่นำไปสู่ข้อสรุปว่า “ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าพลังงานจลน์ กล่าวคือ ค่าพลังงานจลน์ขึ้นกับความเร็วของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่”</p>	<p>1. ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่ 2 และฝึกทักษะการออกแบบการทดลองจากประเด็นที่กำหนดให้ โดยระบุขั้นตอนการทดลองด้วยโปรแกรมจำลองเสมือนจริง ลงในใบงาน ได้แก่ 1.1 ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนที่นำไปสู่ข้อสรุปว่า “ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าพลังงานจลน์ กล่าวคือ ค่าพลังงานจลน์ขึ้นกับมวลของวัตถุ”</p> <p>1.2 ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนที่นำไปสู่ข้อสรุปว่า “ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าพลังงานจลน์ กล่าวคือ ค่าพลังงานจลน์ขึ้นกับความเร็วของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่”</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่างๆ</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่างๆ</p>	<p>ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric</p>



ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	กลุ่ม ควบคุม
5. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting)	1. ครูให้นักเรียนพิมพ์ขั้นตอนการออกแบบวิธีการตามขั้นก่อนหน้า และทดลองหาคำตอบ คำตอบ พร้อมทั้งปรับกระบวนการของกลุ่มตนเอง (ถ้ามี) ลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)” ได้แก่	1. ครูให้นักเรียนบอกขั้นตอนการออกแบบวิธีการตามขั้นก่อนหน้า และทดลองหาคำตอบ พร้อมทั้งปรับกระบวนการของกลุ่มตนเอง (ถ้ามี) ด้วยปากกาสีอื่น เช่น สีเขียว สีแดงลงในใบงาน	 1. ใบงาน ออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อ ประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงาน ออนไลน์ One Note และแทรก สื่อประเภท ต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และ ใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	
	<div>— Short Answer</div>					



ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่ม ทดลอง กลุ่ม ควบคุม
6. ขั้นสรุปและขยายความรู้ (Elaboration)	<p>1. ครูสุ่มกลุ่มออกมา 2-3 กลุ่ม และอภิปรายขั้นตอนในการออกแบบการทดลอง ทดลอง หรือหาคำตอบที่ดี ได้แก่ การกำหนดวิธีการที่สอดคล้องกับประเด็นปัญหา การออกแบบที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปรอย่างถูกต้อง วิธีการวัดค่าได้ มีความชัดเจนของวิธีการ และการตั้งค่าต่าง ๆ รวมทั้งแสดงการอธิบายการได้มาซึ่งผลการหาคำตอบที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ เป็นต้น</p> <p>2. ครูมอบหมายสถานการณ์ที่ 3 เพิ่มเติม เพื่อขยายความรู้ และประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ พร้อมตอบคำถามตามขั้นตอนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>1. ครูสุ่มกลุ่มออกมา 2-3 กลุ่ม และอภิปรายขั้นตอนในการออกแบบการทดลอง หรือหาคำตอบที่ดี ได้แก่ การกำหนดวิธีการที่สอดคล้องกับประเด็นปัญหา การออกแบบที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปรอย่างถูกต้อง การแสดงวิธีการที่วัดค่าได้ มีความชัดเจนของวิธีการและการตั้งค่าต่าง ๆ รวมทั้งแสดงการอธิบายการได้มาซึ่งผลการหาคำตอบที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ เป็นต้น</p> <p>2. ครูมอบหมายสถานการณ์ที่ 3 เพิ่มเติม เพื่อขยายความรู้ และประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ พร้อมตอบคำถามตามขั้นตอนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric

กิจกรรมการสืบสอบขั้นนำ ครั้งที่ 6 (สัปดาห์ที่ 7)





ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		กลุ่มควบคุม	ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Concrete Experience)	กิจกรรมเชิงปฏิบัติการครั้งที่ 6 เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี						
	<p>1. ครูให้นักเรียนศึกษาวิดีโอทัศน์ เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยใช้คำถามต่อไปนี้</p> <p>1.1 จากวิดีโอทัศน์ นักเรียนคิดว่า “การเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถสังเกตได้จากสิ่งใดบ้าง”</p> <p>1.2 จากการผสมสารระหว่างหินปูน และกรดไฮโดรคลอริก หากครูต้องการให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จะมีวิธีการใดบ้าง</p> <p>และบันทึกผลการอภิปรายลงในใบงาน</p>	<p>1. ครูเปิดวิดีโอทัศน์ เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยใช้คำถามต่อไปนี้</p> <p>1.1 จากวิดีโอทัศน์ นักเรียนคิดว่า “การเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถสังเกตได้จากสิ่งใดบ้าง”</p> <p>1.2 จากการผสมสารระหว่างหินปูน และกรดไฮโดรคลอริก หากครูต้องการให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จะมีวิธีการใดบ้าง</p> <p>และบันทึกผลการอภิปรายลงในใบงาน</p>	 1. ใบงานออนไลน์ Pocket Lab และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric		



ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		กลุ่มควบคุม	ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
2. ชุมศึกษาสถานการณ์ (Simulation briefing)	<p>1. ครูให้นักเรียนสืบค้น ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยให้สรุปลงใน กล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”</p> <div>Short Answer</div> <p>2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยครูจุดประเด็นปัจจัยต่าง ๆ ในเครื่องมือ Class Discussion เพื่อนำไปสู่การกำหนดตัวแปรที่นักเรียนสนใจจะศึกษาในขั้นต่อไป</p> <div>Class Discussion</div> <p>เพื่อให้ได้ประเด็นในการศึกษาตามปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้</p> 	<p>1. ครูให้นักเรียนสืบค้น ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยให้สรุปลงในใบงาน</p> <p>2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยครูจุดประเด็นปัจจัยต่าง ๆ ลงบนกระดานขณะอภิปราย เพื่อให้ได้ประเด็นในการศึกษาตามปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้</p> 		 <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแท็บเล็ต</p> <p>ประเภทต่าง ๆ</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแท็บเล็ตประเภทต่าง ๆ</p>	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	

ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		กลุ่มควบคุม	ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล																				
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม																			
3. ขั้นสะท้อนคิดจากสถานการณ์ (Reflective observation & thinking)	1. ครูมอบหมายภารกิจให้นักเรียนว่า “วันนี้จะให้ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมี” โดยแต่ละกลุ่มจะใช้วิธีจับสลากเพื่อศึกษาหัวข้อแต่ละปัจจัยที่แตกต่างกัน โดยมีหัวข้อและรายชื่อสารเคมีต่าง ๆ ดังนี้		1. ครูมอบหมายภารกิจให้นักเรียนว่า “วันนี้จะให้ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมี” โดยแต่ละกลุ่มจะใช้วิธีจับสลากเพื่อศึกษาหัวข้อแต่ละปัจจัยที่แตกต่างกัน โดยมีหัวข้อและรายชื่อสารเคมีต่าง ๆ ดังนี้		 1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแท็บเล็ตประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงานออนไลน์ใน One Note และแท็บเล็ตประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric																			
	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">หัวข้อปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>สมบัติของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี</td></tr><tr><td>2</td><td>ความเข้มข้นของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี</td></tr><tr><td>3</td><td>พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี</td></tr><tr><td>4</td><td>อุณหภูมิของระบบ กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี</td></tr></tbody></table> 2. ครูให้แต่ละกลุ่มจับสลากหัวข้อต่าง ๆ เพื่อใช้ในการออกแบบชิ้นงาน		หัวข้อปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี		1	สมบัติของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2	ความเข้มข้นของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	3	พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	4	อุณหภูมิของระบบ กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">หัวข้อปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>สมบัติของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี</td></tr><tr><td>2</td><td>ความเข้มข้นของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี</td></tr><tr><td>3</td><td>พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี</td></tr><tr><td>4</td><td>อุณหภูมิของระบบ กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี</td></tr></tbody></table> 2. ครูให้แต่ละกลุ่มจับสลากหัวข้อต่าง ๆ เพื่อใช้ในการออกแบบชิ้นงาน		หัวข้อปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี		1	สมบัติของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2	ความเข้มข้นของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	3	พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	4	อุณหภูมิของระบบ กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี		
หัวข้อปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี																										
1	สมบัติของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี																									
2	ความเข้มข้นของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี																									
3	พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี																									
4	อุณหภูมิของระบบ กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี																									
หัวข้อปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี																										
1	สมบัติของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี																									
2	ความเข้มข้นของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี																									
3	พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี																									
4	อุณหภูมิของระบบ กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี																									



ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		กลุ่มควบคุม	ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
4. ขนออกแบบแนวคิด (Conceptualization)	1.ครูให้นักเรียนออกแบบขั้นตอน วัสดุและอุปกรณ์ สารเคมีที่ใช้ในการหาคำตอบตามประเด็นที่นักเรียนจับสลากได้ โดยครูกำหนดให้นักเรียนต้องระบุ 1.1 ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม โดยคำนึงถึงหลักในการกำหนดตัวแปรอย่างเหมาะสม 1.2 ขั้นตอนการทดลอง วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้โดยต้องสอดคล้องกับการกำหนดคำถามในการทดลอง และตัวแปรในการทดลอง 1.3 นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนด้วยแผนภาพแสดงขั้นตอนการทำทดลองด้วยโปรแกรมต่าง ๆ ได้ เช่น ด้วยเว็บไซต์ https://chemix.org เป็นต้น สรุปลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)” ซึ่งสามารถพิมพ์คำตอบในรูปแบบข้อความ หรือแทรกกราฟได้	1.ครูให้นักเรียนออกแบบขั้นตอน วัสดุและอุปกรณ์ สารเคมีที่ใช้ในการหาคำตอบตามประเด็นที่นักเรียนจับสลากได้ โดยครูกำหนดให้นักเรียนต้องระบุ 1.1 ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม โดยคำนึงถึงหลักในการกำหนดตัวแปรอย่างเหมาะสม 1.2 ขั้นตอนการทดลอง วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้โดยต้องสอดคล้องกับการกำหนดคำถามในการทดลอง และตัวแปรในการทดลอง 1.3 นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนด้วยแผนภาพแสดงขั้นตอนการทำทดลองด้วยโปรแกรมต่าง ๆ ได้ เช่น ด้วยเว็บไซต์ https://chemix.org เป็นต้น สรุปลงในใบงาน หรือส่งรูปภาพมาในไลน์กลุ่มของชั้นเรียน 1.4 ออกแบบตารางแสดงผลการทดลองที่สอดคล้องกับประเด็นที่ได้รับ	 1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ		ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	

ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ขั้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่ม ควบคุม
4. ขนออกแบบแนวคิด (Conceptualization) (ต่อ)	<p>1.4 ออกแบบตารางแสดงผลการทดลองที่สอดคล้องกับประเด็นที่ได้รับ ผ่านเครื่องมือตาราง (Data Table)</p> <p>2. ครูได้จัดเตรียมอุปกรณ์ที่มีอยู่จริง ไว้ที่หน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนสังเกตและหน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนสังเกตและประกอบประกอบแบบขั้นตอนการทดลอง ดังนี้</p> <p>2.1 ครูเตรียมน้ำ (ซึ่งเป็นตัวแทนของสารสถานะของเหลว) เพื่อให้นักเรียนใช้วัดคละเนปริมาตรของสารที่น่าจะใช้ในการทดลองเพื่อหาคำตอบ</p> <p>2.2 ครูเตรียมผงฟู และช้อนตักสารเบอร์ต่าง ๆ (ซึ่งเป็นตัวแทนของสารสถานะของแข็ง) เพื่อให้นักเรียนใช้ในการกะเนจำนวนช้อน หรือมวลของสารที่น่าจะใช้ในการทดลองเพื่อหาคำตอบ</p>	<p>2. ครูได้จัดเตรียมอุปกรณ์ที่มีอยู่จริง ไว้ที่หน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนสังเกตและประกอบประกอบแบบขั้นตอนการทดลอง ดังนี้</p> <p>2.1 ครูเตรียมน้ำ (ซึ่งเป็นตัวแทนของสารสถานะของเหลว) เพื่อให้นักเรียนใช้วัดคละเนปริมาตรของสารที่น่าจะใช้ในการทดลองเพื่อหาคำตอบ</p> <p>2.2 ครูเตรียมผงฟู และช้อนตักสารเบอร์ต่าง ๆ (ซึ่งเป็นตัวแทนของสารสถานะของแข็ง) เพื่อให้นักเรียนใช้ในการกะเนจำนวนช้อน หรือมวลของสารที่น่าจะใช้ในการทดลองเพื่อหาคำตอบ</p>				



ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		กลุ่มควบคุม	ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
5. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting)	<p>1. ครูให้นักเรียนนำผลการออกแบบแสดงผ่านเครื่องมือ Class Discussion</p> <div></div> <p>โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำมาสู่ข้อสรุปเรื่อง “การออกแบบการทดลองที่ดีที่สุดสอดคล้องกับประเด็นที่ศึกษา”</p> <p>2. ครูให้นักเรียนปรับกระบวนการในการออกแบบการทดลอง ตามผลการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน</p> <p>3. ครูให้นักเรียนดำเนินการตามการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ และบันทึกผลการทดลองตามผลการศึกษาที่ได้</p> <div></div>	<p>1. ครูให้นักเรียนนำผลการออกแบบที่หน้าชั้นเรียนผ่านจอนำเสนอโดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำมาสู่ข้อสรุปเรื่อง “การออกแบบการทดลองที่ดีที่สุดสอดคล้องกับประเด็นที่ศึกษา”</p> <p>2. ครูให้นักเรียนปรับกระบวนการในการออกแบบการทดลอง ตามผลการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน</p> <p>3. ครูให้นักเรียนดำเนินการตามการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ และบันทึกผลการทดลองตามผลการศึกษาที่ได้</p>	<div></div> <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแท็บเล็ต</p> <p>ประเภทต่าง ๆ</p>	<div></div> <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแท็บเล็ตประเภทต่าง ๆ</p>	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric		




ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
6. ขั้นสรุปและขยายความรู้ (Elaboration)	1. ครูและนักเรียนร่วมกันสะท้อนคิดจากผล การออกแบบชิ้นตอน การทดลองตามที่ได้ ออกแบบจริง ปัญหาที่พบ เช่น การปฏิบัติ จริง เป็นไปตามที่ออกแบบหรือไม่ เพราะ เหตุใด หรือมีรายละเอียดใดที่ต้องระบุ เพิ่มเติมในการออกแบบการทดลองหรือไม่ เป็นต้น	1. ครูและนักเรียนร่วมกันสะท้อนคิดจากผล การออกแบบชิ้นตอน การทดลองตามที่ได้ ออกแบบจริง ปัญหาที่พบ เช่น การปฏิบัติ จริง เป็นไปตามที่ออกแบบหรือไม่ เพราะ เหตุใด หรือมีรายละเอียดใดที่ต้องระบุ เพิ่มเติมในการออกแบบการทดลองหรือไม่ เป็นต้น	 1. ใบงาน ออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และ แท็บเล็ต ประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงาน ออนไลน์ One Note และแท็บเล็ต ประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการ เรียนรู้ในระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และ ใบงานออนไลน์ (กลุ่ม ควบคุม) โดยใช้แบบ ประเมินร่องรอยการ เรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	



กิจกรรมเชิงปฏิบัติการครั้งที่ 7 (สัปดาห์ที่ 8)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ขั้นสร้างความรู้ (Engagement)	กิจกรรมเชิงปฏิบัติการครั้งที่ 7 เรื่อง การสืบสอบวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้					
	<p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิม โดยใช้ประเด็นต่าง ๆ ดังนี้</p> <p>1.1 การระบุประเด็นปัญหาที่ดีก่อนการศึกษามีลักษณะอย่างไรบ้าง</p> <p>1.2 การเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบมีลักษณะสำคัญอย่างไรบ้าง</p> <p>(ครูให้นักเรียนตอบตามความเข้าใจ และจากประสบการณ์จากคาบเรียนก่อนหน้า)</p>	<p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิม โดยใช้ประเด็นต่าง ๆ ดังนี้</p> <p>1.1 การระบุประเด็นปัญหาที่ดีก่อนการศึกษามีลักษณะอย่างไรบ้าง</p> <p>1.2 การเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบมีลักษณะสำคัญอย่างไรบ้าง</p> <p>(ครูให้นักเรียนตอบตามความเข้าใจ และจากประสบการณ์จากคาบเรียนก่อนหน้า)</p> <p>2. ครูมอบหมายสถานการณ์ต่าง ๆ พร้อมกันประเด็นในการตอบคำถามจากสถานการณ์ ตามจุดเน้นสมรรถนะย่อยด้านต่าง ๆ ดังนี้</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	<p>ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric</p>	


ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้			ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	2. ครูมอบหมายสถานการณ์ต่าง ๆ พร้อมกันประเด็นในการตอบคำถามจากสถานการณ์ ตามจุดเน้นสมรรถนะย่อยด้านต่าง ๆ ดังนี้ 2.1. สถานการณ์ที่มุ่งเน้นด้านการตั้งปัญหา การกำหนดตัวแปร และการตั้งสมมติฐานเพื่อการหาคำตอบ 2.2 สถานการณ์ที่มุ่งเน้นการระบุขั้นตอนในการหาคำตอบ ผ่านใบงานออนไลน์	2.1. สถานการณ์ที่มุ่งเน้นด้านการตั้งปัญหา การกำหนดตัวแปร และการตั้งสมมติฐานเพื่อการหาคำตอบ 2.2 สถานการณ์ที่มุ่งเน้นการระบุขั้นตอนในการหาคำตอบ ผ่านใบงานออนไลน์					
	1. ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่าง ๆ และตอบคำถามใบงานในประเด็นต่าง ๆ โดยให้นักเรียนตอบลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)” ซึ่งสามารถพิมพ์คำตอบในรูปแบบข้อความ หรือแทรกรูปภาพได้	1. ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่าง ๆ และตอบคำถามตามใบงานออนไลน์		1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	

ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
3. ขยายความรู้ (Explanation)	1. ครูให้นักเรียนส่งตัวอย่างการตอบคำถามจากสถานการณ์ 1.1 การระบุประเด็นปัญหาที่ติดก่อนการศึกษามีลักษณะอย่างไรบ้าง 1.2 การเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบมีลักษณะสำคัญอย่างไรบ้าง โดยให้นักเรียนส่งคำตอบมาในเครื่องมือ Class Discussion	1. ครูให้นักเรียนส่งตัวอย่างการตอบคำถามจากสถานการณ์ 1.1 การระบุประเด็นปัญหาที่ติดก่อนการศึกษามีลักษณะอย่างไรบ้าง 1.2 การเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบมีลักษณะสำคัญอย่างไรบ้าง โดยให้นักเรียนส่งคำตอบมาในใบงานออนไลน์	 1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	 1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	
	<div>Class Discussion</div> <p>2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผ่านคำตอบที่นักเรียนได้แลกเปลี่ยนบนเครื่องมือ Class Discussion</p>					

ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
4. ขยายความรู้ (Elaboration)	<p>เพื่ออภิปรายให้ข้อสรุปต่าง ๆ ดังนี้</p> <p>2.1 คำถาม หรือประเด็นปัญหาควรเป็นประเด็นที่สามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ มีการระบุตัวแปร หรือคำสำคัญที่จะใช้ในการสืบค้นหรือหาคำตอบ ทั้งนี้อาจเป็นลักษณะประโยคคำถามซึ่งนำไปสู่การหาคำตอบ การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ การแก้ปัญหา เป็นต้น</p> <p>2.2 การระบุขั้นตอนในการหาคำตอบโดยจะต้องเป็น วิธีการที่สามารถสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ เช่น มีหลักฐานเชิงประจักษ์จากผลการศึกษา มีงานวิจัย ทฤษฎีรองรับ รวมถึงต้องมีการระบุขั้นตอน วิธีการ วัสดุหรืออุปกรณ์อย่างชัดเจนสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่จะหาคำตอบ</p>				 1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric
	<p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ประเด็นต่าง ๆ คือ นักเรียนคิดว่า การที่นักเรียนมีสมรรถนะการสืบสอบที่ดี ส่งผลต่อการสืบค้น หาคำตอบ หรือแก้ปัญหาบ้าง โดยให้นักเรียนส่งคำตอบมาใน เครื่องมือ Class Discussion</p> <div> Class Discussion</div> <p>เพื่อประเมินคุณค่าและความสำคัญของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์</p>				 1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ	

ขั้นการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
5. ขั้นตอนประเมินผล (Evaluation)	<p>1. ครูประเมินนักเรียนในชั้นสร้างความสนใจ จากการตอบคำถามผู้เดิมของนักเรียน</p> <p>2. ครูประเมินชั้นการสำรวจความรู้ และชั้นอธิบายความรู้จากการคำตอบในรูปแบบข้อความ และการตอบคำถามร่วมกันในชั้นเรียนผ่านเครื่องมือ Class Discussion</p> <p>3. ครูประเมินชั้นขยายความรู้ เกี่ยวกับคุณค่าและความสำคัญของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ผ่านการอภิปรายบนเครื่องมือ Class Discussion และแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ทางการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>1. ครูประเมินนักเรียนในชั้นสร้างความสนใจ จากการตอบคำถามผู้เดิมของนักเรียน</p> <p>2. ครูประเมินชั้นการสำรวจความรู้ และชั้นอธิบายความรู้จากการคำตอบในรูปแบบข้อความ และการตอบคำถามร่วมกันในชั้นเรียน</p> <p>3. ครูประเมินชั้นขยายความรู้ เกี่ยวกับคุณค่าและความสำคัญของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ผ่านการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน และแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ทางการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ใน Pocket Lab Notebook และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	 <p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ</p>	ประเมินร่องรอยการเรียนรู้บนระบบ Pocket Lab (กลุ่มทดลอง) และใบงานออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้ในรูปแบบ Rubric	

การประเมินผลหลังเรียน

กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชั้นงาน		การวัดและประเมินผล	
กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
การประเมินผลหลังเรียน					
1. การประเมินผลหลังเรียนผ่านระบบการสอบออนไลน์บนเว็บไซต์ 2. ครูให้นักเรียนทำแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ผ่านแบบประเมินออนไลน์		1. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านระบบออนไลน์ 		1. ประเมินหลังเรียนผ่านแบบทดสอบหลังเรียนบนระบบออนไลน์ 2. ประเมินกระบวนการจัดการเรียนรู้ผ่านแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	

4) ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา (IOC) โดยอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา โดยดำเนินการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยมีค่าระดับตั้งแต่ -1 ถึง 1 โดยในแต่ละประเด็นการประเมินจากคะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญต้องประเมินแล้วได้ 0.5 ขึ้นไป

ทั้งนี้ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบของกลุ่มควบคุมมีความเหมาะสมทั้งด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านเนื้อหา/สาระ ด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ทั้งนี้มีข้อความที่ต้องพิจารณาปรับเปลี่ยน เพิ่มเติม ได้แก่

1) ระบุชื่อของเครื่องมือ (Feature) ที่จะใช้ในระบบ Pocket Lab ให้ชัดเจนในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้

2) เพิ่มเติมกระบวนการให้ผลป้อนกลับ (Feedback) ผ่านระบบ Pocket Lab ในขั้นกิจกรรม เช่น การอภิปราย การให้ผลป้อนกลับการออกแบบแนวคิดและวิธีการสำรวจตรวจสอบ เป็นต้น

3) การใช้คำ ข้อความให้มีความสอดคล้องคงที่ในทุกตำแหน่ง เช่น การระบุข้อความเชิงพฤติกรรมให้ชัดเจนในแต่ละขั้นย่อย การใช้คำว่า “ผู้สอน กับ ผู้เรียน” หรือ “ครู และนักเรียน” เป็นต้น

3) ระบุวิธีการในการวัดและประเมินผลโดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน หรือแบบวัดอื่น ๆ ให้ชัดเจน

4) ออกแบบเครื่องมือหรือวิธีการสำรวจในแต่ละคาบ กรณีที่ระบบ เครือข่าย หรืออุปกรณ์มีความขัดข้อง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นไปตามปกติ และผู้สอนสามารถป้องกันและรับมือได้อย่างทันท่วงที

ในขณะที่แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบของกลุ่มควบคุมมีความเหมาะสมทั้งด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านเนื้อหา/สาระ ด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ทั้งนี้มีข้อความที่ต้องพิจารณาปรับเปลี่ยน เพิ่มเติม ได้แก่

1) การใช้คำ ข้อความให้มีความสอดคล้องคงที่ในทุกตำแหน่ง เช่น การระบุข้อความเชิงพฤติกรรมให้ชัดเจนในแต่ละขั้นย่อย การใช้คำว่า “ผู้สอน กับ ผู้เรียน” หรือ “ครู และนักเรียน” เป็นต้น

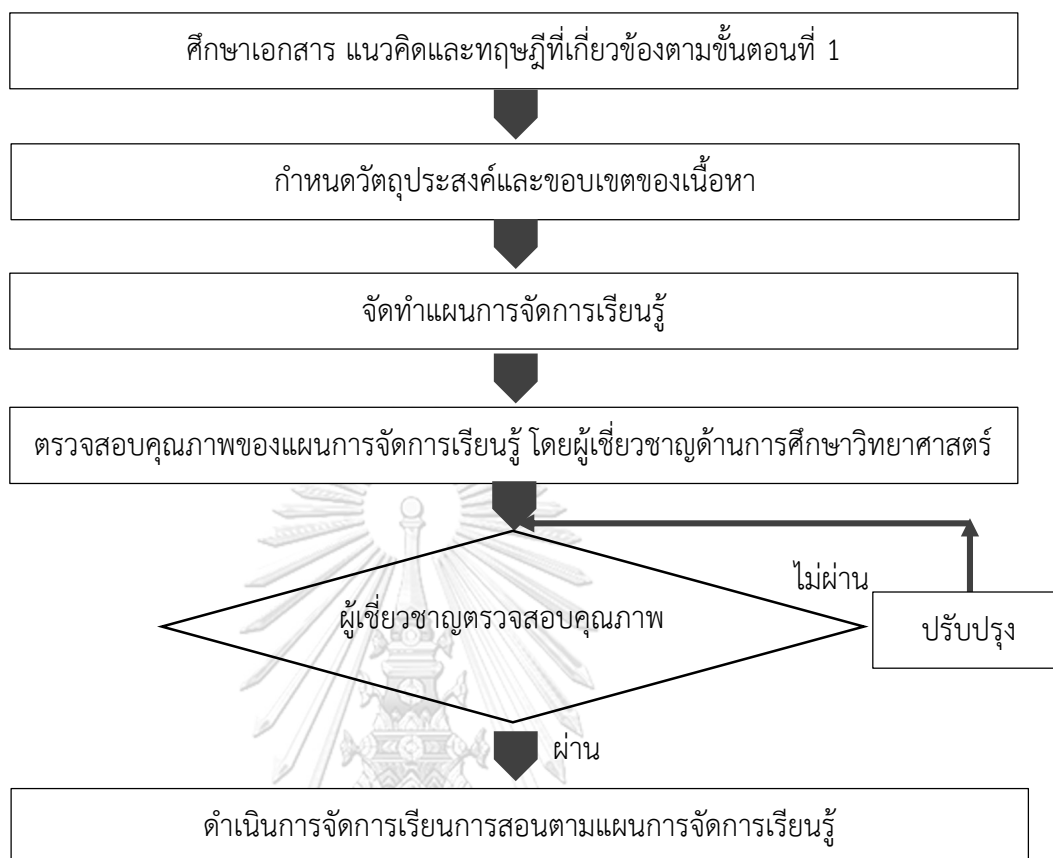
2) ระบุวิธีการในการวัดและประเมินผลโดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน หรือแบบวัดอื่น ๆ ให้ชัดเจน

3) ออกแบบเครื่องมือหรือวิธีการสำรวจในแต่ละคาบ กรณีที่ระบบ เครือข่าย หรืออุปกรณ์มีความซับซ้อน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นไปตามปกติ และผู้สอนสามารถป้องกันและรับมือได้อย่างทันที่

4) พิจารณาและระมัดระวังการออกแบบสภาพแวดล้อมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้มีความใกล้เคียงกันของเทคโนโลยี เพื่อลดช่องว่างความแตกต่าง ๆ ในการได้รับการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม



5) ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

4.1.2 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา

โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ โดยประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ 1) ระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning Management System) 2) ส่วนขยาย (Add-on) ของเทคโนโลยีห้องปฏิบัติการเสมือน (Virtual Lab) โดยใช้สื่อจำลองโต้ตอบแบบเสมือนจริง 3) เครื่องมือวัดประเมินและบันทึกผลการเรียนรู้บนระบบการจัดการเรียนรู้ โดยมีแผนการดำเนินงาน ดังนี้

1) ศึกษาฟังก์ชันการใช้งาน ส่วนขยายของระบบการจัดการเรียนรู้ของแพลตฟอร์มต่างๆ

จากการศึกษาองค์ประกอบและคุณลักษณะของแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ที่ประกอบด้วย คุณลักษณะของเทคโนโลยีและสภาพแวดล้อมที่จะใช้ และสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน และการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การส่งข้อความด่วน (Instant messaging) เครื่องมือการทำงานแบบกลุ่ม (Groupware) การประชุมออนไลน์บนเว็บ (Web conferencing) พื้นที่การทำงานแบบร่วมกันและพื้นที่แลกเปลี่ยนข้อมูลแบบเสมือน (Virtual collaboration and sharing information) อีเมล (Email) และ การแชร์หน้าจอ (Desktop or screen sharing) และการแทรกสื่อประสมประเภทต่างๆ เป็นต้น

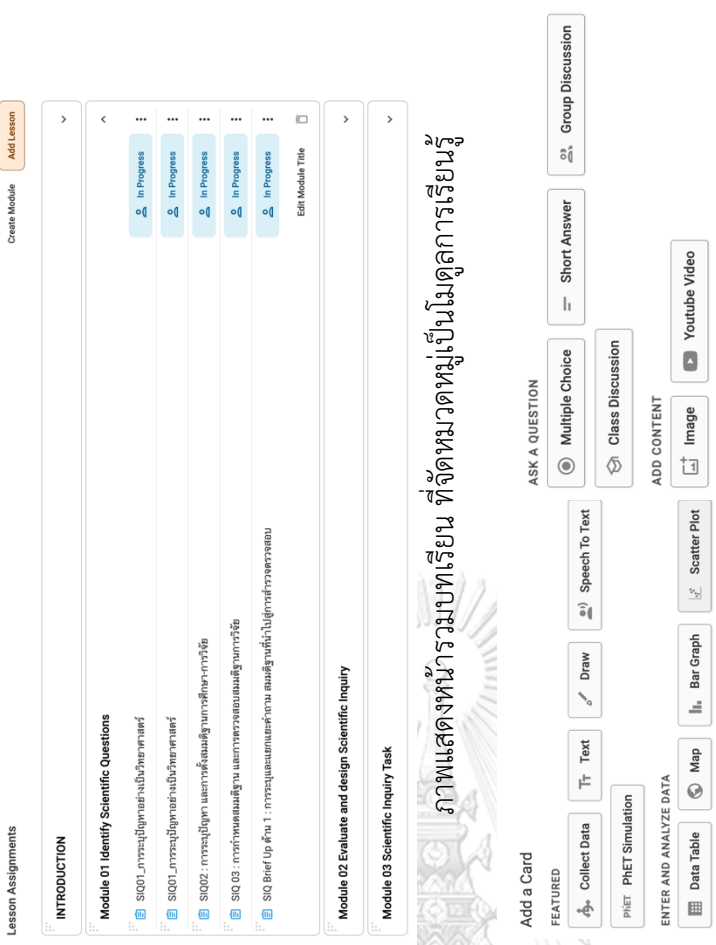
2) คัดเลือกระบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้

จากซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ในกลุ่มเทคโนโลยีเดียวกัน โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้เทคโนโลยีแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ของ Pocket Lab Notebook ในกลุ่มทดลอง ซึ่งมีระบบที่สนับสนุนการเรียนรู้ในรูปแบบการใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยได้พิจารณาคุณลักษณะของระบบที่จะนำมาใช้ให้เหมาะสมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้

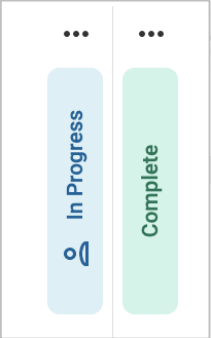
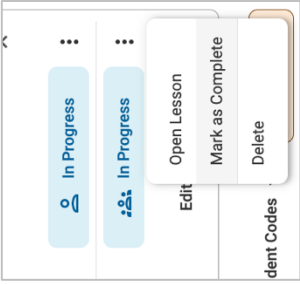

3) จัดทำสภาพแวดล้อมการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ โดยมีรายละเอียดจำแนกตามลักษณะสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ ได้ดังนี้

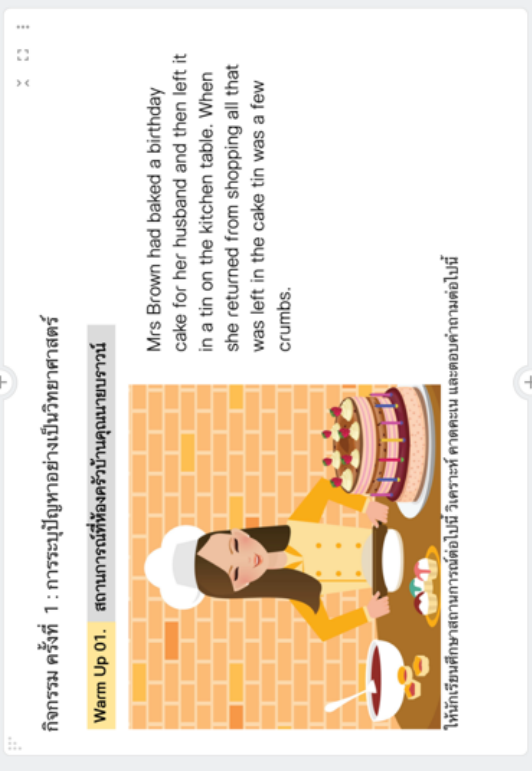
ตารางที่ 20 ลักษณะการทำงาน และเครื่องมือที่ใช้บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์


