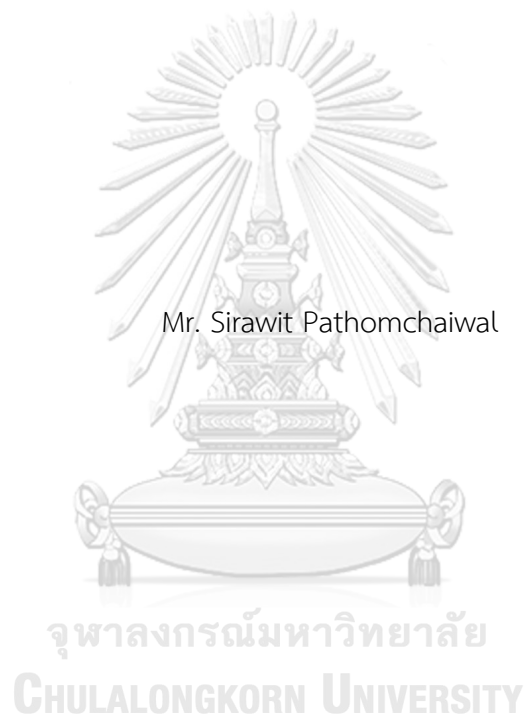


การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายใน
กรุงเทพมหานคร



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY OF UPPER SECONDARY EARTH SCIENCE TEACHERS' PEDAGOGICAL CONTENT
KNOWLEDGE IN BANGKOK METROPOLITAN



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
FACULTY OF EDUCATION
Chulalongkorn University
Academic Year 2020
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกรวมวิธีการสอนของครู วิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายใน กรุงเทพมหานคร
โดย	นายศิริวิทย์ ปฐมชัยวาลย์
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สลา สามิภักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย จุฑะโกสิทธิ์กานนท์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุขชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา ดาสา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สลา สามิภักดิ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย จุฑะโกสิทธิ์กานนท์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์)

ศิริวิทย์ ปฐมชัยวาลย์ : การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์
 โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร. (A STUDY OF UPPER
 SECONDARY EARTH SCIENCE TEACHERS' PEDAGOGICAL CONTENT
 KNOWLEDGE IN BANGKOK METROPOLITAN) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.สลา
 สามีภักดิ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร.วิชัย จุฑะโกสิทธิ์กานนท์

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจมีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 2. เพื่อศึกษาระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 3. เพื่อศึกษาการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้แบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก และแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก แบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอน แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินบันทึกหลังสอน ผลการวิจัยพบว่า 1. สภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกสรุปได้ดังนี้ ด้านหลักสูตร และด้านการวัดและประเมินผล ไม่พบปัญหา ปัญหาส่วนใหญ่เป็นปัญหาทางด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ครูไม่สามารถเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมได้ 2. ระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกส่วนใหญ่อยู่ในระดับพื้นฐาน 3. ครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจะทำการวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้และสื่อการสอน และให้ความสำคัญกับสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ สิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ และความแตกต่างกันของวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน และการสืบสอบและการนำเสนอ และประเมินความก้าวหน้าโดยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในระหว่างเรียนรู้และหลังจากการเรียนรู้เสมอ

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์

ลายมือชื่อนิสิต

ปีการศึกษา 2563

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

6183378727 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORD: EARTH SCIENCE TEACHERS' PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE,
STATES AND ISSUES IN EARTH SCIENCE INSTRUCTION

Sirawit Pathomchaiwal : A STUDY OF UPPER SECONDARY EARTH SCIENCE
TEACHERS' PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE IN BANGKOK
METROPOLITAN. Advisor: Asst. Prof. Sara Samiphak, Ph.D. Co-advisor: Asst.
Prof. VICHAI CHUTAKOSITKANON, Ph.D.

This survey research has three objectives: 1. Study states and issues in Earth Science instruction of upper secondary earth science teachers, 2. Determine the level of their pedagogical content knowledge, and 3. Study three earth science teachers, including their preparation and teaching. These teachers have high-level of pedagogical content knowledge. Research tools include States and Issues in Earth Science Instruction questionnaires, Pedagogical Content Knowledge questionnaires, an interview guide for earth science instruction, Earth Science Instruction observation forms, lesson plan evaluation forms, and post-lesson reflection evaluation forms. The research findings show that 1. Most teachers did not experience issues regarding the Earth Science curriculum, or the measurement and evaluation. Most issues arose from teachers' methods of teaching and strategies, e.g., how to design learning activities that suit the Earth Science content when they did not have access to appropriate educational media. 2. Most teachers had basic level of pedagogical content knowledge. 3. While planning and instructing their lessons, the three exemplary earth science teachers analyzed the curriculum to determine the learning goals and selected appropriate educational media. They put an emphasis on difficult topics, students' needs, students with different learning styles, ways to make and present inquiry-based lessons. These teachers always assessed students' understanding during and after class periods.

Field of Study: Science Education

Student's Signature

Academic Year: 2020

Advisor's Signature

Co-advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดี จากความเมตตาและความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สลา สามิภักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย จุฑะโกสิทธิ์กานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาองค์ความรู้ทางการศึกษา และองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้วิจัย อีกทั้งคุณากรยี่ให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยทางการศึกษา ตลอดจนการเป็นแบบอย่างที่ดีในการเป็นนักวิจัยทางการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ที่มุ่งมั่นต่อการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ผู้วิจัยขอกราบพระคุณท่านอาจารย์มา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา ดาสา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำเพื่อพัฒนาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 4 ท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัคนีวุธ จิรภิญญา กุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชคชัย ยืนยง อาจารย์ ดร.ฐิติพรรณ อัศวินเจริญกิจ และอาจารย์วิทยา อินโท ที่ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาบดีคณะครุศาสตร์ ผู้อำนวยการโรงเรียน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ฤทัย เพลงวัฒนา และอาจารย์มนตรี ประเสริฐฤทธิ์ ที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือผู้วิจัยให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการเก็บข้อมูลได้อย่างราบรื่น

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยในการทำวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีตลอดมา

ศิริวิทย์ ปฐมชัยวาลย์

สารบัญ

	หน้า
.....	ค
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
คำถามวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	7
ผลิตภัณฑ์ และผลลัพธ์ของโครงการวิจัย.....	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
1. วิทยาศาสตร์โลก.....	12
1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์โลก.....	12
2. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก.....	12
2.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก.....	13

2.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก	14
2.3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก.....	15
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก	44
3. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน	46
3.1 ความหมายของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน.....	46
3.2 กรอบแนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน.....	49
3.3 องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน	53
3.4 กรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก	71
3.5 แนวทางการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน	86
3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน	96
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	108
1. รูปแบบการวิจัย.....	108
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	109
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	114
4. การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	125
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	128
6. ความถูกต้องและน่าเชื่อถือของการวิจัย.....	129
7. จริยธรรมในการเก็บข้อมูลวิจัย	129
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	131
ตอนที่ 1 สภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	131
ตอนที่ 2 ระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอน ปลาย.....	157
ตอนที่ 3 การวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอน ปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ	161

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	193
5.1 สรุปผลการวิจัย	194
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	199
5.3 ข้อเสนอแนะ	206
บรรณานุกรม.....	209
ภาคผนวก.....	218
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	219
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	220
ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก	232
ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	239
ประวัติผู้เขียน.....	255

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบระหว่างตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในวิชาวิทยาศาสตร์โลก ตามมาตรฐานยุคใหม่.....	20
ตารางที่ 2 วิธีสอนที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลกโดยเฉพาะเนื้อหาธรณีวิทยา.....	24
ตารางที่ 3 วิธีการสืบสอบ 6 วิธีที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก.....	26
ตารางที่ 4 วิธีการสืบสอบ 3 วิธีที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก (Kim et al., 2005; Park & Park, 2013).....	31
ตารางที่ 5 ร้อยละของความถี่สัมพัทธ์ในวิธีการสืบสอบที่พบจากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในประเทศสหรัฐอเมริกา (Park et al., 2009).....	38
ตารางที่ 6 วิธีการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์โลกที่เหมาะสมกับระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูม (McConnell et al., 2003).....	42
ตารางที่ 7 เครื่องมือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกในส่วนของเนื้อหาธรณีวิทยาจากกระบวนการเรียนรู้โดยการออกภาคสนาม (Ruckert, 2009).....	43
ตารางที่ 8 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ (Hassard & Dias, 2013).....	56
ตารางที่ 9 เป้าหมายของแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Magnusson et al., 1999).....	59
ตารางที่ 10 ลักษณะทั่วไปของการเรียนการสอนที่ครูดำเนินการตามแนวทางการตัดสินใจในการสอนที่เฉพาะเจาะจง (Magnusson et al., 1999).....	60
ตารางที่ 11 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับในหัวข้อที่เฉพาะเจาะจงในวิทยาศาสตร์โลก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)	75
ตารางที่ 12 ความรู้ที่จำเป็นต้องมีก่อนสำหรับการเรียนรู้ในหัวข้อที่เฉพาะเจาะจงในวิทยาศาสตร์โลก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)	77
ตารางที่ 13 ตัวอย่างกิจกรรมที่ใช้วิธีการสืบสอบสำหรับวิทยาศาสตร์โลก (Park et al., 2009).....	79
ตารางที่ 14 องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีของครูวิทยาศาสตร์โลก.....	84

ตารางที่ 15 ประเภทของการวัดและประเมินผลของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครู วิทยาศาสตร์ (Chan & Hume, 2019).....	86
ตารางที่ 16 การเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา	90
ตารางที่ 17 จำนวนครูจำแนกตามระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก (N = 45)	113
ตารางที่ 18 ตารางวางแผนการพัฒนาเครื่องมือของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	117
ตารางที่ 19 เกณฑ์การประเมินระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน	118
ตารางที่ 20 เกณฑ์การพิจารณาความยาก (โชติกา ภาชีผล, 2559).....	120
ตารางที่ 21 เกณฑ์การพิจารณาอำนาจจำแนก (โชติกา ภาชีผล, 2559).....	120
ตารางที่ 22 การวิเคราะห์คุณภาพข้อคำถามรายข้อ	121
ตารางที่ 23 จำนวนและร้อยละของครูวิทยาศาสตร์โลก จำแนกตามสถานภาพทั่วไป (N = 63)...	132
ตารางที่ 24 จำนวนและร้อยละของครูวิทยาศาสตร์โลก จำแนกตามประสบการณ์ในการเป็นครู วิทยาศาสตร์โลก (N = 63).....	140
ตารางที่ 25 จำนวนและร้อยละของคำตอบของครูวิทยาศาสตร์โลกเกี่ยวกับสภาพของการจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก (N = 63).....	142
ตารางที่ 26 จำนวนและร้อยละของคำตอบของครูวิทยาศาสตร์โลกเกี่ยวกับสภาพของการจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก (N = 63).....	145
ตารางที่ 27 จำนวนและร้อยละของคำตอบของครูวิทยาศาสตร์โลกเกี่ยวกับสภาพของการจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก (N = 63)..	149
ตารางที่ 28 จำนวนและร้อยละของคำตอบของครูวิทยาศาสตร์โลกเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก (N = 63).....	152
ตารางที่ 29 จำนวนและร้อยละของคำตอบของครูวิทยาศาสตร์โลกเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก (N = 63).....	153
ตารางที่ 30 จำนวนและร้อยละของคำตอบของครูวิทยาศาสตร์โลกเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก (N = 63)..	155

ตารางที่ 31 จำนวน และร้อยละของครูวิทยาศาสตร์โลก จำแนกตามสถานภาพทั่วไป (N = 45).. 158

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก (N = 45)..... 159

ตารางที่ 33 จำนวน และร้อยละของครูจำแนกตามระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก (N = 45)..... 160



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ความรู้ด้านเนื้อหา.....	46
ภาพที่ 2 วงกลมสองวงที่เป็นตัวแทนของความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านวิธีการสอน (Mishra & Koehler, 2006).....	49
ภาพที่ 3 วงกลมสองวงของความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านวิธีการสอนที่มีพื้นที่ทับซ้อนกันเป็นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (Mishra & Koehler, 2006).....	50
ภาพที่ 4 องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ (Magnusson et al., 1999).....	58
ภาพที่ 5 รูปแบบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก.....	85
ภาพที่ 6 รายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอนของครูกอร์ดอน (Bertram, 2014).....	94
ภาพที่ 7 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	106
ภาพที่ 8 กราฟแสดงช่วงอายุของครูวิทยาศาสตร์โลก.....	137
ภาพที่ 9 กราฟแสดงวุฒิการศึกษาปริญญาตรีของจำนวนครูวิทยาศาสตร์โลก.....	138
ภาพที่ 10 กราฟความถี่ของการศึกษาและวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางก่อนออกแบบการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก.....	144
ภาพที่ 11 กราฟวิธีการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลก.....	147
ภาพที่ 12 กราฟสื่อวัสดุที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก.....	148
ภาพที่ 13 กราฟสื่อเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก.....	149
ภาพที่ 14 กราฟประเภทของการประเมินการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก.....	151
ภาพที่ 15 กราฟปัญหาด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลก.....	153
ภาพที่ 16 กราฟปัญหาด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก.....	155
ภาพที่ 17 กราฟปัญหาด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก.....	157

ภาพที่ 18 กราฟแสดงจำนวนครูวิทยาศาสตร์โลกตามระดับความรู้ในเนื้อหาแนววิธีการสอนของครู
วิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย..... 160



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

การศึกษาวิทยาศาสตร์โลกเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของโลกอย่างเป็นระบบ การเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก การเปลี่ยนแปลงภายในโลก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงการสำรวจและนำทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนมีความสำคัญอย่างยิ่ง และส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ ความปลอดภัย และความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่สัมพันธ์กับชีวิตมนุษย์ทำให้ประชากรตระหนักว่ามนุษย์มีความสามารถในการใช้ชีวิตที่ยั่งยืนบนโลกและลดผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนมีหลักฐานเพิ่มขึ้นตลอดมาว่าพลเมืองเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และจำเป็นต้องได้รับข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของระบบโลก เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร การระบาดของโรคที่เกิดขึ้นทั่วโลก การใช้ทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน และวิธีการปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพ โดยการออกจากการปฏิบัติแบบดั้งเดิมและการรับรู้แบบดั้งเดิม ความรู้ความเข้าใจเชิงลึกด้านสิ่งแวดล้อมและธรณีจรรยาบรรณจะนำไปสู่การศึกษาเพื่อความยั่งยืนอันเป็นเครื่องมือที่ต้องการของพลเมืองโลกเพื่อจัดการกับความซับซ้อนของปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างเร่งด่วน (The Geological Society of America, 2016; King, 2021; Vasconcelos & Orion, 2021) เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกระบุว่า เพื่อให้นักเรียนเข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์โลก และเพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติของวิชา และข้อจำกัดในการศึกษาวิทยาศาสตร์โลก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) ทั้งนี้การเรียนรู้อาเซียนวิทยาศาสตร์โลกอย่างลึกซึ้ง ต้องอาศัยการสืบค้นข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ในปัจจุบันเพื่อสืบสาวไปถึงเหตุการณ์ของโลกในอดีต ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการสืบค้นข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งเกิดเป็นความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์โลก (The Geological Society of America, 2016; ฤทัย เพลงวัฒนา, 2556)