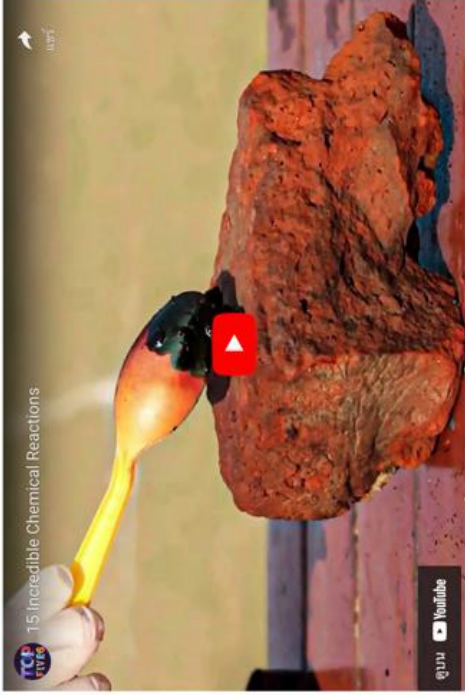
ลักษณะการทำงาน		เครื่องมือที่ใช้บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์																									
การจัดการชั้นเรียนบนระบบ Pocket Lab																											
<div>การนำรายชื่อให้นักเรียนเข้าสู่ห้องเรียน (Class)</div> <div>1. ครูจัดเตรียมไฟล์รายชื่อให้นักเรียนสำหรับเตรียมนำเข้าสู่ระบบ Pocket Lab Notebook ในรูปแบบภาษาอังกฤษ คือ เลขที่_Name Surname เช่น 01_Sittichai Singhasena โดยเป็นข้อมูลสำหรับนักเรียนใช้เข้าสู่ระบบ และเข้าสู่ห้องเรียน</div> <div><div><div></div><div>Classes</div></div></div>		<div><div><div><div><div></div><div>PocketLab</div><div>Google Classroom</div></div><div><div>Name</div><div>Period</div><div>Subject</div><div>Room</div></div><div><input type="checkbox"/> Requires unique student codes for student login.</div><div>Create</div><div>Cancel</div></div><div><div><div>Add Students</div><div>Enter student usernames to add to your roster. Separate different names with lines. We recommend using aliases. Example: Marie C. Albert E. Katherine J. Thomas E.</div><div>Cancel</div><div>Okay</div></div></div></div><div>ภาพแสดงเมนู Class > Add class และปุ่ม Add Student ตามลำดับ</div></div>																									
<div>2. ครูดูาวโหลดรายชื่อให้นักเรียน รหัสห้องเรียน (Class Code) และรหัสนักเรียน (Student Code) เพื่อเตรียมแจกข้อมูลให้นักเรียนรายบุคคล โดยคำนึงถึงการได้รับข้อมูลแบบรายบุคคลเท่านั้น</div> <div><div><div>Student Codes</div><div><div>Add Students</div><div><div>Show</div><div>Download</div></div></div></div></div> <div>คลิกปุ่ม Student code และ กดปุ่ม Download ตามลำดับ</div>		<table><thead><tr><th>Name</th><th>Class Code</th><th>Student Code</th></tr></thead><tbody><tr><td>MAS1</td><td>XE E</td><td>C...WAG</td></tr><tr><td>MAS1</td><td>XE E</td><td>B...YVG</td></tr><tr><td>MAS1</td><td>XE E</td><td>R...3F</td></tr><tr><td>MAS1</td><td>XE E</td><td>N...3W5</td></tr><tr><td>MAS1</td><td>XE E</td><td>Y...90</td></tr><tr><td>MAS1</td><td>XE E</td><td>B...IGW</td></tr><tr><td>MAS1</td><td>XE E</td><td>C...YU</td></tr></tbody></table> <div>ภาพแสดงตัวอย่างไฟล์ดาวโหลดรายชื่อให้นักเรียนรหัสห้องเรียน (Class Code) และรหัสนักเรียน (Student Code)</div>		Name	Class Code	Student Code	MAS1	XE E	C...WAG	MAS1	XE E	B...YVG	MAS1	XE E	R...3F	MAS1	XE E	N...3W5	MAS1	XE E	Y...90	MAS1	XE E	B...IGW	MAS1	XE E	C...YU
Name	Class Code	Student Code																									
MAS1	XE E	C...WAG																									
MAS1	XE E	B...YVG																									
MAS1	XE E	R...3F																									
MAS1	XE E	N...3W5																									
MAS1	XE E	Y...90																									
MAS1	XE E	B...IGW																									
MAS1	XE E	C...YU																									

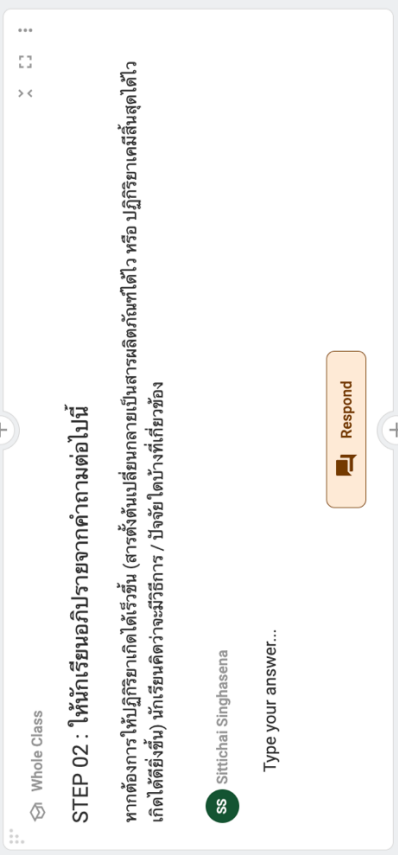
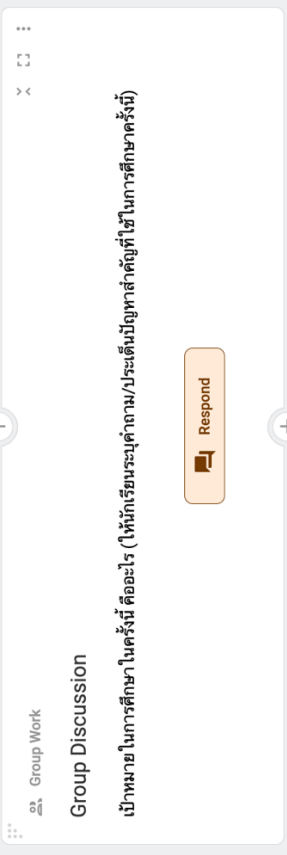
ลักษณะการทำงาน	เครื่องมือที่ใช้บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์
<p>การเตรียมบทเรียน (Lesson Assignment) และโมดูลการเรียนรู้</p> <p>1. ครูจัดเตรียมบทเรียน (Lesson Assignment) โดยกดปุ่ม Add Lesson ซึ่งผู้สอนสามารถจัดกลุ่มบทเรียนต่าง ๆ เป็นโมดูลการเรียนรู้ (Module) ได้ ในขั้นตอนการปฐมนิเทศและแนะนำรูปแบบการเรียนรู้นี้ ผู้วิจัยได้จัดเตรียมสภาพแวดล้อม โดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ดังนี้</p> <p>1.1 เครื่องมือกล่องข้อความ (Text Card)</p> <p>1.2 การแทรกลิงก์แบบโต้ตอบล่วงหน้า</p> <p>1.3 การแทรกลิงก์แบบโต้ตอบระดับประสบการณ์การใช้งานผ่านแบบฟอร์มออนไลน์</p> <p>1.4 เอกสารวิธีการใช้งาน และวิดีโอสาธิตการใช้งานที่จัดทำโดยครูผู้สอน เป็นต้น</p>	 <p>ภาพแสดงหน้ารวมบทเรียน ที่จัดหมวดหมู่เป็นโมดูลการเรียนรู้</p> <p>ภาพแสดงการปรับประเภทต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการมอบหมายงานในบทเรียน</p>

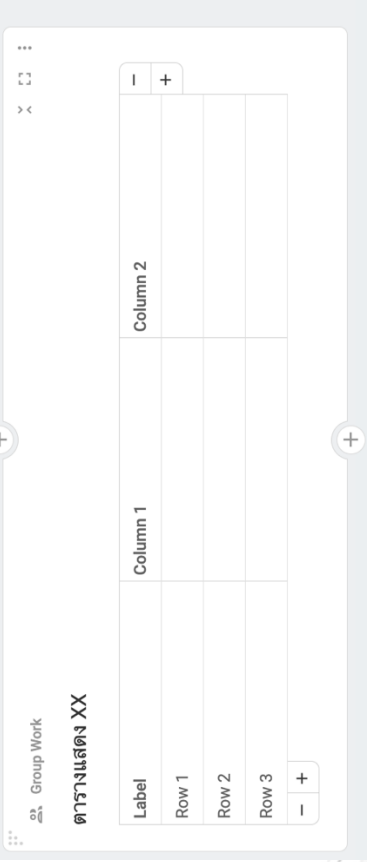
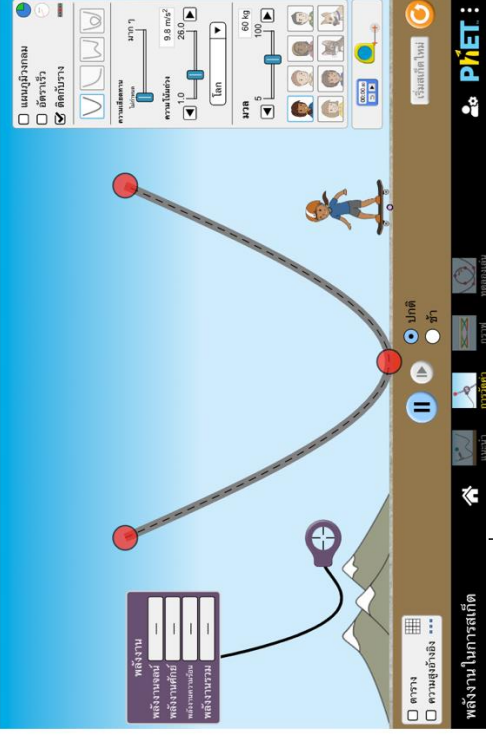
ลักษณะการทำงาน	เครื่องมือที่ใช้บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์
<p>การติดตามผู้เรียนรายบุคคล</p> <p>1. ครูเข้าไปใน Class และเลือกบทเรียนที่ต้องการติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน</p> <p>2. ติดตามผ่านแถบสีแต่ละการข้อความของนักเรียนรายบุคคล</p>	<div><div>Student Progress</div><div><div><div>MAST</div><div>MAST</div><div>MASTI</div><div>MAST</div><div>MASTE</div></div><div><div>=</div><div>=</div><div>=</div><div>=</div><div>=</div></div><div><div>=</div><div>=</div><div>=</div><div>=</div><div>=</div></div><div><div>=</div><div>=</div><div>=</div><div>=</div><div>=</div></div><div><div>=</div><div>=</div><div>=</div><div>=</div><div>=</div></div></div></div>
<p>การให้ผลป้อนกลับนักเรียนแบบรายบุคคล หรือ แบบกลุ่ม</p> <p>1. ครูเข้าไปใน Class และเลือกบทเรียนที่ต้องการติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน</p> <p>2. คลิกที่แต่ละการข้อความของนักเรียน โดยครูพิจารณาและประเมินผลผ่านการตอบกลับด้วยข้อความ รูปภาพ หรือรูปแบบอื่น</p> <p>3. คลิกที่ปุ่ม Feedback ที่ด้านล่างของการ์ด โดยมีปุ่มสำเร็จรูปให้ผู้สอนทำการประเมินได้ 4 ปุ่ม ได้แก่</p> <p>3.1 Working on It</p> <p>3.2 Almost there</p> <p>3.3 You Got It</p> <p>3.4 Above and Beyond</p> <p>หรือทำการพิมพ์ข้อความเพื่อให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียน</p>	<div><div>4-PocketLab</div><div><div>• สั้น 1 อัน</div><div>• สั้นดัดสามรอบ 21 คน</div><div>• นานขึ้น 1 อัน</div></div><div><div>อุปกรณ์ที่ใช้</div><div><div>สการ์ เคจ</div><div>2 - 3 เลือ</div></div></div><div><div>Teacher Notes</div><div>Feedback</div><div>Working On It</div><div>Almost There</div><div>You Got It</div><div>Above and Beyond</div><div>การตอบกลับให้ นักเรียนจำนวน หรือ ปริมาณปริมาณที่ใช้ด้วยตัวรับ จะเชื่อมโยง</div></div></div>

ลักษณะการทำงาน	เครื่องมือที่ใช้บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์
<p data-bbox="347 1151 437 1917">การตั้งค่าเวลาในการศึกษาบทเรียน ประกอบด้วยสถานะต่าง ๆ ดังนี้</p> <ul data-bbox="443 1151 580 1917" style="list-style-type: none">1. In Progress (อยู่ในช่วงการศึกษาบทเรียนได้)2. Mark as Complete (สิ้นสุดเวลาในการศึกษาบทเรียน) <div data-bbox="587 1151 887 1917"></div> <p data-bbox="893 1151 932 1917">ภาพแสดงการตั้งค่าสถานะของบทเรียน</p>	<div data-bbox="347 197 549 1133"><p data-bbox="354 1084 379 1128">stions</p><p data-bbox="411 1084 437 1128">ศาสตร์</p><p data-bbox="459 1084 485 1128">ศาสตร์</p><p data-bbox="507 981 533 1128">มศึกษาศาสตร์การวิจัย</p></div> <div data-bbox="564 501 596 828">ภาพแสดงสถานะของบทเรียน</div> <div data-bbox="603 757 979 1151"></div>
ภาพแสดงการตั้งค่าสถานะของบทเรียน	
ระบบการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน	

ลักษณะการทำงาน	เครื่องมือที่ใช้บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์
<p>กล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook จากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมผ่านสื่อประเภทต่างๆ เช่น</p> <ul style="list-style-type: none">1.1 การแทรกภาพ (Image)1.2 การแทรกสื่อวิดีโอ (Youtube Video)1.3 การแทรกข้อความ และลิงก์ (Text)1.4 การอภิปรายผ่านคำถามชวนคิดผ่านเครื่องมือ Short Answer หรือ Group Discussion1.5 การตอบคำถามก่อนเรียนในรูปแบบตัวเลือก (Multiple Choice)	 <p>กิจกรรม ครั้งที่ 1 : การระบุปัญหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์</p> <p>Warm Up 01. สถานการณ์ในห้องครัวบ้านคุณนายบราวน์</p> <p>Mrs Brown had baked a birthday cake for her husband and then left it in a tin on the kitchen table. When she returned from shopping all that was left in the cake tin was a few crumbs.</p> <p>ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้ วิเคราะห์ สาเหตุ และตอบคำถามต่อไปนี้</p> <p>การแทรกภาพ (Image)</p>

ลักษณะการทำงาน	เครื่องมือที่ใช้บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์
 <p>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY</p>	<div data-bbox="347 286 933 1034"> <p>STEP 01 : ศึกษาวิดีโอต่อไปนี้ เรื่อง "Incredible Reactions"</p>  <p>15 Incredible Chemical Reactions</p> <p>ดูบน YouTube</p> </div> <p>การแทรกสื่อวิดีโอ (Youtube Video)</p>
เครื่องมือ Short Answer หรือ Group Discussion	<div data-bbox="1034 230 1355 1115"> <p>Whole Class</p> <p>จากวิดีโอ 01 - 04 ให้นักเรียนสะท้อนคิด สิ่งที่ได้เรียนรู้จากวิดีโอ</p> <p>จากวิดีโอที่นร.แต่ละกลุ่มได้ศึกษาไป "วิดีโอที่นักเรียนได้ศึกษาและดูให้เห็น ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ปัจจัยใด"</p> <p>Respond</p> </div>

ลักษณะการทำงาน	เครื่องมือที่ใช้บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์
	<p>ภาพแสดงตัวอย่างการอภิปรายผ่านเครื่องมือ Short Answer หรือ Group Discussion</p>
เครื่องมือการมอบหมายงานแบบ “Class Discussion”	 <p>ภาพแสดงตัวอย่างการมอบหมายงานแบบ “Class Discussion”</p>
เครื่องมือการมอบหมายงานแบบกลุ่ม “Group Work”	 <p>ภาพแสดงการมอบหมายงานแบบกลุ่ม “Group Work”</p>

ลักษณะการทำงาน	เครื่องมือที่ใช้บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์
<p>เครื่องมือการมอบหมายงานผ่านเครื่องมือตาราง (Table)</p>	
<p>กล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook หรือผ่านสื่อจำลองเสมือนจริงแบบโต้ตอบ (Phets Simulation) เป็นต้น</p>	<p>ภาพแสดงการมอบหมายงาน การออกแบบตาราง ออกแบบกระบวนการ โดยใช้โปรแกรมสถานการณ์จำลอง เรื่อง Energy-skate-park-basics</p>  <p>ภาพแสดงการจำลองเสมือนจริงแบบโต้ตอบ (Phets Simulation)</p>

ตารางที่ 21 แสดงลักษณะสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ ในบทบาทครูผู้สอน

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

 Add Class

 Pocket Lab Notebook

เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้

บทบาทของครูในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม

ปฐมนิเทศและการแนะนำระบบ

การนำรายชื่อนักเรียนเข้าสู่ห้องเรียน (Class)

1. ครูจัดเตรียมไฟล์รายชื่อนักเรียนสำหรับเตรียมนำเข้าสู่ระบบ Pocket Lab Notebook ในรูปแบบภาษาอังกฤษ คือ เลขที่ _ Name Surname เช่น 01 _ Sittichai Singhasena โดยเป็นข้อมูลสำหรับนักเรียนใช้เข้าสู่ระบบ และเข้าสู่ห้องเรียน

Add a Class

Name

Period

Subject

Room

Google Classroom

+

PocketLab

Google Classroom

+

PocketLab

Requires unique student codes for student login.

Cancel

OK

Add Students

Enter student usernames to add to your roster. Separate different names with lines. We recommend using aliases. Example:

Maria C.

Albert E.

Katherine J.

Thomas E.

Cancel

OK

Classes

ภาพแสดงเมนู Class > Add class และปุ่ม Add Student ตามลำดับ

2. ครูดาวน์โหลดรายชื่อนักเรียน รหัสห้องเรียน (Class Code) และรหัสนักเรียน (Student Code) เพื่อเตรียมแจกข้อมูลให้กับนักเรียนรายบุคคล โดยคำนึงถึงการได้รับข้อมูลนี้แบบรายบุคคลเท่านั้น

Student Codes

Show

Download

Add Students

⋮

⋮

คลิกปุ่ม Student code และ กดปุ่ม Download ตามลำดับ

Name	Class Code	Student Code
MAS1	XE E	CWAG
MAS1	XE E	BYG
MAS1	XE E	R3F
MAS1	XE E	N3W5
MAS1	XE E	Y90
MAS1	XE E	BIGW
MAS1	XE E	CYU

ภาพแสดงตัวอย่างไฟล์ดาวน์โหลดรายชื่อนักเรียน

รหัสห้องเรียน (Class Code) และรหัสนักเรียน (Student Code)

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

Pocket Lab Notebook

บทบาทของครูในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม

การเตรียมบทเรียน (Lesson Assignment) และโมดูลการเรียนรู้

1. ครูจัดเตรียมบทเรียน (Lesson Assignment) โดยกดปุ่ม Add Lesson ซึ่งผู้สอนสามารถจัดกลุ่มบทเรียนต่าง ๆ เป็นโมดูลการเรียนรู้ (Module) ได้

ในการปฐมนิเทศและแนะนำรูปแบบการเรียนรู้นี้ ผู้วิจัยได้จัดเตรียมสภาพแวดล้อม โดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ดังนี้

1.5 เครื่องมือกล่องข้อความ (Text Card)

1.6 การแทรกกลิ้งแบบผลลัพธ์ก่อนเรียน

1.7 การแทรกกลิ้งแบบวัดระดับประสบการณ์การใช้งานผ่านแบบฟอร์มออนไลน์

1.8 เอกสารวิธีการใช้งาน และวิดีโอสาธิตการใช้งานที่จัดทำโดยครูผู้สอน เป็นต้น

Create Module

Module 01 Identify Scientific Questions

Module 02 Evaluate and design Scientific Inquiry

Module 03 Scientific Inquiry Task

ภาพแสดงหน้ารวมบทเรียน ที่จัดหมวดหมู่เป็นโมดูลการเรียนรู้

ASK A QUESTION

Multiple Choice

Short Answer

Group Discussion

Class Discussion

ADD CONTENT

Image

Scatter Plot

Bar Graph

Map

PHET Simulation

Collect Data

Text

Draw

Speech To Text

PHET AND ANALYZE DATA

Data Table

Youtube Video

ภาพแสดงการตั้งค่าประเภทต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการอธิบายงานในบทเรียน

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

เพื่เสริมประสบการณ์ออนไลน์

Pocket Lab Notebook

บทบาทของครูในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้

1. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพข่าว วิดีโอข่าว หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันจากกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook จากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมผ่านสื่อประเภทต่าง ๆ เช่น

1.1 การแทรกภาพ (Image)

1.2 การแทรกสื่อวิดีโอ (Youtube Video)

1.3 การแทรกข้อความ และลิงก์ (Text)

1.4 การอภิปรายผ่านคำถามชวนคิดผ่านเครื่องมือ Short Answer หรือ Group Discussion

1.5 การตอบคำถามก่อนเรียนในรูปแบบตัวเลือก (Multiple Choice)

1. ชื่นชมประสบการณ์เดิม


1. ชื่นชมประสบการณ์เดิม

ภาพแสดงตัวอย่างสื่อประเภทต่าง ๆ ในชั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

 **Pocket Lab Notebook**

บทบาทของครูในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม

เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้

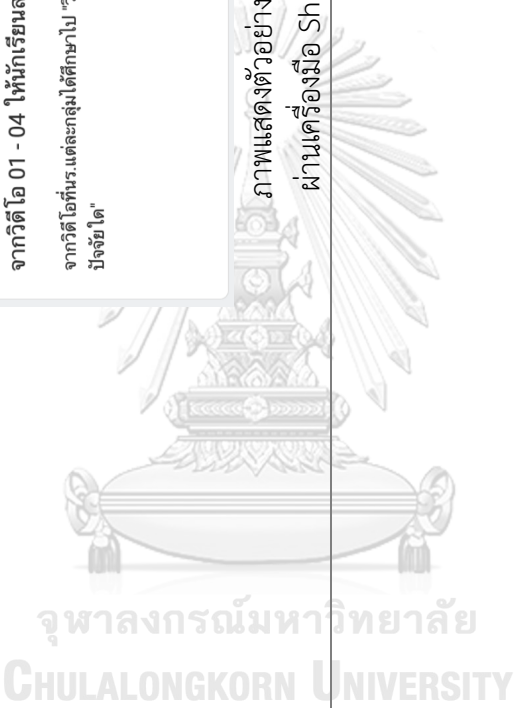
Whole Class

จากวิดีโอ 01 - 04 ในนักเรียนสะท้อนคิด สิ่งที่ได้เรียนรู้จากวิดีโอ

จากวิดีโอที่ร.แต่ละกลุ่มได้ศึกษาไป "วิดีโอที่นักเรียนได้ศึกษาแสดงให้เห็น ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาปฏิกิริยาได้"

Respond

ภาพแสดงตัวอย่างการอภิปรายเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมผ่านเครื่องมือ Short Answer หรือ Group Discussion



การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

แฟลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

Pocket Lab Notebook

บทบาทของครูในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม

1. ครูมอบหมายสถานการณ์ผ่านกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook โดยกำหนดให้นักเรียน คือ บุคคลที่อยู่ในสถานการณ์นั้น พร้อมศึกษาบริบทจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. ฐานสถานการณ์ (Simulation briefing)

2. ฐานสถานการณ์ (Simulation briefing)

ภาพแสดงตัวอย่างการมอบหมายสถานการณ์ผ่านกล่องข้อความ (Text Card)

เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้

ตอนที่ 1 Introduction ถึงกิ้งก่า Anolis บนเกาะ The Greater Antilles

ยินดีต้อนรับทุกคนเข้าสู่การเรียนรู้บนเกาะ The Greater Antilles ซึ่งเป็นหมู่เกาะในประเทศคิวบา ประเทศโดมินิกัน (เกาะ Hispaniola) ประเทศเปอร์โตริโก และจาไมกา

เป้าหมายในการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ กิ้งก่า Anolis สายพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีลักษณะแตกต่างกันมีความเกี่ยวข้องกับอย่างไร มีแหล่งที่อยู่อาศัยอยู่บริเวณใดบ้าง และมีความเกี่ยวข้องกับแหล่งที่อยู่อื่น ๆ อย่างไร โดยการสร้างสมมติฐานจากการศึกษาครั้งนี้...จะช่วยให้นักเรียนได้คำตอบเกี่ยวกับวิวัฒนาการและการสัมพันธ์ของกิ้งก่าบนหมู่เกาะนี้



การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

เพ็ชร์พรรณวรรณจรรย์

Pocket Lab Notebook

บทบาทของครูในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม

เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้

Short Answer

1. ครูให้นักเรียนคาดคะเนสิ่งที่น่าจะเป็นไปได้ จากบริบท และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูให้ พร้อมระบุเหตุผล โดยบันทึกลงในกล่องข้อความผ่านเครื่องมือ Short Answer

Independent Work

ข้อที่ 1

เกาะ Greater Antilles อยู่ทวีปใด และประกอบด้วยหมู่เกาะใดบ้าง

Respond

Group Discussion

แบบกลุ่ม “Group Work”

Group Work

Group Discussion

เป้าหมายในการศึกษาในครั้งนี้ คืออะไร (ให้นักเรียนระบุคำถาม/ประเด็นปัญหาสำคัญที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้)

Respond

ภาพแสดงการมอบหมายงานแบบรายบุคคล “Independent Work” ผ่านเครื่องมือ Short Answer

ภาพแสดงการมอบหมายงานแบบกลุ่ม “Group Work”

3. ขั้นตอนการมอบหมายงานแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

Pocket Lab Notebook

บทบาทของครูในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม

หรือแบบ “Class Discussion”

Whole Class

STEP 02 : ให้นักเรียนอภิปรายจากคำถามต่อไปนี้

หากต้องการให้นักเรียนเกิดได้เร็วขึ้น (สารตั้งต้นเปลี่ยนกลายเป็นสารผลิตภัณฑ์ได้ไว หรือ ปฏิริยาเคมีสิ้นสุดได้ไว เกิดได้ตั้งขึ้น) นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการ / ปัจจัยใดบ้างที่เกี่ยวข้อง

SS Sittichai Singhasena

Type your answer...

Respond

ภาพแสดงตัวอย่างการมอบหมายงานแบบ “Class Discussion”

STEP 04 : ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลอง ตามสถานการณ์ หรือ ปัญหาที่กำหนดนี้

4.1 ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลอง ตามสถานการณ์ หรือ ปัญหาที่กำหนดนี้

กลุ่มที่ 1-2 : พื้นผิว หรือ ขนาดของสาร ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างไร

กลุ่มที่ 3-4 : อุณหภูมิของสาร ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างไร

กลุ่มที่ 5-6 : ความเข้มข้นของสาร ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างไร

กลุ่มที่ 7-9 : ชนิดของสาร ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างไร

4.2 ให้นักเรียนแสดง

1) สารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้

2) ขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด โดยใช้แผนภาพประกอบพร้อมข้อความกำกับ (ให้ใช้การวาด ใน โปรแกรม / apps / simulation / Web apps เช่น

• <https://chemcollective.org/vlab/vlab.php>

• <https://chemmix.org>

3) ตัวอย่างตารางการบันทึกผลการทดลอง (ให้ใช้เครื่องมือการสร้างตาราง ใน Pocket Lab)

4. ขั้นตอนแบบแนวคิด (Conceptualization)

1. ครูให้นักเรียนระบุคำสำคัญ วิธีการที่จะใช้ในการสืบค้น เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ อย่างน้อย 3 แนวทาง โดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”

Short Answer

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

Pocket Lab Notebook

บทบาทของครูในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม

เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้

หรือ การมอบหมายให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง ได้แก่ การกำหนดชื่อตาราง การระบุข้อความที่หัวตาราง การแทรกแถวและคอลัมน์ เป็นต้น ผ่านเครื่องมือ

Group Work

ตารางแสดง XX

Label	Column 1	Column 2
Row 1		
Row 2		
Row 3		

1. ครูให้นักเรียนเลือกแนวทางที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบ 1 ทางเลือกโดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”

Short Answer

ภาพแสดงการมอบหมายงาน การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง

Group Work

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลอง โดยพิมพ์รายละเอียดลงใน Card นี้

2) ขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด โดยใช้แผนภาพประกอบพร้อมข้อความกำกับ

Respond

5. ผู้สำรวจตรวจสอบ (Experimenting)

ผู้มอบหมายงานในการสำรวจตรวจสอบ

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

Pocket Lab Notebook

บทบาทของครูในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม

เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้

1. ครูและนักเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการลงมติทางวิทยาศาสตร์ (Consensus)

2. ครูให้นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมผ่านสถานการณ์ใหม่ที่ครูกำหนดให้ และตอบคำถามเพื่อหาคำตอบ และบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”

Short Answer

Independent Work

Question 08 : ฟอสซิลตัวนี้คืออะไร

คำตอบแบบสมมติฐาน :
คำตอบจากการสืบค้น (ระบุแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือได้) :

Respond

Independent Work

Question 09 : การค้นพบซากฟอสซิลมีประโยชน์ต่อการได้ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์อย่างไร

Add a question...

Respond

ภาพการอภิปรายสรุป และขยายความรู้ผ่านกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”

6. สรุปและขยายความรู้ (Elaboration)

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

Pocket Lab Notebook

บทบาทของครูในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม

เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้

การตั้งค่าเวลาในการศึกษาบทเรียน ประกอบด้วยสถานะต่าง ๆ ดังนี้

1. In Progress (อยู่ในช่วงการศึกษบทเรียนได้)

2. Mark as Complete และ Complete (สิ้นสุดเวลาในการศึกษาบทเรียน)

In Progress

In Progress

Open Lesson

Mark as Complete

Delete

Edit

dent Codes

In Progress

Complete

ภาพแสดงสถานะของบทเรียน

ภาพแสดงสถานะของบทเรียน

๒. เนื้อหาของระบบ

ภาพแสดงสถานะของบทเรียน

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

Pocket Lab Notebook

บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อม

เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้

คุณสมบัติและการเข้าสู่ระบบครั้งแรกของนักเรียน

การเข้าสู่ห้องเรียน (Class) ของนักเรียน

1. นักเรียนเข้าสู่ระบบ Pocket Lab Notebook ผ่านเว็บไซต์ <https://app.thepocketlab.com/auth/class-code> หรือผ่าน QR Code ที่ปรากฏนี้



ภาพแสดงหน้าแรกของระบบ Pocket Lab Notebook มุมมองนักเรียน

โดยการกรอกห้องเรียน (Class Code) ชื่อ (Name) และรหัสนักเรียน (Student Code) ตามลำดับ

Name	Class Code	Student Code
MAST	XE E	C WAG

2. คลิกเลือกบทบาทนักเรียน (Student) โดยการกรอกห้องเรียน (Class Code) ชื่อ (Name) และรหัสนักเรียน (Student Code) ที่ได้รับข้อมูลจากครูผู้สอนแบบส่วนตัว ตามลำดับ



การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

Pocket Lab Notebook

บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อม

การเข้าสู่บทเรียน (Lesson) หรือโมดูลการเรียนรู้ (Module) ของนักเรียน

ให้นักเรียนคลิกเลือกบทเรียนตามที่ได้รับมอบหมาย หรืออยู่ในระหว่างการเรียนรู้ (On Processing) หรือคลิกโมดูล เพื่อดูบทเรียนย่อยต่าง ๆ

การเลือกการข้อความ/สื่อผ่านแถบนำทาง

นักเรียนสามารถคลิกที่แถบนำทางที่ด้านซ้ายของหน้าจอบทเรียน เพื่อไปยังการข้อความ/สื่อต่าง ๆ ได้

- SIQ02 : การระบุปัญหา และการตั้งสมมติฐานการศึกษ...

สำรวจฟอสซิลที่สยามสแควร์

สำรวจฟอสซิลที่สยามสแควร์

Question 00 : ฟอสซิลที่พบที่บริเวณสยามสแควร์ 1) ...

Question 01 : กิจกรรม นักบรรพชีวิน

Question 02 : ผลการคาดคะเนคำตอบ ในวันที่ 1 และ...

Question 03 : การสืบพบบางสิ่งได้ความได้ ผลการสืบพบบาง...

ปุ่มกดส่งงาน (Turn In) ทางมุมขวาด้านบนของหน้าจอ

SIQ 06 : การออกแบบวิธีการในการสืบสอบ Part II

Turn In

เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้

NOTEBOOK STUDENT

Assignments

Find all assignments here

Assignments

Find all assignments here

Assignments

Find all assignments here

SIQ 02-2022

SIQ 06 : การตอบคำถาม การสำรวจแบบมีจุด...

SIQ 02 : การตอบคำถาม การสำรวจแบบมีจุด...

SIQ 01 : การตอบคำถาม การสำรวจแบบมีจุด...