ด้วยเป้าหมายของการจัดการศึกษาตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2579 ที่สำคัญ คือ ระบบการศึกษาที่มีคุณภาพ และสามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุขีดความสามารถเต็มตาม

ศักยภาพ โดยมีตัวชี้วัดที่สำคัญ เช่น นักเรียนมีคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (O-NET) แต่ละวิชาผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 50 ขึ้นไป (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) หากพิจารณาคะแนนเฉลี่ย O-NET ในวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะสาระกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2559 – 2562 โดยคะแนนในแต่ละปีมีคะแนนเฉลี่ย O-NET คิดเป็นร้อยละของคะแนนรวมในวิชาวิทยาศาสตร์ คือ ร้อยละ 27.93 ร้อยละ 40.28 ร้อยละ 36.60 และร้อยละ 21.78 ตามลำดับ (ปีการศึกษา 2559 – 2562) ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ย O-NET ในสาระกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกในปีการศึกษา 2559 – 2562 มีแนวโน้มต่ำลง และนักเรียนยังมีคะแนนเฉลี่ย O-NET ในสาระกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกไม่ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 50 ขึ้นไปตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ในตัวชี้วัดของเป้าหมายของการจัดการศึกษาตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2579 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) และ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559, 2560, 2561, 2562)

สาเหตุหนึ่งที่ทำให้คะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐานในภาพรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่ำอาจมาจากพฤติกรรมการสอนของครูที่บางครั้งครูมุ่งเน้นให้เด็กท่องจำมากเกินไปในขณะที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมักทดสอบความรู้ความจำมากกว่าความเข้าใจหรือบางครั้งครูมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นครูเป็นสำคัญมากกว่าการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เอื้อมพร หลินเจริญ และคณะ, 2552) คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา (2562) ยังระบุว่า สภากรรมการจัดการศึกษาที่ผ่านมาทำให้นักเรียนขาดทักษะและสมรรถนะที่จำเป็น การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่เน้นเนื้อหาสาระและความจำมากกว่าการพัฒนาทักษะและสมรรถนะส่งผลให้ผู้เรียนขาดการพัฒนาทักษะ เช่น ทักษะการคิดทั้งการคิดวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา การตั้งคำถาม และแสวงหาความรู้ รวมทั้งขาดการพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลสารสนเทศ

นอกเหนือจากปัญหาการจัดการเรียนการสอนของครูที่เป็นปัญหาในภาพรวม ครูวิทยาศาสตร์โลกส่วนใหญ่ยังเผชิญกับปัญหาการขาดประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนเนื่องจากรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลกเพิ่งเริ่มต้นสอนในรายวิชาพื้นฐานโลก ดาราศาสตร์และอวกาศซึ่งบรรจุในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 เป็นครั้งแรก และในหลักสูตรการผลิตครูของประเทศไทยยังไม่มีเอกวิชาวิทยาศาสตร์โลกโดยตรงทำให้ครูสอนวิทยาศาสตร์โลกตามโรงเรียนส่วนใหญ่ไม่ใช่ครูที่จบการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์โลกโดยตรง แต่เป็นครูที่จบวิชาเอกฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา หรือวิทยาศาสตร์ทั่วไป ซึ่งครูบางท่านอาจจะไม่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โลกมาในระดับ

ปริญญาตรีเลยก็ได้ (ฤทัย เพลงวัฒนา, 2556; วิชัย จุฑะโกสิทธิ์กานนท์, 2559) ปัญหาของครูในด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์โลกยังเพิ่มและซับซ้อนมากขึ้นกว่าแต่ก่อน เนื่องจากหลักสูตรฉบับปรับปรุง 2560 ได้เพิ่มเนื้อหาการเรียนรู้ให้ลึกซึ้งขึ้น เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ พบว่ามีเนื้อหาสาระที่เพิ่มขึ้นจากรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายคือเนื้อหาในเรื่องของการเกิดลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ข้อมูลสารสนเทศทางอุตุนิยมวิทยากับการใช้ประโยชน์ และข้อมูลสารสนเทศทางอุตุนิยมวิทยากับการใช้ประโยชน์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) นั่นหมายความว่าครูผู้สอนวิทยาศาสตร์โลกเดิมจำเป็นต้องศึกษา และทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระดังที่กล่าวมาเพิ่มเติมด้วยตนเองพร้อมพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของตนเองให้เหมาะสม และสอดคล้องกับหลักสูตรฉบับปรับปรุง 2560 ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์โลกต้องมีการพัฒนาการสอนของตนเองอยู่เสมอ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อยืนยันสมมติฐานที่กล่าวไปข้างต้น และครูเหล่านี้ต้องการความช่วยเหลือหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด

ในปัจจุบันเป็นที่รับรู้กันอย่างกว้างขวางในกลุ่มนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ว่า แม้ครูจะมีความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Content Knowledge) มาก รวมถึงมีความรู้ด้านวิธีการสอน (Pedagogical Knowledge) หลังจากที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการจัดกระบวนการเรียนรู้และวิธีสอนอย่างหลากหลายแต่ครูก็ยังประสบปัญหาในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่ระบุว่า ครูมีปัญหการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานของหลักสูตรจึงทำให้การเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร อนึ่ง Shulman ได้เสนอคำว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (Pedagogical Content Knowledge, PCK) ซึ่งเป็นความรู้ด้านเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและบูรณาการกับวิธีการสอน รวมถึงวิธีการนำเสนอ และการกำหนดหัวข้อที่เอื้อให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจขึ้นมาได้ (Mishra & Koehler, 2006)

Chan and Hume (2019) ได้ศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนพบว่ามีงานวิจัยหลายชิ้นทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้อ้างถึงรูปแบบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ของ Magnusson et al. (1999) โดยความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ของ Magnusson et al. (1999) เป็นการปรับเปลี่ยน (transformation) ความรู้และ

ความเชื่อทั้ง 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอ ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน และแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอ และความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน สะท้อนถึงแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ (Magnusson et al., 1999) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงไม่วัดแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ในกรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกโดยตรง จึงได้วางกรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกโดยแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ความรู้เกี่ยวกับการประเมินสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก หากครูมีความเข้าใจและปฏิบัติตามความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนก็จะทำให้นักเรียนเข้าใจถึงกระบวนการต่าง ๆ ของโลก ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับระบบโลก และการเข้าใจถึงสาเหตุและผลกระทบทางสังคมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงของระบบโลก ตลอดจนการเข้าใจการผลิตและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน (The Geological Society of America, 2016) รวมถึงส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น (Sadler et al., 2013) และอาจทำให้คะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในวิชาวิทยาศาสตร์โลกที่สูงขึ้น

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้วิจัยมุ่งเน้นการศึกษาระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อสำรวจความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนว่าอยู่ในระดับใด ในกรณีนี้ผู้วิจัยแบ่งความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ (1) ระดับจำกัด (2) ระดับพื้นฐาน (3) ระดับเชี่ยวชาญ และ (4) ระดับต้นแบบ ตาม Park, et al. (2008) (อ้างถึงใน Park et al., 2011) นอกจากนี้การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสามารถพัฒนาได้หลายรูปแบบ อาทิ การเรียนรู้จากการทำงานแบบร่วมมือรวมพลัง การเรียนรู้จากการสะท้อนคิด การเรียนรู้จากบริบทจริง และการเรียนรู้จากครุต้นแบบ (Lowery, 2002) ดังนั้นผู้วิจัยเลือกศึกษาเชิงลึกในการปฏิบัติตามกรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยเฉพาะครูที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบเพื่อให้ครูวิทยาศาสตร์โลกโดยทั่วไปมองเห็นแนวการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับ

ต้นแบบ และสามารถนำไปปรับใช้ตามขีดความสามารถของตนเองส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์โลกต่อไป

งานวิจัยนี้เลือกศึกษาครูในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานเพราะโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นหน่วยงานที่มีจำนวนครูในสังกัดมากที่สุด (ศูนย์เทคโนโลยีและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2562) ประกอบกับครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีความจำเป็นต้องจัดการเรียนการสอนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เพียงพอต่อการเข้าร่วมการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และอาจส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์โลกเข้าร่วมการแข่งขันวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศโอลิมปิกระหว่างประเทศ (IESO) ซึ่งเป็นการแข่งขันในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้การศึกษาวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นพื้นฐานของการศึกษาในระดับอุดมศึกษาทำให้ผู้วิจัยมุ่งศึกษาครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และผู้วิจัยมุ่งศึกษาในพื้นที่กรุงเทพมหานคร เมืองหลวงของประเทศไทย เนื่องจากในงานวิจัยของ รัชวดี แสงมหะหมัด (2560) ระบุว่า ชาวกรุงเทพมหานครมีโอกาสเข้าถึงการศึกษาได้มากกว่าจังหวัดอื่น ๆ ดังนั้นครูน่าจะมีโอกาสศึกษาหาความรู้ในแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้ง่ายกว่า หรือเข้าร่วมการอบรมการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์โลกที่จัดโดยองค์กรต่าง ๆ ได้สะดวกกว่า หากพบปัญหาการจัดการเรียนสอนวิทยาศาสตร์โลกในกรุงเทพมหานคร เราก็อาจบ่งชี้ว่า ในพื้นที่อื่น ๆ ในประเทศไทยย่อมประสบปัญหาเหล่านั้นด้วยเช่นกัน

คำถามวิจัย

- 1) สภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นอย่างไร
- 2) ครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เป็นอย่างไร
- 3) ครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ระดับต้นแบบมีการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครู วิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
- 2) เพื่อศึกษาระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย
- 3) เพื่อศึกษาแนวทางการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับ มัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ

ขอบเขตการวิจัย

- 1) ตัวแปรที่ศึกษา คือ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้ (1) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก (2) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก (3) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์ การเรียนการสอนและการนำเสนอสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก (4) ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก
- 2) การวิจัยนี้มุ่งศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ปีการศึกษา 2563
- 3) ประชากรและกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย โดยแบ่งตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้
 - 1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 1 สำหรับการศึกษิตตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 เพื่อ ศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย และวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 เพื่อศึกษาระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการ

สอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร

(1) สำหรับการศึกษิตตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานครที่ได้จากการตอบแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

(2) สำหรับการศึกษิตตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานครที่ได้จากการตอบแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 2 สำหรับการศึกษิตตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3 เพื่อศึกษาแนวทางการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ คือ ครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ จำนวน 3 คน

นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1) สภาพการจัดการเรียนสอนวิทยาศาสตร์โลก หมายถึง สิ่งที่เป็นอยู่จริงของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกในด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก และด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก วัดได้จากแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2) ปัญหาของการจัดการเรียนสอนวิทยาศาสตร์โลก หมายถึง สิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการจัดการเรียนสอนวิทยาศาสตร์โลกในด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก และด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก วัดได้จากแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

3) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก หมายถึง การผสมผสานของเนื้อหาและวิธีการสอนเพื่อใช้ในการถ่ายทอดและนำเสนอโดยพิจารณาถึงความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก และความรู้เกี่ยวกับการประเมินสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก วัดได้จากแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก แบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอน แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินบันทึกหลังสอน

4) กรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก หมายถึง ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยในแต่ละองค์ประกอบมีดังต่อไปนี้

(1) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์สำหรับการสอนนักเรียน รวมถึงสื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอน และความรู้ของครูเกี่ยวกับความสำคัญของหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรทั้งหมดซึ่งช่วยให้ครูสามารถระบุโน้ตหลักและแนวคิดหลัก

(2) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับหัวข้อที่ยากต่อการเรียนรู้ และความรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ความรู้อันเนื้อหาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ รวมถึงความแตกต่างของแนวทางการเรียนรู้ของนักเรียนในการเรียนรู้เนื่องจากเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ภายในหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจง

(3) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีการนำเสนอ และการจัดกิจกรรมในด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจในหัวข้อวิทยาศาสตร์

(4) ความรู้เกี่ยวกับการประเมินสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับมิติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และวิธีการประเมินการเรียนรู้

5) วิทยาศาสตร์โลก หมายถึง วิชาที่เกี่ยวข้องกับ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

6) ครูวิทยาศาสตร์โลก หมายถึง ครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์โลก และ อวกาศ ตามสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและ อวกาศ

7) ระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน หมายถึง ระดับที่ได้จากการจำแนกความรู้ใน เนื้อหาผนวกวิธีการสอนตามช่วงคะแนนของครูวิทยาศาสตร์โลกที่ได้จากการทำแบบสอบถามเรื่อง การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่ง แบ่งออกเป็น 4 ระดับ โดยในแต่ละระดับมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ระดับจำกัด คือ ระดับที่ครูวิทยาศาสตร์โลกสามารถทำแบบสอบถามเรื่อง การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้ คะแนนอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 25 ของคะแนนทั้งหมด

(2) ระดับพื้นฐาน คือ ระดับที่ครูวิทยาศาสตร์โลกสามารถทำแบบสอบถามเรื่อง การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้ คะแนนอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 26 ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด

(3) ระดับเชี่ยวชาญ คือ ระดับที่ครูวิทยาศาสตร์โลกสามารถทำแบบสอบถามเรื่อง การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้ คะแนนอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 51 ถึงร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด

(4) ระดับต้นแบบ คือ ระดับที่ครูวิทยาศาสตร์โลกสามารถทำแบบสอบถามเรื่อง การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้ คะแนนอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 76 ถึงร้อยละ 100 ของคะแนนทั้งหมด

ผลผลิต และผลลัพธ์ของโครงการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้ข้อมูลดังนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก
2. ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย

3. แนวการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพและปัญหาของการจัดการ
เรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกเป็นประโยชน์สำหรับนักการศึกษา นำข้อมูลไปใช้ในการวิจัยและ
พัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายให้มีประสิทธิภาพมาก
ยิ่งขึ้น รวมถึงการได้ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจะเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานทางการศึกษาที่ตระหนักถึงปัญหา
และมีความสนใจในการแก้ปัญหา และพัฒนาครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายให้มี
ระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกที่สูงยิ่งขึ้น

นอกจากนี้งานวิจัยทำให้ได้แนวการปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอน
ปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับครูระดับ
มัธยมศึกษาตอนปลายโดยทั่วไปสามารถนำไปศึกษา และประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกของตนเอง ตลอดจนนักการศึกษาสามารถนำแนวการ
ปฏิบัติดังกล่าวไปพัฒนาโปรแกรมเพื่อส่งเสริมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์
โลกของนิสิตนักศึกษาในสถาบันผลิตครู

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานครซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์โลก
 - 1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์โลก
2. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก
 - 2.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก
 - 2.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก
 - 2.3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก
 - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก
3. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน
 - 3.1 ความหมายของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน
 - 3.2 กรอบแนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน
 - 3.3 องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน
 - 3.4 กรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก
 - 3.5 แนวทางการวัดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน
 - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน

1. วิทยาศาสตร์โลก

วิทยาศาสตร์โลก เป็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบโลก เช่น ธรณีภาค อุทกภาค บรรยากาศ และชีวภาค สิ่งเหล่านี้มีความสำคัญต่อมนุษย์ทั้งในด้านของการศึกษาและวิจัยเพื่อเข้าใจระบบโลก และการใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ทรัพยากรธรรมชาติ แผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยาจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นต้น