สรุปผลการเรียนรู้แบบ

ระดมสมอง

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

เพื่อปรับแก้หรือลบ

Pocket Lab Notebook

บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อม

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

1. นักเรียนศึกษาภาพข่าว วิดีโอข่าว หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันจากกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook จากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมผ่านสื่อประเภทต่าง ๆ เช่น

1.1 ภาพ (Image)

1.2 สื่อวิดีโอ (Youtube Video)

1.3 ข้อความ และลิงก์ (Text)

1.4 การตอบคำถามความคิดเห็นผ่านเครื่องมือ Short Answer หรือ Group Discussion

1.5 การตอบคำถามก่อนเรียนในรูปแบบตัวเลือก (Multiple Choice)

Image

Youtube Video

Text

Short Answer

1. ขอบเขตประสบการณ์ (Concrete Experience)

1. ขอบเขตประสบการณ์ (Concrete Experience)

ภาพแสดงตัวอย่างสื่อประเภทต่าง ๆ ในชั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม

Whole Class

จากวิดีโอ 01 - 04 ให้นักเรียนสะท้อนคิด สิ่งที่ได้เรียนรู้จากวิดีโอ

จากวิดีโอที่นักเรียนได้ศึกษาไป "วิดีโอที่นักเรียนได้ศึกษาแสดงให้เห็น ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยา" ได้

Respond

ภาพแสดงตัวอย่างการอภิปรายเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมผ่านเครื่องมือ Short Answer หรือ Group Discussion

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

เพื่อคัดกรองแบบเร็วเบื้องต้น

Pocket Lab Notebook

บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อม

หรือแบบ “Class Discussion”

Whole Class

STEP 02 : ให้นักเรียนอภิปรายจากคำถามต่อไปนี้

หากต้องการให้นักเรียนเกิดได้เรียนรู้ (การตั้งคำถามเป็นสถานการณ์ที่ได้อภิปราย หรือ ปฏิบัติการได้เกิดได้เรียนรู้) นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการ / บัญชี ได้อย่างไรบ้าง

AWW MISTERW an

ปริมาณของH₂Oที่ดื่ม

MISSOR ๓

เพิ่มตัวสารตั้งต้น

MISSRa

ใส่สาร ให้มีปริมาณมากขึ้น

ภาพแสดงมุมมองของนักเรียน เมื่อแสดงความคิดเห็นแบบ “Class Discussion”

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

Pocket Lab Notebook

บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อม

1. นักเรียนระบุคำสำคัญ วิธีการที่จะใช้ในการสืบค้น เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ อย่างน้อย 3 แนวทาง โดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”

=

Short Answer

4. ขนออกแบบแนวคิด (Conceptualization)

หรือนักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง ได้แก่ การกำหนดชื่อตาราง การระบุข้อความที่หัวตาราง การแทรกแถวและคอลัมน์ เป็นต้น ผ่านเครื่องมือ

ภาพแสดงการโต้ตอบในการออกแบบแนวคิด

Group Work

ตารางแสดง XX

Label	Column 1	Column 2
Row 1		
Row 2		
Row 3		
-	+	

เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้

STEP 04 : ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลอง ตามสถานการณ์ หรือ ปัญหาที่กำหนด

4.1 ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลอง ตามสถานการณ์ หรือ ปัญหาที่กำหนด
กลุ่มที่ 1-2 : พื้นที่ผิว หรือ ขนาดของสาร ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างไร
กลุ่มที่ 3-4 : อุณหภูมิของสาร ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างไร
กลุ่มที่ 5-6 : ความเข้มข้นของสาร ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างไร
กลุ่มที่ 7-9 : ชนิดของสาร ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างไร

4.2 ให้นักเรียนแสดง
1) สารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้
2) ขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด โดยใช้แผนภาพประกอบพร้อมข้อความกำกับ (ให้ใช้การวาด ใน โปรแกรม / apps / simulation / Web apps เช่น
• <https://chemcollective.org/vlab/vlab.php>
• <https://chemix.org>

3) ตัวอย่างตารางการบันทึกผลการทดลอง (ให้ใช้เครื่องมือการสร้างตารางใน Pocket Lab)

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

📖

Pocket Lab Notebook

บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อม

👤 Group Work

ภาพแสดงการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง

1. นักเรียนเลือกแนวทางที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบ 1 ทางเลือก โดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”

Short Answer

2. นักเรียนศึกษาสารสนเทศประเภทต่าง ๆ ที่ครูเตรียมให้ หรือ สืบค้นเพิ่มเติมจากเว็บไซต์ต่าง ๆ โดยสื่อจะปรากฏผ่านกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook หรือ ผ่านสื่อจำลองเสมือนจริงแบบโต้ตอบ (Phets Simulation) เป็นต้น

🖼️ Image

📄 Text

🧪 PhET PhET Simulation

และนักเรียนบันทึกผลลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”

Short Answer

3. ตัวแทนกลุ่มแลกเปลี่ยนผลการสืบค้นระหว่างกลุ่มภายในห้องได้ โดยให้นักเรียนบันทึกผลลงในกล่องข้อความแบบ “Class Discussion”

🗨️ Class Discussion

5. ชิ้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting)

ภาพแสดงการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลอง โดยพิมพ์รายละเอียดลงใน Card

2) ขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด โดยใช้แผนภาพประกอบพร้อมข้อความกำกับ

📝 Respond

ภาพแสดงการออกแบบตารางบันทึกผลการตรวจสอบ

Part B: PhET Simulation (ให้นักเรียนเลือกใช้เมนู Lab*)

Projectile Motion

Intro

Lab

Drag

Vectors

ภาพแสดงการแทรกสื่อจำลองเสมือนจริงแบบโต้ตอบ

ทั้งนี้ ผู้สอนสามารถแทรกสื่อจำลองเสมือนจริงแบบโต้ตอบ (Phets Simulation) ในชั้นอื่น ๆ ได้ เช่น ชั้นออกแบบแนวคิด เพื่อใช้ประกอบการออกแบบวิธีการในการทดลอง เป็นต้น

การจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

เพื่อปรับแก้แบบเรียนออนไลน์

Pocket Lab Notebook

บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อม

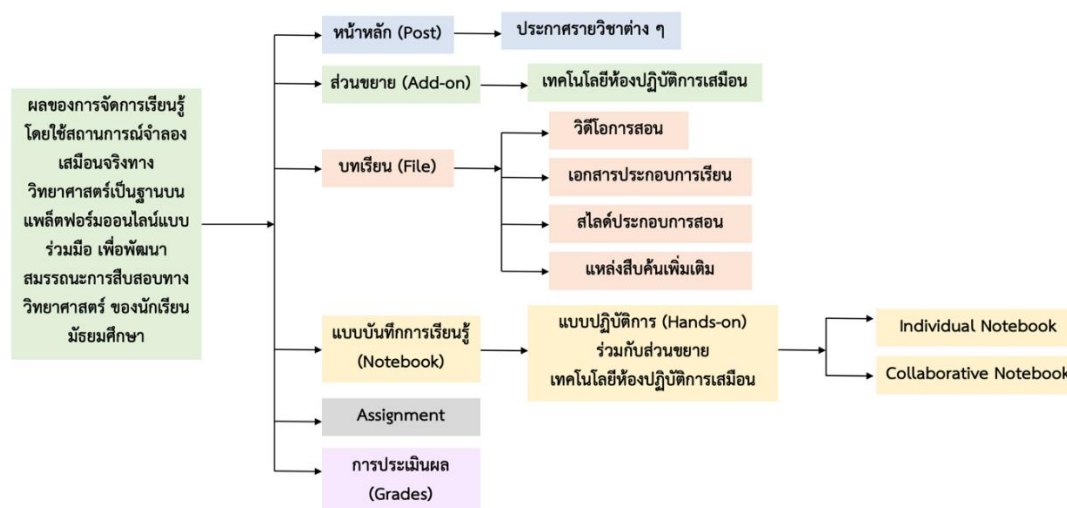
1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการลงฉันทามติทางวิทยาศาสตร์ (Consensus)

2. นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมผ่านสถานการณ์ใหม่ที่ครูกำหนดให้ และตอบคำถามเพื่อหาคำตอบ และบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”

6. ขั้นสรุปและขยายความรู้ (Elaboration)

ภาพการอภิปรายสรุป และขยายความรู้ผ่านกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”

จากตารางสามารถแสดงได้ดังแผนภาพดังนี้



ภาพที่ 6 โครงสร้างของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

4) ตรวจสอบความสอดคล้องของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยผลของการจัดการเรียนรู้

โดยใช้แบบวัดความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) และขอคำแนะนำเพิ่มเติมจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ และด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา โดยดำเนินการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยมีค่าระดับตั้งแต่ -1 ถึง 1 โดยในแต่ละประเด็นการประเมินจากคะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญต้องประเมินแล้วได้ 0.5 ขึ้นไป

ทั้งนี้ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยผลของการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยมีประเด็นที่ต้องปรับแก้และประกอบการพิจารณาในการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพิ่มเติม ได้แก่

4.1 การกำหนด Username และ Password ควรกำหนดในรูปแบบที่เข้าถึงง่ายขึ้น เช่น ตัดคำว่า Master ออก ให้เหลือแค่ ชื่อและนามสกุล ภาษาอังกฤษ

4.2 พิจารณาทดลองใช้เว็บไซต์ Pocket Lab บน Web Browser ต่าง ๆ ทั้ง Safari บนระบบ IOS และ Google Chrome หรือประเภทอื่น ๆ ว่ามีข้อจำกัดในการประมวลผลหน้าจอหรือไม่

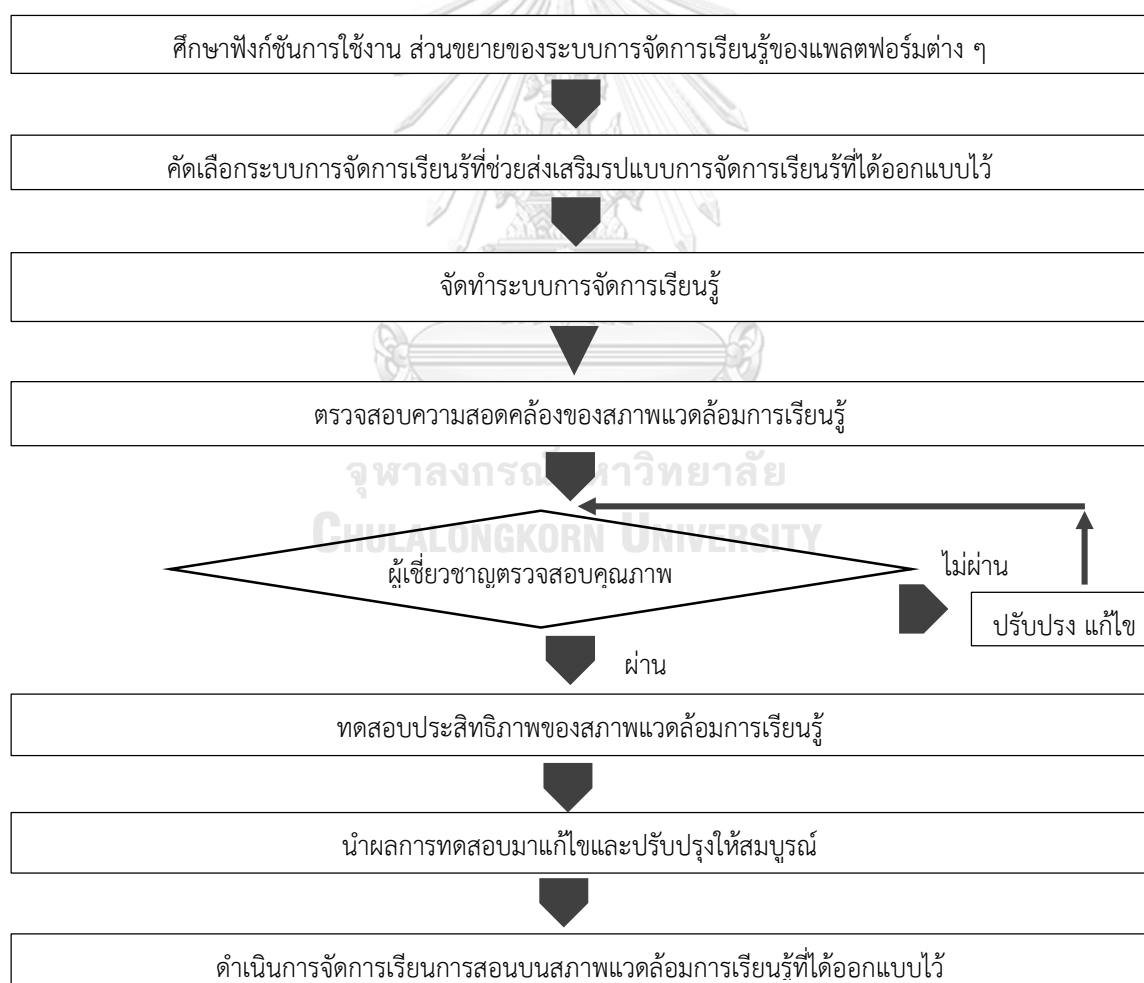
4.3 พิจารณาการเลือกใช้ฟังก์ชันการตอบคำถามแบบงานเดี่ยว (Individual Work) งานกลุ่ม (Group) และงานแบบชั้นเรียน (Class Discussion) ให้สอดคล้องกับเวลา หรือ สถานการณ์ กิจกรรมที่ได้ออกแบบมา

5) นำผลการตรวจสอบความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุงและแก้ไขระบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้

6) ทดสอบประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ โดยผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองและมีคุณสมบัติเดียวกับกลุ่มทดลองเพื่อทดลองใช้เครื่องมือ และให้กลุ่มทดลองใช้ได้เสนอความคิดเห็นจากประเด็นต่าง ๆ โดยใช้คำถามสัมภาษณ์ ที่ประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ แถบเครื่องมือด้านสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้หรือไม่อย่างไร เครื่องมือการทำงานร่วมกันด้วยเครื่องมือ Notebook บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์เพื่อการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน หรือไม่ อย่างไร

7) นำผลการทดสอบมาแก้ไขและปรับปรุงให้สมบูรณ์

8) ดำเนินการจัดการเรียนการสอนบนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยเครื่องมือ 4 ประเภท ดังนี้

4.2.1 แบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยมีแผนการดำเนินงาน ดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการวัดและประเมินผล โดยวิเคราะห์คุณลักษณะและพฤติกรรมบ่งชี้จากสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ด้านที่ 2 คือ ประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพื่อตอบคำถามและเพื่อสรุปผลอย่างสมเหตุสมผล

2) ศึกษาเอกสาร แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ วิเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ผ่านการประยุกต์ใช้ความรู้ (K) ทักษะ (P) และคุณลักษณะ (A) โดยประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2.2 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2.4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2.5 บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3) พิจารณาแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบก่อนเรียน และ แบบทดสอบหลังเรียน แบบอัตนัย ทั้งนี้ได้ดำเนินการพิจารณาแบบวัดก่อนเรียน และหลังเรียนให้มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน และพัฒนาเกณฑ์การประเมินผลแบบทดสอบอัตนัยรายชื่อในรูปแบบ Rubric โดยเกณฑ์การประเมินประเมินผลแบบทดสอบอัตนัยรายชื่อ

4) ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดโดยตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาโดยอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา โดยดำเนินการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยมีค่าระดับตั้งแต่ -1 ถึง 1 โดยในแต่ละประเด็นการประเมินจากคะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญต้องประเมินแล้วได้ 0.5 ขึ้นไป

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่ามีคะแนนความตรงเชิงเนื้อหา และสอดคล้องของแบบวัดและองค์ประกอบของ

สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์โดยมีผลคะแนนความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1 ทั้งนี้มีประเด็นที่ต้องเพิ่มเติม และปรับปรุงเมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ ดังนี้

4.1 ให้ระบุที่มาของแบบวัดที่นำมาปรับใช้ลงในเอกสารอ้างอิงท้ายงานวิจัย คือ ปรับและพัฒนาจากโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

4.2 คำถามบางข้อ สอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ด้วยเช่นกัน ทั้งนี้อาจปรับและเลือกพิจารณาการให้คะแนนในข้อที่สอดคล้องมากที่สุด หรือตัดออก ดังนี้

4.2.1 สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง วิกฤตการณ์น้ำเสีย ข้อที่ 1 ที่มุ่งเน้นการแปลความหมายข้อมูล ขอให้พิจารณาการนำมาคิดคะแนน หรือพิจารณาว่าสอดคล้องกับสมรรถนะย่อยด้านใดบ้าง

4.2.2 สถานการณ์ที่ 2 เรื่อง แรงต้านอากาศ ข้อที่ 1 มุ่งเน้นการแปลความหมายข้อมูล ขอให้พิจารณาการนำมาคิดคะแนน หรือพิจารณาว่าสอดคล้องกับสมรรถนะย่อยด้านใดบ้าง

4.3 ในกระบวนการนำแบบวัดไปใช้ มีข้อควรพิจารณา ดังนี้

4.3.1 ขอให้มีการอธิบาย หรือเอกสารชี้แจง ขั้นตอนการเข้าสู่ระบบ เข้าสู่เว็บไซต์ รวมทั้งชี้แจงจำนวนข้อของแบบวัด ลักษณะการตอบของแบบวัด การคลิกปุ่มต่าง ๆ ของแบบวัดผ่านเว็บไซต์ เป็นต้น

5) ตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบวัดด้วยผลการตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่าแบบวัดทุกข้อย่อย ในแต่ละสถานการณ์ที่พิจารณาความสอดคล้องของจุดเน้นในแต่ละข้อ มีความสอดคล้องกันแบบคู่ขนานทั้งในแบบวัดสมรรถนะก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1

6) ปรับปรุงและแก้ไขแบบวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยสามารถสรุปลักษณะของแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัย ได้ดังนี้

6.1 แบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดแบบอัตนัยจำนวน 2-3 สถานการณ์ รวม 6 ข้อ คิดเป็น 10 คะแนน

6.2 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยแบบวัดแบบคู่ขนาน โดยให้ระยะเวลานักเรียนทำแบบวัด (ไม่รวมเวลาการเข้าสู่เว็บไซต์ การเข้าสู่ระบบ) ทั้งสิ้น 50 นาที

6.3 ประเด็นที่ใช้ในการวัด และเกณฑ์การประเมินในแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยได้ปรับและพัฒนาจากโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ

(Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดยสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดังนี้

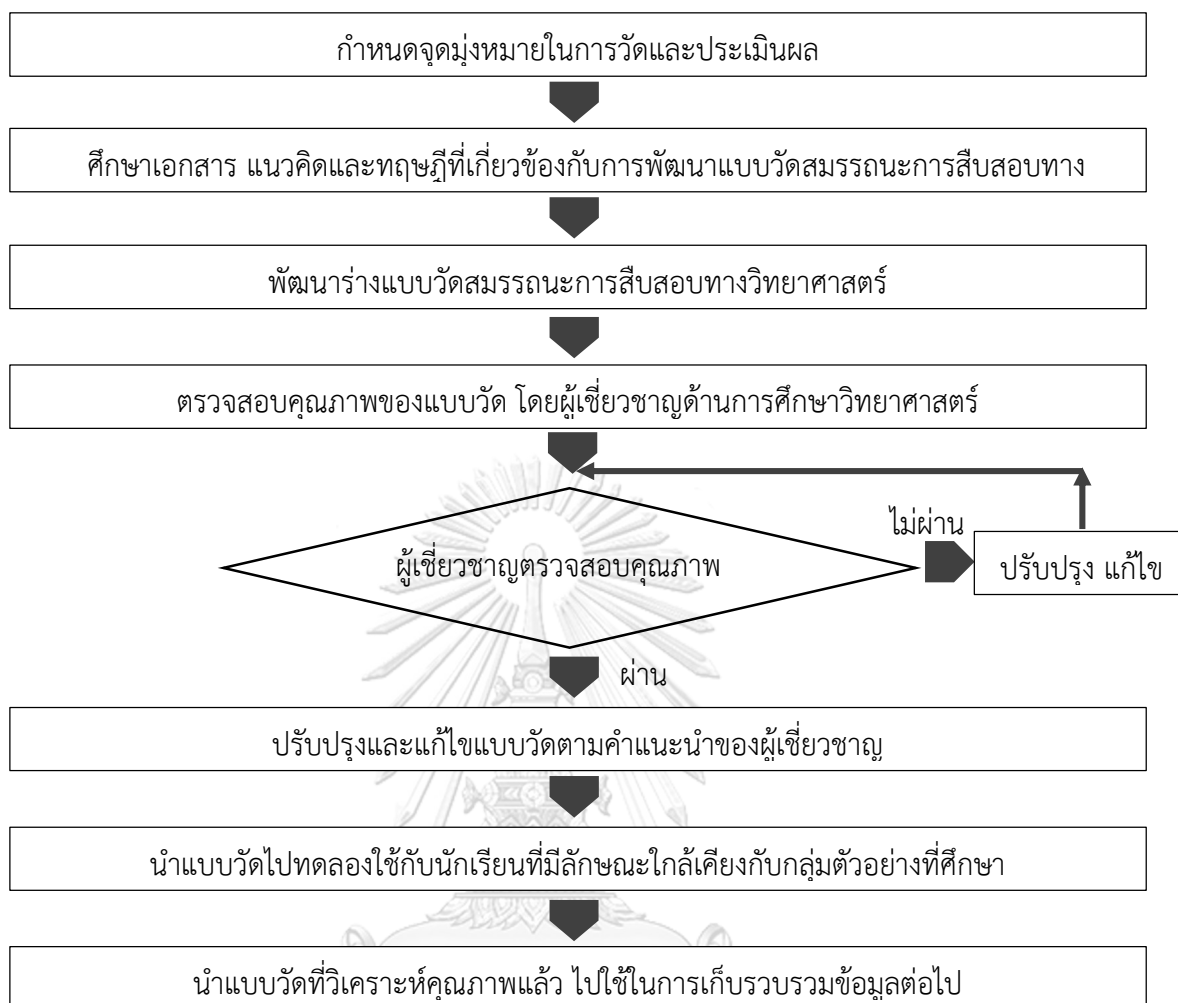
ตารางที่ 22 การวิเคราะห์รายการประเมิน ประเด็นการประเมิน และความสอดคล้องกับสมรรถนะ การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ประเด็นการประเมิน	สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
แบบวัดสมรรถนะก่อนเรียน		
สถานการณ์ที่ 1 การขึ้น-ตกของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์	ข้อ 1 การระบุสภาพทั่วไป สาเหตุ ปัจจัย ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการตั้งประเด็นปัญหาได้	1) ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
	ข้อที่ 2 และข้อที่ 3 การบรรยายและแปลความหมายของข้อมูลจากสารสนเทศที่กำหนดให้ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	1) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย
สถานการณ์ที่ 2 เรื่อง ครกกระเดื่อง	ข้อที่ 1 และ ข้อที่ 2 การประเมินกระบวนการที่กำหนดให้ว่าสามารถใช้ในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่	1) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
สถานการณ์ที่ 3 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน	ข้อที่ 1 การบรรยายและแปลความหมายของข้อมูลจากสารสนเทศที่กำหนดให้ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	1) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย
แบบวัดสมรรถนะหลังเรียน		
สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง วิกฤตการณ์น้ำเสีย	ข้อ 1 การระบุสภาพทั่วไป สาเหตุ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการตั้งประเด็นปัญหาได้	1) ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ประเด็นการประเมิน	สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
สถานการณ์ที่ 2 เรื่อง แรงต้าน อากาศ	ข้อที่ 2 การประเมินกระบวนการที่กำหนดให้ว่าสามารถใช้ในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่	1) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
	ข้อที่ 3 การบรรยายและแปลความหมายของข้อมูลจากสารสนเทศที่กำหนดให้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	1) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย
	ข้อที่ 1 การบรรยายและแปลความหมายของข้อมูลจากสารสนเทศที่กำหนดให้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	1) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย
	ข้อที่ 2 ประเมินวิธีการในการออกแบบ และสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์	1) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
	ข้อที่ 3 การระบุสภาพทั่วไปสาเหตุ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการตั้งประเด็นปัญหาได้	1) ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
		จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

- 6) นำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา
- 7) นำแบบวัดที่วิเคราะห์คุณภาพแล้ว ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

4.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรม การสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง เสมือนจริงเป็นฐาน โดยมีแผนการดำเนินงาน ดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการวัดและประเมินผล โดยวิเคราะห์คุณลักษณะและพฤติกรรมบ่งชี้จากสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ด้านที่ 2 คือ ประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพื่อตอบคำถามและเพื่อสรุปผลอย่างสมเหตุสมผล

2) ศึกษาเอกสาร แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ วิเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ผ่านการปฏิบัติ (P) บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ และการปฏิบัติตามกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) แสดงกระบวนการสำรวจ ตรวจสอบตามกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ผ่านการแสดงความคิดเห็นบนกระดานสนทนา การอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และการเขียนผ่านแบบปฏิบัติการ

2) แสดงพฤติกรรมการอภิปรายเป็นกลุ่มในกิจกรรมชั้นต่าง ๆ ได้แก่ ชั้นผ่านการจัดการเรียนรู้บนแพลตฟอร์ม และการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนปกติ

3) แสดงพฤติกรรมการอภิปราย การทดลอง หรือการสืบค้นความรู้เพื่อต่อยอดไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้

3) พัฒนาร่างแบบแบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานโดยอ้างอิงจากงานวิจัย เรื่อง THE DEVELOPMENT OF A COMPETENCE SCALE FOR LEARNING SCIENCE: INQUIRY AND COMMUNICATION (H.-P. Chang et al., 2011) ในการพัฒนาแบบสังเกตในครั้งนี้

4) ตรวจสอบคุณภาพของแบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานโดยตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาโดยอาจารย์ที่ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา โดยดำเนินการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยมีค่าระดับตั้งแต่ -1 ถึง 1 โดยในแต่ละประเด็นการประเมินจากคะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญต้องประเมินแล้วได้ 0.5 ขึ้นไป

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่ามีคะแนนความตรงเชิงเนื้อหา และสอดคล้องเท่ากับ 1 ทั้งนี้มีประเด็นที่ต้องเพิ่มเติม และปรับปรุงเมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ ดังนี้

4.1 ปรับการสังเกตจาก “สังเกตเป็นกลุ่ม” เป็นสังเกตแบบ “รายบุคคล” เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนที่เน้นการพัฒนาแบบรายบุคคล

4.2 เพิ่มข้อมูลส่วนข้อมูลพื้นฐานในแบบสังเกต ได้แก่

4.2.1 ชื่อผู้สังเกต

4.2.2 ชื่อผู้ถูกสังเกต

4.2.3 สถานที่สังเกต

4.3 ประเด็นในการสังเกตให้สอดคล้องกับสมรรถนะย่อย ดังนี้

4.3.1 เพิ่มรายการสังเกต พฤติกรรมด้านการระบุปัญหาที่นำมาสู่การสำรวจ
ตรวจสอบ

4.3.2 เพิ่มรายการสังเกต พฤติกรรมด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล ผ่านการปฏิบัติ
รูปแบบต่าง ๆ

5) ปรับปรุงและแก้ไขแบบวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีรายละเอียดของแบบ
สังเกต ดังนี้

5.1 ข้อมูลพื้นฐานของแบบสังเกตประกอบด้วย วันเดือนปี คาบที่สังเกต เวลาที่สังเกต
สถานที่ที่สังเกต ชื่อผู้สังเกต และชื่อผู้ถูกสังเกต

5.2 รายการสังเกตและผลการสังเกต ตามพฤติกรรมบ่งชี้ที่สอดคล้องกับสมรรถนะการ
สืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยรายการต่าง ๆ ดังนี้

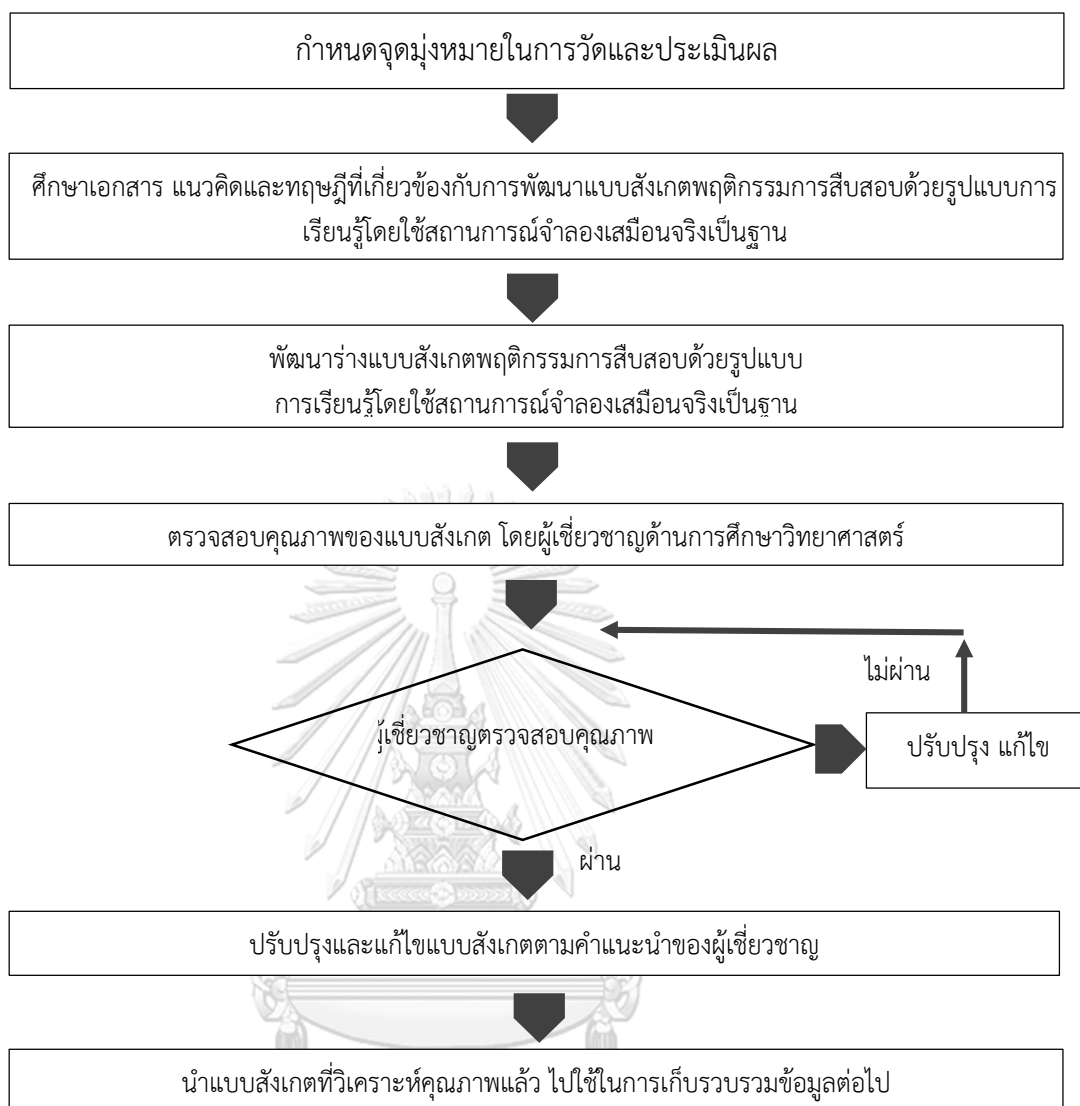
ตารางที่ 23 ประเด็นการสังเกตตามพฤติกรรมบ่งชี้ที่สอดคล้องกับสมรรถนะการสืบสอบทาง
วิทยาศาสตร์

สมรรถนะการสืบสอบทาง วิทยาศาสตร์	ประเด็นการสังเกต
1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบจากการศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1. ตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบโดยที่คำถามนั้นผ่านการ พิจารณาแล้วว่าสามารถใช้ในการหาคำตอบได้ ผ่านการแสดง ความคิดเห็น การเขียนหรือพิมพ์ลงในแพลตฟอร์ม ใบงานใน รูปแบบออนไลน์ หรือแบบกระดาษ
2. วิเคราะห์และประเมินประเด็น ปัญหาหรือคำถามว่า ประเด็นใด สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ได้	1. แสดงวิธีการในการหาความรู้ การออกแบบการทดลอง หรือกระบวนการอื่น ๆ ที่นำมาซึ่งคำตอบภายในกลุ่ม ผ่านการ แสดงความคิดเห็น การเขียนหรือพิมพ์ลงในแพลตฟอร์ม ใบ งานในรูปแบบออนไลน์ หรือแบบกระดาษ
1. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ตามสถานการณ์ หรือเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน ที่กำหนดให้	2. แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูล การหาคำตอบ ผ่านการปฏิบัติ ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทดลองผ่านอุปกรณ์ วัสดุ สารเคมี สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง หรือชุดอุปกรณ์กิจกรรม เป็นต้นตามที่ได้ออกแบบไว้
2. วิเคราะห์ ประเมิน และเลือก วิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ว่า วิธีการใดสามารถ สำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ได้	3. บันทึกและเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์อย่าง เป็นระบบ เช่น ในรูปแบบตารางบันทึกผล การบันทึกภาพ วิดี ทัศน์ การบันทึกผลในรูปแบบข้อความ กราฟ และแบบอื่น ๆ ผ่านเครื่องมือของแพลตฟอร์ม ใบงานออนไลน์ หรือใบงานใน
3. บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล	

สมรรถนะการสืบสอบทาง วิทยาศาสตร์	ประเด็นการสังเกต
และความเป็นกลางและการสรุป อ้างอิงจากคำอธิบาย	รูปแบบกระตาศ 4. แสดงพฤติกรรมการอภิปราย การทดลอง หรือการสืบค้น ความรู้เพื่อต่อยอดไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้ ผ่านการอภิปราย ร่วมกันภายในกลุ่ม และการเขียนผ่านแบบปฏิบัติการ หรือใบ งานในรูปแบบออนไลน์/กระตาศ

5.3 โดยแบบสังเกตดังกล่าว จะสังเกตโดยผู้วิจัย (ผู้สอน) ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสังเกตผู้เรียนในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าว ในครั้งแรกที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน คือ ครั้งที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2) และครั้งสุดท้ายที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบดังกล่าว คือครั้งที่ 8 (สัปดาห์ที่ 8)

- 6) นำแบบสังเกตที่วิเคราะห์คุณภาพแล้ว ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป
- 7) นำแบบวัดที่วิเคราะห์คุณภาพแล้ว ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการพัฒนาแบบสังเกตพฤติกรรม การสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้
สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน

4.2.3 แบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทาง วิทยาศาสตร์

โดยมีแผนการดำเนินงาน ดังนี้

- 1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการวัดและประเมินผล โดยวิเคราะห์คุณลักษณะและพฤติกรรมบ่งชี้จากสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ด้านที่ 2 คือ ประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพื่อตอบคำถามและเพื่อสรุปผลอย่างสมเหตุสมผล
- 2) ศึกษาเอกสาร แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์คุณลักษณะ (A) บ่งชี้ผ่านการปฏิบัติบนแพลตฟอร์มแบบ

ร่วมมือออนไลน์ และการปฏิบัติตามกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) เห็นความสำคัญต่อการประยุกต์ใช้ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ แหล่งอ้างอิง และประยุกต์ใช้ความรู้ทั่วไป

2) เห็นคุณค่าในการสรุปความเห็น และวิเคราะห์หลักการโดยผ่านกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3) เห็นคุณค่าของกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ในการสืบค้นหาความรู้ หาคำตอบ หรือแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์

4) เห็นคุณค่าของกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ในการสืบค้นหาความรู้เพื่อต่อยอดไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้

3) พัฒนาร่างแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

4) ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์โดยตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาโดยอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา โดยดำเนินการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยมีค่าระดับตั้งแต่ -1 ถึง 1 โดยในแต่ละประเด็นการประเมินจากคะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญต้องประเมินแล้วได้ 0.5 ขึ้นไป

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่ามีคะแนนความตรงเชิงเนื้อหา และสอดคล้องเท่ากับ 1 ทั้งนี้มีประเด็นที่ต้องเพิ่มเติม และปรับปรุงเมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ดังนี้

4.1 ปรับข้อความในข้อคำถามที่ 1 การระบุปัญหาที่ชัดเจน “จะนำไปสู่การออกแบบวิธีการได้อย่างเหมาะสม” เปลี่ยนเป็น “จะนำไปสู่การออกแบบวิธีการได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาอย่างมีเป้าหมาย”

4.2 ปรับข้อความในข้อคำถามที่ 7 “กระบวนการสืบสอบช่วยในการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวันได้” เปลี่ยนเป็น “กระบวนการสืบสอบช่วยในการหาคำตอบ และช่วยแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้”

4.3 ตัดข้อความ “สมาชิกภายในกลุ่มเลขที่” เนื่องจากเป็นการประเมินรายบุคคล

4.4 เปลี่ยนข้อความหัวตารางจากคำว่า “ประเด็นในการวัด” เปลี่ยนเป็น “ข้อความ”

5) ปรับปรุงและแก้ไขแบบวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีรายละเอียดของแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

5.1 แบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) ข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ วันและคาบเรียนที่ประเมิน และ 2) ประเด็นในการวัด จำนวน 24 ข้อ

5.2 แบบวัดเป็นแบบมาตราประมาณค่า จำแนกเป็น 5 ระดับการประเมิน ได้แก่

- | | |
|------------------------|------------------|
| 5 = เห็นด้วยมากที่สุด | 4 = เห็นด้วยมาก |
| 3 = เห็นด้วยปานกลาง | 2 = เห็นด้วยน้อย |
| 1 = เห็นด้วยน้อยที่สุด | |

5.3 ข้อความที่ใช้ในการวัดเจตคติประกอบด้วยประเด็นในการวัด ดังนี้

ตารางที่ 24 ประเด็นการประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

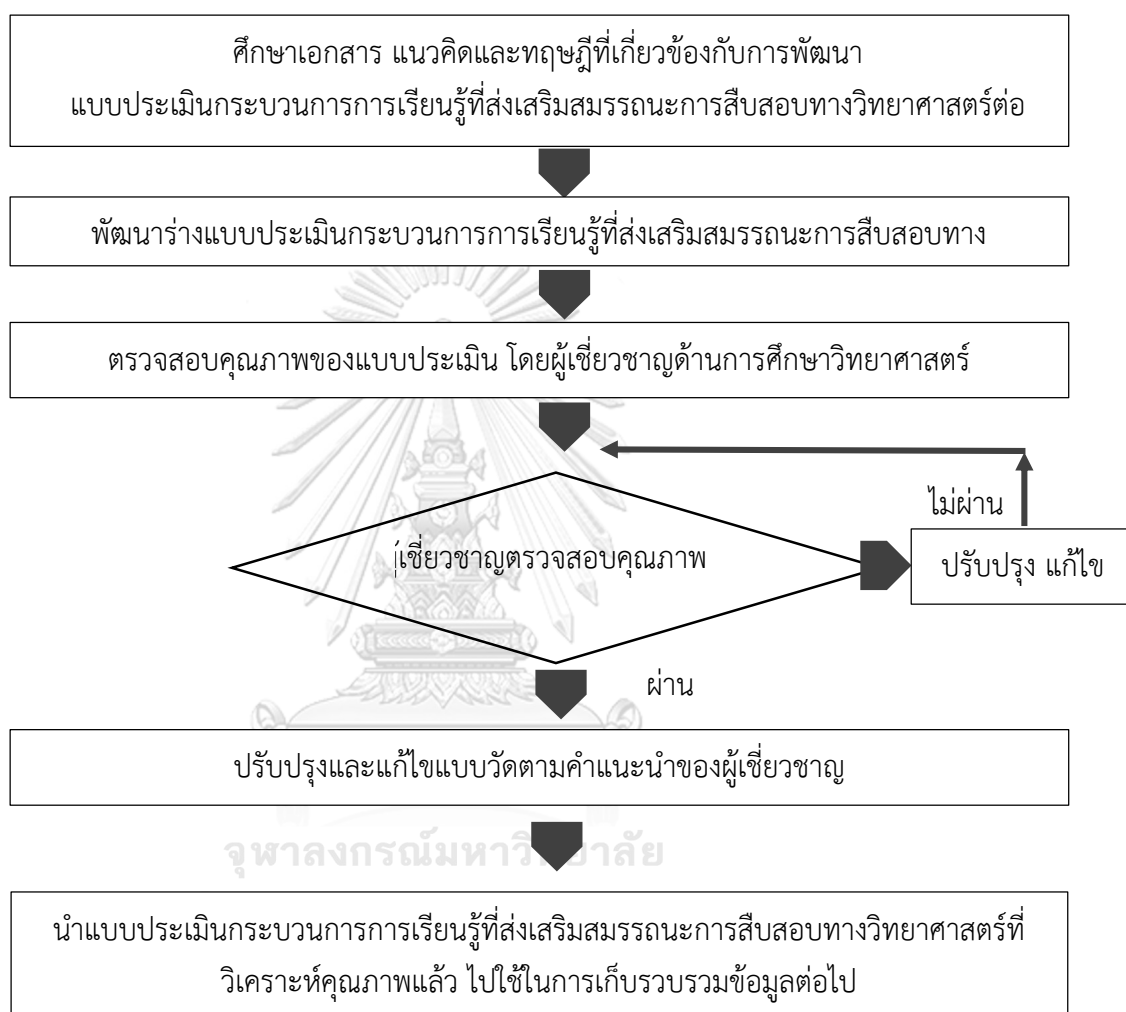
ประเด็นในการประเมิน	ข้อความ
1. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้	1. การระบุปัญหาที่ชัดเจน จะนำไปสู่การออกแบบวิธีการได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาอย่างมีเป้าหมาย 2. การระบุปัญหา การระบุตัวแปร และการตั้งสมมติฐานมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน 3. การสืบค้นและรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องจะช่วยให้การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น 4. การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาควรออกแบบให้มีมากกว่า 1 แนวทางเพื่อใช้เป็นตัวเลือกในการพิจารณาแนวทางที่ดีที่สุด 5. การมีสื่อจำลองแบบเสมือนจริงช่วยในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น 6. สถานการณ์ในชีวิตประจำวันจะต้องมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎี แหล่งอ้างอิง และใช้ความรู้ในการหาคำตอบหรือใช้อธิบายสถานการณ์นั้นได้ 7. กระบวนการสืบสอบช่วยในการหาคำตอบ และช่วยแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ 8. กระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ช่วยต่อยอดความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้
2. ด้านระบบการจัดการเรียนรู้	1. ระบบ Pocket Lab เข้าสู่ระบบได้ง่าย โดยนักเรียนไม่ต้องดำเนินการสมัครและใช้อีเมลของตนเอง 2. ระบบ Pocket Lab มีความเสถียรในการใช้งาน เช่น การโหลดของหน้าเว็บไซต์ หรือการอัปโหลดภาพต่าง ๆ ที่ดี ใช้งานได้ 3. ระบบ Pocket Lab สามารถเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์ส่วนตัว หรืออุปกรณ์พกพาที่ครูจัดเตรียมให้ได้อย่างสะดวก

ประเด็นในการประเมิน	ข้อความ
	4. ระบบ Pocket Lab เป็นระบบที่รองรับการเรียนรู้แบบออนไลน์ ออนไลน์ ไซต์ หรือแบบผสมผสานได้
	5. ระบบ Pocket Lab สามารถใช้แทนสมุดจด แบบปฏิบัติการ หรือแบบฝึกหัด (Paper-based) ได้
	6. ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้นักเรียนเข้าถึงสื่อประเภทต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก เช่น สื่อวิดีโอ (Youtube) หรือสื่อสถานการณ์จำลองแบบเสมือนจริง (Phets)
	7. ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้นักเรียนสามารถจดบันทึกเพิ่มเติมในรูปแบบต่าง ๆ ได้หลากหลาย เช่น ข้อความ ตาราง หรือกราฟ
	8. ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้นักเรียนเรียนรู้อย่างเป็นระบบ และเป็นขั้นตอนตามที่คุณสอนออกแบบ
	9. ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้นักเรียนเรียนรู้ในรูปแบบกลุ่มแบบร่วมมือรวมพลัง
	10. ระบบ Pocket Lab มีระบบที่เอื้อต่อการได้รับการป้อนกลับ (Feedback) ของนักเรียนจากผู้สอน
	11. ระบบ Pocket Lab ช่วยจัดระเบียบการเรียนรู้เป็นหมวดหมู่ / โมดูล / หน่วยการเรียนรู้ ในแต่ละครั้งได้ดี
	12. ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนอยากจดบันทึกการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับที่จดบันทึกในกระดาษทั่วไป
	13. ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะคาบการทดลอง (Lab) มากขึ้น
	14. ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบกลุ่ม เนื่องจากสามารถแสดงผลหรือคำตอบจากเครื่องอื่น ๆ ได้
	15. ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น การอภิปราย เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีทั้งแสดงความคิดเห็นแบบรายบุคคลแบบกลุ่ม หรือการแลกเปลี่ยนในห้องเรียน
	16. ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความสุขได้ในอนาคต

5.4 โดยแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลหลังเรียนของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยให้นักเรียนทำแบบประเมินในรูปแบบออนไลน์ ใช้เวลาในการทำแบบวัด 20 นาที

6) นำแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ที่วิเคราะห์คุณภาพแล้ว ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

7) นำแบบวัดที่วิเคราะห์คุณภาพแล้ว ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป



ภาพที่ 10 ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

4.2.4 แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงาน โดยมีแผนการดำเนินงาน ดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการประเมินโดยวิเคราะห์จากเอกสาร แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทาง โดยประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ศึกษาเข้าใจสภาพปัญหา หรือข้อมูลทั่วไปของสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยประเมินได้จากประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ สาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์

1.2 การกำหนดประเด็นเพื่อออกแบบกระบวนการ โดยประเมินจากการกำหนดประเด็นปัญหาการระบุตัวแปรการตั้ง สมมติฐาน การรวบรวมแนวคิด และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การออกแบบกระบวนการทดลอง หรือแก้ปัญหาจากสถานการณ์มากกว่า 3 แนวทาง

1.3 การศึกษาเครื่องมือจากสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือน และระบุจุดเด่นที่จะนำมาช่วยในการกระบวนการทดลอง หรือแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้

1.4 การเลือกวิธีการที่ดีที่สุด หรือประยุกต์ใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนมาใช้ในการออกแบบวิธีการเพิ่มเติม พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุนที่เลือกใช้วิธีการดังกล่าว

1.5 การศึกษา ทดลอง และรวบรวมข้อมูล

1.6 การวิเคราะห์ ตีความ และลงข้อสรุปข้อมูล

1.7 ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยออกแบบกระบวนการ วิธีการที่ใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุน

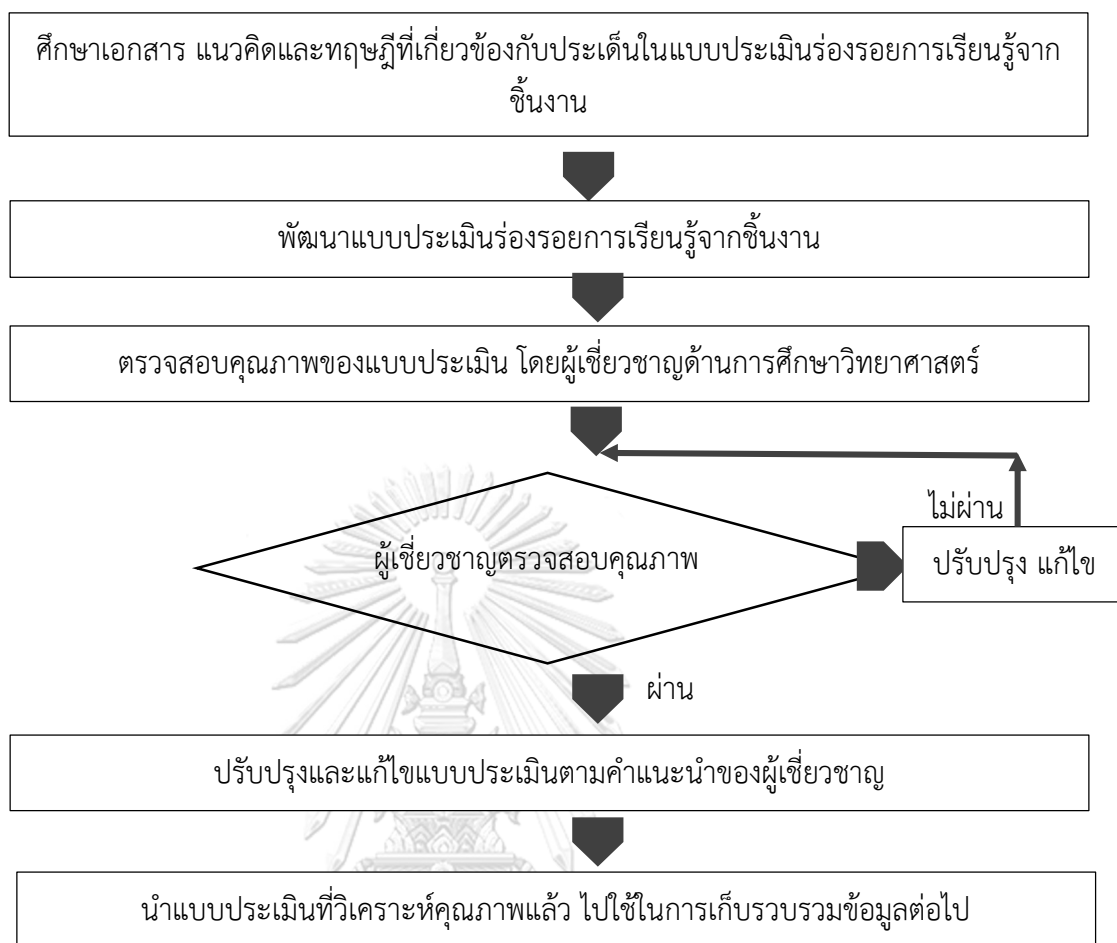
2) พัฒนาร่างแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงาน

3) ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงานโดยตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาโดยอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา โดยดำเนินการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยมีค่าระดับตั้งแต่ -1 ถึง 1 โดยในแต่ละประเด็นการประเมินจากคะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญต้องประเมินแล้วได้ 0.5 ขึ้นไป

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่ามีคะแนนความตรงเชิงเนื้อหา และสอดคล้องเท่ากับ 1 หมายถึง ประเด็นในแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงานมีความสอดคล้องกับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ด้านต่าง ๆ และมีความเหมาะสมของระดับคะแนนที่กำหนดในรูปแบบ Rubric ทั้งนี้ขอให้มีการปรับข้อความให้มีความคงที่ เช่น การใช้ “การหรือความ” นำหน้าเพื่อจำกัดความในประเด็นต่าง ๆ

4) ปรับปรุงและแก้ไขแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงานตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5) นำแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงานที่วิเคราะห์คุณภาพแล้ว ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป



ภาพที่ 11 ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงาน

5. การดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะเตรียมการทดลอง ระยะดำเนินการทดลอง และระยะหลังการทดลอง โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

5.1 ระยะเตรียมการทดลอง

5.1.1 สร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.2 สุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสังกัดกระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

5.1.3 ดำเนินการด้านเอกสารการขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.4 เตรียมเครื่องมือ แบบวัด และเอกสารอื่น ๆ ที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

5.2 ระยะดำเนินการทดลอง

5.2.1 ผู้วิจัยเตรียมความพร้อม และสำรวจกายภาพ และสิ่งอำนวยความสะดวกในการทดลอง เช่น คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เคลื่อนที่ และอินเทอร์เน็ตไร้สาย เพื่อใช้ในการดำเนินการทดลอง

5.2.2 ดำเนินการวัดระดับประสบการณ์การใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ในกลุ่มทดลอง (E) เพื่อวิเคราะห์ระดับประสบการณ์ของผู้เรียนรายบุคคล และนำผลการวัดมาออกแบบกระบวนการเตรียมใช้สภาพแวดล้อมที่ได้ออกแบบไว้ คือ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

5.2.3 ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้ คือ กลุ่มทดลอง (E) คือ กลุ่มที่มีการ

จัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ ซึ่งผู้เรียนจะได้ใช้ระบบการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตร่วมกับการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 25 คน และกลุ่มควบคุม (C) คือ กลุ่มที่มีการจัดการเรียนรู้ใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน บนอุปกรณ์ส่วนตัวแบบพกพาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบปกติในชั้นเรียน โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 25 คน

5.3 ระยะหลังการทดลอง

ภายหลังการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเตรียมสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป โดยประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานของกลุ่มที่ใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ และกลุ่มที่ไม่ใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

2. ระดับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

1. ศึกษาและออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโดยนำเสนอผลในรูปแบบของตารางแสดงหน่วยการเรียนรู้ สารสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ และระยะเวลาในการศึกษา โดยวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา และการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่านมาสรุปและใช้ในการศึกษาและออกแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

1. ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยเปรียบเทียบระดับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้แบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ T-test for dependent samples

2. ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ T-test for independent sample

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล






ผลการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีดังนี้

1. จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ โดยนำเสนอผลในรูปแบบของตารางแสดงหน่วยการเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลาในการศึกษา ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ และการวัด ประเมินผล โดยวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบกับการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา และการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน

1.1 การออกแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Concrete experience) 2) ขั้นศึกษาสถานการณ์ (Simulation briefing) 3) ขั้นสะท้อนคิดจากสถานการณ์ (Reflective observation & thinking) 4) ขั้นออกแบบแนวคิด (Conceptualization) 5) ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting) และ 6) ขั้นสรุปและขยายความรู้ (Elaboration) โดยจัดการเรียนรู้จำนวน 18 คาบ โดยใช้ระยะเวลา 9 สัปดาห์ โดยมีขั้นการจัดการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ ชิงงาน การวัดและการประเมินผลแสดงได้ดังตาราง

ตารางที่ 25 ชั้นการจัดการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ ชั้นงาน การวัดและการประเมินผล

การ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้	ชั้นงาน	การวัดและประเมินผล
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มควบคุม
1. ชั้นเรียนประสบการณ์ (Concrete Experience)	<p>1. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพ วิดีโอข่าว หรือ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันจาก กล้องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook จากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อ นำเข้าสู่กิจกรรม</p> <p>2. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนแบบบุคคล และแบ่งกลุ่มให้นักเรียนแบบกลุ่มละ 3-4 คน</p> <p>นำเข้าสู่กิจกรรม</p> <p> Pocket Lab Notebook</p> <p> Image  Youtube Video  Text</p>	<p>1. ครูแสดงภาพข่าว วิดีโอข่าว หรือ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เพื่อ นำเข้าสู่กิจกรรม</p> <p>2. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนแบบบุคคล และแบ่งกลุ่มให้นักเรียนแบบกลุ่มละ 3-4 คน</p>	<p>1. ประเมินร่องรอยผ่าน ใบงานออนไลน์</p> <p>2. สังเกตพฤติกรรมการ ผู้เรียนโดยใช้แบบสังเกต พฤติกรรมการสืบสอบ ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้สถาน การณ์ จำลองเสมือนจริงเป็น ฐาน</p> <p>3. ประเมินผ่านแบบ ประเมินกระบวนการ การเรียนรู้ที่ส่งเสริม สมรรถนะการสืบสอบ ทางวิทยาศาสตร์ต่อการ สืบสอบทางวิทยาศาสตร์</p>
2. ชั้นเรียนการจำลอง (Simulation briefing)	<p>1. ครูมอบหมายสถานการณ์ผ่านกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook โดย กำหนดให้นักเรียน คือ บุคคลที่อยู่ใน พร้อม สถานการณ์นั้น พร้อมศึกษาบริบทจาก สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้</p>	<p>1. ครูมอบหมายสถานการณ์ผ่านใบงาน ออนไลน์ One Note โดยกำหนดให้นักเรียน คือ บุคคลที่อยู่ในสถานการณ์นั้น พร้อม ศึกษาบริบทจากสถานการณ์ที่ครู กำหนดให้</p>	<p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแฟรกกสื่อ ประเภทต่าง ๆ</p>
3. ชั้นเรียนบุคคล จากสถานการณ์	<p>1. ครูให้นักเรียนคาดคะเนสิ่งที่น่าสนใจได้ จากบริบท และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูให้ พร้อมระบุเหตุผล โดยบันทึกลงในกล่อง ข้อความแบบ “Group Discussion”</p> <p> Group Discussion</p>	<p>1. ครูให้นักเรียนคาดคะเนสิ่งที่น่าสนใจ เป็นไปได้ จากบริบท และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูให้ พร้อมระบุเหตุผล โดยบันทึกลงในใบงานออนไลน์ One Note</p>	<p>1. ใบงานออนไลน์ One Note และแฟรกกสื่อ ประเภทต่าง ๆ</p>

การ จัดการ เรียนรู้		กิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้		ชิ้นงาน		การวัดและประเมินผล	
		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		
บันทึกผลลงในกล่องข้อความแบบ “Class Discussion”							
<div>Class Discussion</div>							
6. ขุนสุรสีห์และขุนไชยสงคราม (Elaboration)		1. ครูและนักเรียนรู้ร่วมกันอภิปราย 1. ครูและนักเรียนรู้ร่วมกันอภิปราย กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการ ค้นพบทางวิทยาศาสตร์ (Consensus) ลงนามมติทางวิทยาศาสตร์ (Consensus) 2. ครูให้นักเรียนรู้สืบค้นเพิ่มเติมผ่าน Pocket Lab Notebook สถานการณ์ใหม่ที่ครูกำหนดให้ และตอบ คำถามเพื่อหาคำตอบ และบันทึกลงในกล่อง งานออนไลน์ One Note ข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”					
		<div>Short Answer</div>					

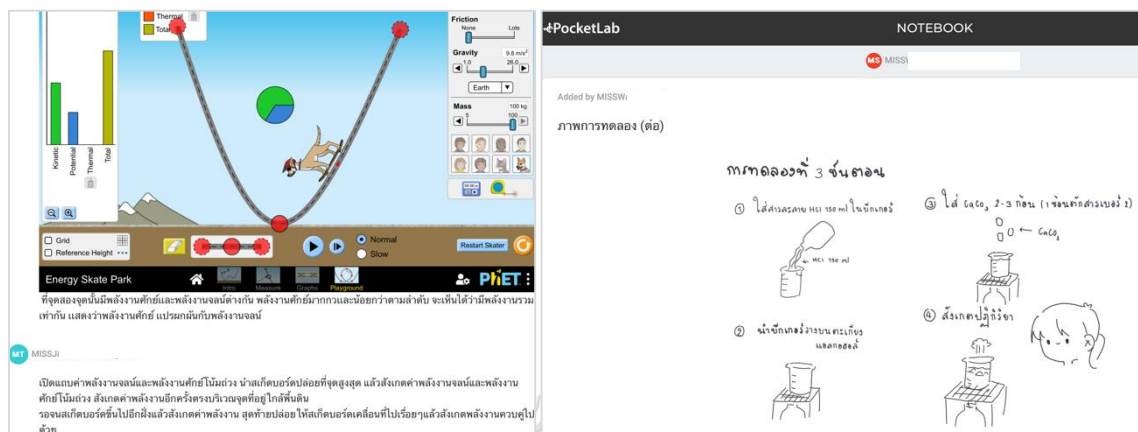
The screenshot displays a learning management system interface. On the left, a sidebar lists various resources and activities. The main content area is divided into two sections. The top section, titled 'SIQ 04', features a lesson plan for 'นักสืบ (สอบ) วิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัล' (Scientific Inquiry in the Digital Era). It includes a 'กิจกรรม Warm Up ครั้งที่ 3' (Activity Warm Up No. 3) and a list of topics: 'พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์' (Basic concepts of the scientific process) and 'การตั้งสมมติฐาน และการตรวจสอบสมมติฐาน' (Hypothesis setting and hypothesis testing). The bottom section, titled 'ตอนที่ 1 Introduction ถึง Anolis บนเกาะ The Greater Antilles' (Part 1 Introduction to Anolis on The Greater Antilles), discusses the relationship between Anolis lizards and the Greater Antilles (Hispaniola) and includes a map of the region. On the right, a 'PhET Simulation' is shown, titled 'พลังงาน' (Energy). It features a 'รถเข็น' (Cart) and a 'สปริง' (Spring) with a 'ค่าคงที่สปริง' (Spring constant) of 0.0 m/s. The simulation interface includes various controls and a 'Watch on YouTube' button.

ภาพที่ 12 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

The screenshot displays a learning management system interface. The top section, titled 'SIQ02 : ...', features a lesson plan for 'ฟอสซิลหอยกลางกรุง' (Fossil Shells in the Capital). It includes a 'Watch on YouTube' button and a 'Question 00 : ฟอสซิลที่พบที่บริเวณสยามสแควร์ 1) เป็นสิ่งมีชีวิตในกลุ่มใด และมีชื่ออะไร 2' (Question 00 : Fossil found in Siam Square 1) is it a living organism in which group? and what is its name?). The bottom section, titled 'NOTEBOOK', shows a table with chemical formulas and their corresponding reactions.

สารเคมี	ปฏิกิริยา	ผลิตภัณฑ์
H ₂ SO ₄	เกิดฟองแก๊สสีขาวปริมาณมาก	HCl และ มีควันเกิดขึ้น
CH ₃ COOH	เกิดผลการทดลองซ้ำกว่า	มีฟองแก๊สสีขาวเหมือนกับซัลฟิวริก

ภาพที่ 13 ตัวอย่างภาพหน้าจอเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 14 ผลการเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบ
เสมือนจริง และเครื่องมือบนระบบแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์


1.2 การออกแบบสภาพแวดล้อมการจัดการเรียนรู้

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็น
ฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 26 องค์ประกอบลักษณะสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ ในบทบาทครูผู้สอน

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์	
บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม	เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้
การเตรียมสภาพแวดล้อมของผู้สอนก่อนการจัดการเรียนรู้	
การนำรายชื่อนักเรียนเข้าสู่ห้องเรียน (Class)	ผ่านเมนู Class > Add class
1. การจัดเตรียมไฟล์รายชื่อนักเรียนสำหรับเข้าสู่ระบบ Pocket Lab Notebook ในรูปแบบภาษาอังกฤษ	และปุ่ม Add Student ตามลำดับ
2. การดาวโหลดรายชื่อนักเรียน รหัสห้องเรียน (Class Code) และรหัสนักเรียน (Student Code) เพื่อเตรียมแจกข้อมูลให้กับนักเรียนรายบุคคล โดยคำนึงถึงการได้รับข้อมูลนี้แบบรายบุคคลเท่านั้น	ผ่านการดาวโหลดรายชื่อนักเรียน รหัสห้องเรียน (Class Code) และรหัสนักเรียน (Student Code)
3. การเตรียมบทเรียน (Lesson Assignment) และโมดูลการเรียนรู้	ผ่านเมนู
การจัดการเรียนรู้	
1. การแทรกภาพข่าว วิดีโอข่าว หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันจากกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook จากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม	การแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ เช่น <ul style="list-style-type: none"> 1.1 การแทรกภาพ (Image) 1.2 การแทรกสื่อวิดีโอ (Youtube Video) 1.3 การแทรกข้อความ และลิงก์ (Text) 1.4 การอภิปรายผ่านคำถามชวนคิดผ่านเครื่องมือ Short Answer หรือ Group Discussion 1.5 การตอบคำถามก่อนเรียนในรูปแบบตัวเลือก (Multiple Choice)

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์		
บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม		เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้
2. การมอบหมายสถานการณ์ผ่านกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab	ผ่านกล่องข้อความ	ผ่านกล่องข้อความ (Text Card)
3. การคาดคะเนสิ่งที่น่าจะเป็นไปได้ จากบริบท และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูให้ พร้อมระบุเหตุผล โดยบันทึกลงในกล่องข้อความผ่านเครื่องมือ Short Answer	ที่ครูให้ พร้อม เครื่องมือ Short Answer	การมอบหมายงานแบบรายบุคคล “Independent Work” ผ่านเครื่องมือ Short Answer
4. การระบุคำสำคัญ วิธีการที่จะใช้ในการสืบค้น เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ อย่างน้อย 3 แนวทาง		การมอบหมายงานแบบกลุ่ม “Group Work” การมอบหมายงานแบบ “Class Discussion”
5. การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง ได้แก่ การกำหนดชื่อตาราง การระบุข้อความที่หัวตาราง การแทรกแถวและคอลัมน์ เป็นต้น		การมอบหมายงานแบบรายบุคคล “Independent Work” ผ่านเครื่องมือ Short Answer
6. การเลือกแนวทางที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบ 1 ทางเลือกโดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”		การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองผ่านเครื่องมือ “Data Table” การมอบหมายงานแบบกลุ่ม “Group Work”
7. การเผยแพร่สารสนเทศเพิ่มเติมจากกิจกรรม เพื่อให้ให้นักเรียนได้สืบค้นเพิ่มเติมจากสารสนเทศที่ครูกำหนดให้ ผ่านกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook หรือผ่านสื่อจำลองเสมือนจริงแบบโต้ตอบ (Phets Simulation) เป็นต้น		การแทรกสื่อจำลองเสมือนจริงแบบโต้ตอบ (Phets Simulation)
8. ตัวแทนกลุ่มแลกเปลี่ยนผลการสืบค้นระหว่างกลุ่มภายในห้องได้ โดยให้นักเรียนบันทึกผลลงในกล่องข้อความแบบ “Class Discussion”		การมอบหมายงานแบบ “Class Discussion”
9. การอภิปรายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการลงมติทางวิทยาศาสตร์ (Consensus)		การมอบหมายงานแบบกลุ่ม “Group Work”

<div> <div>  </div> <div> สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม </div> </div> <div> เครื่องมือบนแพลตฟอร์มที่ใช้ </div>	
การติดตามผู้เรียนรายบุคคลของผู้สอน	
1. การติดตามผู้เรียนรายบุคคล	<p>ผ่านเมนู Class และเลือกบทเรียนที่ต้องการติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน และติดตามผ่านแถบสีแต่ละการ์ดข้อความของนักเรียนรายบุคคล</p>
2. การให้ผลป้อนกลับนักเรียนแบบรายบุคคล หรือ แบบกลุ่ม	<p>ผ่านเมนู Class และเลือกบทเรียนที่ต้องการติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนและคลิกที่ปุ่ม Feedback ที่ด้านล่างของการ์ด โดยมีปุ่มสำเร็จรูปให้ผู้สอนทำการประเมินได้ 4 ปุ่ม ได้แก่ Working on it , Almost there , You Got It หรือ Above and Beyond</p> <p>ผ่านเมนู Lesson และเลือกสถานะต่าง ๆ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. In Progress (อยู่ในช่วงการศึกษบทเรียนได้) 2. Mark as Complete และ Complete (สิ้นสุดเวลาในการศึกษาบทเรียน)
3. การตั้งค่าเวลาในการศึกษาบทเรียน	

จากตารางพบว่าการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ ประกอบด้วยคุณลักษณะที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ การนำรายชื่อนักเรียนเข้าสู่ห้องเรียน (Class) การเตรียมบทเรียน (Lesson Assignment) และโมดูลการเรียนรู้ การแทรกภาพข่าว วิดีโอข่าว หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันจากกล่องข้อความ (Text Card) กล่องข้อความผ่านเครื่องมือ Short Answer การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองผ่านเครื่องมือ “Data Table” การมอบหมายงานแบบกลุ่ม “Group Work” การแทรกสื่อจำลองเสมือนจริงแบบโต้ตอบ (Phets Simulation) การมอบหมายงานแบบ “Class Discussion” การมอบหมายงานแบบกลุ่ม “Group Work” และการติดตามผู้เรียนรายบุคคล

2. จากวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 คือ ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น แสดงผลการวิจัยได้ ดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนการวัดระดับสมรรถนะโดยใช้แบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 การวิเคราะห์คะแนนการวัดระดับสมรรถนะหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานของกลุ่มที่ไม่ใช่แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์และกลุ่มที่ใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ด้วยสถิติ T-test for independent samples พบว่าค่า $t = -2.01$ ค่า P-value (sig) = .025 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่ายอมรับ H_1 แสดงว่า H_1 เป็นจริง ดังนั้น นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เกิดการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นกว่ากลุ่มที่ไม่ใช่แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตาราง

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์คะแนนการวัดระดับสมรรถนะหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานของกลุ่มที่ไม่ใช่แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์และกลุ่มที่ใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

ตัวอย่าง	Mean	n	S.D.	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig (1-tailed)
				Lower	Upper			
คะแนนหลังเรียนของ กลุ่มควบคุม	7.28	25	1.25	.00	1.51	-2.01	48	.025
คะแนนหลังเรียนของ กลุ่มทดลอง	8.04	25	1.39					

2.1.2 เปรียบเทียบระดับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ (กลุ่มทดลอง) ด้วยสถิติ T-test for dependent samples พบว่า ค่า $t = -12.71$ ค่า $p\text{-value (sig)} = <.001$ ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่า ยอมรับ H_1 แสดงว่า H_1 เป็นจริง ดังนั้น ในกลุ่มทดลองมีคะแนนสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยแสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังตาราง

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบการวัดระดับสมรรถนะก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตัวอย่าง	Mean	n	S.D.	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig (1-tailed)
				Lower	Upper			
การทดสอบก่อนเรียน ของกลุ่มทดลอง	5.04	25	1.49	2.61	3.62	-12.71	24	<.001
การทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	8.16	25	1.24					

2.1.3 เปรียบเทียบระดับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) ด้วยสถิติ T-test for dependent samples พบว่า ค่า $t = -2.57$ ค่า $p\text{-value (sig)} = 0.008$ ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่า ยอมรับ H_1 แสดงว่า H_1 เป็นจริง ดังนั้น ในกลุ่มควบคุมมีคะแนนสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยแสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังตาราง

ตารางที่ 29 การวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบการวัดระดับสมรรถนะก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

ตัวอย่าง	Mean	n	S.D.	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig (1-tailed)
				Lower	Upper			
การทดสอบก่อนเรียน ของกลุ่มควบคุม	6.04	25	2.12	0.24	2.23	-2.57	24	0.008
การทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม	7.28	25	1.35					

2.2 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงออกถึงการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานของกลุ่มที่ใช้แพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยแบบสังเกตนี้ได้สังเกตโดยผู้วิจัย (ผู้สอน) ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสังเกตผู้เรียนในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าว ในครั้งแรกที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐาน คือ ครั้งที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2) และครั้งสุดท้ายที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบดังกล่าว คือครั้งที่ 8 (สัปดาห์ที่ 8) โดยสามารถแจกแจงความถี่แสดงจำนวนนักเรียนที่แสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 30 ความถี่ของจำนวนนักเรียนที่แสดงพฤติกรรมแสดงออกถึงการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=25)

รายการที่สังเกต	จำนวนนักเรียนที่แสดงพฤติกรรม (n=25) และร้อยละความถี่			
	ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 8	
	ปรากฏ	ไม่ปรากฏ	ปรากฏ	ไม่ปรากฏ
1) ตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบโดยที่คำถามนั้นผ่านการพิจารณาแล้วว่าสามารถใช้ในการหาคำตอบได้ ผ่านการแสดงความคิดเห็น การเขียนหรือพิมพ์ลงในแพลตฟอร์ม ใบงานในรูปแบบออนไลน์ หรือแบบกระดาษ	25 (100 %)	0 (0 %)	25 (100 %)	0 (0 %)
2) แสดงวิธีการในการหาความรู้ การออกแบบการทดลอง หรือกระบวนการอื่น ๆ ที่นำมาซึ่งคำตอบภายในกลุ่ม ผ่านการแสดงความคิดเห็น การเขียนหรือพิมพ์ลงในแพลตฟอร์ม ใบงานในรูปแบบออนไลน์ หรือแบบกระดาษ	22 (88 %)	3 (12 %)	25 (100 %)	0 (0 %)
3) แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูล การหาคำตอบ ผ่านการปฏิบัติในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทดลองผ่านอุปกรณ์ วัสดุ สารเคมี สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง หรือชุดอุปกรณ์กิจกรรม เป็นต้นตามที่ได้ออกแบบไว้	15 (60 %)	10 (40 %)	25 (100 %)	0 (0 %)
4) บันทึกและเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเป็นระบบ เช่น ในรูปแบบตาราง บันทึกผล การบันทึกภาพ วิดีทัศน์ การบันทึกผลในรูปแบบข้อความ กราฟ และแบบอื่น ๆ ผ่าน	15 (60 %)	10 (40 %)	25 (100 %)	0 (0 %)

รายการที่สังเกต	จำนวนนักเรียนที่แสดงพฤติกรรม (n=25) และร้อยละความถี่			
	ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 8	
	ปรากฏ	ไม่ปรากฏ	ปรากฏ	ไม่ปรากฏ
เครื่องมือของแพลตฟอร์ม ใบงานออนไลน์ หรือใบงานในรูปแบบกระดาษ				
5) แสดงพฤติกรรมการอภิปราย การทดลอง หรือการสืบค้นความรู้เพื่อต่อยอดไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้ผ่านการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และการเขียนผ่านแบบปฏิบัติการ หรือใบงานในรูปแบบออนไลน์/กระดาษ	8 (32 %)	17 (68 %)	19 (76 %)	6 (24 %)

จากตารางวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์พบว่า

2.2.1 กระบวนการออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่เด่นชัดในทุกด้าน เนื่องจากทั้งกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการวางโครงสร้างและขั้นตอนให้ผู้เรียนได้แสดงบทบาทผ่านการทำชิ้นงาน (task) ในขั้นต่าง ๆ บนระบบ Pocket Lab Notebook อีกทั้งยังมีระบบที่ครูสามารถติดตามความก้าวหน้ารายกลุ่ม และรายบุคคลผ่านแถบความก้าวหน้าในมุมมองระบบของผู้สอน

2.2.2 รายการสังเกตที่มีความถี่ผลการสังเกตรวม 2 ครั้งมากที่สุด คือ รายการที่ 1 การตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบโดยที่คำถามนั้นผ่านการพิจารณาแล้วว่าสามารถใช้ในการหาคำตอบได้ ทั้งนี้อาจมาจากในขั้นดังกล่าวเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดแบบเดี่ยวผ่านคำถามรายบุคคล (Individual Work) ในทุกชั้น และในขณะที่ รายการสังเกตที่ 5 มีความถี่จากผลการสังเกตน้อยที่สุด คือ แสดงพฤติกรรมการอภิปราย การทดลอง หรือการสืบค้นความรู้เพื่อต่อยอดไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้ ผ่านการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และการเขียนผ่านแบบปฏิบัติการ หรือใบงานในรูปแบบออนไลน์/กระดาษ ซึ่งผู้สอนได้ออกแบบให้มีลักษณะเป็นงานแบบกลุ่ม (Group Work) ส่วนใหญ่ ทำให้ผลการสังเกตแบบรายบุคคลอาจไม่ได้ปรากฏความถี่แบบรายบุคคลอย่างเด่นชัดมากนัก

2.3 ผลการวิเคราะห์ด้วยแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มทดลอง โดยให้ผู้เรียนได้ประเมินกระบวนการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ลำดับที่ 9 โดยมีผลการวิเคราะห์รายประเด็น ดังนี้

ตารางที่ 31 ร้อยละความถี่ของระดับการประเมินจากแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองตามแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงานในรูปแบบ Rubric (n=25)

ข้อ	ข้อความ	ร้อยละของความถี่ ระดับการประเมินน้อยที่สุด <-----> มากที่สุด					ความคิดเห็นเพิ่มเติม
		1	2	3	4	5	
ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
1	การระบุปัญหาที่ชัดเจน จะนำไปสู่การออกแบบวิธีการได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาอย่างมีเป้าหมาย	0	0	16	24	60	-
2	การระบุปัญหา การระบุตัวแปร และการตั้งสมมติฐานมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน	0	0	12	32	56	-
3	การสืบค้นและรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องจะช่วยให้การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น	0	0	0	32	68	-
4	การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาควรออกแบบให้มีมากกว่า 1 แนวทางเพื่อใช้เป็นตัวเลือกในการพิจารณาแนวทางที่ดีที่สุด	0	0	20	24	56	-
5	การมีสื่อจำลองแบบเสมือนจริงช่วยในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น	0	0	12	36	52	-
6	สถานการณ์ในชีวิตประจำวันจะต้องมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎี แหล่งอ้างอิง และใช้ความรู้ในการหาคำตอบหรือใช้อธิบายสถานการณ์นั้นได้	0	0	28	12	60	-

ข้อ	ข้อความ	ร้อยละของความถี่ ระดับการประเมินน้อยที่สุด <-----> มากที่สุด					ความคิดเห็น เพิ่มเติม
		1	2	3	4	5	
7	กระบวนการสืบสอบช่วยในการหาคำตอบ และช่วยแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้	0	4	12	36	48	-
8	กระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ช่วยต่อยอดความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้	0	0	8	36	56	-
ด้านสภาพแวดล้อมการจัดการเรียนรู้							
1	ระบบ Pocket Lab เข้าสู่ระบบได้ง่าย โดยนักเรียนไม่ต้องดำเนินการสมัครและใช้อีเมลของตนเอง	4	8	28	48	12	-
2	ระบบ Pocket Lab มีความเสถียรในการใช้งาน เช่น การโหลดของหน้าเว็บไซต์ หรือการอัปโหลดภาพต่าง ๆ ที่ดี ใช้งานได้	12	16	48	20	4	ภาพที่อัปโหลดบนระบบแสดงผลช้า
3	ระบบ Pocket Lab สามารถเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์ส่วนตัว หรืออุปกรณ์พกพาที่ครูจัดเตรียมให้ได้อย่างสะดวก	0	4	24	32	40	-
4	ระบบ Pocket Lab เป็นระบบที่รองรับการเรียนรู้แบบออนไลน์ ออนไลน์ หรือแบบผสมผสานได้	0	4	7	8	9	-
5	ระบบ Pocket Lab สามารถใช้แทนสมุดจด แบบปฏิบัติการ หรือแบบฝึกหัด (Paper-based) ได้	8	16	20	36	20	ข้อจำกัดในเรื่องการสร้างแผนภาพที่ต้องมีการโยงเส้นแบบอิสระ
6	ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้นักเรียนเข้าถึงสื่อประเภทต่าง ๆ ได้ อย่างสะดวก เช่น สื่อวิดีโอ (Youtube) หรือสื่อสถานการณ์จำลองแบบเสมือนจริง (Phets)	8	8	32	28	24	บางวิดีโอไม่สามารถเข้าถึงได้เนื่องจากค่า

ข้อ	ข้อความ	ร้อยละของความถี่ ระดับการประเมินน้อยที่สุด <-----> มากที่สุด					ความคิดเห็น เพิ่มเติม
		1	2	3	4	5	
							สิทธิ์เมื่อ แทรกบน แพลตฟอร์ม อื่น
7	ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้นักเรียนสามารถจดบันทึกเพิ่มเติมในรูปแบบต่าง ๆ ได้หลากหลาย เช่น ข้อความ ตาราง หรือกราฟ	4	8	12	44	32	-
8	ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้นักเรียนเรียนรู้อย่างเป็นระบบ และเป็นขั้นตอนตามที่คุณสอนออกแบบ	0	4	20	28	48	-
9	ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้นักเรียนเรียนรู้ในรูปแบบกลุ่มแบบร่วมมือรวมพลัง	4	4	16	32	44	-
10	ระบบ Pocket Lab มีระบบที่เอื้อต่อการได้รับการป้อนกลับ (Feedback) ของนักเรียนจากผู้สอน	4	12	20	32	32	-
11	ระบบ Pocket Lab ช่วยจัดระเบียบการเรียนรู้เป็นหมวดหมู่ / โมดูล / หน่วยการเรียนรู้ ในแต่ละครั้งได้ดี	0	0	16	40	44	-
12	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนอยากจดบันทึกการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ การจดบันทึกในกระดาษทั่วไป	8	16	28	32	16	-
13	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะคาบการทดลอง (Lab) มากขึ้น	4	8	40	5	7	-
14	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบกลุ่ม เนื่องจากสามารถแสดงผล	0	8	20	44	28	-

ข้อ	ข้อความ	ร้อยละของความถี่ ระดับการประเมินน้อยที่สุด <-----> มากที่สุด					ความคิดเห็น เพิ่มเติม
		1	2	3	4	5	
	หรือคำตอบจากเครื่องอื่น ๆ ได้						
15	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น การอภิปราย เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีทั้งแสดงความคิดเห็นแบบรายบุคคลแบบกลุ่ม หรือการแลกเปลี่ยนในห้องเรียน	4	8	20	24	44	-
16	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความสุขได้ในอนาคต	4	4	24	32	36	-

จากตารางพบว่ามีผลการประเมินในระดับมากที่สุด (ระดับ 5) และระดับน้อยที่สุด (ระดับ 1) ดังนี้

2.3.1 ด้านกระบวนการเรียนรู้ มีระดับผลการประเมินมากที่สุด (ระดับ 5) พบว่า ประเด็นที่ 1 การระบุปัญหาที่ชัดเจน จะนำไปสู่การออกแบบวิธีการได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาอย่างมีเป้าหมาย และประเด็นที่ 6 สถานการณ์ในชีวิตประจำวันจะต้องมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎี แหล่งอ้างอิง และใช้ความรู้ในการหาคำตอบหรือใช้อธิบายสถานการณ์นั้นได้ มีร้อยละความถี่มากที่สุด คือ ร้อยละ 60 และด้านที่ได้รับผลการประเมินน้อย (ระดับ 2) ได้แก่ ประเด็นที่ 7 กระบวนการสืบสอบช่วยในการหาคำตอบ และช่วยแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ คิดเป็นร้อยละ 4

2.3.2 ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ มีระดับผลการประเมินมากที่สุด (ระดับ 5) ได้แก่ ประเด็นที่ 8 ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้นักเรียนเรียนรู้อย่างเป็นระบบ และเป็นขั้นตอนตามที่ผู้สอนออกแบบ คิดเป็นร้อยละ 48 และด้านที่ได้รับผลการประเมินน้อยที่สุด (ระดับ 1) ประเด็นที่ 2 ระบบ Pocket Lab มีความเสถียรในการใช้งาน เช่น การโหลดของหน้าเว็บไซต์ หรือการอัปโหลดภาพต่าง ๆ ที่ดี ใช้งานได้ คิดเป็นร้อยละ 12

2.4 ผลการวิเคราะห์คะแนนการประเมินชิ้นงานจากการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานของกลุ่มที่ใช้แพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากชิ้นงานและร่องรอยการเรียนรู้รายคาบจากแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงานในรูปแบบ Rubric โดยผู้สอนเป็นผู้ประเมินตามรายการการประเมินรายคาบ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน ดังนี้



ตารางที่ 32 คะแนนเฉลี่ย (X̄) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และระดับการประเมินร่องรอยการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองตามแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงานในรูปแบบ Rubric (n=25)

สมรรถนะการสืบสอบ	ประเด็นในการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (X̄)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	ระดับการประเมิน		จำนวนนักเรียน (คน)
					ดีมาก	ดี	
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การระบุปัญหาที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ (ประเมินจากชิ้นงานจำนวน 2 ชิ้นงาน)							
1) ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจาก การ คี ก ข ท ำ ง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1.ระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์	3.00	0.00	100.00	ดีมาก	25	0
	2.ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์	3.00	0.00	100.00	ดีมาก	25	0
	3. การกำหนดประเด็นคำถามเพื่อใช้ในการออกแบบกระบวนการ	2.38	0.21	79.32	ดี	0	25
2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	4. การระบุตัวแปร	3.00	0.00	100.00	ดีมาก	25	0
	5. การตั้งสมมติฐาน	2.00	0.35	66.66	ดี	0	20
	6. การรวบรวมแนวคิด และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2.12	0.21	70.65	ดี	0	25
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เสนอและประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ประเมินจากชิ้นงานจำนวน 2 ชิ้นงาน)							
1) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1. การออกแบบกระบวนการทดลอง หรือแก้ปัญหาจากสถานการณ์	2.72	0.35	90.65	ดี	15	10
2) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	2. การเลือกวิธีการที่ดีที่สุด หรือประยุกต์ใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนมาใช้ในการออกแบบวิธีการเพิ่มเติม พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุนที่เลือกใช้วิธีการดังกล่าว	2.72	0.35	90.65	ดี	14	11
3) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่	3. การศึกษา ทดลอง และรวบรวมข้อมูล	3.00	0.00	100.00	ดีมาก	25	0
	4. การวิเคราะห์ ดีความ และลงข้อสรุป	3.00	0.00	100.00	ดีมาก	25	0

สมรรถนะการสืบสอบ	ประเด็นในการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (X)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	ระดับการประเมิน	จำนวนนักเรียน (คน)	
						ดีมาก	ดี ปรับปรุง
นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ							
ยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	ข้อมูล						
	5. การออกแบบกระบวนการ วิธีการที่ใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุน	2.26	0.54	75.32	ดี	4	19 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง นักสืบสอบวิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัล (ประเมินจากชิ้นงานจำนวน 3 ชิ้นงาน)							
1) ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจาก การ คี ก ข ทา ง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1.ระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์	3.00	0.00	100.00	ดีมาก	25	0 0
	2.ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์	3.00	0.00	100.00	ดีมาก	25	0 0
	3. การกำหนดประเด็นคำถามเพื่อใช้ในการออกแบบกระบวนการ	3.00	0.00	100.00	ดีมาก	25	0 0
2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	4. การระบุตัวแปร	3.00	0.00	100.00	ดีมาก	25	0 0
	5. การตั้งสมมติฐาน	2.88	0.32	95.99	ดี	22	3 0
	6. การรวบรวมแนวคิด และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2.88	0.32	95.99	ดี	22	3 0
3) เสนอ วิธี สํารวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	7. การออกแบบกระบวนการทดลอง หรือ แก้ปัญหาจากสถานการณ์	2.84	0.36	94.65	ดี	21	4 0
4) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	8. การเลือกวิธีการที่ดีที่สุด หรือประยุกต์ใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนมาใช้ในการออกแบบวิธีการเพิ่มเติม พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุนที่เลือกใช่วิธีการดังกล่าว	2.88	0.32	95.99	ดี	22	3 0

สมรรถนะการสืบสอบ	ประเด็นในการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	ระดับการประเมิน	จำนวนนักเรียน (คน)	
						ดีมาก	ดี ปรับปรุง
5) บรรยายและประเมินวิธี การ ต่ า ง ๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิง จากคำอธิบาย	9. การศึกษา ทดลอง และรวบรวมข้อมูล	2.88	0.32	95.99	ดี	22	3 0
	10. การวิเคราะห์ ด้ ความ และลงข้อสรุป	2.88	0.32	95.99	ดี	22	3 0
	11. การออกแบบกระบวนการ วิธีการที่ใช้ ในการเก็บสถานการณ์ พร้อมระบุเหตุผล สัมพันธ์	2.88	0.32	95.99	ดี	22	3 0



จากตารางแสดงคะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และระดับการประเมินร่องรอยการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองตามแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงานในรูปแบบ Rubric ($n=25$) เมื่อพิจารณาตามประเด็นในการประเมินชิ้นงานตามพฤติกรรมบ่งชี้ในสมรรถนะย่อยแต่ละด้าน มีผลดังนี้

2.4.1. คะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) รายด้านที่นักเรียนมีคะแนนสูงสุดและต่ำสุด มีดังนี้

1) หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การระบุปัญหาที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับ ได้แก่ ระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ การระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ และการระบุตัวแปร โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่เท่ากัน คือ 3 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด 3 อันดับ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน ($\bar{x}= 2.00$) การรวบรวมแนวคิด และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ($\bar{x}= 2.12$) และการกำหนดประเด็นคำถามเพื่อใช้ในการออกแบบกระบวนการ ($\bar{x}= 2.38$)

2) หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เสนอและประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยรายด้านสูงสุด ได้แก่ ด้านการศึกษา ทดลองและรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ ตีความและลงข้อสรุปข้อมูล โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่เท่ากัน คือ 3 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยรายด้านต่ำที่สุด ได้แก่ การออกแบบกระบวนการ วิธีการที่ใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุน ($\bar{x}= 2.26$)

3) หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง นักสืบสอบวิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัล มีคะแนนเฉลี่ยรายด้านสูงสุด ได้แก่ การระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ สาเหตุของปัญหา การกำหนดประเด็นคำถามที่ใช้ในการออกแบบ และการระบุตัวแปร โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่เท่ากัน คือ 3 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยรายด้านต่ำที่สุด ได้แก่ การออกแบบกระบวนการทดลอง หรือแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ($\bar{x}= 2.84$)

2.4.2. เมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนในระดับดีมาก ดี และปรับปรุง พบว่า

1) ระดับดีมาก มีจำนวนจำนวนความถี่ จำนวน 2 ด้าน ได้แก่ ระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ การกำหนดประเด็นคำถามเพื่อใช้ในการออกแบบกระบวนการ การระบุตัวแปร การศึกษา ทดลอง และรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ ตีความ และลงข้อสรุปข้อมูล

2) ระดับดี มีจำนวนความถี่มากที่สุด จำนวน 2 ด้าน ได้แก่ การกำหนดประเด็นคำถามเพื่อใช้ในการออกแบบกระบวนการ และการรวบรวมแนวคิด และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3) ระดับปรับปรุง จำนวนความถี่มากที่สุด จำนวน 2 ด้าน ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบกระบวนการ วิธีการที่ใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุน

2.4.3. ในหน่วยการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มุ่งเน้นพัฒนาสมรรถนะรายด้าน จำนวนหน่วยการเรียนรู้ละ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ (2 ครั้ง) พบว่าผู้เรียนจะมีคะแนนในการประเมิน ชิ้นงานในแต่ละประเด็นที่สูงขึ้นในการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้ในครั้งที่ 1 ของในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ ดังตัวอย่างเช่น กิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ลำดับที่ 3 (กิจกรรมครั้งที่ 2 ของหน่วยการเรียนรู้) นักเรียนมีคะแนนในการกำหนดประเด็นคำถามเพื่อใช้ในการออกแบบกระบวนการที่ดีขึ้นกว่าแผนการจัดการเรียนรู้ลำดับที่ 2 (กิจกรรมครั้งที่ 1 ของหน่วยการเรียนรู้) เป็นต้น



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

1. จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ โดยนำเสนอผลในรูปแบบของตารางแสดงหน่วยการเรียนรู้ สำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลาในการศึกษา ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ และการวัด ประเมินผล โดยวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบกับการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา และการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่าน พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Concrete experience) 2) ขั้นศึกษาสถานการณ์ (Simulation briefing) 3) ขั้นสะท้อนคิดจากสถานการณ์ (Reflective observation & thinking) 4) ขั้นออกแบบแนวคิด (Conceptualization) 5) ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting) และ 6) ขั้นสรุปและขยายความรู้ (Elaboration) โดยจัดการเรียนรู้จำนวน 18 คาบ โดยใช้ระยะเวลา 9 สัปดาห์ บนระบบ Pocket Lab ที่ครูได้ออกแบบและเตรียมสภาพแวดล้อมไว้ โดยพิจารณาคุณลักษณะของแพลตฟอร์มร่วมกับพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนาให้มีความสอดคล้องกันได้แก่ เครื่องมือกล่องข้อความ (Text card) เครื่องมือการแทรกสื่อประเภทต่าง ๆ เช่น ภาพ วิดีโอ สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง เป็นต้น เครื่องมือการแทรกตาราง (Data table) เครื่องมือการตอบแบบคำตอบสั้น (Short Answer) ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น งานรายบุคคล (Individual Work) งานแบบกลุ่ม (Group Discussion) หรืองานในรูปแบบร่วมกันทั้งชั้นเรียน (Class discussion) เป็นต้น

2. ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า

2.1 สรุปผลการวัดระดับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินโดยใช้แบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 การวิเคราะห์คะแนนการวัดระดับสมรรถนะหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานของกลุ่มที่ไม่ใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์และกลุ่มที่ใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ด้วยสถิติ T-test for independent samples พบว่าค่า $t = -2.01$ ค่า P-value (sig) = .025 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่ายอมรับ H_1 แสดงว่า H_1 เป็นจริง ดังนั้น นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์เกิดการพัฒนสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.1.2 เปรียบเทียบระดับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ (กลุ่มทดลอง) ด้วยสถิติ T-test for dependent samples พบว่า ค่า $t = -12.71$ ค่า p-value (sig) = <.001 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่ายอมรับ H_1 แสดงว่า H_1 เป็นจริง ดังนั้น คะแนนสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.1.3 เปรียบเทียบระดับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ (กลุ่มควบคุม) ด้วยสถิติ T-test for dependent samples พบว่า ค่า $t = -2.57$ ค่า p-value (sig) = 0.008 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่ายอมรับ H_1 แสดงว่า H_1 เป็นจริง ดังนั้น ในกลุ่มควบคุมมีคะแนนสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงออกถึงการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานของกลุ่มที่ใช้แพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ โดยรายการสังเกตที่มีความถี่ผลการสังเกตรวม 2 ครั้งมากที่สุด คือ รายการที่ 1 การตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบโดยที่คำถามนั้นผ่านการพิจารณาแล้วว่าสามารถใช้ในการหาคำตอบได้ทั้งนี้อาจมาจากในขั้นดังกล่าวเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดแบบเดี่ยวผ่านคำถามรายบุคคล (Individual Work) ในทุกชั้น และในขณะที่ รายการสังเกตที่ 5 มีความถี่จากผลการสังเกตน้อยที่สุด คือ แสดงพฤติกรรมการอภิปราย การทดลอง หรือการสืบค้นความรู้เพื่อต่อยอดไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้ ผ่านการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และการเขียนผ่านแบบปฏิบัติการ หรือใบงานในรูปแบบออนไลน์/

กระตาด ซึ่งผู้สอนได้ออกแบบให้มีลักษณะเป็นงานแบบกลุ่ม (Group Work) ส่วนใหญ่ ทำให้ผลการสังเกตแบบรายบุคคลอาจไม่ได้ปรากฏความถี่แบบรายบุคคลอย่างเด่นชัดมากนัก

2.3 ผลการวิเคราะห์ด้วยแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

2.3.1 ด้านกระบวนการเรียนรู้ มีระดับผลการประเมินมากที่สุด (ระดับ 5) พบว่า ประเด็นที่ 1 การระบุปัญหาที่ชัดเจน จะนำไปสู่การออกแบบวิธีการได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาอย่างมีเป้าหมาย และประเด็นที่ 6 สถานการณ์ในชีวิตประจำวันจะต้องมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎี แหล่งอ้างอิง และใช้ความรู้ในการหาคำตอบหรือใช้อธิบายสถานการณ์นั้นได้ มีร้อยละความถี่มากที่สุด คือ ร้อยละ 60 และด้านที่ได้รับผลการประเมินน้อย (ระดับ 2) ได้แก่ ประเด็นที่ 7 กระบวนการสืบสอบช่วยในการหาคำตอบ และช่วยแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ คิดเป็นร้อยละ 4

2.3.2 ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ มีระดับผลการประเมินมากที่สุด (ระดับ 5) ได้แก่ ประเด็นที่ 8 ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้นักเรียนเรียนรู้อย่างเป็นระบบ และเป็นขั้นตอนตามที่ผู้สอนออกแบบ คิดเป็นร้อยละ 48 และด้านที่ได้รับผลการประเมินน้อยที่สุด (ระดับ 1) ประเด็นที่ 2 ระบบ Pocket Lab มีความเสถียรในการใช้งาน เช่น การโหลดของหน้าเว็บไซต์ หรือการอัปโหลดภาพต่าง ๆ ที่ดี ใช้งานได้ คิดเป็นร้อยละ 12

2.4 ผลการวิเคราะห์คะแนนการประเมินชิ้นงานจากการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานของกลุ่มที่ใช้แพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

2.4.1. คะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) รายด้านที่นักเรียนมีคะแนนสูงสุดและต่ำสุด มีดังนี้

1) หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การระบุปัญหาที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับ ได้แก่ ระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ การระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ และการระบุตัวแปร โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่เท่ากัน คือ 3 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด 3 อันดับ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน (\bar{x} = 2.00) การรวบรวมแนวคิด และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (\bar{x} = 2.12) และการกำหนดประเด็นคำถามเพื่อใช้ในการออกแบบกระบวนการ (\bar{x} = 2.38)

2) หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เสนอและประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยรายด้านสูงที่สุด ได้แก่ ด้านการศึกษา ทดลองและรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ ตีความและลงข้อสรุปข้อมูล โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่เท่ากัน คือ 3 คะแนน

และคะแนนเฉลี่ยรายด้านต่ำที่สุด ได้แก่ การออกแบบกระบวนการ วิธีการที่ใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุน (\bar{x} = 2.26)

3) หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง นักสืบสอบวิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัล มีคะแนนรายเฉลี่ยรายด้านสูงสุด ได้แก่ การระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ สาเหตุของปัญหา การกำหนดประเด็นคำถามที่ใช้ในการออกแบบ และการระบุตัวแปร โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่เท่ากันคือ 3 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยรายด้านต่ำที่สุด ได้แก่ การออกแบบกระบวนการทดลอง หรือแก้ปัญหาจากสถานการณ์ (\bar{x} = 2.84)

2.4.2. เมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนในระดับดีมาก ดี และปรับปรุงพบว่า

1) ระดับดีมาก มีจำนวนจำนวนความถี่ จำนวน 2 ด้าน ได้แก่ ระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ การกำหนดประเด็นคำถามเพื่อใช้ในการออกแบบกระบวนการ การระบุตัวแปร การศึกษา ทดลอง และรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ ตีความ และลงข้อสรุปข้อมูล

2) ระดับดี มีจำนวนความถี่มากที่สุด จำนวน 2 ด้าน ได้แก่ การกำหนดประเด็นคำถามเพื่อใช้ในการออกแบบกระบวนการ และการรวบรวมแนวคิด และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3) ระดับปรับปรุง จำนวนความถี่มากที่สุด จำนวน 2 ด้าน ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบกระบวนการ วิธีการที่ใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุน

2.4.3. ในหน่วยการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มุ่งเน้นพัฒนาสมรรถนะรายด้านจำนวนหน่วยการเรียนรู้ละ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ (2 ครั้ง) พบว่าผู้เรียนจะมีคะแนนในการประเมินชิ้นงานในแต่ละประเด็นที่สูงขึ้นในการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้ในครั้งที่ 1 ของในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ ดังตัวอย่างเช่น กิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ลำดับที่ 3 (กิจกรรมครั้งที่ 2 ของหน่วยการเรียนรู้) นักเรียนมีคะแนนในการการกำหนดประเด็นคำถามเพื่อใช้ในการออกแบบกระบวนการที่ดีขึ้นกว่าแผนการจัดการเรียนรู้ลำดับที่ 2 (กิจกรรมครั้งที่ 1 ของหน่วยการเรียนรู้) เป็นต้น

2. อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาและออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนี้

1. การใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานโดยนำเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ข่าวสารหรือสถานการณ์ปัจจุบัน รวมถึงประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคยจากการศึกษา จากการจัดการเรียนรู้ตามขั้นการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอนจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้บทบาทของผู้สอนต้องทำหน้าที่ให้ผลป้อนกับรายบุคคลในการให้คำแนะนำที่ถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Alshutwi et al. (2022) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเป็นฐานในกลุ่มนักศึกษาพยาบาลที่ช่วยพัฒนาทักษะการปฏิบัติ การแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ในช่วงการแพร่ระบาดของสถานการณ์เชื้อไวรัส COVID-19 สอดคล้องกับแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาผ่านการลงมือปฏิบัติ หรือหาความรู้ด้วยตนเองมาใช้ในการแก้ไขปัญห หาคำความรู้ และต่อยอดสู่การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

2. การใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงสามารถใช้ในการประกอบการหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบขั้นตอนในการหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในสถานการณ์หรือการทดลองที่ต้องวางแผนการใช้อุปกรณ์การทดลอง หรือสารเคมี ซึ่งต้องอาศัยการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน หรือเหตุการณ์ที่ไม่สามารถทดลองได้จริงในห้องทดลอง เช่น การศึกษาปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ เป็นต้น สอดคล้องกับ Chou, Liang, Huang, and She (2022) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงในรายวิชาฟิสิกส์ที่พบว่าผู้เรียนในกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จำลองมีการพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้สถานการณ์จำลอง นอกจากนี้ผู้สอนต้องพิจารณาคุณลักษณะของสื่อจำลองว่าจะใช้ในกระบวนการใดของขั้นการจัดการเรียนรู้ เช่น จากสรุปผลการวิจัยข้อ 1 ผู้วิจัยได้พิจารณาใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริงเพื่อใช้ประกอบการออกแบบกระบวนการหาคำตอบ และการใช้สื่อในการสืบค้นและหาข้อมูล โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Usman and Huda (2021) ที่ได้นำสื่อมาใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบระดับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ อภิปรายได้ดังนี้

1. แพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือมีเครื่องมือที่ส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะสืบสอบได้ ดังนี้ 1.1) การระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบโดยตอบคำถามแบบข้อความ (Short Answer) ผ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ทางกล่องข้อความ (text) รูปภาพ หรือวิดีโอ เป็นต้น 1.2) การแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการลงความเห็นร่วมกันในชั้นเรียนด้วยเครื่องมือ Class Discussion หรือแบบตัวเลือก (Multiple choice) เป็นต้น 1.3) การเสนอและประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านตอบคำถามแบบข้อความ (Short Answer) การแทรกภาพแสดงขั้นตอนหรือแบบร่าง ภาพวาด ภาพหน้าจอโปรแกรมจำลอง เป็นต้น 1.4) การบรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ผ่านตอบคำถามแบบข้อความ (Short Answer) การแทรกภาพผลการทดลอง หรือการบันทึกข้อมูลในรูปแบบการสร้างตาราง เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yiasemides, Zachariadou, Moshonas, Rangoussi, and Charitopoulos (2022) ที่ได้ศึกษาและพัฒนาแพลตฟอร์มที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ร่วมกับการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเสมือนและห้องปฏิบัติการทดลองแบบปฏิบัติจริง (Hands-on) ทั้งนี้ได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนในกลุ่มทดลองที่มีการใช้เครื่องมือบนแพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือมีระดับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม

2. การที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะได้นั้นต้องอาศัยหลายปัจจัยประกอบกัน ได้แก่ การกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน การต่อยอดสู่สถานการณ์ใหม่ การมอบหมายงานที่เน้นการสร้างความรู้อย่างมีระบบ มีการออกแบบวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้ในประเด็นต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยการประมวลและบูรณาการทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ดีของผู้เรียนประกอบกันเพื่อทำงาน การหาคำตอบหรือการแก้ไขสถานการณ์นั้นประสบความสำเร็จ จากงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบแบบวัดแบบอัตนัยที่ประกอบด้วยสถานการณ์ตัวอย่างทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคยเพื่อวัดผลการประมวลความรู้และการออกแบบวิธีการในการหาคำตอบผ่านการอธิบาย การสร้างแผนภาพแสดงการออกแบบการทดลองซึ่งผู้วิจัยได้ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบในการสังเกตผู้เรียนขณะได้รับการเรียนรู้เพื่อประเมินการปรากฏและไม่ปรากฏพฤติกรรมที่แสดงออกถึงผู้ที่สมรรถนะการสืบสอบ อีกทั้งใช้แบบวัดทางเจตคติทางการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์โดยให้ผู้เรียนได้ทำแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ต่อการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการประเมินผลด้านคุณลักษณะของผู้เรียน สอดคล้องกับผลการศึกษาการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนของ Abreu et al. (1998) ที่ได้ระบุองค์ประกอบของสมรรถนะการสืบสอบและการวิจัยทั้งด้านการบูรณาการความรู้ ที่มีทั้งการนำความรู้ในเนื้อหา (Content Area) มาใช้ในการแก้ปัญหา หรือ