1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์โลก

King (2021) ให้ความหมายว่า วิทยาศาสตร์โลก (Earth Science) เป็นการศึกษาโลกและสิ่งทีใกล้เคียงโลกในอวกาศ วิทยาศาสตร์โลกเป็นวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจอย่างมาก และมีการนำไปใช้ในการลงมือปฏิบัติจริง นักวิทยาศาสตร์โลกบางคนใช้ความรู้เกี่ยวกับโลกเพื่อค้นหาและพัฒนาพลังงาน และทรัพยากรแร่ บางคนศึกษาผลกระทบของกิจกรรมของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของโลกและวิธีการออกแบบเพื่อปกป้องโลก บางคนใช้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการโลก เช่น ภูเขาไฟ แผ่นดินไหว และพายุเฮอริเคนในการวางแผนชุมชนที่ไม่ทำให้ผู้คนในเหตุการณ์เหล่านี้ได้รับอันตราย

The Geological Society of America (2016) ให้ความหมายว่า วิทยาศาสตร์โลก (Earth Science) เป็นวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์เข้าด้วยกัน เพื่อให้คนนำไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการทำงานของโลก โดยการประยุกต์ใช้และบ่อยครั้งนี้เอง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โลกจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์กันระหว่างชีวิตและชุมชนของพวกเขา

Orion (2019) ให้ความหมายว่า วิทยาศาสตร์โลกเป็นหลักสูตรทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจโลกของเรา เพื่อได้มาซึ่งความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับโลก โดยเกี่ยวข้องกับเกือบทุกองค์ประกอบที่สำคัญในชีวิตของเราโลก เริ่มต้นจากอากาศที่เราหายใจ น้ำที่เราดื่ม อาหารที่เรากิน พลังงานที่เราใช้ อาคารเราอาศัยและทำงาน และวัสดุที่ใช้ในชีวิตประจำวันของเราชีวิต

จากการศึกษาข้างต้นสรุปว่า วิทยาศาสตร์โลก หมายถึง ศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ และกระบวนการต่าง ๆ ของระบบโลก รวมถึงความสัมพันธ์กันระหว่างระบบโลกกับสิ่งมีชีวิต ตลอดจนธรณีประวัติมิติของเวลาของโลก

2. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

การจัดการเรียนการสอนในแต่ละสาขาวิชาย่อมมีความแตกต่างกันตามธรรมชาติของวิชา ส่วนแนวทางการศึกษาของวิทยาศาสตร์โลกควรได้รับการออกแบบให้เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสำหรับการพัฒนามโนทัศน์เชิงนวัตกรรมของความรู้ความเข้าใจในเชิงลึกเกี่ยวกับ

สิ่งแวดล้อม (Vasconcelos & Orion, 2021) ตลอดจนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ครูผู้สอนควรเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โลกซึ่งเป็นวิชาที่ต้องอาศัยการบูรณาการความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ด้านฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และอื่น ๆ เข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ โดยครูผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเรียนรู้ทั้งการเปลี่ยนแปลงของโลกในอดีต โดยอาศัยข้อมูลในปัจจุบัน และเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงของโลกในปัจจุบันเพื่อหาวิธีการ ป้องกันและแก้ไขปัญหา ตลอดจนการเรียนรู้ทั้งข้อมูลในอดีตและปัจจุบัน เพื่อคาดการณ์การ เปลี่ยนแปลงในอนาคตข้างหน้า ซึ่งความพยายามเพื่อจะศึกษาและเข้าใจธรรมชาติเหล่านี้ ทำให้ มนุษย์พัฒนาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (The Geological Society of America, 2016; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

2.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกนั้นครูผู้สอนควรทำให้นักเรียนเข้าใจว่า การ ทำงานของโลกเป็นไปอย่างไร และปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากมนุษย์กับโลกอย่างเป็นระบบ รวมถึงการ เข้าใจถึงสาเหตุและผลกระทบทางสังคมซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการทางธรรมชาติของโลก เช่น แผ่นดินไหว น้ำท่วม ดินถล่ม สึนามิ ภูเขาไฟระเบิด สภาพภูมิอากาศ และการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศระดับโลก ตลอดจนเข้าใจการผลิตและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถลดลงได้ เช่น น้ำ ดิน แร่ และพลังงาน ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่ง และส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ ความ ปลอดภัยของมนุษย์ ความปลอดภัยและความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม กระนั้นบริบทสำหรับการทำ ความเข้าใจกระบวนการโลกสมัยใหม่ นั้นอยู่ในการถอดรหัสบันทึกของโลกในอดีต ดังที่ Sir Charles Lyell กล่าวว่า “ปัจจุบันเป็นกุญแจไขไปสู่อดีต” โดยการสืบค้นบันทึกของโลกในอดีต รวมถึง ปฏิสัมพันธ์กับมนุษย์กับกระบวนการโลกในสมัยใหม่ และทรัพยากรของโลก มีความสำคัญต่อความ เป็นอยู่ที่ดีของมนุษยชาติ ดังนั้นการที่ผู้สอนทำให้นักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะทาง วิทยาศาสตร์ อันส่งผลต่อการตัดสินใจในฐานะพลเมืองของประเทศนั้น เป็นภารกิจที่สำคัญ และเป็น ความรับผิดชอบหลักสำหรับนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ และนักธรณีวิทยา (The Geological Society of America, 2016; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) รวมถึงกระบวนการ เปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติที่ส่งผลซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์โลกสามารถ นำไปใช้ในการศึกษาต่อเพื่อประกอบอาชีพในหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ วัสดุศาสตร์ การเดินเรือ การบิน การเกษตร การศึกษาประวัติศาสตร์ วิศวกรรมอุตสาหกรรม น้ำมัน เหมืองแร่ ธรณีวิทยา นักดาราศาสตร์ นักอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

วิทยาศาสตร์โลกเป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สืบสวนตรวจสอบและทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และทฤษฎี ดังนั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียนเมื่ออยู่ในสถานศึกษา และเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ได้จัดทำคู่มือการใช้หลักสูตร วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ โดยระบุถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์โลก
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติของวิชา และข้อจำกัดในการศึกษาวิทยาศาสตร์โลก
- 3) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีด้านโลกต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 4) เพื่อนำความรู้และความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางด้านโลก ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 5) เพื่อให้มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการตัดสินใจ และความสามารถในการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี
- 7) เพื่อให้คนที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

ทั้งนี้ Orion (2019) ได้ระบุถึงเป้าหมายขั้นสูงสุดของการศึกษาวิทยาศาสตร์โลก คือการพัฒนาของความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมอย่างลึกซึ้ง โดย Orion (2019) ระบุถึงความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมอย่างลึกซึ้งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) ความเข้าใจเกี่ยวกับเราอาศัยอยู่ในโลกแห่งวัฏจักรที่ถูกสร้างขึ้นจากระบบย่อย ๆ (ธรณีภาค อุทกภาค ชีวภาค และบรรยากาศ) ที่มีปฏิสัมพันธ์ผ่านการแลกเปลี่ยนพลังงานและวัสดุ และ 2) ความเข้าใจเกี่ยวกับประชาชนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ ดังนั้นจึงต้องดำเนินชีวิตให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกับกฎเกณฑ์ของวัฏจักรเหล่านั้น

นอกจากนี้การศึกษาวิทยาศาสตร์โลกจะช่วยให้นักเรียนสังเกตเห็นถึงอิทธิพลที่เป็นจริงของมนุษย์บนโลกในการรับรู้เวลาเชิงลึก และนักเรียนจะปรับขยายแนวคิดจากการตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมแบบเห็นแก่ผู้อื่นไปสู่ความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมอย่างลึกซึ้ง (Orion, 2019) และนักเรียนตระหนักว่ามนุษย์มีความสามารถในการใช้ชีวิตที่ยั่งยืนบนโลกและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เป็นอันตราย ตลอดจนมีหลักฐานเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ว่าพลเมืองเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และจำเป็นต้องได้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของระบบโลก เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร การระบาดของโรคที่เกิดขึ้นทั่วโลก การใช้ทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน และวิธีการปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพ โดยการออกจากการปฏิบัติแบบดั้งเดิมและการรับรู้แบบดั้งเดิม ความรู้ความเข้าใจเชิงลึกด้านสิ่งแวดล้อมและธรณีจรรยาบรรณจะนำไปสู่การศึกษาเพื่อความยั่งยืนอันเป็นเครื่องมือที่ต้องการของพลเมืองโลกเพื่อจัดการกับความซับซ้อนของปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างเร่งด่วน (Vasconcelos & Orion, 2021)

2.3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกเป็นการจัดกิจกรรมของผู้สอนซึ่งทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ ของระบบโลกซึ่งมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน จนทำให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก (The Geological Society of America, 2016; King, 2021; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556; สุมณ อมรวิวัฒน์, 2533; อภรณ์ ใจเที่ยง, 2550)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ได้จำแนกองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 1) ด้านหลักสูตร 2) ด้านกระบวนการเรียนรู้ 3) ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เนื่องจากผู้วิจัยได้มุ่งเน้นที่การจัดการเรียนการสอนที่มีความเฉพาะเจาะจงกับวิทยาศาสตร์โลก จึงให้ความสำคัญกับองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกใน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก 2) ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก 3) ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก โดยแต่ละด้านมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนจะต้องศึกษาหลักสูตรเพื่อให้เข้าใจในจุดมุ่งหมายหลักการ และโครงสร้างของหลักสูตรอย่างชัดเจนเสียก่อนว่า หลักสูตรต้องการอะไร

ต้องการให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมเช่นใด เมื่อผู้สอนทราบถึงเจตนาารมณ์ของหลักสูตรอย่างดีแล้วจึงจะสามารถจัดประสบการณ์และกิจกรรมให้สอดคล้องกับหลักสูตร (จินตนา สุขมาก, 2530)

กระนั้นการสอนวิทยาศาสตร์ตามกรอบหลักสูตรชาติ หรือหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ครูและบุคลากรทางการศึกษาต้องใช้เป็นแนวทางในการนำไปสร้าง และพัฒนาในการเรียนการสอนระดับโรงเรียน หรือสถานศึกษา มีการกำหนดกรอบหลักสูตรดังกล่าวอิงตัวชี้วัดและอิงมาตรฐานการเรียนรู้ ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ไว้ทั้งหมด 4 สาระ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังต่อไปนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ครูผู้สอนต้องศึกษารอบหลักสูตรอิงมาตรฐานการเรียนรู้เพื่อสร้างหลักสูตรระดับรายวิชา จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 มาตรฐานการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ได้แก่

(1) มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

(2) มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เมื่อพิจารณาในรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์โลกตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก ถึงขอบเขตของวิทยาศาสตร์โลกโดยเฉพาะมีมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้จำนวน 14 ตัวชี้วัด ดังนี้

(1) ว 3.2 ม.6/1 อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน

(2) ว 3.2 ม.6/2 อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี

(3) ว 3.2 ม.6/3 ระบุสาเหตุ และอธิบายรูปแบบแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ

(4) ว 3.2 ม.6/4 อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิด รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

(5) ว 3.2 ม.6/5 อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด ขนาดและความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหว รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

(6) ว 3.2 ม.6/6 อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และผลจากสึนามิ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบ และนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

(7) ว 3.2 ม.6/7 อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก

(8) ว 3.2 ม.6/8 อธิบายการหมุนเวียนของอากาศ ที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ

(9) ว 3.2 ม.6/9 อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ ที่เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก

(10) ว 3.2 ม.6/10 อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ

(11) ว 3.2 ม.6/11 อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร

(12) ว 3.2 ม.6/12 อธิบายผลของการหมุนเวียนของอากาศและน้ำผิวน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

(13) ว 3.2 ม.6/13 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมทั้งนำเสนอแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ ที่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

(14) ว 3.2 ม.6/14 แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และนำข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ

เมื่อพิจารณาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ตามมาตรฐานยุคใหม่ (Next generation science standards) ในวิชาวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ (Earth and space science) พบผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Performance Expectations) ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 3 ผลการเรียนรู้ คือ (1) HS-ESS1 โลกเป็นส่วนหนึ่งในเอกภพ (2) HS-ESS2 ระบบโลก และ (3) HS-ESS3 โลกและการกระทำของมนุษย์ หากพิจารณาโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์โลก จะพบผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 2 ผลการเรียนรู้ (NextGenScience, 2013) ดังต่อไปนี้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง HS-ESS2 ระบบโลก นักเรียนสามารถแสดงออกถึงความเข้าใจโดย

(1) HS-ESS2-1 พัฒนาแบบจำลองเพื่อแสดงกระบวนการภายในและพื้นผิวของโลกที่แตกต่างกันในระดับพื้นที่และเวลา จากคุณสมบัติของพื้นทวีปและพื้นมหาสมุทร

(2) HS-ESS2-2 วิเคราะห์ข้อมูลธรณีวิทยาเพื่อยืนยันถึงการเปลี่ยนแปลงบนพื้นผิวโลก สามารถสร้างสรรค์การให้ข้อมูลป้อนกลับที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบโลกต่าง ๆ

(3) HS-ESS2-3 พัฒนาแบบจำลองตามหลักฐานของโครงสร้างภายในของโลกเพื่ออธิบายการหมุนเวียนของสสารด้วยการพาความร้อน

(4) HS-ESS2-4 ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนพลังงานเข้าและออกจากระบบของโลกส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

(5) HS-ESS2-5 วางแผนและดำเนินการตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำและผลกระทบที่มีต่อวัสดุโลกและกระบวนการบนพื้นผิวโลก

(6) HS-ESS2-6 พัฒนาแบบจำลองเชิงปริมาณเพื่ออธิบายวัฏจักรของคาร์บอนในหมู่ อุทกภาค บรรยากาศ ธรณีภาค และชีวมณฑล

(7) HS-ESS2-7 สร้างการโต้แย้งจากหลักฐานเกี่ยวกับการวิวัฒนาการของระบบโลกและสิ่งมีชีวิตบนโลก

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง HS-ESS3 โลกและการกระทำของมนุษย์ นักเรียนสามารถแสดงออกถึงความเข้าใจโดย

(1) HS-ESS3-1 สร้างคำอธิบายจากหลักฐานถึงความพร้อมใช้ประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติ การเกิดภัยธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลต่อกิจกรรมของมนุษย์

(2) HS-ESS3-2 ประเมินการแข่งขันออกแบบการแก้ปัญหาสำหรับการพัฒนาการจัดการ และการนำพลังงานและทรัพยากรแร่ไปใช้ประโยชน์บนพื้นฐานของอัตราส่วนระหว่างต้นทุนและประโยชน์ที่ได้รับ

(3) HS-ESS3-3 สร้างสรรค์การจำลองเชิงคำนวณเพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ความยั่งยืนของประชากรมนุษย์ และความหลากหลายทางชีวภาพ

(4) HS-ESS3-4 ประเมินหรือปรับปรุงการหาแนวทางแก้ไขเชิงเทคนิคที่ช่วยลดผลกระทบของกิจกรรมของมนุษย์ในระบบธรรมชาติ

(5) HS-ESS3-5 วิเคราะห์ข้อมูลธรณีศาสตร์และผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเพื่อการพยากรณ์จากหลักฐานของอัตราการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกหรือระดับภูมิภาคในปัจจุบันและผลกระทบในอนาคตที่เกี่ยวข้องกับระบบโลก