สถานการณ์ ความรู้ความเข้าใจในด้านกระบวนการสืบสอบ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงทักษะในการปฏิบัติตามกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และด้านการเห็นคุณค่าของการสืบสอบ (Value Inquiry)

3. นักเรียนได้เรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ผ่านอุปกรณ์ส่วนตัวของตนเอง ที่ผู้สอนสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้หลายรูปแบบ เช่น การทำงานเดี่ยว (Individual work) คิดเป็นกลุ่ม (Group work) และแลกเปลี่ยนในชั้นเรียน (Class Discussion) เป็นต้น นอกจากนี้ยังเอื้อต่อการแสดงผลพร้อมกันในทุกอุปกรณ์แล้ว ผู้สอนยังสามารถใช้ในการนำอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปร่วมกันในชั้นเรียน และให้ผลป้อนกลับแบบรายบุคคลได้อย่างสะดวก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Henri, Johnson, and Nepal (2017) ที่ได้สังเคราะห์รูปแบบในการจัดการเรียนรู้ วิธีการสอน และเทคนิคในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ (CBL) ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะ เช่น การเรียนแบบร่วมมือ แบบทีมร่วมกับสถานการณ์จำลอง หรือสื่อเสมือนจริงต่าง ๆ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานร่วมกับแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ ผู้สอนควรนำไปปรับใช้ตามบริบทด้านกายภาพ อุปกรณ์ และเครือข่ายในแต่ละโรงเรียน เช่น กรณีที่นักเรียนมีอุปกรณ์ส่วนตัวรายบุคคลสามารถให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ส่วนตัวได้ การปรับใช้แค่อุปกรณ์ของโรงเรียนหรืออุปกรณ์ส่วนตัวของนักเรียน กลุ่มละ 1-2 อุปกรณ์ หรือ การปรับใช้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เป็นต้น หรือหากมีความจำเป็นที่จะต้องปรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นแบบผสมผสาน (Blended Learning) การเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Fliped Classroom) หรือการเรียนรู้แบบออนไลน์ ผู้นำไปใช้สามารถประยุกต์ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวนี้ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ และความพร้อมด้านอุปกรณ์ของผู้สอนและผู้เรียนได้ ทั้งนี้จากการวัดด้วยแบบวัดประสบการณ์การใช้งาน

2. การออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนควรออกแบบการจัดการเรียนรู้การบันทึกร่องรอยการเรียนรู้ การเก็บข้อมูลของนักเรียนรายบุคคลเพื่อนำผลมาใช้ในการป้อนกลับแบบรายบุคคล ทั้งนี้การเลือกใช้แพลตฟอร์มหรือระบบการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการจัดเก็บข้อมูลนักเรียนได้ดี และให้ผลป้อนกลับแบบทันทีแก่ผู้เรียน จะเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาสมรรถนะนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ผู้วิจัยพบข้อสังเกตเกี่ยวกับการอธิบายขั้นตอน วิธีการที่นักเรียนเลือกใช้ในการศึกษา เพื่อให้ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และยังพบว่า ผู้เรียนต้องได้รับการพัฒนาด้านการอธิบายรายละเอียดของวิธีการ รายละเอียดของอุปกรณ์ เช่น จำนวน ปริมาตรที่ใช้ มวลที่ใช้ หรือจำนวนครั้ง เป็นต้น ซึ่งต้องอาศัยการให้ผลป้อนกลับและคำแนะนำนักเรียนรายบุคคล ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับและพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถแสดงเป็นผังขั้นตอน ภาพแบบร่าง ภาพวาด หรือการใช้เว็บไซต์ออนไลน์ที่มีกราฟิกแบบสำเร็จรูปเพื่อใช้ประกอบการอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ได้เชิงประจักษ์และชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. แพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือมีหลากหลายแพลตฟอร์มซึ่งมีทั้งในรูปแบบไม่เสียค่าใช้จ่าย เสียค่าใช้จ่ายบางส่วน หรือเสียค่าใช้จ่าย เป็นต้น หรือประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบการจัดการเรียนรู้ที่แต่ละโรงเรียนใช้อยู่แล้ว ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้แพลตฟอร์มในรูปแบบ Open Source ที่ผู้วิจัยพิจารณาคูณสมบัติและเครื่องมือแล้วว่า คุณสมบัติและเครื่องมือพื้นฐานเพียงพอต่อการพัฒนาสมรรถนะนักเรียน และใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้นำไปใช้ในการวิจัยครั้งถัดไปสามารถปรับใช้แพลตฟอร์มร่วมมือออนไลน์อื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติ ข้อดี ข้อจำกัด เมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้



บรรณานุกรม

- (สสวท.), ส. (2560). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015. Retrieved from <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa-2015-framework/>
- Abreu, B. C., Peloquin, S. M., & Ottenbacher, K. (1998). Competence in Scientific Inquiry and Research. *American Journal of Occupational Therapy*, 52(9), 751-759. doi:10.5014/ajot.52.9.751
- Alshutwi, S., Alsharif, F., Shibily, F., Wedad M, A., Almotairy, M. M., & Algabbashi, M. (2022). Maintaining Clinical Training Continuity during COVID-19 Pandemic: Nursing Students's Perceptions about Simulation-Based Learning. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4). doi:10.3390/ijerph19042180
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries. doi:10.1787/218525261154
- Arnold, C. J., Boone, J. W., Kremer, K., & Mayer, J. (2018). Assessment of Competencies in Scientific Inquiry Through the Application of Rasch Measurement Techniques. *Education Sciences*, 8(4). doi:10.3390/educsci8040184
- Bhattacharjee, J., & Muddgal, A. (2020). Teaching and learning scientific inquiry through simulations using 5E model of lesson plan. *Test Engineering and Management*, 82, 9528-9534. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85081134206&partnerID=40&md5=55f121bcb426fcd10e007d192267cf40>
- Boticki, I., Wong, L. H., & Looi, C. K. (2013). Designing technology for content-independent collaborative mobile learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 6(1), 14-24. doi:10.1109/TLT.2012.8
- Chang, H.-P., Chen, C.-C., Guo, G.-J., Cheng, Y.-J., Lin, C.-Y., & Jen, T.-H. (2011). THE DEVELOPMENT OF A COMPETENCE SCALE FOR LEARNING SCIENCE: INQUIRY AND COMMUNICATION. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(5), 1213-1233. doi:10.1007/s10763-010-9256-x
- Chang, K.-E., Chen, Y.-L., Lin, H.-Y., & Sung, Y.-T. (2008). Effects of learning support in

- simulation-based physics learning. *Computers & Education*, 51(4), 1486-1498.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.01.007>
- Chang, Y. L., & Wu, S. C. (2018). A case study on developmental changes of eleventh graders' scientific inquiry competences. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 363-382. doi:10.12973/ejmste/79838
- Chen, C.-H., Wu, I. C., & Jen, F.-L. (2013). Designing online scaffolds for interactive computer simulation. *Interactive Learning Environments*, 21(3), 229-243.
doi:10.1080/10494820.2010.549831
- Chen, Y.-C., Pan, Y.-T., Hong, Z.-R., Weng, X.-F., & Lin, H.-S. (2019). Exploring the pedagogical features of integrating essential competencies of scientific inquiry in classroom teaching. *Research in Science & Technological Education*, 1-23.
doi:10.1080/02635143.2019.1601075
- Chou, R. J., Liang, C. P., Huang, L. Y., & She, H. C. (2022). The Impacts of Online Skeuomorphic Physics Inquiry-Based Learning With and Without Simulation on 8th Graders' Scientific Inquiry Performance. *Journal of Science Education and Technology*, 31(3), 357-371. doi:10.1007/s10956-022-09960-5
- Cook, D. A., Andersen, D. K., Combes, J. R., Feldman, D. L., & Sachdeva, A. K. (2018). The value proposition of simulation-based education. *Surgery*, 163(4), 944-949.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.surg.2017.11.008>
- Correia, A.-P., Koehler, N., Thompson, A., & Phye, G. (2019). The application of PhET simulation to teach gas behavior on the submicroscopic level: secondary school students' perceptions. *Research in Science & Technological Education*, 37(2), 193-217. doi:10.1080/02635143.2018.1487834
- Donnelly, D. F., Linn, M. C., & Ludvigsen, S. (2014). Impacts and Characteristics of Computer-Based Science Inquiry Learning Environments for Precollege Students. *Review of Educational Research*, 84(4), 572-608. doi:10.3102/0034654314546954
- Dragoş, V., & Mih, V. (2015). Scientific Literacy in School. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 209, 167-172. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.273>
- Duran, M. (2014). A Study on 7th Grade Students' Inquiry and Communication Competencies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 4511-4516.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.976>

- Falloon, G. (2019). Using simulations to teach young students science concepts: An Experiential Learning theoretical analysis. *Computers & Education*, 135, 138-159. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.03.001>
- Fan, X. (2015). *Effectiveness of an inquiry-based learning using interactive simulations for enhancing student's conceptual understanding in physics*.
- Gijlers, H., & de Jong, T. (2013). Using Concept Maps to Facilitate Collaborative Simulation-Based Inquiry Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 22(3), 340-374. doi:10.1080/10508406.2012.748664
- Gillet, D., Rodríguez-Triana, M. J., De Jong, T., Bollen, L., & Dikke, D. (2017). *Cloud ecosystem for supporting inquiry learning with online labs: Creation, personalization, and exploitation*. Paper presented at the Proceedings of 2017 4th Experiment at International Conference: Online Experimentation, exp.at 2017.
- Henri, M., Johnson, M. D., & Nepal, B. (2017). A Review of Competency-Based Learning: Tools, Assessments, and Recommendations. *Journal of Engineering Education*, 106(4), 607-638. doi:10.1002/jee.20180
- Homer, B. D., & Plass, J. L. (2014). Level of interactivity and executive functions as predictors of learning in computer-based chemistry simulations. *Computers in Human Behavior*, 36, 365-375. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.03.041>
- Huang, K., Ge, X., & Eseryel, D. (2017). Metaconceptually-enhanced simulation-based inquiry: effects on eighth grade students' conceptual change and science epistemic beliefs. *Educational Technology Research and Development*, 65(1), 75-100. doi:10.1007/s11423-016-9462-5
- Hung, P., Hwang, G., Wu, T., Lin, I., Lee, Y., & Chang, W. (2012, 27-30 March 2012). *The Differences of Collaborative Learning and Scientific Inquiry Competencies between Experienced and Novice Learners in Ubiquitous Problem-Based Learning*. Paper presented at the 2012 IEEE Seventh International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education.
- Isrokatun, I., Anggita, D., Purwono, B. S., Sunaengsih, C., & Syahid, A. A. (2019). Scaffolding in conceptual science. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402, 044079. doi:10.1088/1742-6596/1402/4/044079

- Keskitalo, T., & Ruokamo, H. (2015). A pedagogical model for simulation-based learning in healthcare. *Seminar.net*, 11(2). Retrieved from <https://journals.oslomet.no/index.php/seminar/article/view/2352>
- Koutsakas, P., Syritzidou, E., Karamatsouki, A., & Karagiannidis, C. (2019, 2019//). *Exploring the Role of Facebook as Collaboration Platform in a K-12 MOOC*. Paper presented at the Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education, Cham.
- Lee, Y. H., Hwang, G. J., Hung, P. H., & Lin, I. H. (2014). *Investigation on collaboration competency of elementary school students in ubiquitous problem-based learning*. Paper presented at the Proceedings - 2014 IIAI 3rd International Conference on Advanced Applied Informatics, IIAI-AAI 2014.
- Liang, X., & Pang, J. (2019). An Innovative English Teaching Mode Based on Massive Open Online Course and Google Collaboration Platform. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*; Vol 14, No 15 (2019). Retrieved from <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/11148>
- McClelland, D. C. (1973). Testing for competence rather than for "intelligence.". *American Psychologist*, 28(1), 1-14. doi:10.1037/h0034092
- Moore, E. B., Chamberlain, J. M., Parson, R., & Perkins, K. K. (2014). PhET Interactive Simulations: Transformative Tools for Teaching Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1191-1197. doi:10.1021/ed4005084
- Next Generation Science Standards: For States, By States*. (2013). Washington, DC: The National Academies Press.
- OECD. (2017). *PISA 2015 Results (Volume III)*.
- OECD. (2019a). *OECD FUTURE OF EDUCATION AND SKILLS 2030* Retrieved from https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf
- OECD. (2019b). *PISA 2018 Results (Volume I)*.
- OECD. (2019c). *PISA 2018 Science Framework*.
- Orta-Castañon, P., Urbina-Coronado, P., Ahuett-Garza, H., Hernández-de-Menéndez, M., & Morales-Menendez, R. (2018). Social collaboration software for virtual teams: case studies. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*

- (IJDeM), 12(1), 15-24. doi:10.1007/s12008-017-0372-5
- Pedaste, M., Lazonder, A., Raes, A., Wajeman, C., Moore, E., & Girault, I. (2016). Grand Challenge Problem 3: Empowering Science Teachers Using Technology-Enhanced Scaffolding to Improve Inquiry Learning. In J. Eberle, K. Lund, P. Tchounikine, & F. Fischer (Eds.), *Grand Challenge Problems in Technology-Enhanced Learning II: MOOCs and Beyond: Perspectives for Research, Practice, and Policy Making Developed at the Alpine Rendez-Vous in Villard-de-Lans* (pp. 17-20). Cham: Springer International Publishing.
- Quintana, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R. G., . . . Soloway, E. (2004). A scaffolding design framework for software to support science inquiry. *Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 337-386. doi:10.1207/s15327809jls1303_4
- Stieff, M. (2011). Improving representational competence using molecular simulations embedded in inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1137-1158. doi:10.1002/tea.20438
- Techakosit, S., & Wannapiroon, P. (2015). Connectivism Learning Environment in Augmented Reality Science Laboratory to Enhance Scientific Literacy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2108-2115.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.009>
- Usman, M., & Huda, K. (2021). *Virtual lab as distance learning media to enhance student's science process skill during the COVID-19 pandemic*. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.
- Wang, J.-Y., Wu, H.-K., & Hsu, Y.-S. (2017). Using mobile applications for learning: Effects of simulation design, visual-motor integration, and spatial ability on high school students' conceptual understanding. *Computers in Human Behavior*, 66, 103-113. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.09.032>
- Wang, J., Guo, D., & Jou, M. (2015). A study on the effects of model-based inquiry pedagogy on students' inquiry skills in a virtual physics lab. *Computers in Human Behavior*, 49, 658-669. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.01.043>
- Yiasemides, K., Zachariadou, K., Moshonas, N., Rangoussi, M., & Charitopoulos, A. (2022). *Development and Assessment of a Web-based Platform for an Active Learning Physics Lab Session on the linear regression technique*. Paper presented at the

IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON.

Yuliati, L., Riantoni, C., & Mufti, N. (2018). Problem solving skills on direct current electricity through inquiry-based learning with PhET simulations. *International Journal of Instruction*, 11(4), 123-138. doi:10.12973/iji.2018.1149a

คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา. (2563). รายงานเฉพาะเรื่องที่ 12 หลักสูตรและการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ. Retrieved from <https://www.thaiedreform.org/wp-content/uploads/2020/01/CommissionReport14.pdf>

ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ. (2562). การเรียนการสอนที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 42(4), 1-19.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2020). ผลการประเมิน PISA 2018: นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้และทำอะไรได้บ้าง. Retrieved from <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2019-48/>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.

ภาคผนวก

รายการภาคผนวก

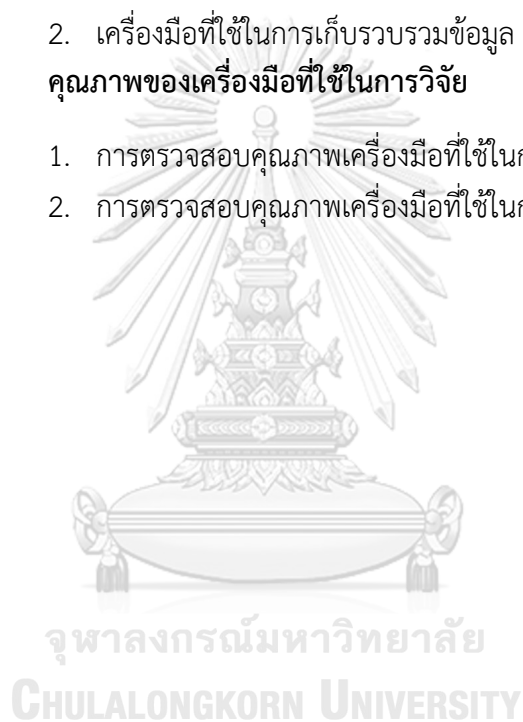
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล



ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

- | | |
|--|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาถวดี นันทาภินัย | อาจารย์พิเศษ สาขาวิชาเทคโนโลยีและ
สื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโรงเรียน
สาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่าย
มัธยม |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อมรรัตน์ บุบผะโชติ | อาจารย์ระดับ A5 ประจำกลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียน สาธิต จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |
| 3. อาจารย์ณัฐธยาน์ เลพะวัฒนพงษ์ | อาจารย์ AD ประจำกลุ่มสาระการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียน สาธิต จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1.2 ตัวอย่างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานบนแพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ

2.3 แบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

2.4 แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงาน

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (กลุ่มทดลอง : กลุ่มที่ใช้แพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ระยะเวลา 100 นาที (2 คาบ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง นักสืบสอบวิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัล

1. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงสมรรถนะ

นักเรียนแสดงพฤติกรรมและใช้วิธีการตามกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เพื่อนำมาสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลของวิทยาศาสตร์สาระการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเห็นคุณค่าของการนำกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการหาคำตอบ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้
2. วิเคราะห์และประเมินประเด็นปัญหาหรือคำถามว่า ประเด็นใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้
3. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามสถานการณ์ หรือเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้
4. วิเคราะห์ ประเมิน และเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่า วิธีการใดสามารถสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้
5. บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย
6. เห็นคุณค่าและความสำคัญของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการหาคำตอบหรือการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

2. ความสอดคล้องกับสมรรถนะหลัก

1. สมรรถนะการจัดการตนเอง
 - 1.1 ด้านการจัดการปัญหาและภาวะวิกฤต)
2. สมรรถนะการคิดขั้นสูง
 - 2.1 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.2 การคิดเชิงระบบ

2.3 การคิดสร้างสรรค์

2.4 การคิดแก้ปัญหา

3. สมรรถนะการสื่อสาร

3.1 ด้านการเลือกใช้กลวิธีในการสื่อสารโดยคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคมเพื่อ
บรรลุวัตถุประสงค์ในการสื่อสาร

4. สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม

4.1 เป็นสมาชิกที่ดีและมีภาวะผู้นำ

4.2 กระบวนการทำงานแบบร่วมมือรวมพลังอย่างเป็นระบบ

4.3 สร้างความสัมพันธ์ที่ดีและการจัดการความขัดแย้ง

5. สมรรถนะการเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง

5.1 พลเมืองมีส่วนร่วมอย่างมีวิจารณญาณ

6. สมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน

6.1 การเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกและในเอกภพ

6.2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์เพื่อการอยู่ร่วมกันกับ
ธรรมชาติอย่างยั่งยืน

6.3 การสร้าง ใช้ และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยี

6.4 การมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับการเข้าใจระบบ
ธรรมชาติและการทำงานร่วมกันอย่างยั่งยืน

3.. สารการเรียนรู้

ความรู้ (K)	ทักษะ (P)	คุณลักษณะ (A)
สารวิทยาศาสตร์กายภาพ <input type="checkbox"/> อธิบายปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้สารสนเทศ รวมทั้งเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าวพร้อมระบุประโยชน์และโทษของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และยกตัวอย่างวิธีการป้องกัน และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวันจากการสืบค้นข้อมูล	1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ 2. วิเคราะห์และประเมินประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ 3. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามสถานการณ์ หรือเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน 4. วิเคราะห์ ประเมิน และเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์	1. เห็นคุณค่าและความสำคัญของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการหาคำตอบ หรือการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้
ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสืบสอบ	ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	

ความรู้ (K)	ทักษะ (P)	คุณลักษณะ (A)
ทางวิทยาศาสตร์ □ อธิบายความหมาย กระบวนการ และขั้นตอนการสืบสอบเพื่อหา คำตอบทางวิทยาศาสตร์ได้	5. บรรยาย ประเมินวิธีการต่าง ๆ และ สรุป อ้างอิง จาก คำอธิบาย	

4. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Concrete Experience)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาวิดีโอ เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมีผ่านเครื่องมือ Youtube Video โดยครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถาม ต่อไปนี้



1.1 จากวิดีโอ นักเรียนคิดว่า “การเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถสังเกตได้จากสิ่งใดบ้าง”

1.2 จากการผสมสารระหว่างหินปูน และกรดไฮโดรคลอริก หากครูต้องการให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จะมีวิธีการใดได้บ้างและบันทึกผลการอภิปรายลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”



2. ขั้นศึกษาสถานการณ์ (Simulation briefing)

1. ครูให้นักเรียนสืบค้น ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยให้สรุปลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”



2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยครูจัดประเด็นปัจจัยต่าง ๆ ในเครื่องมือ Class Discussion เพื่อนำไปสู่การกำหนดตัวแปรที่นักเรียนสนใจจะศึกษาในขั้นต่อไป



เพื่อให้ได้ประเด็นในการศึกษาตามปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้



3. ขั้นสะท้อนคิดจากสถานการณ์ (Reflective observation & thinking)

1. ครูมอบหมายภารกิจให้นักเรียนว่า “วันนี้จะให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมี” โดยแต่ละกลุ่มจะใช้วิธีจับสลากเพื่อ ศึกษาหัวข้อ แต่ละปัจจัยที่แตกต่างกัน โดยมีหัวข้อและรายชื่อสารเคมีต่าง ๆ ดังนี้

หัวข้อปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	
1	สมบัติของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2	ความเข้มข้นของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3	พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี
4	อุณหภูมิของระบบ กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ครูให้แต่ละกลุ่มจับสลากหัวข้อต่าง ๆ เพื่อใช้ในการออกแบบในขั้นถัดไป

4. ขั้นออกแบบแนวคิด (Conceptualization)

1. ครูให้นักเรียนออกแบบขั้นตอน วัสดุและอุปกรณ์ สารเคมีที่ใช้ในการหาคำตอบตามประเด็นที่นักเรียนจับสลากได้ โดยครูกำหนดให้นักเรียนต้องระบุ

1.1 ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม โดยคำนึงถึงหลักในการกำหนดตัวแปรอย่างเหมาะสม

1.2 ขั้นตอนการทดลอง วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้โดยต้องสอดคล้องกับการกำหนดคำถามในการทดลอง และตัวแปรในการทดลอง

1.3 นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนด้วยแผนภาพแสดงขั้นตอนการทำการทดลองด้วยโปรแกรมต่าง ๆ ได้ เช่น ด้วยเว็บไซต์ <https://chemix.org> เป็นต้น

โดยขั้น 1.1 – 1.3 ให้สรุปลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)” ซึ่งสามารถพิมพ์คำตอบในรูปแบบข้อความ หรือแทรกรูปภาพได้

Short Answer

1.4 ออกแบบตารางแสดงผลการทดลองที่สอดคล้องกับประเด็นที่ได้รับ ผ่านเครื่องมือตาราง

(Data Table)



2. ครูได้จัดเตรียมอุปกรณ์ที่มีอยู่จริง ไว้ที่หน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนสังเกตและประกอบการออกแบบขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

2.1 ครูเตรียมน้ำ (ซึ่งเป็นตัวแทนของสารสถานะของเหลว) เพื่อให้นักเรียนใช้คาดคะเนปริมาตรของสารที่น่าจะใช้ในการทดลองเพื่อหาคำตอบ

2.2 ครูเตรียมผงฟู และช้อนตักสารเบอร์ต่าง ๆ (ซึ่งเป็นตัวแทนของสารสถานะของแข็ง) เพื่อให้นักเรียนใช้ในการคะแนจำนวนช้อน หรือมวลของสารที่น่าจะใช้ในการทดลองเพื่อหาคำตอบ

5. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting)

1. ครูให้นักเรียนนำผลการออกแบบแสดงผ่านเครื่องมือ Class Discussion



โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำมาสู่ข้อสรุปเรื่อง “การออกแบบการทดลองที่ดีที่สุดคล้อยกับประเด็นที่จะศึกษา”

2. ครูให้นักเรียนปรับกระบวนการในการออกแบบการทดลอง ตามผลการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

3. ครูให้นักเรียนดำเนินการตามการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ และบันทึกผลการทดลองตามผลการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ โดยให้บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลองผ่านเครื่องมือตาราง

(Data Table)



6. ขั้นสรุปและขยายความรู้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสะท้อนคิดจากผลการออกแบบขั้นตอน การทดลองตามที่ได้ออกแบบจริง ปัญหาที่พบ เช่น การปฏิบัติจริง เป็นไปตามที่ออกแบบหรือไม่ เพราะเหตุใด หรือมีรายละเอียดใดที่ต้องระบุเพิ่มเติมในการออกแบบการทดลองหรือไม่ เป็นต้น

5. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และเทคโนโลยีการเรียนรู้

1. Notebook บนระบบการจัดการเรียนรู้ Pocket Lab เรื่อง ปฏิกิริยาที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. สื่อวิดีโอ เรื่อง ตัวอย่างปฏิกิริยาเคมี

3. ชุดอุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4. สารสนเทศประเภทต่าง ๆ ที่ครูเตรียมสำหรับการแทรกใน Notebook บนระบบ การจัดการเรียนรู้ Pocket Lab เรื่อง ปฏิกิริยาที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ ลิงก์สำหรับสร้างแผนภาพ ด้วยเว็บไซต์ <https://chemix.org> ภาพแสดงปฏิกิริยาที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นต้น

6. การวัดและประเมินผล

1. ประเมินด้านความรู้ และความเข้าใจตามขั้นตอนและกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบประเมินชิ้นงานร่องรอยการเรียนรู้แบบ Rubric
2. ประเมินผลการปฏิบัติตามกระบวนการสืบสอบโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์





SCIENCE. EVERYWHERE.

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ระบบ Pocket Lab Notebook
 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปฏิกิริยาที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 (กลุ่มทดลอง : กลุ่มที่ใช้แพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ)

SIQ 06 : การออกแบบวิธีการในการสืบสอบ Part II

วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงสมรรถนะ

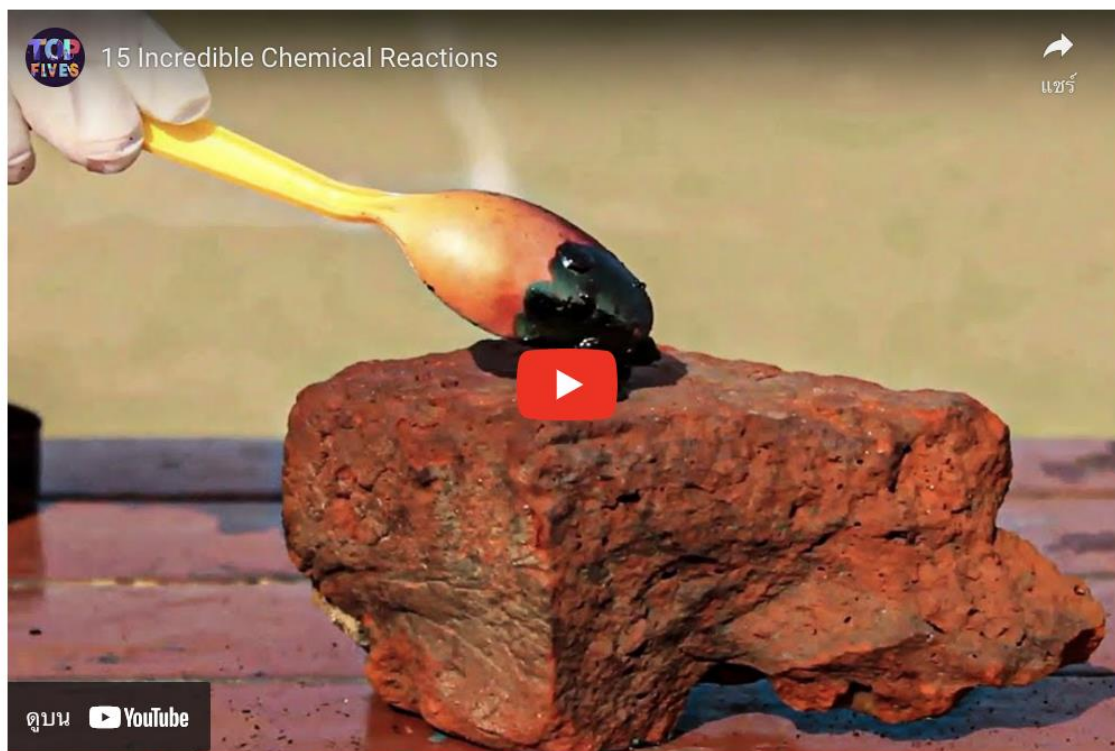
การเสนอวิธีการ และประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบที่น่าเชื่อถือในทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะที่ 3 เสนอวิธีการสำรวจคำถามที่กำหนดในทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะที่ 4 การประเมินวิธีการสำรวจคำถามที่กำหนดในทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะที่ 5 อธิบายและประเมินผลวิธีต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อรับรองความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความเที่ยง
 ธรรม และความสามารถในการอธิบายทั่วไป

STEP 01 : ศึกษาวิดีโอต่อไปนี้ เรื่อง "Incredible Reactions"



+

✕ □ ⋮

วิดีโอเพิ่มเติม

คลิกที่นี่ <https://youtu.be/uLp0NhNszQU>

+

✕ □ ⋮

Whole Class

STEP 02 : ให้นักเรียนอภิปรายจากคำถามต่อไปนี้

หากต้องการให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น (สารตั้งต้นเปลี่ยนกลายเป็นสารผลิตภัณฑ์ได้ไว หรือ ปฏิกิริยาเคมีสิ้นสุดได้ไว เกิดได้ดียิ่งขึ้น) นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการ / ปัจจัยใดบ้างที่เกี่ยวข้อง

SS

Sittichai Singhasena

Type your answer...

Respond

+

✕ □ ⋮

STEP 03 : ศึกษาจากคลิปวิดีโอต่อไปนี้ ตามกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย

กลุ่มที่ 1-2 : ศึกษาวิดีโอ 01 : <https://youtu.be/m55kgYApYrY>

กลุ่มที่ 3-4 : ศึกษาวิดีโอ 02 : <https://youtu.be/BWN8xVuzuFI>

กลุ่มที่ 5-6 : ศึกษาวิดีโอ 03 : <https://youtu.be/lfthKd5X4v0>

กลุ่มที่ 7-9 : ศึกษาวิดีโอ 04 : https://youtu.be/ek8h0XXW_vE

Whole Class

จากวิดีโอ 01 - 04 ให้นักเรียนสะท้อนคิด สิ่งที่ได้เรียนรู้จากวิดีโอนี้

จากวิดีโอที่รแต่ละกลุ่มได้ศึกษาไป "วิดีโอที่นักเรียนได้ศึกษาแสดงให้เห็น ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือปัจจัยใด"

Respond

Independent Work

จากการแลกเปลี่ยนของเพื่อน ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

นักเรียนคิดว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ประกอบด้วยปัจจัยใดบ้าง

Respond

STEP 04 : ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลอง ตามสถานการณ์ หรือ ปัญหาที่กำหนดนี้

4.1 ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลอง ตามสถานการณ์ หรือ ปัญหาที่กำหนดนี้

กลุ่มที่ 1-2 : พื้นที่ผิว หรือ ขนาดของสาร ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างไร

กลุ่มที่ 3-4 : อุณหภูมิของสาร ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างไร

กลุ่มที่ 5-6 : ความเข้มข้นของสาร ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างไร

กลุ่มที่ 7-9 : ชนิดของสาร ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกันอย่างไร

4.2 ให้นักเรียนแสดง

1) สารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้

2) ขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด โดยใช้แผนภาพประกอบพร้อมข้อความกำกับ
(ให้ใช้การวาด ใน โปรแกรม / apps / simulation / Web apps เช่น
• <https://chemcollective.org/vlab/vlab.php>
• <https://chemix.org>

3) ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง (ให้ใช้เครื่องมือการสร้างตาราง ใน Pocket Lab)

Group Work

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบ โดยพิมพ์รายละเอียดลงใน Card นี้

1) สารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้

Respond

Group Work

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลอง โดยพิมพ์รายละเอียดลงใน Card นี้

2) ขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด โดยใช้แผนภาพประกอบพร้อมข้อความกำกับ

Respond

Group Work

ตารางแสดง XX

Label	Column 1	Column 2	-
Row 1			+
Row 2			
Row 3			

-

+

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
(กลุ่มควบคุม : กลุ่มที่ไม่ใช้แพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ระยะเวลา 100 นาที (2 คาบ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง นักสืบสอบวิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัล

1. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงสมรรถนะ

นักเรียนแสดงพฤติกรรมและใช้วิธีการตามกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เพื่อนำมาสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลของวิทยาศาสตร์สาระการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเห็นคุณค่าของการนำกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการหาคำตอบ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้
2. วิเคราะห์และประเมินประเด็นปัญหาหรือคำถามว่า ประเด็นใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้
3. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามสถานการณ์ หรือเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้
4. วิเคราะห์ ประเมิน และเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่า วิธีการใดสามารถสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้
5. บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย
6. เห็นคุณค่าและความสำคัญของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการหาคำตอบหรือการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

2. ความสอดคล้องกับสมรรถนะหลัก

1. สมรรถนะการจัดการตนเอง
 - 1.1 ด้านการจัดการปัญหาและภาวะวิกฤต)
2. สมรรถนะการคิดขั้นสูง
 - 2.1 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.2 การคิดเชิงระบบ
 - 2.3 การคิดสร้างสรรค์
 - 2.4 การคิดแก้ปัญหา
3. สมรรถนะการสื่อสาร

3.1 ด้านการเลือกใช้กลวิธีในการสื่อสารโดยคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคมเพื่อ
บรรลุวัตถุประสงค์ในการสื่อสาร

4. สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม

4.1 เป็นสมาชิกที่ดีและมีภาวะผู้นำ

4.2 กระบวนการทำงานแบบร่วมมือรวมพลังอย่างเป็นระบบ

4.3 สร้างความสัมพันธ์ที่ดีและการจัดการความขัดแย้ง

5. สมรรถนะการเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง

5.1 พลเมืองมีส่วนร่วมอย่างมีวิจารณญาณ

6. สมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน

6.1 การเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกและในเอกภพ

6.2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์เพื่อการอยู่ร่วมกันกับ
ธรรมชาติอย่างยั่งยืน

6.3 การสร้าง ใช้ และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยี

6.4 การมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับการเข้าใจระบบ
ธรรมชาติและการทำงานอย่างยั่งยืน

3.. สารการเรียนรู้

ความรู้ (K)	ทักษะ (P)	คุณลักษณะ (A)
สารวิทยาศาสตร์กายภาพ <input type="checkbox"/> อธิบายปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้สารสนเทศ รวมทั้งเขียนสมการแสดงความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าวพร้อมระบุประโยชน์และโทษของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และยกตัวอย่างวิธีการป้องกัน และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวันจากการสืบค้นข้อมูล	1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ 2. วิเคราะห์และประเมินประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ 3. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามสถานการณ์ หรือเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน 4. วิเคราะห์ ประเมิน และเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 5. บรรยาย ประเมินวิธีการต่าง ๆ และสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	1. เห็นคุณค่าและความสำคัญของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการหาคำตอบ หรือการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้
ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ <input type="checkbox"/> อธิบายความหมาย กระบวนการ และขั้นตอนการสืบสอบเพื่อหา		

ความรู้ (K)	ทักษะ (P)	คุณลักษณะ (A)
คำตอบทางวิทยาศาสตร์ได้		

4. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Concrete Experience)

1. ครูเปิดวิดีโอทัศน์ เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถาม ต่อไปนี้

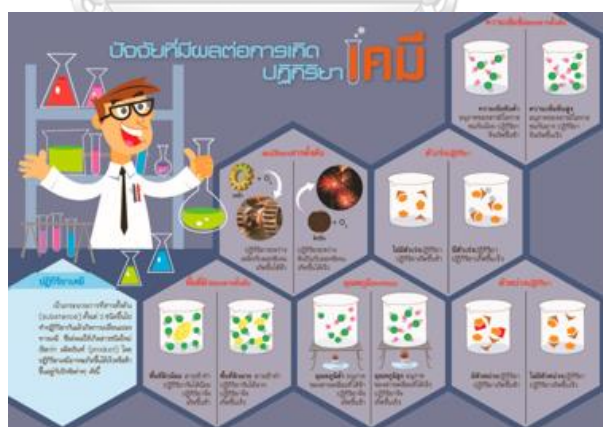
1.1 จากวิดีโอทัศน์ นักเรียนคิดว่า “การเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถสังเกตได้จากสิ่งใดบ้าง”

1.2 จากการผสมสารระหว่างหินปูน และกรดไฮโดรคลอริก หากครูต้องการให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จะมีวิธีการใดได้บ้างและบันทึกผลการอภิปรายลงในใบงาน

2. ขั้นศึกษาสถานการณ์ (Simulation briefing)

1. ครูให้นักเรียนสืบค้น ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยให้สรุปลงในใบงาน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยครูจัดประเด็นปัจจัยต่าง ๆ ลงบนกระดานขณะอภิปราย เพื่อให้ได้ประเด็นในการศึกษาตามปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้



3. ขั้นสะท้อนคิดจากสถานการณ์ (Reflective observation & thinking)

1. ครูมอบหมายภารกิจให้นักเรียนว่า “วันนี้จะให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมี” โดยแต่ละกลุ่มจะใช้วิธีจับสลากเพื่อ ศึกษาหัวข้อ

แต่ละปัจจัยที่แตกต่างกัน โดยมีหัวข้อและรายชื่อสารเคมีต่าง ๆ ดังนี้

หัวข้อปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	
1	สมบัติของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2	ความเข้มข้นของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3	พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี
4	อุณหภูมิของระบบ กับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ครูให้แต่ละกลุ่มจับสลากหัวข้อต่าง ๆ เพื่อใช้ในการออกแบบในขั้นถัดไป

4. ขั้นตอนออกแบบแนวคิด (Conceptualization)

1. ครูให้นักเรียนออกแบบขั้นตอน วัสดุและอุปกรณ์ สารเคมีที่ใช้ในการหาคำตอบตามประเด็นที่นักเรียนจับสลากได้ โดยครูกำหนดให้นักเรียนต้องระบุ

1.1 ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม โดยคำนึงถึงหลักในการกำหนดตัวแปรอย่างเหมาะสม

1.2 ขั้นตอนการทดลอง วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้โดยต้องสอดคล้องกับการกำหนดคำถามในการทดลอง และตัวแปรในการทดลอง

1.3 นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนด้วยแผนภาพแสดงขั้นตอนการทำการทดลองด้วยโปรแกรมต่าง ๆ ได้ เช่น ด้วยเว็บไซต์ <https://chemix.org> เป็นต้น

โดยขั้น 1.1 – 1.3 ให้สรุปลงในใบงาน หรือส่งรูปภาพมาในไลน์กลุ่มของชั้นเรียน

1.4 ออกแบบตารางแสดงผลการทดลองที่สอดคล้องกับประเด็นที่ได้รับ

2. ครูได้จัดเตรียมอุปกรณ์ที่มีอยู่จริง ไว้ที่หน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนสังเกตและประกอบการออกแบบขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

2.1 ครูเตรียมน้ำ (ซึ่งเป็นตัวแทนของสารสถานะของเหลว) เพื่อให้นักเรียนใช้คาดคะเนปริมาตรของสารที่น้ำจะใช้ในการทดลองเพื่อหาคำตอบ

2.2 ครูเตรียมผงฟู และข้อดักสารเบอรรต่าง ๆ (ซึ่งเป็นตัวแทนของสารสถานะของแข็ง) เพื่อให้นักเรียนใช้ในการคะแนจำนวนข้อดัก หรือมวลของสารที่น้ำจะใช้ในการทดลองเพื่อหาคำตอบ

5. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Experimenting)

1. ครูให้นักเรียนนำผลการออกแบบที่หน้าชั้นเรียนผ่านจอนำเสนอโดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำมาสู่ข้อสรุปเรื่อง “การออกแบบการทดลองที่ดีที่สอดคล้องกับประเด็นที่จะศึกษา”

2. ครูให้นักเรียนปรับกระบวนการในการออกแบบการทดลอง ตามผลการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

3. ครูให้นักเรียนดำเนินการตามการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ และบันทึกผลการทดลองตาม

ผลการศึกษาที่ได้

6. ขั้นสรุปและขยายความรู้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสะท้อนคิดจากผลการออกแบบขั้นตอน การทดลองตามที่ได้ ออกแบบจริง ปัญหาที่พบ เช่น การปฏิบัติจริง เป็นไปตามที่ออกแบบหรือไม่ เพราะเหตุใด หรือมี รายละเอียดใดที่ต้องระบุเพิ่มเติมในการออกแบบการทดลองหรือไม่ เป็นต้น

5. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และเทคโนโลยีการเรียนรู้

1. ใบงานในรูปแบบออนไลน์ เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. สื่อวิดีโอ เรื่อง ตัวอย่างปฏิกิริยาเคมี
3. ชุดอุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
4. สารสนเทศประเภทต่าง ๆ ที่ครูเตรียมสำหรับการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ลิงก์สำหรับสร้าง แผนภาพ ด้วยเว็บไซต์ <https://chemix.org> ภาพแสดงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นต้น

6. การวัดและประเมินผล

1. ประเมินด้านความรู้ และความเข้าใจตามขั้นตอนและกระบวนการสืบสอบทาง วิทยาศาสตร์โดยใช้แบบประเมินชิ้นงานร่องรอยการเรียนรู้แบบ Rubric
2. ประเมินผลการปฏิบัติตามกระบวนการสืบสอบโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการสืบ สอบทางวิทยาศาสตร์

ใบงานในรูปแบบออนไลน์ผ่าน Google Docs
ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
(กลุ่มทดลอง : กลุ่มที่ใช้แพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ)

ชื่อ - สกุล :	ชั้น ม.	เลขที่
สมาชิกภายในกลุ่ม กลุ่มที่ :		
1.		
2.		
3.		
4.		

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนพิมพ์คำตอบ แทรกรูปภาพ หรือแทรกตารางผ่านเครื่องมือต่าง ๆ ของ Google Docs เพื่อใช้ในการตอบคำถามตามใบงาน
2. พิจารณาสถานการณ์จากสื่อที่กำหนดให้ และตอบคำถามเพื่อแสดงขั้นตอนการออกแบบกระบวนการ วิธีการในการหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์

ให้นักเรียนศึกษาวิดีโอต่อไปนี้ผ่านลิงก์ที่กำหนดให้ หรือสแกน QR CODE ที่ปรากฏนี้

<https://www.youtube.com/watch?v=trgDHBPLJEE>



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ศึกษาเข้าใจสภาพปัญหา หรือข้อมูลทั่วไปของสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.1 ปฏิกิริยาเคมีที่นักเรียนสังเกตได้จากวิดีโอ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง ให้ยกตัวอย่างสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากปรากฏการณ์มา 3 ตัวอย่าง

1.2 หากต้องการให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น (สารตั้งต้นเปลี่ยนกลายเป็นสารผลิตภัณฑ์ได้ไว หรือปฏิกิริยาเคมีสิ้นสุดได้ไว เกิดได้ดียิ่งขึ้น) นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการ / ปัจจัยใดบ้างที่เกี่ยวข้อง

1.3 จากการผสมสารระหว่างหินปูน และกรดไฮโดรคลอริก หากต้องการให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จะมีวิธีการใดได้บ้างและบันทึกผลการอภิปรายลงในใบงาน

2. การกำหนดประเด็นเพื่อออกแบบกระบวนการ

ให้นักเรียนระบุคำถาม และผลการสืบค้น เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.1 กำหนดประเด็นปัญหา

ผลการจับฉลาก ได้หัวข้อ :

2.2 การระบุตัวแปร

2.3 สมมติฐาน

2.4 รวบรวมแนวคิด และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.5 ออกแบบกระบวนการทดลอง หรือแก้ปัญหาจากสถานการณ์มากกว่า 3 แนวทาง

แนวทางที่	กระบวนการทดลอง หรือแก้ปัญหาจากสถานการณ์

2.6 ศึกษาเครื่องมือจากสื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือน และระบุจุดเด่นที่จะนำมาช่วยในการกระบวนการทดลอง หรือแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ ทั้งนี้ นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนด้วยแผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานทดลองด้วยโปรแกรมต่าง ๆ ได้ เช่น ด้วยเว็บไซต์ <https://chemix.org> เป็นต้น



2.7 เลือกวิธีการที่ดีที่สุดจากข้อ 2.5 หรือประยุกต์ใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนมาใช้ในการออกแบบวิธีการเพิ่มเติม พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุนที่เลือกใช้วิธีการดังกล่าว

แนวทาง ที่เลือก	กระบวนการทดลอง หรือแก้ปัญหาจากสถานการณ์	เหตุผลสนับสนุน

3. ศึกษา ทดลอง และรวบรวมข้อมูล

ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง

ชื่อตาราง :

4. วิเคราะห์ ทัศนคติ และลงข้อสรุปข้อมูล

4.1 สรุปข้อความรู้

4.2 อภิปรายข้อความรู้และจากกระบวนการ เช่น การปฏิบัติจริง เป็นไปตามที่ออกแบบหรือไม่ เพราะเหตุใด หรือมีรายละเอียดใดที่ต้องระบุเพิ่มเติมในการออกแบบการทดลองหรือไม่ เป็นต้น



ตัวอย่างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์
เป็นฐาน บนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น


The screenshot displays a digital learning interface. On the left, a sidebar lists navigation options from 'SIQ 04' to 'ข้อที่ 10'. The main content area features a digital book titled 'นักสืบ (สอบ) วิทยาศาสตร์ ในยุคดิจิทัล' (Scientific Inquirer in the Digital Era) with a cartoon detective character. Below the book, there is a section titled 'ตอนที่ 1 Introduction ถึงกำเนิด Anolis บนเกาะ The Greater Antilles' with text in Thai and a map of the Caribbean. To the right, a 'PhET Simulation' window is open, showing a physics simulation with a speedometer and various controls.

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน บน
แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
มัธยมศึกษาตอนต้น

The screenshot shows a learning environment with a video player and a notebook. The video player displays a video titled 'ฟอสซิลหายกลางกรุง' (Fossil Discovered in the Capital) with a play button overlay. Below the video, there is a 'Question 00' section. The notebook interface at the bottom shows a table with chemical formulas and their properties.

สารเคมี	คุณสมบัติ	หมายเหตุ
HCl	กรด	
H ₂ SO ₄	เกิดฟองแก๊สสีขาวปริมาณมาก	และมีตัวบ่งชี้
CH ₃ COOH	เกิดผลการทดลองซ้ำกว่า	มีฟองแก๊สสีขาวเหมือนกับฟิวรีด

ตัวอย่างภาพหน้าจอเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือน
จริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบ
ทางวิทยาศาสตร์

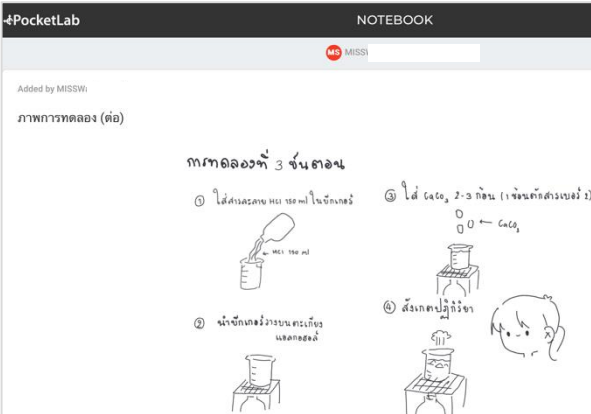


Energy Skate Park

ที่จุดของจุดบนมีพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ต่างกัน พลังงานศักย์มากกว่าและมีมากกว่าตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามีพลังงานรวมเท่ากัน แสดงว่าพลังงานศักย์แปรผกผันกับพลังงานจลน์

เปิดแบบจำลองพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ไว้ แล้วนำลูกบอลไปปล่อยที่จุดสูงสุด แล้วสังเกตค่าพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ไม่เท่ากัน สังเกตค่าพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ที่จุดต่ำสุดของลูกบอลที่อยู่นิ่ง

ลองเล่นกับลูกบอลที่ขึ้นไปถึงแล้วสังเกตค่าพลังงาน จลน์ที่จุดต่ำสุดของลูกบอลที่อยู่นิ่งแล้วสังเกตพลังงานจลน์ที่จุดต่ำสุด



NOTEBOOK

Added by MISSW

ภาพการทดลอง (ต่อ)

การทดลอง 3 ขั้นตอน

① ใส่สารละลาย HCl 100 ml ในขวดแก้ว

② นำเหล็กท่อนยาวขนาด 1 นิ้ว 1 แท่ง มาจุ่มลงในสารละลาย

③ ใส่ Ca, 2-3 ก้อน (1 ชิ้นครึ่งตัวเบอร์ 2)

④ สังเกตการเกิดฟองแก๊ส

Chemical equation: $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$

ผลการเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง และเครื่องมือบนระบบแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์



ตัวอย่างแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดนี้อ้างอิงจากแบบวัดของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

โดยผู้วิจัยได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ให้เหมาะสมกับการประเมินก่อนเรียน และหลังเรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยประกอบด้วย ตัวอย่างข้อคำถามในแบบวัดดังนี้

ตัวอย่างข้อคำถาม เรื่อง วิกฤตการณ์น้ำเสีย



ระบบออนไลน์ข้อสอบ PISA-Like

แบบทดสอบพัฒนาโดยโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

เลขที่ 924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110

โทรศัพท์ 0 2392 4021 ต่อ 2303 โทรสาร 0 2382 3240 e-mail pisa@ipst.ac.th

ชื่อ - สกุล :
โรงเรียน :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำข้อสอบ และแนะนำระบบการทำข้อสอบออนไลน์จากเว็บไซต์ <https://pislake.ipst.ac.th/node/69> หรือสแกนQR Code นี้
2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบลำดับที่.....รวม จำนวน 3 ฉบับ
3. ดำเนินการเริ่มทำแบบทดสอบต่าง ๆ ภายในเวลาที่กำหนดให้ และกดส่งคำตอบ เพื่อเริ่มทำแบบทดสอบชุดถัดไปได้ทันที





วิกฤตการณ์น้ำเสีย

ในปี พ.ศ. 2543 เกิดวิกฤตการณ์น้ำเสียในแม่น้ำท่าจีน เนื่องจากมีฝนตกหนักต่อเนื่องจนเกิดน้ำท่วมขัง ในช่วงเวลาเดียวกับที่ชาวประมงจับปลาได้ เมื่อมีลมพัดแรง ต้นข้าวซึ่งกำลังออกรวงเต็มที่จะถูกพัดจมน้ำและเกิดการเน่าเสีย รวมถึงการชะล้างของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเพาะปลูกลงสู่แม่น้ำท่าจีน ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าลดลงต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ปลาอาศัยอยู่ได้ คือ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อน้ำเสียจากนาข้าวเหล่านั้นไหลมารวมกับน้ำในแม่น้ำช่วงกลางจนถึงปากแม่น้ำที่มีชุมชน อุตสาหกรรม และปศุสัตว์ ซึ่งมีการระบายน้ำทั้งจากกิจกรรมต่าง ๆ ลงสู่แม่น้ำ ประกอบกับลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำท่าจีน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย จึงระบายน้ำออกสู่ทะเลได้ค่อนข้างช้า และเมื่ออยู่ในช่วงที่น้ำทะเลหนุนสูง ทำให้ไม่สามารถระบายน้ำลงสู่ทะเลได้ ความเน่าเสียจึงเพิ่มขึ้น จนกระทั่งมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเข้าใกล้ศูนย์

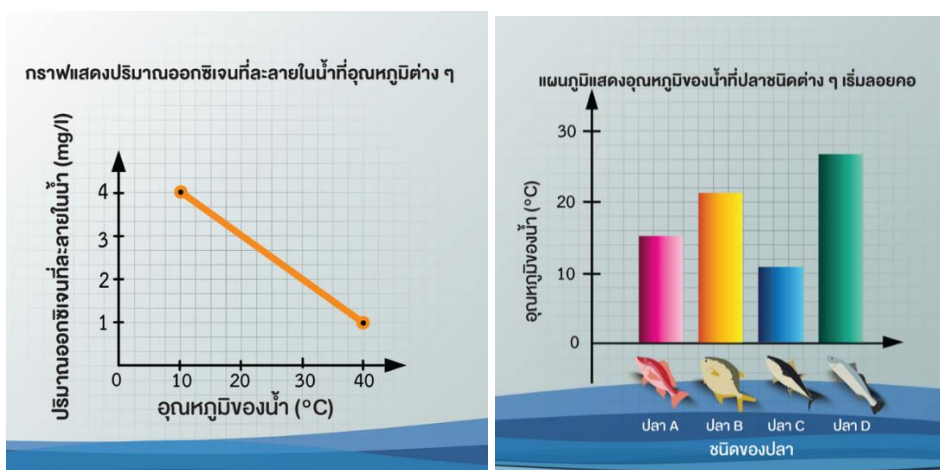
ที่มา: ดัดแปลงจาก http://irre.ku.ac.th/b4project/index.php?option=com_content&view=article&id=17&Itemid=35

จากเรื่อง "วิกฤตการณ์น้ำเสีย" ทางด้านขวา ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

ข้อ 1 จากข้อมูล วิกฤตการณ์น้ำเสียในแม่น้ำท่าจีนไม่ทำให้เกิดเหตุการณ์ใดต่อไปนี้

- ปลาซึ่งอาศัยอยู่ในช่วงกลางจนถึงปากแม่น้ำจะขึ้นมาหายใจที่ผิวน้ำบ่อยขึ้น
- การผลิตน้ำประปาจากแม่น้ำท่าจีนจะเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพิ่มขึ้น
- จุลินทรีย์ในน้ำบริเวณต้นแม่น้ำใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์มากกว่าบริเวณปากแม่น้ำ
- การสะสมสารกำจัดแมลงศัตรูข้าวในสัตว์น้ำที่เพาะเลี้ยงบริเวณต้นแม่น้ำน้อยกว่าบริเวณปากแม่น้ำ

ข้อ 2	<p>จากเรื่อง "วิกฤตการณ์น้ำเสีย" ทางด้านขวา ให้ตอบคำถามต่อไปนี้</p> <p style="text-align: center;">จงคลิกตัวเลือกระหว่างคำว่า “ได้” หรือ “ไม่ได้” ในแต่ละวิธีการต่อไปนี้</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">วิธีการนี้สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในแม่น้ำท่าจีนได้หรือไม่</th> <th style="width: 10%;">ได้</th> <th style="width: 10%;">ไม่ได้</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) เปิดประตูระบายน้ำเพื่อระบายน้ำจำนวนมากลงสู่อ่าวไทย เมื่อระดับน้ำทะเลต่ำ</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>2) การระบายน้ำเสียจากพื้นที่นาข้าวที่มีน้ำท่วมขังลงในพื้นที่นาข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้ว</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>3) โรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำท่าจีน</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table>	วิธีการนี้สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในแม่น้ำท่าจีนได้หรือไม่	ได้	ไม่ได้	1) เปิดประตูระบายน้ำเพื่อระบายน้ำจำนวนมากลงสู่อ่าวไทย เมื่อระดับน้ำทะเลต่ำ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	2) การระบายน้ำเสียจากพื้นที่นาข้าวที่มีน้ำท่วมขังลงในพื้นที่นาข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้ว	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3) โรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำท่าจีน	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
วิธีการนี้สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในแม่น้ำท่าจีนได้หรือไม่	ได้	ไม่ได้											
1) เปิดประตูระบายน้ำเพื่อระบายน้ำจำนวนมากลงสู่อ่าวไทย เมื่อระดับน้ำทะเลต่ำ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>											
2) การระบายน้ำเสียจากพื้นที่นาข้าวที่มีน้ำท่วมขังลงในพื้นที่นาข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้ว	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>											
3) โรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำท่าจีน	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>											



ข้อ 3 ถ้าปลา A B C และ D เป็นปลาที่อาศัยอยู่ในแม่น้ำท่าจีน ปลาชนิดใดที่เป็นตัวชี้บ่งว่า น้ำในแม่น้ำท่าจีนเน่าเสียมาก

- ☐ ปลา A
- ☐ ปลา B
- ☐ ปลา C
- ☐ ปลา D

เพราะเหตุใด



**แบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็น
ฐาน**

พัฒนาจากตัวชี้วัดเชิงพฤติกรรม จากงานวิจัย เรื่อง THE DEVELOPMENT OF A COMPETENCE SCALE FOR LEARNING SCIENCE: INQUIRY AND COMMUNICATION (H.-P. Chang et al., 2011)

การประเมินวันที่ คาบเรียนที่ สถานที่สังเกต

ชื่อผู้สังเกต..... ชื่อผู้ถูกสังเกต

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมที่สังเกตเห็น

รายการที่สังเกต	ผลการสังเกต	
	ปรากฏ	ไม่ปรากฏ
1) ตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบโดยที่คำถามนั้นผ่านการพิจารณาแล้วว่าสามารถใช้ในการหาคำตอบได้ ผ่านการแสดงความคิดเห็น การเขียนหรือพิมพ์ลงในแพลตฟอร์ม ใบงานในรูปแบบออนไลน์ หรือแบบกระดาษ		
2) แสดงวิธีการในการหาความรู้ การออกแบบการทดลอง หรือ กระบวนการอื่น ๆ ที่นำมาซึ่งคำตอบภายในกลุ่ม ผ่านการแสดงความคิดเห็น การเขียนหรือพิมพ์ลงในแพลตฟอร์ม ใบงานในรูปแบบออนไลน์ หรือแบบกระดาษ		
3) แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูล การหาคำตอบ ผ่านการปฏิบัติในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทดลองผ่านอุปกรณ์ วัสดุ สารเคมี สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง หรือชุดอุปกรณ์กิจกรรม เป็นต้น ตามที่ได้ออกแบบไว้		
4) บันทึกและเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเป็นระบบ เช่น ในรูปแบบตารางบันทึกผล การบันทึกภาพ วิดิทัศน์ การบันทึกผลในรูปแบบข้อความ กราฟ และแบบอื่น ๆ ผ่านเครื่องมือของแพลตฟอร์ม ใบงานออนไลน์ หรือใบงานในรูปแบบกระดาษ		
5) แสดงพฤติกรรมการอภิปราย การทดลอง หรือการสืบค้นความรู้ เพื่อต่อยอดไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้ ผ่านการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และการเขียนผ่านแบบปฏิบัติการ หรือใบงานในรูปแบบออนไลน์/กระดาษ		

บันทึกพฤติกรรมอื่น ๆ เพิ่มเติมที่สังเกต

.....

ลงชื่อ.....ผู้สังเกต

(.....)

แบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
การประเมินวันที่ คาบเรียนที่

พิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเลือกข้อความที่เห็นด้วยมากที่สุด

คำชี้แจง พิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ☐ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

5 = เห็นด้วยมากที่สุด 4 = เห็นด้วยมาก 3 = เห็นด้วยปานกลาง
2 = เห็นด้วยน้อย 1 = เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับการประเมิน				
		น้อยที่สุด <----->มากที่สุด				
		1	2	3	4	5
ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้						
1	การระบุปัญหาที่ชัดเจน จะนำไปสู่การออกแบบวิธีการได้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาอย่างมีเป้าหมาย					
2	การระบุปัญหา การระบุตัวแปร และการตั้งสมมติฐานมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน					
3	การสืบค้นและรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องจะช่วยนำไปสู่การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น					
4	การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาควรออกแบบให้มีมากกว่า 1 แนวทาง เพื่อใช้เป็นตัวเลือกในการพิจารณาแนวทางที่ดีที่สุด					
5	การมีสื่อจำลองแบบเสมือนจริงช่วยในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น					
6	สถานการณ์ในชีวิตประจำวันจะต้องมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎี แหล่งอ้างอิง และใช้ความรู้ในการหาคำตอบหรือใช้อธิบายสถานการณ์นั้นได้					
7	กระบวนการสืบสอบช่วยในการหาคำตอบ และช่วยแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้					

ข้อ	ข้อความ	ระดับการประเมิน				
		น้อยที่สุด <----->มากที่สุด				
		1	2	3	4	5
8	กระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ช่วยต่อยอดความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ ได้					
ด้านระบบการจัดการเรียนรู้						
1	ระบบ Pocket Lab เข้าสู่ระบบได้ง่าย โดยนักเรียนไม่ต้องดำเนินการสมัคร และใช้อีเมลของตนเอง					
2	ระบบ Pocket Lab มีความเสถียรใน การใช้งาน เช่น การโหลดของหน้า เว็บไซต์ หรือการอัปโหลดภาพต่าง ๆ ที่ดี ใช้งานได้					
3	ระบบ Pocket Lab สามารถเรียนรู้ ผ่านอุปกรณ์ส่วนตัว หรืออุปกรณ์ พกพาที่ครูจัดเตรียมให้ได้อย่างสะดวก					
4	ระบบ Pocket Lab เป็นระบบที่ รองรับการเรียนรู้แบบออนไลน์ ออนไลน์ ไซต์ หรือแบบผสมผสานได้					
5	ระบบ Pocket Lab สามารถใช้แทน สมุดจด แบบปฏิบัติการ หรือ แบบฝึกหัด (Paper-based) ได้					
6	ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้ นักเรียนเข้าถึงสื่อประเภทต่าง ๆ ได้ อย่างสะดวก เช่น สื่อวิดีโอ (Youtube) หรือสื่อสถานการณ์จำลองแบบเสมือน จริง (Phets)					
7	ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้ นักเรียนสามารถจดบันทึกเพิ่มเติมใน รูปแบบต่าง ๆ ได้หลากหลาย เช่น ข้อความ ตาราง หรือกราฟ					
8	ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้ นักเรียนเรียนรู้อย่างเป็นระบบ และ เป็นขั้นตอนตามผู้สอนออกแบบ					
9	ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้					

ข้อ	ข้อความ	ระดับการประเมิน				
		น้อยที่สุด <----->มากที่สุด				
		1	2	3	4	5
	นักเรียนเรียนรู้ในรูปแบบกลุ่มแบบ ร่วมมือรวมพลัง					
10	ระบบ Pocket Lab มีระบบที่เอื้อต่อ การได้รับการป้อนกลับ (Feedback) ของนักเรียนจากผู้สอน					
11	ระบบ Pocket Lab ช่วยจัดระเบียบ การเรียนรู้เป็นหมวดหมู่ / โมดูล / หน่วยการเรียนรู้ ในแต่ละครั้งได้ดี					
12	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียน อยากจดบันทึกการเรียนรู้ทาง วิทยาศาสตร์มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ การจดบันทึกในกระดาษทั่วไป					
13	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียน อยากเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ คาบการทดลอง (Lab) มากขึ้น					
14	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียน อยากเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบกลุ่ม เนื่องจากสามารถแสดงผลหรือคำตอบ จากเครื่องอื่น ๆ ได้					
15	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียน กล้าแสดงความคิดเห็น การอภิปราย เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีทั้งแสดงความ คิดเห็นแบบรายบุคคล แบบกลุ่ม หรือ การแลกเปลี่ยนในห้องเรียน					
16	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียน เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความสุขได้ ในอนาคต					

แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงานในรูปแบบ Rubric

ประเด็นในการ ประเมิน	ระดับคะแนน		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
ศึกษาเข้าใจสภาพปัญหา หรือข้อมูลทั่วไปของสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยประเมิน			
ประเด็นปัญหา จากสถานการณ์	ระบุสภาพทั่วไปได้ไม่ ครบถ้วน ขาดประเด็น สำคัญของปัญหา	ระบุสภาพทั่วไปได้แต่ ขาดบริบทจาก สถานการณ์บางส่วน	ระบุสภาพทั่วไปของ ปัญหาได้ครบถ้วน
สาเหตุของ ปัญหาจาก สถานการณ์	ระบุสาเหตุของปัญหาได้ ไม่ครบถ้วน ขาดประเด็น หลักจากสถานการณ์	ระบุสาเหตุของปัญหาได้ ไม่ครบถ้วน	ระบุสาเหตุของปัญหา ได้ครบถ้วน
การกำหนดประเด็นเพื่อออกแบบกระบวนการ			
การกำหนด ประเด็นปัญหา	กำหนดประเด็นปัญหาที่ ไม่สอดคล้อง และไม่ นำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบ	กำหนดประเด็นปัญหาได้ แต่ยังไม่ครบถ้วน	กำหนดประเด็น ปัญหาที่นำไปสู่การ สำรวจตรวจสอบได้ ครบถ้วน
การระบุตัวแปร	ระบุตัวแปรที่ไม่นำไปสู่ การสำรวจตรวจสอบ	ระบุตัวแปรได้ไม่ครบถ้วน หรือ ระบุตัวแปรที่ไม่ นำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบ	ตัวแปรสอดคล้องกับ สถานการณ์ หรือการ นำไปสู่การหาคำตอบ
การตั้งสมมติฐาน	ตั้งสมมติฐานโดยไม่แสดง ความสัมพันธ์ระหว่างตัว แปรต้นและตัวแปรตาม	แสดงประโยคสมมติฐาน ที่แสดงการคาดคะเนที่ แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต้นและ ตัวแปรตาม	แสดงประโยค สมมติฐานด้วย รูปแบบถ้า...แล้ว... และคาดคะเน ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรได้
การรวบรวม แนวคิด และ ทฤษฎีที่ เกี่ยวข้อง	ระบุหัวข้อ แนวคิด และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้ 1 แนวคิด	ระบุหัวข้อ แนวคิด และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้ 2 แนวคิด	ระบุหัวข้อ แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้มากกว่า 2 แนวคิด
การออกแบบ กระบวนการ ทดลอง หรือ แก้ปัญหาจาก	ออกแบบกระบวนการ ทดลอง หรือแก้ปัญหา จากสถานการณ์ได้ 1 แนวทาง	ออกแบบกระบวนการ ทดลอง หรือแก้ปัญหา จากสถานการณ์ได้ 2 แนวทาง	ออกแบบกระบวนการ ทดลอง หรือ แก้ปัญหาจาก สถานการณ์ได้

ประเด็นในการ ประเมิน	ระดับคะแนน		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
สถานการณ์	มากกว่า 2 แนวทาง		
การเลือกวิธีการในการแก้ปัญหา			
การเลือกวิธีการ ที่ดีที่สุด หรือ ประยุกต์ใช้สื่อ จำลองแบบ โต้ตอบเสมือนมา ใช้ ในการ ออกแบบวิธีการ เพิ่มเติม พร้อม ระบุ เหตุ ผล สนับสนุน ที่ เลือกใช้วิธีการ ดังกล่าว	เลือกวิธีการที่ดีที่สุดแต่ไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนการ เลือก	เลือกวิธีการที่ดีที่สุดแต่ ระบุเหตุผลสนับสนุนได้ ไม่สมเหตุผล	เลือกวิธีการที่ดีที่สุด หรือประยุกต์ใช้สื่อ จำลองแบบโต้ตอบ เสมือนมาใช้ในการ ออกแบบวิธีการ เพิ่มเติม พร้อมระบุ เหตุผลสนับสนุนที่ เลือกใช้
การ คี ษ า ทดลอง และ รวบรวมข้อมูล	ระบุขั้นตอน หรือ วัสดุ อุปกรณ์ หรือ การ รวบรวมข้อมูลได้ไม่ ครบถ้วน หรืออย่างใด อย่างหนึ่ง	ระบุขั้นตอนการศึกษา อุปกรณ์ที่ใช้ได้แต่ไม่ ครบถ้วน	ระบุขั้นตอนการศึกษา อุปกรณ์ที่ใช้ได้ ครบถ้วน
การวิเคราะห์ ตีความ และลงข้อสรุปข้อมูล			
การวิเคราะห์ ตีความ และลง ข้อสรุปข้อมูล	มีการตีความข้อมูล หรือ ลงสรุปข้อมูล อย่างใด อย่างหนึ่ง	มีการตีความข้อมูล หรือ ลงสรุปข้อมูล แต่ยังไม่ ครบถ้วน	มีการตีความข้อมูล หรือลงสรุปข้อมูล และการอภิปราย ประเด็น ต่าง ๆ เพิ่มเติม
ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่			
การออกแบบ กระบวนการ วิธีการที่ใช้ใน การ แก้ ไข ส ถ า น ก า ร ณ ์ พร้อมระบุเหตุผล สนับสนุน	ออกแบบกระบวนการ วิธีการได้ไม่สมเหตุผล ไม่ ส อ ด ค ล ้อง กั บ สถานการณ์	ออกแบบกระบวนการ วิธีการที่ใช้ในการแก้ไข สถานการณ์ แต่ไม่ได้ใช้ หลักฐาน หรือเหตุผล สนับสนุน	ออกแบบกระบวนการ วิธีการที่ใช้ในการ แก้ไขสถานการณ์ พร้อมระบุเหตุผล สนับสนุนได้