(6) HS-ESS3-6 ใช้ตัวแทนทางความคิดในการคำนวณเพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างระบบโลก และความสัมพันธ์เหล่านี้มีการปรับเปลี่ยนอย่างไรเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์

ทั้งนี้การเปรียบเทียบระหว่างตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในวิชาวิทยาศาสตร์โลก ตามมาตรฐานยุคใหม่ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบระหว่างตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในวิชาวิทยาศาสตร์โลก ตามมาตรฐานยุคใหม่

ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Performance Expectations) ตามมาตรฐานยุคใหม่ (Next generation science standards)
ว 3.2 ม.6/1 อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลกพร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน	HS-ESS2-1 พัฒนาแบบจำลองเพื่อแสดงกระบวนการภายในและพื้นผิวของโลกที่แตกต่างกันในระดับพื้นที่และเวลา จากคุณสมบัติของพื้นทวีปและพื้นมหาสมุทร
ว 3.2 ม.6/2 อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี	HS-ESS2-2 วิเคราะห์ข้อมูลธรณีวิทยาเพื่อยืนยันถึงการเปลี่ยนแปลงบนพื้นผิวโลก สามารถสร้างสรรค์การให้ข้อมูลป้อนกลับที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบโลกต่าง ๆ
ว 3.2 ม.6/3 ระบุสาเหตุและอธิบายแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี พร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ	HS-ESS2-3 พัฒนาแบบจำลองตามหลักฐานของโครงสร้างภายในของโลกเพื่ออธิบายการหมุนเวียนของสสารด้วยการพาความร้อน
ว 3.2 ม.6/4 อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิด รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	HS-ESS3-1 สร้างคำอธิบายจากหลักฐานถึงความพร้อมใช้ประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติ การเกิดภัยธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลต่อกิจกรรมของมนุษย์
ว 3.2 ม.6/5 อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิดขนาดและความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหว รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	
ว 3.2 ม.6/6 อธิบายสาเหตุ กระบวนการเกิด และผลจากสึนามิ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบ และนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและ	

ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Performance Expectations) ตามมาตรฐานยุคใหม่ (Next generation science standards)
การปฏิบัติตนให้ปลอดภัย	
-	HS-ESS2-7 สร้างการโต้แย้งจากหลักฐานเกี่ยวกับการวิวัฒนาการของระบบโลกและสิ่งมีชีวิตบนโลก
-	HS-ESS2-5 วางแผนและดำเนินการตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำและผลกระทบที่มีต่อวัสดุโลกและกระบวนการบนพื้นผิวโลก
-	HS-ESS3-2 ประเมินการแข่งขันการออกแบบการแก้ปัญหาสำหรับการพัฒนาการจัดการ และการนำพลังงานและทรัพยากรแร่ไปใช้ประโยชน์บนพื้นฐานของอัตราส่วนระหว่างต้นทุนและประโยชน์ที่ได้รับ
-	HS-ESS3-3 สร้างสรรค์การจำลองเชิงคำนวณเพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการทรัพยากรธรรมชาติความยั่งยืนของประชากรมนุษย์ และความหลากหลายทางชีวภาพ
-	HS-ESS3-6 ใช้ตัวแทนความคิดในการคำนวณเพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างระบบโลก และความสัมพันธ์เหล่านี้มีการปรับเปลี่ยนอย่างไรเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์
ว 3.2 ม.6/7 อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก	-
ว 3.2 ม.6/8 อธิบายการหมุนเวียนของอากาศ ที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ	-

ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Performance Expectations) ตามมาตรฐานยุคใหม่ (Next generation science standards)
ว 3.2 ม.6/9 อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ ที่เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก	-
ว 3.2 ม.6/10 อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ	-
ว 3.2 ม.6/11 อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร และรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร	-
ว 3.2 ม.6/12 อธิบายผลของการหมุนเวียนของอากาศและน้ำผิวน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	-
ว 3.2 ม.6/13 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมทั้งนำเสนอแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	HS-ESS2-4 ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนพลังงานเข้าและออกจากระบบของโลกส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
	HS-ESS2-6 พัฒนาแบบจำลองเชิงปริมาณเพื่ออธิบายวัฏจักรของคาร์บอนในหมู่ อุทกภาค บรรยากาศ ธรณีภาค และชีวภาค
	HS-ESS3-4 ประเมินหรือปรับปรุงการหาแนวทางแก้ไขเชิงเทคนิคที่ช่วยลดผลกระทบของกิจกรรมของมนุษย์ในระบบธรรมชาติ
ว 3.2 ม.6/14 แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และนำข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ	HS-ESS3-1 สร้างคำอธิบายจากหลักฐานถึงความพร้อมใช้ประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติ การเกิดภัยธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลต่อกิจกรรมของมนุษย์

ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Performance Expectations) ตามมาตรฐานยุคใหม่ (Next generation science standards)
-	HS-ESS3-5 วิเคราะห์ข้อมูลธรณีศาสตร์และผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเพื่อการพยากรณ์จากหลักฐานของอัตราการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกหรือระดับภูมิภาคในปัจจุบันและผลกระทบในอนาคตที่เกี่ยวข้องกับระบบโลก

ในการเตรียมการสอนวิทยาศาสตร์โลกตามหลักสูตรอิงมาตรฐาน หรือรายวิชาพื้นฐานนั้น ผู้สอนต้องมีความรู้ด้านเนื้อหา หรือมีความกระจำในสาระการเรียนรู้แกนกลางตามตัวชี้วัด ผู้สอนต้องรู้ว่าสอนเนื้อหาประเภทใด และสามารถเรียงลำดับเนื้อหาจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องที่ยาก ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่ต้องรู้ก่อนแล้วนักเรียนจึงจะสามารถเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข, 2558)

ดังนั้นด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกครูต้องทราบเกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และสามารถกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก

2) ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก

ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ด้านวิธีการสอนอย่างกว้างขวางเพื่อสามารถใช้ดุลพินิจในการเลือกวิธีการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เนื้อหาสาระ ตลอดจนอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2537)

กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก คือ การสืบสอบ (Orion, 2019) ซึ่งลักษณะของการสืบสอบและการทำความเข้าใจวิทยาศาสตร์โลกเป็นการค้นคว้าเกี่ยวกับโลก โดยอาศัยการให้เหตุผลเชิงปริภูมิ (spatial reasoning) และตัวแทนทางความคิดที่เป็นภาพ (visual representation) โดยการทำความเข้าใจย้อนกลับไปที่โลกทำงานอย่างไร และพยากรณ์เหตุการณ์ในอดีต (retrodiction) การลงข้อสรุปเกี่ยวกับอดีต โดยการตีความในปัจจุบันอันเป็นผลของการเกิดขึ้นตามธรรมชาติ และเปิดเผยสาเหตุที่เกิดขึ้นจากประวัติศาสตร์ในอดีต รวมถึงวิทยาศาสตร์โลกทำให้เกิดขั้นตอนสำหรับการคาดการณ์เกี่ยวกับอนาคตที่เป็นไปได้ (Orion & Ault, 2007 อ้างถึงใน Park et al., 2009) อย่างไรก็ตาม Pyle (2008) ได้เสนอวิธีสอนตามรูปแบบการสืบสอบของ Monk and

Dillon (1995) ที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลกโดยเฉพาะเนื้อหารธรณีวิทยา ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิธีสอนที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลกโดยเฉพาะเนื้อหารธรณีวิทยา

รูปแบบการสอนแบบสืบสอบ Monk and Dillon (1995)	วิธีสอน
การกำหนดปัญหา	<p>วิธีถามคำถาม ผู้สอนสามารถเลือกการคำถามตามความซับซ้อนของคำถามได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การอธิบายวัสดุ สเปซ และเวลา ซึ่งในวิทยาศาสตร์โลกสามารถจำแนกข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน เช่น (1) วัสดุ ได้แก่ หิน แร่ น้ำ ซากดึกดำบรรพ์ เป็นต้น (2) สเปซ คือ แหล่งที่พบวัสดุหรือแหล่งที่เกิดขึ้นจากวัสดุที่เป็นตัวกลางในการเคลื่อนย้ายมวล (3) เวลา คือ เวลาที่ถูกบันทึกในชั้นหิน การเปลี่ยนแปลง การพัฒนา และก่อตัวของวัสดุ ในการอธิบายข้อมูลทั้งสามส่วนสามารถแบ่งเป็น 3 แบบ เช่น (1) การจำแนก ได้แก่ การจำแนกหินอัคนีตามการเกิดหิน เป็นต้น (2) การเปรียบเทียบ ได้แก่ การเปรียบเทียบระดับความแข็งของแร่ เป็นต้น (3) ปริมาณ ได้แก่ ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะของแร่ เป็นต้น 2. การทำนายตามข้อมูลที่ปรากฏและนอกเหนือข้อมูลที่ปรากฏ (Interpolation and Extrapolation) เป็นการถามที่ต้องการให้ผู้ตอบอนุมานจากข้อมูลต่าง ๆ หรือเกินกว่าข้อมูลต่าง ๆ ของปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับโลก 3. การแสดงปฏิสัมพันธ์ คำถามที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุ สเปซ และเวลา เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับโลก
การเลือกวิธีการแก้ปัญหา	<p>วิธีการแก้ปัญหา ผู้สอนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาเพื่อสำรวจค้นพบ และทดลองจนนำไปสู่ข้อมูลดิบที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปโดยใช้วิธีการดังต่อไปนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การสังเกต การสังเกตในทางธรณีวิทยาสามารถสังเกตวัสดุโลกได้ในทุกสเกล เช่น การสังเกตในระดับจุลภาคของเนื้อหินทำให้เห็นระบบผลึก แนวแตกเรียบของเม็ดแร่องค์ประกอบในหิน การวางตัว

รูปแบบการสอนแบบสืบสอบ Monk and Dillon (1995)	วิธีสอน
	<p>ของชั้นหินต่าง ๆ ความหนาของชั้นหิน ตลอดจนการวางตัวของแนวเทือกเขา การสังเกตเหล่านี้เป็นการตีความโดยธรรมชาติมากกว่าการทดลอง โดยที่การสังเกตถูกออกแบบมาเพื่อแสดงปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับโลกอย่างน่าสนใจ</p> <p>2. การใช้แบบจำลอง ซึ่งแบบจำลองที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ของโลกแบ่งออกเป็น 4 ประเภท (Stevens and Collins, 1980 อ้างถึงใน Pyle, 2008) ได้แก่</p> <p>(1) แบบจำลองสถานการณ์ (simulation model) ที่ซึ่งเป็นการพยายามทำสิ่งหนึ่งซ้ำ เพื่อแสดงให้เห็นว่าวัสดุเปลี่ยนแปลงอย่างไร หากมีเงื่อนไขบางประการเปลี่ยนแปลง (เช่น เมื่อนำตัวอย่างของหินปูนแช่อยู่ใน HCl ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน และทำซ้ำเพื่อแสดงให้เห็นว่าหินปูนที่ประกอบด้วย CaCO_3 จะเกิดการผุพังทางเคมีอย่างไร)</p> <p>(2) แบบจำลองการทำงาน (functional model) ซึ่งใช้การวัดเพื่อทำการประมาณค่าหรือการคาดการณ์ (เช่น การตัดสินว่าชั้นตะกอนสะสมตัวนานเท่าใดขึ้นอยู่กับว่าตะกอนวางตัวเร็วขนาดใด)</p> <p>(3) แบบจำลองเชิงวัฏจักร (cyclical model) ซึ่งเชื่อมโยงระหว่างวัสดุโดยเฉพาะ ผ่านกาลเวลา หรือสเปซที่สำรวจ (เช่น พฤติกรรมของวัสดุโลกที่เป็นของแข็ง ตามกาลเวลาที่ผ่านไปในวัฏจักรของหิน)</p> <p>(4) แบบจำลองระบบหรือโลก (global or systems model) ซึ่งแสดงผลลัพธ์สุดท้ายของการตีความจากการสังเกตปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน (เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของหินกับบริเวณขอบแผ่นธรณี)</p> <p>โดยนักเรียนจะต้องเลือกใช้แบบจำลองที่เหมาะสมเพื่อและทำนายเหตุการณ์ในสถานการณ์ใหม่ได้ เช่น การระบุสภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดหินตะกอนจากการใช้เปอร์เซ็นต์ของควอตซ์ เฟลด์สปาร์ และเศษหิน การสร้างแบบจำลองที่หลากหลายของรูปแบบและความชันของชายฝั่งเพื่อศึกษาสึนามิ</p>

รูปแบบการสอนแบบสืบสอบ Monk and Dillon (1995)	วิธีสอน
การดำเนินการแก้ปัญหา	<p>วิธีดำเนินการแก้ปัญหา ผู้สอนสามารถนำข้อมูลดิบมาวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปได้โดยอาศัยวิธีการ ดังต่อไปนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การตีความ เป็นการอธิบายปรากฏการณ์โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การตีความยังเป็นทดสอบและพิสูจน์ความเป็นไปได้ของแบบจำลอง เช่น การตีความสมมติฐานของทวิปเลื่อนที่สามารถนำมาให้อธิบายรอยต่อของทวิป และการพบซากดึกดำบรรพ์ชนิดเดียวกันในทวิปที่อยู่ห่างกัน 2. การเป็นตัวแทนทางความคิดเชิงประวัติศาสตร์ ในการสืบสอบรูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหาคือ การอธิบายปรากฏการณ์ ซึ่งเป้าหมายของการสืบสอบด้วยคำอธิบายสามารถทำได้ 2 เป้าหมายหลักคือ (1) การสนับสนุนชุดความคิดเพื่อแก้ไขปัญหา และ (2) การสร้างแนวทางในการอธิบาย ต่าง ๆ ให้เป็นไปได้ในแนวเดียวกันของปรากฏการณ์เดียวกันโดยแบบจำลองที่แตกต่างกัน

ทั้งนี้ Kastens and Rivet (2008) ได้ขยายการสืบสอบเพื่อให้เหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกซึ่งไม่เฉพาะเจาะจงที่เนื้อหาธรณีวิทยาเท่านั้น โดยแบ่งการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลกทั้งหมดออกเป็น 6 วิธีการสืบสอบ ได้แก่ (1) การทดลองในห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิม (2) การสังเกตการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (3) การเทียบเคียงอดีตกับสมัยใหม่ (4) การสังเกตความแตกต่างในแต่ละพื้นที่ (5) การใช้แบบจำลองทางกายภาพ (6) การประยุกต์ใช้แบบจำลองบนซอฟต์แวร์ (Computer Model) โดยแสดงรายละเอียดในแต่ละวิธีการสืบสอบ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 วิธีการสืบสอบ 6 วิธีที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก

วิธีการสืบสอบ	ลักษณะสำคัญของวิธีการสืบสอบ	ตัวอย่างการสืบสอบ
การทดลองในห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิม	การทดลองในห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิมเป็นการทดลองแบบดั้งเดิมที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการและการจัดกระทำกับตัวแปรโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์	นักเรียนสามารถดำเนินการเพื่อตรวจสอบการผูกพันนักเรียนซึ่งนำหน้าตัวอย่างหินประเภทต่าง ๆ และวางลง

วิธีการสืบสอบ	ลักษณะสำคัญของวิธีการสืบสอบ	ตัวอย่างการสืบสอบ
		<p>ในภาชนะที่ปิด จากนั้นนักเรียนเขย่าภาชนะจนตัวอย่างหินที่แตกออกเป็นชิ้นส่วนขนาดเล็ก นักเรียนวัดเปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างหินหลังจากการผุพัง โดยการเขียนกราฟระหว่างขนาดตัวอย่างที่เปลี่ยนแปลงกับชนิดของหินนักเรียนจะสามารถประเมินอัตราการผุพังเปรียบเทียบกับหินแต่ละประเภทได้</p>
<p>การสังเกตการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา</p>	<p>เป็นการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับโลกหรือข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลักการในการให้เหตุผลของข้อมูลที่ได้จากการสังเกต 3 ประการ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การให้เหตุผลมุ่งเน้นไปที่ลำดับ โดยลำดับจะขึ้นอยู่กับสาเหตุและผลลัพธ์ ตัวอย่างเช่น หาก A เกิดขึ้นก่อน B นักวิทยาศาสตร์ให้เหตุผลว่า A สามารถทำให้เกิดหรือมีอิทธิพลต่อ B แต่ B ไม่สามารถเกิดหรือมีอิทธิพลต่อ A 2. การให้เหตุผลมุ่งเน้นไปที่อัตรา โดยที่อัตราขึ้นอยู่กับพลังงาน ตัวอย่างเช่น หากนักวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่าชั้นหินหนาหนึ่งเมตรปลดปล่อยพลังงานออกมาเกือบจะทันที พวกเขาจะต้องทราบว่ากลไกที่ใช้พลังงานมากนั้นแสดงว่าชั้นหินจะต้องเป็นชั้นหินที่สะสมความเครียดมาเรื่อย ๆ ในหลายปี 3. การให้เหตุผลโดยการมองหารูปแบบ ตัวอย่างเช่น: พารามิเตอร์ที่สังเกตนั้นเพิ่มขึ้นหรือ 	<p>นักเรียนสามารถดำเนินการสังเกตลำห้วยซ้ำ ๆ การเก็บข้อมูล การเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับสภาพอากาศ และในช่วงเวลาที่ยาวนานขึ้นนักเรียนสามารถพิจารณาได้ว่าการขยายตัวของแผ่นน้ำแข็งแถบแอนตาร์กติกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อเวลาผ่านไปซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเกี่ยวกับภาวะโลกร้อน</p>

วิธีการสืบสอบ	ลักษณะสำคัญของวิธีการสืบสอบ	ตัวอย่างการสืบสอบ
	<p>ลดลง เร่งความเร็วหรือชะลอตัวลงตามเวลาหรือไม่ แต่รูปแบบเหล่านี้ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับโลกด้วยการพิจารณาตามกระบวนการเชิงสาเหตุและการสนับสนุนอื่น ๆ</p>	
<p>การเทียบเคียงอดีตกับสมัยใหม่ โดยเปรียบเทียบกับกระบวนการที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน</p>	<p>เป็นการสืบค้นรายละเอียดเพิ่มเติมที่ตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า กระบวนการทางธรรมชาติที่ดำเนินอยู่ในอดีตเป็นเช่นเดียวกันกับในวันนี้</p>	<p>นักเรียนอาจเปรียบเทียบอัตราส่วนของการเดินและความยาวขาของไก่สมัยใหม่กับระยะห่างระหว่างรอยเท้าไดโนเสาร์โบราณเพื่อประเมินความสูงของสัตว์ที่สร้างรอยเท้า</p>
<p>การสังเกตความแตกต่างในแต่ละพื้นที่</p>	<p>นักวิทยาศาสตร์โลกใช้ความแตกต่างในแต่ละพื้นที่เพื่อสร้างสมมติฐานและสนับสนุนการอนุมานเกี่ยวกับกระบวนการที่ก่อให้เกิดหรือที่เกิเกิดขึ้นจากการสังเกตการกระจายตัวของวัสดุในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งมีหลักการในการให้เหตุผลเชิงพื้นที่ของข้อมูลที่ได้จากการสังเกต 2 ประการคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การให้เหตุผลเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการไล่ระดับ เมื่อนักวิทยาศาสตร์มองเห็นการไล่ระดับในเชิงพื้นที่ การตีความหนึ่งที่เป็นไปได้คือ วัสดุนั้นเคลื่อนย้ายไปในทิศทางของการไล่ระดับบางสิ่ง ตัวอย่างเช่น การไล่ระดับขนาดของเม็ดตะกอนหายาไปจนถึงละเอียดมักถูกตีความว่าเป็นการแสดงทิศทางของการเคลื่อนที่ของตะกอนเนื่องจากเม็ดตะกอนที่ละเอียดกว่านั้นจะถูกเคลื่อนย้ายได้ง่ายกว่าและไปตกตะกอนในระยะทางไกล 	<p>นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลทางเคมีของน้ำ อุณหภูมิ และความชื้น ร่วมกับรวบรวมข้อมูลผ่านอินเทอร์เนต และตรวจสอบการไล่ระดับของสิ่งเหล่านั้น ตั้งแต่ต้นน้ำไปจนถึงปลายน้ำในแม่น้ำ</p>

วิธีการสืบสอบ	ลักษณะสำคัญของวิธีการสืบสอบ	ตัวอย่างการสืบสอบ
	<p>2. การให้เหตุผลเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดขึ้นร่วมกัน เมื่อนักวิทยาศาสตร์พบว่าปรากฏการณ์สองปรากฏการณ์เกิดขึ้นร่วมกันในเชิงพื้นที่พวกเขาอาจพิจารณาสมมติฐานที่ทำให้เกิดสิ่งอื่น ๆ หรือปรากฏการณ์ทั้งสองอย่างมีสาเหตุมาจากปัจจัยที่สามเหมือนกัน ยกตัวอย่างเช่น การเกิดขึ้นของภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ลึก และร่องลึกกันสมุทร รอบ ๆ "วงแหวนแห่งไฟ" ในมหาสมุทรแปซิฟิกก่อให้เกิดแนวคิดของเขตมุดตัว</p> <p>วิธีการสืบสอบที่เน้นการสังเกตความแตกต่างในแต่ละพื้นที่ ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนทำงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มาจากการรวบรวมด้วยตนเอง หรือชุดข้อมูลที่มีการรวบรวมไว้แล้วเพื่อให้นักเรียนทำการสังเกตและคิดหาเหตุผลเชิงพื้นที่ของข้อมูล</p>	
<p>การใช้แบบจำลองทางกายภาพ</p>	<p>แบบจำลองทางกายภาพเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ซึ่งจำลองระบบโลกบางส่วนในขนาดที่ลดลง การใช้แบบจำลองทางกายภาพนี้จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการสำรวจรูปทรง รูปร่าง แนวโน้มรูปแบบและลำดับซึ่งถือเป็นคุณสมบัติที่ดี</p> <p>เมื่อใช้แบบจำลองทางกายภาพในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์โลกครูควรแน่ใจว่านักเรียนอธิบายสิ่งที่พวกเขาค้นพบในแง่ของระบบธรรมชาติ ไม่ใช่แค่ในแง่ของวิธีการและการสังเกตในห้องปฏิบัติการ นักเรียนควรสามารถพูดได้ทั้งความเหมือนและความแตกต่างระหว่างแบบจำลองและระบบธรรมชาติ ความคล้ายคลึง</p>	<p>การใช้แบบจำลองธารน้ำไหลเพื่อสังเกตสภาพแวดล้อมซ้ำ ๆ ผ่านกระบวนการนี้ นักเรียนสามารถสังเกตเห็นว่าปัจจัยทางสภาพแวดล้อม เช่น ความเร็วของกระแสน้ำ รูปร่างของลำธาร และประเภทของตะกอน ส่งผลกระทบต่อรูปร่างของภูมิลักษณะบริเวณธารน้ำอย่างไร</p> <p>ในทำนองเดียวกันหลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการสังเกตดวงจันทร์และเวลาของ</p>

วิธีการสืบสอบ	ลักษณะสำคัญของวิธีการสืบสอบ	ตัวอย่างการสืบสอบ
	กันช่วยให้นักเรียนเข้าใจว่าแบบจำลองให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการทำงานของระบบธรรมชาติในขณะที่ความแตกต่างช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงขอบเขตที่ไม่ควรนำมาเปรียบเทียบกัน	กระแสน้ำที่สูงและต่ำตลอดระยะเวลาหนึ่งเดือน นักเรียนสามารถจัดทำแหล่งกำเนิดแสงและทรงกลมขนาดใหญ่ และขนาดเล็กเพื่อสร้างแบบจำลองทางกายภาพที่อธิบายชุดการสังเกตจากธรรมชาติ
การประยุกต์ใช้แบบจำลองบนซอฟต์แวร์ (Computer Model)	การสร้างแบบจำลองบนซอฟต์แวร์ เป็นการพัฒนาล่าสุด และยังไม่ได้เจาะลึกเข้าไปใน การศึกษาวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามซอฟต์แวร์ การสร้างภาพข้อมูล World Watcher และรุ่นก่อนอนุญาตให้นักเรียนตรวจสอบและตีความ ข้อมูลสิ่งแวดล้อมทั่วโลกและจัดการกับบางแง่มุมของระบบโลกในคอมพิวเตอร์ นอกเหนือจากการใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่ผู้อื่นพัฒนาขึ้น นักเรียนยังสามารถเรียนรู้โดยสร้างแบบจำลองบนซอฟต์แวร์ของตัวเอง และสามารถ ใช้แบบจำลองและเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจำลองกับข้อมูลจากธรรมชาติ	นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองบนซอฟต์แวร์เพื่อลบบรรยากาศหรือเมฆออกจากโลกจำลอง หรือเปลี่ยนภูมิประเทศ และสืบค้นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของอุณหภูมิอากาศบนพื้นผิวโลก

นอกจากนี้ Kim et al. (2005) ได้ทำการวิเคราะห์วิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลกอย่างเป็นระบบจากข้อมูลของ Ault (1998), Engelhardt & Zimmermann (1988) และ Frodeman (1995). โดยแบ่งวิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลกออกเป็น 3 วิธีตามลักษณะสำคัญ (Park & Park, 2013) ดังต่อไปนี้


(1) วิธีการอนุมานเชิงตรรกะ (logical inference method) ประกอบด้วยวิธีการแบบอุปนัย (inductive method) วิธีการแบบนิรนัย (deductive method) วิธีการแบบสมมติ (abductive method)

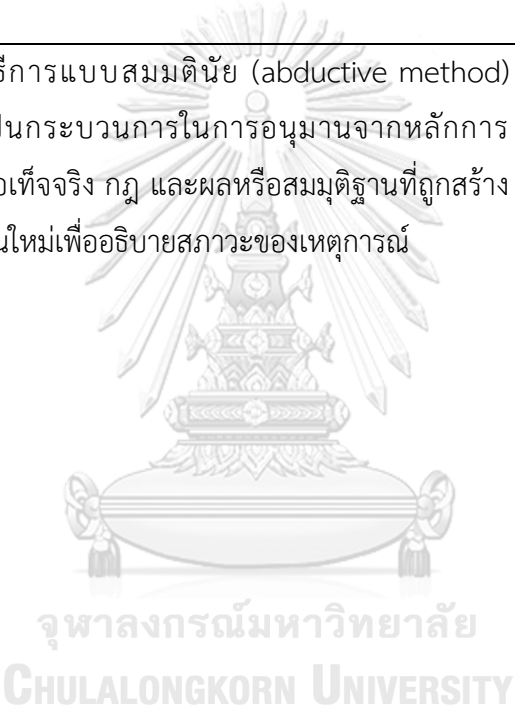
(2) วิธีการตีความ (hermeneutic method) ประกอบด้วยการให้เหตุผลแบบวงกลม (circular reasoning) การทำความเข้าใจโดยอาศัยโครงสร้างที่มีมาก่อนหน้า (forestructures of understanding) การทำความเข้าใจของมนุษย์ตามธรรมชาติทางประวัติศาสตร์ (historical nature of human understanding)

(3) วิธีการทางประวัติศาสตร์ (historical method) เป็นกลยุทธ์และกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์โลกใช้สำรวจประวัติศาสตร์ของโลก ประกอบด้วยการยึดมั่นในหลักการสมัยใหม่เกี่ยวกับแนวคิดเอกกรูปนียม (adhering to the modern principle of uniformitarianism) การแทนที่ตำแหน่งตามช่วงเวลาในลำดับที่เกิดขึ้นในทางทฤษฎี (place substituting for time in stage theorizing) การตีความวัตถุที่หลงเหลือจากอดีต (relic interpretation) การสร้างอนุกรมวิธาน (constructing proper taxonomies) การประเมินระหว่างการสืบสอบสำหรับการบรรจบกัน (evaluating independent lines of inquiry for convergence) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 วิธีการสืบสอบ 3 วิธีที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก (Kim et al., 2005; Park & Park, 2013)

วิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก	ลักษณะสำคัญของส่วนประกอบของวิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก	ตัวอย่างวิธีการสืบสอบ
วิธีการอนุมานเชิงตรรกะ (logical inference method)	วิธีการแบบอุปนัย (inductive method) เป็นกระบวนการในการค้นพบ กฎ ซึ่งเป็นผลมาจากการสังเกต และการอธิบายอย่างแม่นยำถึงการควบคุมสถานะของเหตุการณ์ และปรากฏการณ์	<u>ข้อเท็จจริง</u> เพชรถูกผลิตขึ้นมาอย่างต่อเนื่องได้ถ้าคาร์บอนหรือสารประกอบคาร์บอนอยู่ภายใต้ความดันมากกว่า 55 kbar ที่อุณหภูมิอย่างน้อย 1000 °c โดยปราศจากออกซิเจน <u>ตัวอย่างวิธีการแบบอุปนัย (การค้นพบ กฎ)</u> <u>เหตุ 1.</u> ในการทดลองหลาย ๆ ครั้ง พบคาร์บอนที่ความ

วิธีการสืบสอบที่ เหมาะสมสำหรับ วิทยาศาสตร์โลก	ลักษณะสำคัญของส่วนประกอบของวิธีการ สืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก	ตัวอย่างวิธีการสืบสอบ
	 <p>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย</p>	<p>ต้น หลากหลาย โดยปราศจากออกซิเจน อยู่ที่อุณหภูมิ $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ข้อเสนอที่ 1 การควบคุมสถานะของเหตุการณ์)</p> <p>2. ในการทดลองทั้งหมดที่มีความดันเกิน 55 kbar ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่เท่ากัน จึงจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นเพชร (ข้อเสนอที่ 2 การระบุผลที่ได้จากสถานะของเหตุการณ์)</p> <p>ผล 3. ถ้าคาร์บอนอยู่ภายใต้ความดันเกิน 55 kbar โดยปราศจากออกซิเจนที่อุณหภูมิ $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ เพชรอาจจะถูกผลิตขึ้น (การลงข้อสรุปเป็น กฎ)</p>
	<p>วิธีการแบบนิรนัย (deductive method) เป็นกระบวนการในการสร้างข้อความในการพิจารณาผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากสถานะของเหตุการณ์ โดยมาจากกฎสากลหรือข้อวินิจฉัยทั่วไป</p>	<p>เหตุ 1. ที่ความดันมากกว่า 55 kbar และอุณหภูมิสูงกว่า $1,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ คาร์บอนที่ปราศจากออกซิเจนจะเปลี่ยนแปลงเป็นเพชร (ข้อเสนอที่ 1 กฎ)</p> <p>2. ในการทดลองหนึ่ง คาร์บอนถูกทำให้อยู่ในบริเวณที่มีความดัน 80 kbar และอุณหภูมิ $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$</p>

วิธีการสืบสอบที่ เหมาะสมสำหรับ วิทยาศาสตร์โลก	ลักษณะสำคัญของส่วนประกอบของวิธีการ สืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก	ตัวอย่างวิธีการสืบสอบ
	<p>วิธีการแบบสมมติฐาน (abductive method) เป็นกระบวนการในการอนุมานจากหลักการข้อเท็จจริง กฎ และผลหรือสมมุติฐานที่ถูกสร้างขึ้นใหม่เพื่ออธิบายสถานะของเหตุการณ์</p>  <p>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY</p>	<p>(ข้อเสนอที่ 2 การควบคุมสถานะของเหตุการณ์) ผล 3. ในการทดลองนี้จะเพชรจะถูกผลิตขึ้น (การลงข้อสรุปเป็น การระบุผลที่ได้จากสถานะของเหตุการณ์)</p> <p>เหตุ 1. พบเพชรในทางช่องว่างจากปล่องหินในบริเวณแอฟริกาใต้ (ข้อเสนอที่ 1 การระบุผลที่ได้จากสถานะของเหตุการณ์) 2. เพชรผลิตขึ้นจากสารประกอบคาร์บอนและคาร์บอนเท่านั้น เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 1,000 °c และมีความดันอย่างน้อย 55 kbar ขึ้นไป (ข้อเสนอที่ 2 กฎ) ผล 3. ในการก่อตัวทางช่องว่างจากปล่องหิน วัสดุได้ขึ้นมาจากส่วนที่ลึกลงไปที่ซึ่งมีความดันอย่างน้อย 55 kbar (การลงข้อสรุปเป็นการควบคุมสถานะของเหตุการณ์)</p>
วิธีการตีความ (hermeneutic method)	การให้เหตุผลแบบวงกลม (circular reasoning หรือ Recursive reasoning) เป็นแนวคิดที่มีความหมายเกี่ยวกับว่า ส่วนย่อยส่วนหนึ่งทำให้	ความเข้าใจของเราเกี่ยวกับบริเวณพื้นที่หนึ่ง ขึ้นอยู่กับการตีความของเราเกี่ยวกับ

วิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก	ลักษณะสำคัญของส่วนประกอบของวิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก	ตัวอย่างวิธีการสืบสอบ
	<p>เกิดความเข้าใจได้จากความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยส่วนนั้นกับทั้งหมดทุกส่วน ในขณะที่มโนทัศน์ของทั้งหมดทุกส่วนถูกสร้างขึ้นจากความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนย่อยนั้น</p>	<p>หิน โฟ ล์ (outcrops) ในบริเวณพื้นที่นั้น และการตีความของเราในแต่ละชั้นหิน (bed) ที่ พบ ใน หิน โฟ ล์ (outcrops) นั้น ขึ้น อยู่ กับความเข้าใจของเราเกี่ยวกับตะกอนและโครงสร้างที่ทำให้เกิดชั้นหิน (bed) นั้น</p>
	<p>การทำความเข้าใจโดยอาศัยโครงสร้างที่มีมาก่อนหน้า (forestructures of understanding) มีบทบาทในการช่วยแก้ปัญหาการสืบสอบที่ต้องใช้มโนทัศน์ที่มีอยู่ หรือในการทำความเข้าใจสาเหตุ และ กระบวนการ ของ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ในธรรมชาติของโลกเท่านั้นเมื่อสามารถสังเกตผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้</p> <p>ทั้งนี้ โครงสร้างที่มีมาก่อน (forestructures) เรียกอีกแบบว่า การตัดสินล่วงหน้า (prejudgment) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มโนทัศน์ที่มีอยู่ (preconceptions) เป็นแนวคิดและทฤษฎีที่เราเชื่อถือแล้วนำไปใช้ในการคิดเกี่ยวกับวัตถุ ซึ่งมักจะส่งผลกระทบต่ออะไรก็ตามที่เราพบเห็นในภาคสนาม 2. การคาดการณ์อนาคต (foresight) แนวคิดเกี่ยวกับเป้าหมายที่สันนิษฐานไว้จากการสืบสอบ และอะไรก็ตามที่นับว่าเป็นคำตอบ กล่าวอีกนัยหนึ่งหากไม่มีคำตอบแบบคร่าว ๆ ที่เราต้องการ 	<p>เมื่อนักวิทยาศาสตร์เข้าใจแล้ว แนวที่อกเขาทางตะวันตก โดยใช้มโนทัศน์เช่นชุดหินโอไฟโอไลต์ (ophiolite) ที่ซับซ้อนและการพอกพูนโดยซิลิกา มิ ประ เทศ (accretionary terrane) มโนทัศน์ดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่ออะไรก็ตามที่นักวิทยาศาสตร์พบเห็นในภาคสนาม</p>

วิธีการสืบสอบที่ เหมาะสมสำหรับ วิทยาศาสตร์โลก	ลักษณะสำคัญของส่วนประกอบของวิธีการ สืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก	ตัวอย่างวิธีการสืบสอบ
	<p>เราจะไม่จดจำเมื่อเราพบคำตอบที่เป็นจริง</p> <p>3. แนวการปฏิบัติ (set of practices) ที่เรามีความก้าวหน้าจากการนำไปใช้บ่อยครั้งเมื่อเราศึกษาวัตถุ โดยที่เรียกว่า การรับรู้เดิม (forehaving)</p> <p>ดังนั้น การทำความเข้าใจโดยอาศัยโครงสร้างที่มีมาก่อนหน้า เป็นแนวโน้มของพฤติกรรมที่เข้าใกล้วัตถุที่เราศึกษา โดยใช้เครื่องมือที่มีอยู่และทฤษฎีของเรา เช่น การคาดการณ์อนาคตซึ่งเป็นแนวคิดของเราเกี่ยวกับเป้าหมายที่สันนิษฐานไว้จากการสืบสอบ และสิ่งที่ป็นคำตอบของเรา และการรับรู้เดิมที่เป็นแนวทางในการนำไปใช้ และทักษะและสิ่งที่ปฏิบัติกันมานานที่เรานำมาใช้เกี่ยวกับวัตถุที่ศึกษา</p>	
	<p>การทำความเข้าใจของมนุษย์ตามธรรมชาติทางประวัติศาสตร์ (historical nature of human understanding) เป็นตัวช่วยสำคัญในการเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้นโดยเฉพาะ สุดท้ายการทำความเข้าใจของมนุษย์ตามธรรมชาติทางประวัติศาสตร์ไม่อาจหลีกเลี่ยงวิธีการและการสรุปเป็นความเข้าใจที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการทำความเข้าใจของมนุษย์ตามธรรมชาติทางประวัติศาสตร์ในการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์โลกช่วยให้เราเข้าใจและบรรยายสำหรับเหตุการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น</p> <p>ดังนั้น การทำความเข้าใจของมนุษย์ตาม</p>	<p>นักวิทยาศาสตร์คนใดก็ได้สามารถกำหนดข้อพื้นที่ซึ่งมีความสำคัญในเชิงศักยภาพ แต่กลับไม่มีการดำเนินการสืบค้น เพราะขาดเวลาและทรัพยากรหรือการขาดความมุ่งมั่นที่เพียงพอภายในส่วนหนึ่งของชุมชนวิทยาศาสตร์</p> <p>เมื่อการกำหนดเหล่านี้วิวิธคุณขึ้น หลายทศวรรษ องค์กรความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็เริ่มต้นมีองค์ประกอบในอดีตที่แข็งแกร่ง</p>

วิธีการสืบสอบที่ เหมาะสมสำหรับ วิทยาศาสตร์โลก	ลักษณะสำคัญของส่วนประกอบของวิธีการ สืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก	ตัวอย่างวิธีการสืบสอบ
	<p>ธรรมชาติทางประวัติศาสตร์ เป็นการยอมรับว่า เป้าหมายเดิมของเราและการตั้งสมมติฐานใน ข้อเท็จจริงบางอย่างที่ถูกค้นพบมากกว่าคนอื่น ๆ ซึ่งนำไปสู่การเปิดช่องทางใหม่ของการวิจัย และ ข้อเท็จจริง ทั้งนี้ การตัดสินล่วงหน้า (prejudgment) โดยเฉพาะที่เราเริ่มต้นนั้นได้มี ผลกระทบขึ้นอย่างถาวร</p>	
<p>วิธีการทาง ประวัติศาสตร์ (historical method)</p>	<p>การยึดมั่นในหลักการสมัยใหม่เกี่ยวกับแนวคิด เอกรูปนิยม (adhering to the modern principle of uniformitarianism) เป็นวิธีการ สำหรับนักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบเกี่ยวกับ กระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่าง สม่ำเสมอในปัจจุบัน จากนั้นคาดการณ์ ผลกระทบในทางธรณีกาล และพยากรณ์หรือให้ เหตุผลในทิศทางไปข้างหน้าสู่ออนาคต หรือ ย้อนกลับไปสู่อดีต</p> <p>การแทนที่ตำแหน่งตามช่วงเวลาในลำดับที่ เกิดขึ้นในทางทฤษฎี (place substituting for time in stage theorizing) เป็นวิธีที่ นักวิทยาศาสตร์สันนิษฐานว่าวัตถุทางธรณีวิทยา ในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกันสามารถนำมา จัดเรียงตามลำดับเวลา</p>	<p>วิธีที่ Lyell เคยใช้ในการ ตีความชั้นหิน เช่นเดียวกัน Darwin ได้นำมาประยุกต์ใช้ วิธีนี้กับสิ่งมีชีวิตโดย คาดการณ์กระบวนการผสม พันธุ์โดยการคัดเลือกเพื่อ แพร่พันธุ์ เพื่อสรุปเป็นผล เกี่ยวกับการคัดเลือกโดย ธรรมชาติเมื่อเวลาผ่านไป</p> <p>อะทอลล์ (Atoll) ทั้ง 3 ประเภท คือ แนวปะการัง ชายฝั่ง (Fringing reef) แนว ปะการังนอกฝั่ง (Barrier reef) เกาะปะการัง (Atoll) ที่พบในปัจจุบันในสถานที่ แตกต่างกัน ได้ถูกสันนิษฐาน ว่าสิ่งเหล่านี้เป็นผลทาง ประวัติศาสตร์ของเกาะที่ค่อย ๆ จมตัวลงอย่างช้า ๆ ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน</p>

วิธีการสืบสอบที่ เหมาะสมสำหรับ วิทยาศาสตร์โลก	ลักษณะสำคัญของส่วนประกอบของวิธีการ สืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก	ตัวอย่างวิธีการสืบสอบ
	<p>การตีความวัตถุที่หลงเหลือจากอดีต (relic interpretation) เป็นวิธีในการตีความและการให้เหตุผลของการเปลี่ยนแปลงในประวัติศาสตร์หรือแนวโน้มใหม่ จากวัตถุที่หลงเหลือจากอดีตในเหตุการณ์ที่ผ่านมา หากวัตถุไม่ได้มีร่องรอยที่เด่นชัดที่สันนิษฐานได้ถึงความเป็นมา</p>	<p>เนื่องจากเป็นไปไม่ได้ที่จะสังเกตการณ์การกระหน้าชนของอุกกาบาตโดยตรง นักวิทยาศาสตร์สามารถสันนิษฐานประวัติศาสตร์ทางธรณีวิทยาของดวงจันทร์ได้ โดยการตรวจสอบการกร่อนของหุบอุกกาบาตที่เหลืออยู่บนพื้นผิวของดวงจันทร์</p>
	<p>การสร้างอนุกรมวิธานที่เหมาะสม (constructing proper taxonomies) เป็นวิธีที่ใช้การจัดหมวดหมู่เพื่อใช้ในการอธิบาย ที่ซึ่งสามารถแสดงการให้เหตุผลเชิงสาเหตุ (causal reasoning) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการใช้อำนาจทางวิทยาศาสตร์โลกที่เหมาะสมที่ได้จากการหาข้อสรุปเกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่อยู่บนพื้นฐานของเกณฑ์บางอย่าง</p>	<p>การแปรสัณฐานของแผ่นธรณีได้ถูกพัฒนาและได้รับการสนับสนุนโดยใช้การจัดหมวดหมู่เพื่อใช้ในการอธิบาย เช่น ชุดหินโอไฟโอไลต์ (ophiolite) การแผ่ขยายพื้นสมุทร แนวแผ่นธรณีเคลื่อนที่เข้าหากัน และแนวหมู่เกาะรูปโค้ง ที่ซึ่งแสดงการให้เหตุผลเชิงสาเหตุ</p>
	<p>การประเมินระหว่างการสืบสอบสำหรับการบรรจบกัน (evaluating independent lines of inquiry for convergence) เป็นวิธีการประเมินขอบเขตที่คำตอบทั่วไปมาบรรจบกันโดยการพิจารณาผลของการสืบสอบที่หลากหลายและเป็นอิสระ</p>	<p>ทฤษฎีทวีปเลื่อนได้รับการยอมรับเมื่อผลการสืบสอบอย่างอิสระ เช่น สภาพแม่เหล็กตกค้างวางลงแบบสมมาตร การทำแผนที่ความผิดปกติของสนามแม่เหล็ก และการเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กมาบรรจบกันอันเป็นผลมา</p>

วิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก	ลักษณะสำคัญของส่วนประกอบของวิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก	ตัวอย่างวิธีการสืบสอบ
		จากทวีปเลื่อน

Park et al. (2009) ได้ทำการวิเคราะห์วิธีการสืบสอบจากแบบเรียนในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้กรอบแนวคิดวิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลกของ Kim et al. (2005) ในการวิเคราะห์จำนวนวิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลกออกมาเป็นความถี่สัมพัทธ์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ร้อยละของความถี่สัมพัทธ์ในวิธีการสืบสอบที่พบจากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในประเทศสหรัฐอเมริกา (Park et al., 2009)

วิธีการสืบสอบ	ความถี่สัมพัทธ์ในวิธีการสืบสอบจากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในประเทศสหรัฐอเมริกา (ร้อยละ)				
	สิ่งแวดล้อม	ธรณีวิทยา	อุตุนิยมวิทยา	สมุทรศาสตร์	ดาราศาสตร์
วิธีการอนุมานเชิงตรรกะ					
วิธีการแบบอุปนัย	54.55	38.30	35.14	41.67	18.52
วิธีการแบบนิรนัย	24.24	31.91	37.84	58.33	57.41
วิธีการแบบสมมติฐาน	18.18	25.53	24.32	0	11.11
ไม่ได้ใช้วิธีการอนุมานเชิงตรรกะ	3.03	4.26	2.70	0	12.96
รวม	100	100	100	100	100
วิธีการตีความ					
การให้เหตุผลแบบวงกลม	13.16	14.29	16.28	0	10.45
การทำความเข้าใจโดยอาศัยโครงสร้างที่มีมาก่อนหน้า	71.05	77.368	83.72	81.82	83.58

วิธีการสืบสอบ	ความถี่สัมพัทธ์ในวิธีการสืบสอบจากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โลกใน ประเทศสหรัฐอเมริกา (ร้อยละ)				
	สิ่งแวดล้อม	ธรณีวิทยา	อุตุนิยมวิทยา	สมุทรศาสตร์	ดาราศาสตร์
การทำความเข้าใจของ มนุษย์ตามธรรมชาติทาง ประวัติศาสตร์	0	3.57	0	0	4.48
ไม่ได้ใช้วิธีการตีความ	15.79	4.46	0	18.18	1.49
รวม	100	100	100	100	100
วิธีการทางประวัติศาสตร์					
การยึดมั่นในหลักการ สมัยใหม่เกี่ยวกับแนวคิด เอกภพนิยม	0	23.36	5.26	35.71	26.56
การแทนที่ตำแหน่งตาม ช่วงเวลาในลำดับที่ เกิดขึ้นในทางทฤษฎี	0	1.87	0	0	0
การตีความวัตถุที่ หลงเหลือจากอดีต	0	14.95	0	0	0
การสร้างอนุกรมวิธาน	9.09	14.02	23.68	35.71	15.63
การประเมินระหว่างการ สืบสอบสำหรับการ บรรจบกัน	0	0	0	0	0
ไม่ได้ใช้วิธีการทาง ประวัติศาสตร์	90.91	45.79	71.05	28.57	57.81
รวม	100	100	100	100	100

ดังนั้น ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก คือ การเลือกใช้วิธีสอนแบบสืบสอบให้
เหมาะสมกับแต่ละเนื้อหาของวิทยาศาสตร์โลก โดยผลการวิเคราะห์จาก Park et al. (2009) พบว่า
วิธีการสืบสอบแต่ละวิธีสามารถนำมาปรับใช้ได้ ในเนื้อหาของวิทยาศาสตร์โลกหลากหลายเนื้อหา อาจ

กล่าวอีกนัยหนึ่งว่าไม่มีเนื้อหาของวิทยาศาสตร์โลกที่เหมาะสมกับวิธีการสืบสอบวิธีหนึ่งเท่านั้น นอกจากนี้ความรู้ด้านวิธีการสอนยังรวมถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอนโดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์โลก

สื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก

สื่อการสอนในการสอนแบบสืบสอบที่เหมาะสมกับวิทยาศาสตร์โลกซึ่งเรียกว่าตัวแทนทางความคิดที่หลากหลาย (Multiple Representations) ประกอบด้วย (1) แบบจำลองทางกายภาพ (Sell et al., 2006) เนื่องจากบุคคลไม่สามารถศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับโลกและอวกาศได้โดยตรง ครูและนักเรียนจึงต้องใช้การสร้างแบบจำลองขึ้นในห้องปฏิบัติการเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ให้เห็นเชิงประจักษ์ได้โดยตรง (วิทยา อินโท, 2559) การสร้างแบบจำลองเชิงเปรียบเทียบ (analogue model) นี้แสดงให้เห็นถึงปรากฏการณ์ของระบบโลกที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และพื้นที่ทางธรรมชาติทางภูมิศาสตร์ หากนักเรียนพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ทดสอบและประเมินแบบจำลอง และนักเรียนสามารถปรับปรุงแบบจำลอง ความสนใจและความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงในประวัติศาสตร์ของโลกมีสิ่งที่น่าสนใจคือ การสร้างแบบจำลองปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาสามารถลดระยะเวลาจากล้านปีให้กลายเป็นวัน ชั่วโมง หรือนาที อย่างไรก็ตามแบบจำลองเชิงเปรียบเทียบอาจสร้างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หากผู้เรียนไม่ได้ถ่ายโอนไปสู่เป้าหมายของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Deus et al., 2011) และ (2) ตัวแทนทางความคิดที่ใช้ข้อมูลสารสนเทศเป็นฐาน (information technology (IT)-based representations) ได้แก่ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) การแสดงของข้อมูลที่ซับซ้อน (Visualization of Complex Data) เป็นต้น (Sell et al., 2006) นอกจากนี้การใช้เทคโนโลยีที่เป็นสื่อการสอนหรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ อาทิ การใช้โปรแกรม Google Earth ในการสอนวิทยาศาสตร์โลกหัวข้อธรณีสิ่งแวดล้อม ธรณีโครงสร้าง การตีความแผนที่ทางธรณีวิทยา (Lisle, 2006)

3) ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก

การศึกษาวิทยาศาสตร์โลกเป็นการศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของระบบโลก ซึ่งในบางปรากฏการณ์นั้นไม่สามารถศึกษาได้โดยตรง ครูผู้สอนจึงใช้การอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยแบบจำลองให้นักเรียนเห็นเชิงประจักษ์ได้โดยตรง แต่ในกรณีที่สามารถศึกษาปรากฏการณ์จริง หรือผลที่เกิดจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวโลก รวมถึงการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุโลก ครูผู้สอนจะใช้วิธีสอนโดยการออกภาคสนาม อย่างไรก็ตามการศึกษาวิทยาศาสตร์โลกทั้งในห้องเรียนและภาคสนาม มีวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก ดังต่อไปนี้

วิธีการวัดและประเมินผลความรู้ด้านวิทยาศาสตร์โลกของนักเรียนในห้องเรียน นอกจากการทดสอบด้วยแบบสอบประเภทต่าง ๆ แล้วครูผู้สอนสามารถใช้การประเมินความก้าวหน้า (formative assessment) ระหว่างการสอนซึ่งมีกลยุทธ์ในการวัดและประเมินความก้าวหน้าที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก (McConnell et al., 2003) ดังต่อไปนี้

(1) ชุดคำถามแบบเลือกตอบ (Concept Test) ทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นระบบการจัดการโต้ตอบในชั้นเรียนระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนโดยใช้คำถามแบบเลือกตอบเพื่อประเมินความเข้าใจมโนทัศน์พื้นฐานของนักเรียน ซึ่งการตอบคำถามของนักเรียนจะถูกรวบรวม และจัดระบบผ่านทางระบบการจัดการโต้ตอบทางอิเล็กทรอนิกส์ (electronic personal response system) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องส่งสัญญาณซึ่งส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับอย่างน้อยหนึ่งตัวที่เชื่อมโยงกับระบบการฉายภาพของคอมพิวเตอร์ วิธีนี้ทำให้นักเรียนมองเห็นคำตอบของทุกคนโดยไม่ระบุชื่อ จึงเป็นการปกป้องความเป็นส่วนตัว จากนั้นคำตอบของนักเรียนจะได้รับการอภิปรายกับเพื่อน ในเหตุผลของการเลือกตอบ ก่อนครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถลงคะแนนใหม่อีกครั้ง ในตอนท้ายตัวแทนนักเรียนจะได้รับโอกาสในการอธิบายคำตอบที่ถูกต้องสั้น ๆ หรือครูผู้สอนอาจชี้แจงคำตอบที่ถูกต้องร่วมด้วย

(2) ภาพเวน (Venn Diagram) เป็นผังกราฟิกที่ใช้เปรียบเทียบแสดงความเหมือนและความแตกต่างของคุณลักษณะหรือปรากฏการณ์ เพื่อให้โอกาสนักเรียนระบุลักษณะ จำแนกประเภท หรือวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของคุณสมบัติทางธรณีวิทยาที่ซับซ้อน ตัวอย่างเช่น การเปรียบเทียบลักษณะทางธรณีวิทยาของภูเขาไฟรูปโล่และภูเขาไฟรูปกรวย การเปรียบเทียบหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร โดยการให้นักเรียนเขียนภาพเวน ครูสามารถประเมินความรู้ในระดับขั้นการนำไปใช้ และการวิเคราะห์ได้

(3) การวิเคราะห์รูปภาพ (Image Analysis) เป็นการให้นักเรียนสังเกตภาพนิ่ง อาทิเช่น ภาพถ่าย แผนที่ หรือภาพ นักเรียนจะสังเกตและตีความรูปภาพนั้น

(4) แผนผังมโนทัศน์ (Concept Map) แผนผังมโนทัศน์เป็นวิธีการอธิบายมโนทัศน์หลักของบทเรียนรวมถึงข้อมูลต่าง ๆ ผ่านภาพ (pictorial essay) ที่สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนจัดระบบความคิดของเขาอย่างไร แผนผังมโนทัศน์มีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ได้แก่ 1) คำศัพท์หรือมโนทัศน์ มักนำเสนอในกรอบของข้อความ 2) ทิศทาง (ลูกศร) และ 3) วลีที่เชื่อมโยงคำศัพท์หรือมโนทัศน์เข้าด้วยกัน ซึ่งครูสามารถพิจารณาแผนผังมโนทัศน์ว่าคำศัพท์นั้นมีการเชื่อมโยงกันด้วยวลีได้อย่างเหมาะสม ถูกต้องตามเนื้อหาหรือไม่

(5) คำถามปลายเปิด (Open-ended Question) เป็นการตั้งคำถามปลายเปิดแล้วให้นักเรียนเขียนคำตอบลงบนกระดาษในระยะเวลาสั้น ๆ การประเมินคำตอบจะทำให้ผู้สอนทราบว่าการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาสอดคล้องกับเป้าหมายการสอนหรือไม่ ทั้งนี้ความเข้าใจผิดที่พบบ่อยหรือช่องว่างในความเข้าใจที่ประเมินจากข้อคำถามปลายเปิด ควรได้รับการแก้ไขในช่วงเริ่มต้นของคาบเรียนถัดไป หรือผู้สอนสามารถให้ข้อเสนอแนะได้ทันทีในคาบเรียนนั้น

(6) เกณฑ์การประเมินแบบรูบรีค (Evaluation Rubric) เกณฑ์การประเมินแบบรูบรีคในที่นี้ไม่ใช่การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีคแบบดั้งเดิมที่สร้างขึ้นโดยครู เพื่อใช้สำหรับการให้คะแนนข้อสอบแบบเขียนตอบ แต่เกณฑ์การประเมินแบบรูบรีคในที่นี้ ครูผู้สอนจะให้นักเรียนสร้างเกณฑ์การประเมินแบบรูบรีคของตนเองเพื่อใช้ในการประเมิน หรือคาดการณ์สถานการณ์ เหตุการณ์ทางธรณีวิทยาโดยเฉพาะ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสร้างเกณฑ์การประเมินแบบรูบรีคขึ้นมาเพื่อประเมินความเสี่ยงและอันตรายของแผ่นดินไหว

ทั้งนี้ในการเลือกวิธีการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์โลก ควรพิจารณาถึงระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูม ให้สอดคล้องกับวิธีการประเมินดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 วิธีการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์โลกที่เหมาะสมกับระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูม (McConnell et al., 2003)

ระดับพฤติกรรมด้าน พุทธิพิสัยของบลูม	วิธีการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์โลก					
	ชุด คำถาม แบบ เลือกตอบ	ภาพเวน	การ วิเคราะห์ รูปภาพ	ผังมโน ทัศน์	คำถาม ปลายเปิด	การให้ คะแนน แบบ รูบรีค
ความรู้ความจำ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ความเข้าใจ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การนำไปใช้	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การวิเคราะห์		✓	✓	✓	✓	✓
การสังเคราะห์				✓	✓	✓
การประเมินค่า					✓	✓

นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกในส่วนของเนื้อหาธรณีวิทยาจากกระบวนการเรียนรู้โดยการออกภาคสนาม ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์โลกสามารถเลือกใช้เครื่องมือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกให้เหมาะสมกับการออกภาคสนาม ดังตารางที่ 7 (Ruckert, 2009)

ตารางที่ 7 เครื่องมือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกในส่วนของเนื้อหาธรณีวิทยาจากกระบวนการเรียนรู้โดยการออกภาคสนาม (Ruckert, 2009)

เครื่องมือ	พฤติกรรมการณ์การเรียนรู้	ชนิดของข้อมูล	วัตถุประสงค์ของการวัด
หนังสือแบบฝึกหัดของนักเรียน (Daily Workbook)	ความรู้ เจตคติ	ข้อมูลเชิงคุณภาพ	ประเมินความก้าวหน้า (ประจำวัน) และประเมินรวบยอด (สิ้นสุดรายวิชา)
อนุทินของนักเรียน (Nightly Journal)	ความรู้	ข้อมูลเชิงคุณภาพ	ประเมินความก้าวหน้า (ประจำวัน)
อนุทินของครู (Teacher Journal)	ความรู้ เจตคติ	ข้อมูลเชิงคุณภาพ	ประเมินความก้าวหน้า (ประจำวัน)
แบบวัดมโนทัศน์ (Concept Test)	ความรู้	ข้อมูลเชิงปริมาณ	ประเมินรวบยอด (ก่อนและหลังการเรียนการสอน)
แบบทดสอบแบบเขียนตอบ (Essay Test)	ความรู้	ข้อมูลเชิงปริมาณ	ประเมินรวบยอด (ก่อนและหลังการเรียนการสอน)
แบบสำรวจเจตคติ (Attitude Survey)	เจตคติ	ข้อมูลเชิงปริมาณ	ประเมินรวบยอด (ก่อนและหลังการเรียนการสอน)

ดังนั้น ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก คือการเลือกใช้วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการสรุปผลการเรียนรู้ของนักเรียน และใช้ในการปรับปรุงการสอนของครู และการเรียนรู้ของนักเรียน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

Park et al. (2009) ได้ศึกษาการวิเคราะห์เปรียบเทียบหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกที่ใช้วิธีสืบสอบในหนังสือแบบเรียนระหว่างเกาหลีกับของสหรัฐอเมริกา โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบวิธีสืบสอบที่ใช้ในการสอนและการการเรียนรู้ในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์โลกซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์โลก วิธีการสืบสอบและวิธีการที่ให้โอกาสนักเรียนในการพัฒนาทักษะการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การศึกษานี้วิเคราะห์กิจกรรมการสืบสอบจำนวนมากทั้งหลักสูตรวิทยาศาสตร์ธรณีเกาหลีและอเมริกา โดยใช้กรอบวิธีสืบสอบวิทยาศาสตร์โลก ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่ากิจกรรมวิทยาศาสตร์โลกในหนังสือแบบเรียนเกาหลีสะท้อนความเข้าใจวิทยาศาสตร์โลกที่ครอบคลุมทั้งวิธีการและโอกาสของนักเรียนนักเรียนที่มากขึ้นในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โลก ในขณะที่หลักสูตรที่ใช้ในสหรัฐอเมริกานั้นมีเพียงกิจกรรมการสืบสอบเล็กน้อย

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาปัญหาการจัดการเรียนรู้ ระดับความต้องการพัฒนา การรับรู้และการเข้าถึงสื่อในรูปแบบต่าง ๆ ของการจัดการเรียนการรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สารที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ของครูแกนนำวิทยาศาสตร์ โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาของการจัดการเรียนรู้ และระดับความต้องการพัฒนาของการจัดการเรียนรู้ การเตรียมการจัดการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ การใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ความเร่งด่วนของปัญหาที่ต้องการความช่วยเหลือ และการรับรู้การเข้าถึงและการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ สารที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศของครูแกนนำวิทยาศาสตร์โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงสำรวจ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาคือครูแกนนำวิทยาศาสตร์จากทั่วประเทศที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาในสารที่ 7 โดยทำการสุ่มแบบเจาะจงจากครูที่กำลังเข้าร่วมอบรมการจัดการเรียนรู้ด้านดาราศาสตร์อุทกนิยมนิเวศวิทยา และธรณีวิทยาในระดับมัธยมศึกษาและเคยผ่านการอบรมเพื่อเพิ่มประสบการณ์มาแล้ว 1 ครั้งกับสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวน 50 คน โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการศึกษาพบครูแกนนำวิทยาศาสตร์มีระดับการปฏิบัติเกี่ยวกับการเตรียมการ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ การใช้สื่อ และการวัดประเมินผลการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยทุกประเด็น อยู่ในระดับปานกลาง มีระดับของปัญหาในการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยทุกประเด็น อยู่ในระดับปานกลาง แต่มีระดับความต้องการที่จะพัฒนาในทุกประเด็น อยู่ในระดับมาก ครูแกนนำมีการรับรู้ถึงสื่อและแหล่งเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ หลากหลาย แต่สามารถเข้าถึง และเลือกใช้สื่อได้เพียงบางชนิด และมีครูแกนนำส่วนหนึ่งเห็นว่าตนเอง ต้องการที่จะได้รับการพัฒนาด้านเนื้อหาเพิ่มเติม

Lim (2018) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบมโนทัศน์และกิจกรรมการสืบสอบใน วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาในหนังสือแบบเรียนระหว่างเกาหลีและสิงคโปร์ โดยมุ่งเน้นที่สาขา ธรณีวิทยา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์และกิจกรรมการสืบสอบของหนังสือ แบบเรียนในประเทศเกาหลีและหนังสือแบบเรียนของสิงคโปร์ โดยมุ่งเน้นไปที่สาขาธรณีวิทยา และ เพื่อให้เกิดการพัฒนาหลักสูตรและหนังสือแบบเรียนเกาหลี สำหรับการศึกษาค้นคว้าหนังสือ แบบเรียนวิทยาศาสตร์ในเกาหลี ฉบับแก้ไขในปี 2015 และ My pals are here ซึ่งเป็นตำราเรียนที่ ใช้มากที่สุดสิงคโปร์มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษานี้พบว่า ประการแรกเกาหลีมีระดับ จำนวนของมโนทัศน์ที่ใช้ในการเรียนต่ำกว่าสิงคโปร์ ประการที่สองเป็นคณะวิจัยยืนยันว่าหนังสือ แบบเรียนของเกาหลีเน้นการสืบสอบเป็นศูนย์กลางมากกว่าสิงคโปร์ ประการที่สามเกาหลีมีเพียงมโน ทัศน์จากเนื้อหาเดียวในการเรียนตลอดหนึ่งชั้นปี อย่างไรก็ตามสิงคโปร์มีโครงสร้างที่ให้มโนทัศน์จาก เนื้อหาเดียวจะแบ่งออกเป็นหลายมโนทัศน์ในเรื่องเดียวและจัดให้มีการเรียนในหลายระดับชั้น ประการที่สี่สิงคโปร์สอนให้นักเรียนเรียนรู้ว่า มโนทัศน์มีปฏิสัมพันธ์กับโลกอย่างไรซึ่งแตกต่างจาก เกาหลีที่ไม่เน้นเรื่องนี้ อย่างไรก็ตามผลการศึกษาเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของหลักสูตรและ การพัฒนาหนังสือแบบเรียนในเกาหลี

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ พบว่ามีการศึกษาถึงสภาพ ปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ในส่วน ของดาราศาสตร์และอวกาศเท่านั้น ซึ่งไม่ครอบคลุมวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศทั้งหมด และศึกษา กับครูแกนนำวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศที่เข้าร่วมอบรมกับสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี ซึ่งผลการสำรวจพบว่าแม้ครูแกนนำวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความชำนาญในการสอนวิทยาศาสตร์ โลกและอวกาศ ก็ยังต้องการการพัฒนาความรู้ด้านเนื้อหา ซึ่งการขาดความรู้ในเนื้อหาสาระย่อมส่งผล ต่อความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ผู้วิจัยจึงตั้งข้อสังเกตว่าครูวิทยาศาสตร์โลกส่วนใหญ่ซึ่งมีความรู้ ในเนื้อหาสาระไม่เทียบเท่ากับครูแกนนำวิทยาศาสตร์ อาจประสบปัญหาเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีการสอนด้วยเช่นกัน

3. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน

3.1 ความหมายของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน

ในปี 1986 Shulman ได้เป็นผู้ริเริ่มในการเสนอคำว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (Pedagogical content knowledge, PCK) โดยความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของความรู้ด้านเนื้อหาของครู (Content Knowledge) ซึ่งมีองค์ประกอบทั้งหมด 3 ด้าน คือ ความรู้ในเนื้อหาสาระ (Subject matter content knowledge) ความรู้ด้านหลักสูตร (Curricular knowledge) และความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (Pedagogical content knowledge) ดังภาพที่ 1 โดย Shulman (1986b) ได้ให้ความหมายของความรู้ด้านเนื้อหา หมายถึง การสรุปความหรือการจัดระบบความรู้ภายในโครงสร้างทางปัญญาของครู และความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน หมายถึง ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) ที่อยู่ในส่วนของความรู้ด้านวิธีการสอน (Pedagogical Knowledge)

ประเภทของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนประกอบด้วยการสอนหัวข้อในเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งซึ่งมีการนำเสนอแนวคิดสำหรับการเรียนการสอนให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจได้ด้วยการนำเสนอที่แตกต่างกัน เช่น การอุปมาอุปลักษณ์ การแสดงให้เห็นภาพ การยกตัวอย่าง การอธิบาย ตลอดจนการสาธิต นอกจากนี้ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนยังรวมถึงการทำความเข้าใจว่าอะไรบ้างที่ทำให้เกิดความยาก หรือง่ายในการเรียนรู้หัวข้อที่เฉพาะเจาะจง เช่น มโนทัศน์ และมโนทัศน์ที่มีอยู่ (preconception) ของนักเรียนที่แตกต่างกันทั้งอายุ และภูมิหลัง (Shulman, 1986a, 1986b)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 1 ความรู้ด้านเนื้อหา

ต่อมาในปี 1987 Shulman ได้เสนอความรู้พื้นฐานสำคัญสำหรับการสอน (Knowledge base for teaching) ประกอบด้วย 7 ประเภท ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านวิธีการสอน โดยทั่วไป ความรู้ด้านหลักสูตร ความรู้ด้านผู้เรียนและลักษณะของผู้เรียน ความรู้ด้านบริบทของการศึกษา ความรู้ด้านเป้าหมายของการศึกษา และความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (Shulman, 1987)

อย่างไรก็ตาม Shulman เห็นว่าความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนมีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นจากความรู้ประเภทอื่น ๆ เพราะความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนแสดงถึงความแตกต่างระหว่างครูกับนักวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นความรู้ในสาระการเรียนรู้ในเชิงคุณภาพ หรือปริมาณ และในการจัดการและการใช้ความรู้นั้น ความรู้วิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์นั้นจะมีโครงสร้างจากมุมมองการสอน และใช้เป็นพื้นฐานในการช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่เฉพาะเจาะจง ในทางตรงกันข้ามความรู้ของนักวิทยาศาสตร์นั้นมีโครงสร้างจากมุมมองการวิจัย และใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการสร้างความรู้ใหม่ในสาขาวิชานั้น ๆ (Cochran et al., 1993; Shulman, 1987)

ทั้งนี้ Shulman (1987) เสนอความหมายของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่ชัดเจนขึ้นกว่าเดิมโดยระบุว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน หมายถึง การผสมผสานของความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านวิธีการสอนเข้าด้วยกันในส่วนที่เป็นความเข้าใจว่าควรทำอย่างไรในหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง ปัญหา หรือประเด็นที่ถูกจัดระบบ ถูกนำเสนอ และปรับปรุงให้เข้ากับความสนใจและความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เรียน รวมถึงการนำเสนอสำหรับการเรียนการสอน

Cochran et al. (1993) ได้ให้ความหมายความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนว่า ลักษณะที่ครูผู้สอนเชื่อมโยงความรู้ด้านเนื้อหาของพวกเขา (สิ่งที่พวกเขาารู้เกี่ยวกับสิ่งที่พวกเขาสอน) กับความรู้ของพวกเขาเกี่ยวกับการสอน (สิ่งที่พวกเขาู้เกี่ยวกับการสอน) และความรู้เรื่องสาระสำคัญ

Mishra and Koehler (2006) ได้ให้ความหมายความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน คือ การผสมผสานเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ด้านวิธีการสอนเข้าด้วยกันในส่วนที่เป็นความเข้าใจว่าจะทำอย่างไรในแง่เฉพาะของเนื้อหาสาระที่ถูกนำมาจัดระบบ ปรับปรุง และถูกนำเสนอสำหรับการเรียนการสอน

Hassard and Dias (2013) ได้ให้ความหมายความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนว่าเป็นความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระโดยเฉพาะ และวิธีการสร้างบรรยากาศแวดล้อมที่จะเกิดขึ้น รวมถึงความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการปัญหาและประเด็นที่เฉพาะเจาะจง การแสดงตัวอย่างและการปรับเปลี่ยนเพื่อผู้เรียนที่มีความสนใจและความสามารถที่หลากหลาย

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2558) ให้ความหมายความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนว่า ความรู้เกี่ยวกับการบูรณาการระหว่างความรู้ด้านเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ด้านวิธีการสอน ในการสอนเนื้อหา เฉพาะเรื่องเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน หมายถึง การผสมผสาน ของเนื้อหาและวิธีการสอน เพื่อใช้ในการถ่ายทอดและนำเสนอโดยคำนึงถึงการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ หัวข้อที่เฉพาะเจาะจง ประเด็นและปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการสอน ประกอบการพิจารณาการเรียนรู้ ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน

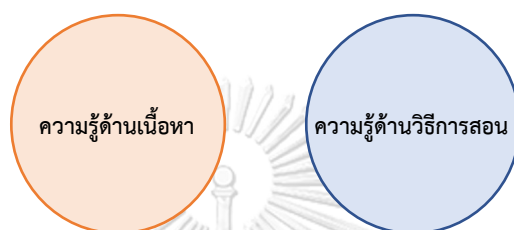
ความหมายของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก

Rivet (2017) ได้ระบุถึงความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก จากความหมายของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนตามที่ Shulman (1987) เสนอความหมายของ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่ชัดเจนขึ้นกว่าเดิมโดยระบุว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน หมายถึง การผสมผสานของความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านวิธีการสอนเข้าด้วยกันในส่วนที่เป็น ความเข้าใจว่าควรทำอย่างไรในหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง ปัญหา หรือประเด็นที่ถูกจัดระบบ ถูกนำเสนอ และปรับปรุงให้เข้ากับ ความสนใจและความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เรียน รวมถึงการนำเสนอ สำหรับการเรียนการสอน ทั้งนี้ Rivet (2017) ได้ขยายความหมายของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการ สอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลกโดยเพิ่มเติมความหมายของ Shulman (1987) ต่อไปว่า รวมถึง การสำรวจแนวคิดที่มีอยู่ของนักเรียน การนำเสนอโดยใช้การอุปมาอุปลักษณ์ และการใช้แบบจำลอง เพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการคิดเกี่ยวกับแนวคิดที่เฉพาะเจาะจง การสาธิต การจัดกิจกรรม และการสืบค้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โลกในหัวข้อต่าง ๆ และการตรวจสอบแหล่งข้อมูลที่จะใช้ในการ สอนวิทยาศาสตร์โลก แต่ละด้านเหล่านี้ของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอน วิทยาศาสตร์โลกจะถูกตรวจสอบในบริบทของเนื้อหา และแนวคิด กระบวนการที่สำคัญในสาขา วิทยาศาสตร์โลก

ผู้วิจัยจึงสรุปความหมายของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก หมายถึง การผสมผสานของเนื้อหาและ วิธีการสอน เพื่อใช้ในการถ่ายทอดและนำเสนอโดยใช้การอุปมาอุปลักษณ์ การใช้แบบจำลอง การ สาธิต การจัดกิจกรรม และการสืบค้นเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาเฉพาะ หัวข้อที่ เฉพาะเจาะจงกับวิทยาศาสตร์โลก รวมถึงการสำรวจมโนทัศน์ที่มีอยู่ของนักเรียน

3.2 กรอบแนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน

ในอดีตเมื่อก้าวถึงการศึกษาคำรู้ของครู (Teacher knowledge) จะให้ความสำคัญไปที่ความรู้ด้านเนื้อหา ต่อมาได้เปลี่ยนจุดเน้นไปที่ด้านวิธีการสอน โดยเน้นวิธีการสอนในห้องเรียนทั่วไป ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระ ทั้งนี้การศึกษาคำรู้ของครูถูกนำเสนอเป็นภาพของวงกลมสองวงซึ่งแยกออกจากกัน และเป็นอิสระจากกัน (Mishra & Koehler, 2006) ดังภาพที่ 2

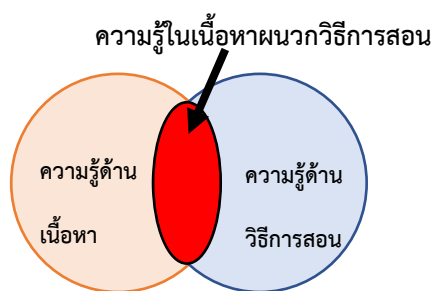


ภาพที่ 2 วงกลมสองวงที่เป็นตัวแทนของความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านวิธีการสอน (Mishra & Koehler, 2006)

ทั้งนี้ความรู้ด้านเนื้อหา หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระตามความเป็นจริงที่จะใช้ในการเรียนรู้หรือการสอน และความรู้ด้านวิธีการสอน หมายถึง ความรู้ในเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการและวิธีปฏิบัติ หรือวิธีสอนและการเรียนรู้ รวมถึงวัตถุประสงค์ทางการศึกษา และการรู้ถึงความครอบคลุมในสิ่งอื่น ๆ โดยรวมถึงค่านิยมและจุดมุ่งหมายทางการศึกษา (Mishra & Koehler, 2006)

จนกระทั่งปี 1986 Shulman ได้คิดต่อยอดเกี่ยวกับความรู้ของครู (Teacher knowledge) โดยแนะนำแนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ซึ่งให้ความสำคัญกับความรู้ด้านเนื้อหาของครูและความรู้วิธีการสอน จนนำความรู้ทั้งสองมารวมกันเป็นความรู้ด้านพิเศษซึ่งในที่นี้คือ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (Shulman, 1986b)

แต่ผลที่เกิดขึ้นจริงของการแยกจากกันของความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านวิธีการสอนในอดีตก่อนปี 1986 คือการสร้างโปรแกรมการผลิตครูจะเน้นไปที่ด้านเนื้อหา หรือวิธีการสอนที่แยกออกจากกัน (ดังภาพที่ 2) ต่อมาในการแบ่งทั้งสองด้านนี้ Shulman เสนอให้พิจารณาถึงความสัมพันธ์ที่จำเป็นระหว่างทั้งสองด้านโดยแนะนำแนวคิดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ซึ่งเกิดขึ้นบนพื้นที่ทับซ้อนกันของเนื้อหา และวิธีการสอน (Mishra and Koehler, 2006) (ดังภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 วงกลมสองวงของความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านวิธีการสอนที่มีพื้นที่ทับซ้อนกันเป็นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (Mishra & Koehler, 2006)

ดังนั้นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนจะแสดงให้เห็นถึงการผสมผสานของเนื้อหา และวิธีการสอนเข้าด้วยกันจนเป็นความเข้าใจในการจัดระเบียบ การปรับปรุง และนำเสนอเนื้อหาสาระของหัวข้อที่เฉพาะเจาะจงเพื่อการเรียนการสอน

นอกจากนี้ Shulman (1986b) ยังให้ความเห็นเพิ่มเติมของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนว่า การมีความรู้ในเรื่องและกลวิธีการสอนทั่วไปถึงแม้ว่าจะจำเป็น แต่ก็ไม่เพียงพอสำหรับการรวบรวมความรู้ของครูที่ดี โดยครูที่