ภาคผนวก ค

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย นำเสนอคุณภาพของเครื่องมือได้ ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยสรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจ

1.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย

1.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.2 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยสรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจ

1.2.1 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในกลุ่มทดลอง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

1) สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจ

2) ผลการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานบนแพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ โดยสรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจ

2.3 แบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจ

2.4 แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงานโดยการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจ

สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจ
แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบของกลุ่มทดลอง

ตาราง สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้
รายคาบของกลุ่มทดลอง

[illegible]

รายการประเมิน	สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC)								
	ลำดับของแผนการจัดการเรียนรู้								
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9*
4.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมระบุ บทบาทผู้เรียนและผู้สอนอย่าง ชัดเจน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5. ด้านสภาพแวดล้อมในการจัดการเรียนรู้									
5.1 เครื่องมือและเทคโนโลยี สนับสนุนการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นต่าง ๆ อย่างเหมาะสม	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5.2 เครื่องมือและเทคโนโลยี สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ดำเนิน กิจกรรมที่พัฒนาสมรรถนะด้าน ต่าง ๆ ที่ได้ระบุไว้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5.3 ระบุ เครื่องมือ และ เทคโนโลยีที่จะให้ผู้เรียน และ ผู้ สอน ดำ เนิน การ บ น สภาพแวดล้อมนั้น ๆ อย่าง ชัดเจน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6. การวัดและประเมินผล									
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ (สมรรถนะด้านที่ต้องการ พัฒนา) ตามที่ได้กำหนดไว้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6.4 ระบุวิธีการที่ใช้ในการ ประเมินผลจากชิ้นงาน ภาระ งานที่กำหนดได้อย่างเหมาะสม และชัดเจน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

หมายเหตุ *ลำดับแผนที่ 1 และ 9 ออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนแบบทั่วไป
เนื่องจากเป็นคาบการปฐมนิเทศเพื่อแนะนำสภาพแวดล้อม ระบบการจัดการเรียนรู้ การประเมินผล
ก่อนเรียน และการประเมินผลหลังเรียน

จากตารางแสดงผลการประเมินความสอดคล้องพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบของกลุ่มควบคุมมีความเหมาะสมทั้งด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านเนื้อหา/สาระ ด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ทั้งนี้มีข้อความที่ต้องพิจารณาปรับเปลี่ยน เพิ่มเติม ได้แก่

1) ระบุชื่อของเครื่องมือ (Feature) ที่จะใช้บนระบบ Pocket Lab ให้ชัดเจนในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้

2) เพิ่มเติมกระบวนการให้ผลป้อนกลับ (Feedback) ผ่านระบบ Pocket Lab ในขั้นกิจกรรม เช่น การอภิปราย การให้ผลป้อนกลับการออกแบบแนวคิดและวิธีการสำรวจตรวจสอบ เป็นต้น

3) การใช้คำ ข้อความให้มีความสอดคล้องคงที่ในทุกตำแหน่ง เช่น การระบุข้อความเชิงพฤติกรรมให้ชัดเจนในแต่ละขั้นย่อย การใช้คำว่า “ผู้สอน กับ ผู้เรียน” หรือ “ครู และนักเรียน” เป็นต้น

3) ระบุวิธีการในการวัดและประเมินผลโดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน หรือแบบวัดอื่น ๆ ให้ชัดเจน

4) ออกแบบเครื่องมือหรือวิธีการสำรองในแต่ละคาบ กรณีที่ระบบ เครือข่าย หรืออุปกรณ์มีความขัดข้อง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นไปตามปกติ และผู้สอนสามารถป้องกันและรับมือได้อย่างทันท่วงที

สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจ
แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบของกลุ่มควบคุม

ตาราง สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้
รายคาบของกลุ่มควบคุม

[illegible]

รายการประเมิน	สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC)								
	ลำดับของแผนการจัดการเรียนรู้								
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9*
4.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมระบุบทบาทผู้เรียนและผู้สอนอย่างชัดเจน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5. ด้านสื่อการเรียนรู้									
5.1 เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นที่ได้ออกแบบไว้อย่างเหมาะสม	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5.2 สื่อการเรียนรู้ช่วยพัฒนาสมรรถนะด้านต่าง ๆ ที่ได้รับไว้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5.3 ระบุบทบาทของผู้เรียนที่เรียนรู้โดยใช้สื่อ/ดำเนินการบนระบบ อย่างชัดเจน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6. การวัดและประเมินผล									
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ (สมรรถนะด้านที่ต้องการพัฒนา) ตามที่ได้กำหนดไว้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6.4 ระบุวิธีการที่ใช้ในการประเมินผลจากชิ้นงาน ภาระงานที่กำหนดได้อย่างเหมาะสมและชัดเจน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

หมายเหตุ *ลำดับแผนที่ 1 และ 9 ออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนแบบทั่วไป เนื่องจากเป็นคาบการปฐมนิเทศเพื่อแนะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ การประเมินผลก่อนเรียน และการประเมินผลหลังเรียน

จากตารางแสดงผลการประเมินความสอดคล้องพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบของกลุ่มควบคุมมีความเหมาะสมทั้งด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านเนื้อหา/สาระ ด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ทั้งนี้มีข้อความที่ต้องพิจารณาปรับเพิ่มเติม ได้แก่

1) การใช้คำ ข้อความให้มีความสอดคล้องคงที่ในทุกตำแหน่ง เช่น การระบุข้อความเชิงพฤติกรรมให้ชัดเจนในแต่ละชั้นย่อย การใช้คำว่า “ผู้สอน กับ ผู้เรียน” หรือ “ครู และนักเรียน” เป็นต้น

2) ระบุวิธีการในการวัดและประเมินผลโดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน หรือแบบวัดอื่น ๆ ให้ชัดเจน

3) ออกแบบเครื่องมือหรือวิธีการสำรวจในแต่ละคาบ กรณีที่ระบบ เครือข่าย หรืออุปกรณ์มีความขัดข้อง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นไปตามปกติ และผู้สอนสามารถป้องกันและรับมือได้อย่างทันท่วงที



สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจ
สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทาง
วิทยาศาสตร์เป็นฐานบน
แพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์

ตารางแสดงลักษณะสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสถานการณ์จำลองเสมือนจริงทาง
วิทยาศาสตร์เป็นฐานบนแพลตฟอร์มแบบร่วมมือออนไลน์ ในบทบาทครูผู้สอน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ความสอดคล้อง (IOC)
การนำรายชื่อนักเรียนเข้าสู่ห้องเรียน (Class)	1.00
1. การจัดเตรียมไฟล์รายชื่อนักเรียนสำหรับเตรียมนำเข้าสู่ระบบ Pocket Lab Notebook ในรูปแบบภาษาอังกฤษ	
2. การสร้าง รหัสห้องเรียน (Class Code) และรหัสนักเรียน (Student Code) เพื่อเตรียมแจกข้อมูลให้กับนักเรียนรายบุคคล	1.00
3. การเตรียมบทเรียน (Lesson Assignment) และโมดูลการเรียนรู้	1.00
4. การศึกษาภาพข่าว วิดีโอข่าว หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จากกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook จากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมผ่านสื่อประเภทต่าง ๆ เช่น	
4.1 การแทรกภาพ (Image)	1.00
4.2 การแทรกสื่อวิดีโอ (Youtube Video)	1.00
4.3 การแทรกข้อความ และลิงก์ (Text)	1.00
4.4 การอภิปรายผ่านคำถามชวนคิดผ่านเครื่องมือ Short Answer หรือ Group Discussion	1.00
4.5 การตอบคำถามก่อนเรียนในรูปแบบตัวเลือก (Multiple Choice)	1.00
5. การคาดคะเนสิ่งที่น่าจะเป็นไปได้ จากบริบท และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูให้ พร้อมระบุเหตุผล โดยบันทึกลงในกล่องข้อความผ่านเครื่องมือ Short Answer	
5.1 แบบกลุ่ม “Group Work”	1.00
5.2 แบบ “Class Discussion”	1.00
6. การระบุคำสำคัญ วิธีการที่จะใช้ในการสืบค้น เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบอย่างน้อย 3 แนวทาง โดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”	1.00
7. การมอบหมายให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง ได้แก่ การกำหนดชื่อตาราง การระบุข้อความที่หัวตาราง การแทรกแถวและ	1.00

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ความสอดคล้อง (IOC)
คอลัมน์ เป็นต้น ผ่านเครื่องมือ	
8. การเลือกแนวทางที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบ 1 ทางเลือกโดยบันทึกลงในกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”	1.00
9. การเผยแพร่สารสนเทศเพิ่มเติมจากกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้สืบค้นเพิ่มเติมจากสารสนเทศที่ครูกำหนดให้ ผ่านกล่องข้อความ (Text Card) บนระบบ Pocket Lab Notebook หรือผ่านสื่อจำลองเสมือนจริงแบบโต้ตอบ (Phets Simulation) เป็นต้น	1.00
10. การให้ตัวแทนกลุ่มแลกเปลี่ยนผลการสืบค้นระหว่างกลุ่มภายในห้องได้ โดยให้นักเรียนบันทึกผลลงในกล่องข้อความแบบ “Class Discussion”	1.00
11. การอภิปรายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการลงมติทางวิทยาศาสตร์ (Consensus) ผ่านกล่องข้อความแบบ “คำตอบสั้น (Short Answer)”	1.00
12. การให้ผลป้อนกลับนักเรียนแบบรายบุคคล หรือ แบบกลุ่ม	1.00

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยผลของการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยมีประเด็นที่ต้องปรับแก้ และประกอบการพิจารณาในการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพิ่มเติม ได้แก่

4.1 การกำหนด Username และ Password ควรกำหนดในรูปแบบที่เข้าถึงง่ายขึ้น เช่น ตั้งคำว่า Master ออก ให้เหลือแค่ ชื่อและนามสกุล ภาษาอังกฤษ

4.2 พิจารณาทดลองใช้เว็บไซต์ Pocket Lab บน Web Browser ต่าง ๆ ทั้ง Safari บนระบบ IOS และ Google Chrome หรือประเภทอื่น ๆ ว่ามีข้อจำกัดในการประมวลผลหน้าจอหรือไม่

4.3 พิจารณาการเลือกใช้ฟังก์ชันการตอบคำถามแบบงานเดี่ยว (Individual Work) งานกลุ่ม (Group) และงานแบบชั้นเรียน (Class Discussion) ให้สอดคล้องกับเวลา หรือ สถานการณ์ กิจกรรม ที่ได้ออกแบบมา

<p style="text-align: center;">สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจ แบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์</p>

ตาราง สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ข้อคำถามในการประเมิน	สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
แบบวัดสมรรถนะก่อนเรียน			
สถานการณ์ที่ 1 ข้อ 1 การระบุสภาพทั่วไป สาเหตุ ปัจจัย ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการตั้งประเด็นปัญหาได้ การขึ้น-ตกของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์	1) ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์		0.67
ข้อที่ 2 การบรรยายและแปลความหมายของข้อมูลจากสารสนเทศที่กำหนดให้ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์			
	1) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย		1.00
ข้อที่ 3 การบรรยายและแปลความหมายของข้อมูลจากสารสนเทศที่กำหนดให้ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์			
	1) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลาง		1.00

รายการประเมิน	ข้อคำถามในการประเมิน	สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย			
สถานการณ์ที่ 2 เรื่อง ครกกระเดื่อง	ข้อที่ 1 การประเมินกระบวนการที่กำหนดให้ว่าสามารถใช้ในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่	1) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1.00
สถานการณ์ที่ 3 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน	ข้อที่ 2 การประเมินกระบวนการที่กำหนดให้ว่าสามารถใช้ในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่	วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1.00
สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน	ข้อที่ 1 การบรรยายและแปลความหมายของข้อมูลจากสารสนเทศที่กำหนดให้ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	1) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	1.00
แบบวัดสมรรถนะหลังเรียน			
สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง วิฤตการณ์น้ำเสีย	ข้อ 1 การระบุสภาพทั่วไป สาเหตุ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการตั้งประเด็นปัญหาได้	1) ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	1.00
ข้อที่ 2	การประเมินกระบวนการที่กำหนดให้ว่าสามารถใช้ในการตรวจสอบทาง	1) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1.00

รายการประเมิน	ข้อคำถามในการประเมิน	สมรรถนะการสอบทางวิทยาศาสตร์	ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและสมรรถนะการสอบทางวิทยาศาสตร์
วิทยาสตรได้หรือไม่	2) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้		
	ข้อที่ 3 การบรรยายและแปลความหมายของข้อมูลจากสารสนเทศที่กำหนดให้ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	1) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	1.00
	สถานการณ์ที่ 2 ข้อที่ 1 การบรรยายและแปลความหมายของข้อมูลจากสารสนเทศที่กำหนดให้ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	1) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	1.00
เรื่อง แรงดันอากาศ	ข้อที่ 2 ประเมินวิธีการในการออกแบบ และสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์	1) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1.00
	ข้อที่ 3 การระบุสภาพทั่วไป สาเหตุ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการตั้งประเด็นปัญหาได้	1) ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	1.00

จากตารางสรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์พบว่าข้อคำถามในการประเมินมีความสอดคล้องกับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ทุกข้อคำถามใน โดยมีผลคะแนนความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1 โดยมีประเด็นที่พิจารณาเพื่อการปรับแก้ ดังนี้

1. ให้ระบุที่มาของแบบวัดที่นำมาปรับใช้ลงในเอกสารอ้างอิงท้ายงานวิจัย คือ ปรับและพัฒนาจากโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

2. คำถามบางข้อ สอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ด้วยเช่นกัน ทั้งนี้อาจปรับและเลือกพิจารณาการให้คะแนนในข้อที่สอดคล้องมากที่สุด หรือตัดออก ดังนี้

2.1 สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง วิกฤตการณ์น้ำเสีย ข้อที่ 1 ที่มุ่งเน้นการแปลความหมายข้อมูล ขอให้พิจารณาการนำมาคิดคะแนน หรือพิจารณาว่าสอดคล้องกับสมรรถนะย่อยด้านใดบ้าง

2.2 สถานการณ์ที่ 2 เรื่อง แรงต้านอากาศ ข้อที่ 1 มุ่งเน้นการแปลความหมายข้อมูล ขอให้พิจารณาการนำมาคิดคะแนน หรือพิจารณาว่าสอดคล้องกับสมรรถนะย่อยด้านใดบ้าง

2.3 ในกระบวนการนำแบบวัดไปใช้ มีข้อควรพิจารณา ดังนี้

ขอให้มีการอธิบาย หรือเอกสารชี้แจง ขั้นตอนการเข้าสู่ระบบ เข้าสู่เว็บไซต์ รวมทั้งชี้แจงจำนวนข้อของแบบวัด ลักษณะการตอบของแบบวัด การคลิกปุ่มต่าง ๆ ของแบบวัดผ่านเว็บไซต์ เป็นต้น

**ผลการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบวัด
ของแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยผู้ทรงคุณวุฒิในการ
ตรวจ**

การตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ของงานวิจัยนี้ใช้การลงความเห็นความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีผลการตรวจสอบความเป็นคู่ขนาน ดังนี้

ตาราง แสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อคำถามในการประเมิน		ผลการลง ความ คิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
แบบวัดสมรรถนะก่อนเรียน	แบบวัดสมรรถนะหลังเรียน	
สถานการณ์ที่ 1 การขึ้น-ตกของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ ข้อ 1 การระบุสภาพทั่วไป สาเหตุ ปัจจัย ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการตั้งประเด็นปัญหาได้	สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง วิกฤตการณ์น้ำเสีย ข้อ 1 การระบุสภาพทั่วไป สาเหตุ ปัจจัย ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการตั้งประเด็นปัญหาได้	1.00
สถานการณ์ที่ 2 เรื่อง ครกกระเดื่อง ข้อที่ 1 การประเมินกระบวนการที่กำหนดให้ว่าสามารถใช้ในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่	สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง วิกฤตการณ์น้ำเสีย ข้อที่ 2 การประเมินกระบวนการที่กำหนดให้ว่าสามารถใช้ในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่	1.00
สถานการณ์ที่ 1 การขึ้น-ตกของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ ข้อที่ 2 การบรรยายและแปลความหมายของข้อมูลจากสารสนเทศที่กำหนดให้ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง วิกฤตการณ์น้ำเสีย ข้อที่ 3 การบรรยายและแปลความหมายของข้อมูลจากสารสนเทศที่กำหนดให้ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	1.00
สถานการณ์ที่ 1 การขึ้น-ตกของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์	สถานการณ์ที่ 2 เรื่อง แรงต้านอากาศ ข้อที่ 1 การบรรยายและแปลความหมายของข้อมูล	

ข้อคำถามในการประเมิน		ผลการลง
แบบวัดสมรรถนะก่อนเรียน	แบบวัดสมรรถนะหลังเรียน	ความ คิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
ข้อที่ 3 การบรรยายและแปลความหมายของ ข้อมูลจากสารสนเทศที่กำหนดให้ โดยใช้ หลักฐานเชิงประจักษ์	จากสารสนเทศที่กำหนดให้ โดยใช้หลักฐาน เชิงประจักษ์	
สถานการณ์ที่ 3 เรื่อง การถ่ายโอนความ ร้อน ข้อที่ 1 การบรรยายและแปลความหมายของ ข้อมูลจากสารสนเทศที่กำหนดให้ โดยใช้ หลักฐานเชิงประจักษ์	สถานการณ์ที่ 2 เรื่อง แรงดันอากาศ ข้อที่ 3 การระบุสภาพทั่วไป สาเหตุ ปัจจัยที่ เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสารสนเทศที่ กำหนดให้	0.67


จากตารางแสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบ
ความเป็นคู่ขนานของแบบวัดสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า
แบบวัดทุกข้อย่อย ในแต่ละสถานการณ์ที่พิจารณาความสอดคล้องของจุดเน้นในแต่ละข้อ มีความ
สอดคล้องกันแบบคู่ขนานทั้งในแบบวัดสมรรถนะก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าความสอดคล้อง (IOC)
อยู่ระหว่าง 0.67 – 1

สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจ
แบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริง
เป็นฐานบนแพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ

ตาราง สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงเป็นฐานบนแพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือ

ที่	ประเด็นในการสังเกต	ความสอดคล้องของประเด็นในการประเมิน		การประเมินความสอดคล้อง	
		กระบวนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับสภาพแวดล้อม	สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	ความสอดคล้องของประเด็นในแบบประเมินกับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	ความชัดเจนของประเด็นเชิงพฤติกรรม
1	ตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบโดยที่คำถามนั้นผ่านการพิจารณาแล้วว่าสามารถใช้ในการหาคำตอบได้ ผ่านการแสดงความคิดเห็น การเขียนหรือ พิมพ์ ลงในแพลตฟอร์ม ใบบงานในรูปแบบออนไลน์หรือแบบกระดาษ	1.ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม 2. ขั้นศึกษาสถานการณ์	1) ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจาก การ ค ี ก ข า ท ำ ง วิ ท ย า ศ า ส ต ร์ ที่ กำหนดให้ 2) แยกแยะได้ว่า ประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	1.00	1.00
2	แสดงวิธีการในการหาความรู้ การออกแบบการทดลอง หรือ กระบวนการอื่น ๆ	4. ขั้นออกแบบแนวคิด	1) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) ประเมินวิธีสำรวจ	1.00	1.00

ที่	ประเด็นในการสังเกต	ความสอดคล้องของประเด็นในการประเมิน		การประเมินความสอดคล้อง	
		กระบวนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับสภาพแวดล้อม	สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	ความสอดคล้องของประเด็นในแบบประเมินกับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์	ความชัดเจนของประเด็นเชิงพฤติกรรม
	ที่นำมาซึ่งคำตอบภายในกลุ่ม ผ่านการแสดงความคิดเห็น การเขียนหรือพิมพ์ลงในแพลตฟอร์ม ใบงานในรูปแบบออนไลน์หรือแบบกระดาษ		ตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 3) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล		
3	แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูล การหาคำตอบ ผ่านการปฏิบัติในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทดลองผ่านอุปกรณ์วัสดุ สารเคมี สื่อจำลองแบบโต้ตอบเสมือนจริง หรือชุดอุปกรณ์กิจกรรม เป็นต้นตามที่ได้ออกแบบไว้	5. ขั้นสำรวจตรวจสอบ	และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	1.00	1.00
4	บันทึกและเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเป็นระบบ เช่น ในรูปแบบตาราง			1.00	1.00

ที่	ประเด็นในการ สังเกต	ความสอดคล้องของประเด็นในการ ประเมิน		การประเมินความ สอดคล้อง	
		กระบวนการ จัดการเรียนรู้ ร่วมกับ สภาพแวดล้อม	สมรรถนะการสืบ สอบทาง วิทยาศาสตร์	ความ สอดคล้อง ของประเด็น ในแบบ ประเมินกับ สมรรถนะการ สืบสอบทาง วิทยาศาสตร์	ความ ชัดเจน ของ ประเด็น เชิง พฤติกรรม
	บันทึกผล การ บันทึกภาพ วิดีทัศน์ การบันทึกผลใน รูปแบบข้อความ กราฟ และแบบอื่น ๆ ผ่านเครื่องมือ ของแพลตฟอร์ม ใบ งานออนไลน์ หรือ ใบงานในรูปแบบ กระดาษ				
5	แสดงพฤติกรรม การอภิปราย การ ทดลอง หรือการ สืบค้นความรู้เพื่อ ต่อยอดไปสู่ สถานการณ์ใหม่ได้ ผ่านการอภิปราย ร่วมกันภายในกลุ่ม และการเขียนผ่าน แบบปฏิบัติการ หรือใบงานใน รูปแบบออนไลน์/ กระดาษ			1.00	1.00
6	สถานการณ์ใน ชีวิตประจำวัน จะต้องมีการ	6. ขั้นสรุปและ ขยายความรู้		1.00	1.00

ที่	ประเด็นในการ สังเกต	ความสอดคล้องของประเด็นในการ ประเมิน		การประเมินความ สอดคล้อง	
		กระบวนการ จัดการเรียนรู้ ร่วมกับ สภาพแวดล้อม	สมรรถนะการสืบ สอบทาง วิทยาศาสตร์	ความ สอดคล้อง ของประเด็น ในแบบ ประเมินกับ สมรรถนะการ สืบสอบทาง วิทยาศาสตร์	ความ ชัดเจน ของ ประเด็น เชิง พฤติกรรม
	ประยุกต์ใช้ทฤษฎี แหล่งอ้างอิง และใช้ ความรู้ในการหา คำตอบ หรือใช้อธิบายสถานการณ์ นั้นได้				
7	กระบวนการสืบ สอบช่วยในการหา คำตอบ และช่วย แก้ปัญหาหรือ สถานการณ์ใน ชีวิตประจำวันได้			1.00	1.00
8	กระบวนการสืบ สอบทาง วิทยาศาสตร์ช่วย ต่อยอดความรู้ไปสู่ สถานการณ์ใหม่ได้			1.00	1.00

ประเด็นในสังเกตพฤติกรรมการสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง
เสมือนจริงเป็นฐานบนแพลตฟอร์มออนไลน์แบบร่วมมือมีความสอดคล้องกับกระบวนการจัดการ
เรียนรู้ร่วมกับสภาพแวดล้อม สมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์โดยข้อความที่ใช้ในการพิจารณา
ขณะสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจน

สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจ
แบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

ตาราง สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบประเมิน
กระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

ที่	ประเด็นในแบบประเมิน กระบวนการการเรียนรู้ที่ ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบ ทางวิทยาศาสตร์	ความสอดคล้องของ ประเด็นในการ ประเมินกับ กระบวนการจัดการ เรียนรู้ร่วมกับ สภาพแวดล้อม	การประเมินความสอดคล้อง ความสอดคล้อง ของประเด็นใน แบบประเมิน กับกระบวนการ จัดการเรียนรู้ ร่วมกับ สภาพแวดล้อม	ความ เหมาะสม ของระดับ คะแนน
ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้				
1	การระบุปัญหาที่ชัดเจน จะ นำไปสู่การออกแบบวิธีการได้ สอดคล้องกับประเด็นปัญหา อย่างมีเป้าหมาย	1.ขั้นเชื่อมโยง ประสบการณ์เดิม 2. ขั้นศึกษา สถานการณ์	1.00	1.00
2	การระบุปัญหา การระบุตัวแปร และ การ ตั้ง ส ม ม ตี ฐ า น มี ความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน	3. ขั้นสะท้อนคิดจาก สถานการณ์	1.00	1.00
3	การสืบค้นและรวบรวมแนวคิดที่ เกี่ยวข้องจะช่วยนำไปสู่การ ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ดี ยิ่งขึ้น	4. ขั้นออกแบบ แนวคิด	1.00	1.00
4	การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ควรออกแบบให้มีมากกว่า 1 แนวทาง เพื่อใช้เป็นตัวเลือกใน การพิจารณาแนวทางที่ดีที่สุด		1.00	1.00
5	การมีสื่อจำลองแบบเสมือนจริง ช่วยในการออกแบบวิธีการ แก้ปัญหาได้ดีขึ้น	5. ขั้นสำรวจ ตรวจสอบ	1.00	1.00
6	สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน จะต้องมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎี แหล่งอ้างอิง และใช้ความรู้ใน		1.00	1.00

ที่	ประเด็นในแบบประเมิน กระบวนการการเรียนรู้ที่ ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบ ทางวิทยาศาสตร์	ความสอดคล้องของ ประเด็นในการ ประเมินกับ กระบวนการจัดการ เรียนรู้ร่วมกับ สภาพแวดล้อม	การประเมินความสอดคล้อง ความสอดคล้อง ของประเด็นใน แบบประเมิน กับกระบวนการ จัดการเรียนรู้ ร่วมกับ สภาพแวดล้อม	ความ เหมาะสม ของระดับ คะแนน
	การหาคำตอบหรือใช้อธิบาย สถานการณ์นั้นได้			
7	กระบวนการสืบสอบช่วยในการ หาคำตอบ และช่วยแก้ปัญหา หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ได้		1.00	1.00
8	กระบวนการสืบสอบทาง วิทยาศาสตร์ช่วยต่อยอดความรู้ ไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้	6. ขั้นสรุปและขยาย ความรู้	1.00	1.00
ด้านระบบการจัดการเรียนรู้				
1	ระบบ Pocket Lab เข้าสู่ระบบ ได้ง่าย โดยนักเรียนไม่ต้อง ดำเนินการสมัครและใช้อีเมลของ ตนเอง		1.00	1.00
2	ระบบ Pocket Lab มีความ เสถียรในการใช้งาน เช่น การ โหลดของหน้าเว็บไซต์ หรือการ อัปโหลดภาพต่าง ๆ ที่ดี ใช้งาน ได้		1.00	1.00
3	ระบบ Pocket Lab สามารถ เรียนรู้ผ่านอุปกรณ์ส่วนตัว หรือ อุปกรณ์พกพาที่ครูจัดเตรียมให้ ได้อย่างสะดวก		1.00	1.00
4	ระบบ Pocket Lab เป็นระบบที่ รองรับการเรียนรู้แบบออนไลน์ ออนไลน์ หรือแบบผสมผสานได้		1.00	1.00
5	ระบบ Pocket Lab สามารถใช้		1.00	1.00

ที่	ประเด็นในแบบประเมิน กระบวนการการเรียนรู้ที่ ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบ ทางวิทยาศาสตร์	ความสอดคล้องของ ประเด็นในการ ประเมินกับ กระบวนการจัดการ เรียนรู้ร่วมกับ สภาพแวดล้อม	การประเมินความสอดคล้อง ความสอดคล้อง ของประเด็นใน แบบประเมิน กับกระบวนการ จัดการเรียนรู้ ร่วมกับ สภาพแวดล้อม	ความ เหมาะสม ของระดับ คะแนน
	แทนสมุดจด แบบปฏิบัติการ หรือแบบฝึกหัด (Paper-based) ได้			
6	ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้ นักเรียนเข้าถึงสื่อประเภทต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก เช่น สื่อวิดีโอ (Youtube) หรือสื่อสถานการณ์ จำลองแบบเสมือนจริง (Phets)		1.00	1.00
7	ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้ นักเรียนสามารถจดบันทึก เพิ่มเติมในรูปแบบต่าง ๆ ได้ หลากหลาย เช่น ข้อความ ตาราง หรือกราฟ		1.00	1.00
8	ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้ นักเรียนเรียนรู้อย่างเป็นระบบ และเป็นขั้นตอนตามที่ผู้สอน ออกแบบ		1.00	1.00
9	ระบบ Pocket Lab ช่วยเอื้อให้ นักเรียนเรียนรู้ในรูปแบบกลุ่ม แบบร่วมมือรวมพลัง		1.00	1.00
10	ระบบ Pocket Lab มีระบบที่ เอื้อต่อการได้รับการป้อนกลับ (Feedback) ของนักเรียนจาก ผู้สอน		1.00	1.00
11	ระบบ Pocket Lab ช่วยจัด ระเบียบการเรียนรู้เป็นหมวดหมู่ / โมดูล / หน่วยการเรียนรู้ ในแต่ละ ครั้งได้ดี		1.00	1.00

ที่	ประเด็นในแบบประเมิน กระบวนการการเรียนรู้ที่ ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบ ทางวิทยาศาสตร์	ความสอดคล้องของ ประเด็นในการ ประเมินกับ กระบวนการจัดการ เรียนรู้ร่วมกับ สภาพแวดล้อม	การประเมินความสอดคล้อง ความสอดคล้อง ของประเด็นใน แบบประเมิน กับกระบวนการ จัดการเรียนรู้ ร่วมกับ สภาพแวดล้อม	ความ เหมาะสม ของระดับ คะแนน
12	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนอยากจดบันทึกการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การจดบันทึกในกระดาษทั่วไป		1.00	1.00
13	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะคาบการทดลอง (Lab) มากขึ้น		1.00	1.00
14	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบกลุ่ม เนื่องจากสามารถแสดงผลหรือคำตอบจากเครื่องอื่น ๆ ได้		1.00	1.00
15	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น การอภิปราย เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีทั้งแสดงความคิดเห็นแบบรายบุคคล แบบกลุ่ม หรือการแลกเปลี่ยนในห้องเรียน		1.00	1.00
16	ระบบ Pocket Lab ช่วยทำให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความสุขได้ในอนาคต		1.00	1.00

ประเด็นในแบบประเมินกระบวนการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับสภาพแวดล้อมและมีความเหมาะสมของระดับคะแนน

**สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจ
แบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงาน**

ตาราง สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบประเมินร่องรอย
การเรียนรู้จากชิ้นงาน

ที่	ประเด็นในแบบประเมิน ร่องรอยการเรียนรู้	ความสอดคล้องของ ประเด็นในการประเมิน กับสมรรถนะการสืบ สอบทางวิทยาศาสตร์	การประเมินความสอดคล้อง	
			ความสอดคล้อง ของประเด็นใน แบบประเมิน กับสมรรถนะ การสืบสอบทาง วิทยาศาสตร์	ความเหมาะสม ของระดับ คะแนนและ ประเด็นในแบบ ประเมิน
1	การระบุประเด็นปัญหาจาก สถานการณ์	1) ผู้เรียนระบุปัญหาที่ ต้องการสำรวจตรวจสอบ	1.00	1.00
2	ระบุสาเหตุของปัญหาจาก สถานการณ์	จากการศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1.00	1.00
3	การกำหนดประเด็นปัญหา	2) แยกแยะได้ว่าประเด็น	1.00	1.00
4	การระบุตัวแปร	ปัญหาหรือคำถามใด	1.00	1.00
5	การตั้งสมมติฐาน	สามารถตรวจสอบได้	1.00	1.00
6	การรวบรวมแนวคิด และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	ด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์	1.00	1.00
7	การออกแบบกระบวนการ ทดลอง หรือแก้ปัญหาจาก สถานการณ์	1) เสนอวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1.00	1.00
8	การเลือกวิธีการที่ดีที่สุด หรือประยุกต์ใช้สื่อจำลอง แบบโต้ตอบเสมือนมาใช้ใน การออกแบบวิธีการเพิ่มเติม พร้อมระบุเหตุผลสนับสนุน ที่เลือกใช้วิธีการดังกล่าว	2) ประเมินวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 3) บรรยายและประเมิน วิธีการต่าง ๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ	1.00	1.00
9	การศึกษา ทดลอง และ รวบรวมข้อมูล	ยืนยันถึงความน่าเชื่อถือ ของข้อมูล และความ	1.00	1.00
10	การวิเคราะห์ ตีความ และ ลงข้อสรุปข้อมูล	เป็นกลางและการสรุป อ้างอิงจากคำอธิบาย	1.00	1.00

11	การออกแบบกระบวนการ วิธีการที่ใช้ในการแก้ไข สถานการณ์ พร้อมระบุ เหตุผลสนับสนุน	1.00	1.00
----	--	------	------

ประเด็นในแบบประเมินร่องรอยการเรียนรู้จากชิ้นงานมีความสอดคล้องกับสมรรถนะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ และมีความเหมาะสมของระดับคะแนนที่กำหนดในรูปแบบ Rubric ทั้งนี้ขอให้มีการปรับข้อความให้มีความคงที่ เช่น การใช้ “การหรือความ” นำหน้าเพื่อจำกัดความในประเด็นต่าง ๆ



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายสิทธิชัย สิงหเสนา
วัน เดือน ปี เกิด	10 พฤศจิกายน 2536
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	448 ซอยประชาอุทิศ 59 แยก 5 แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140

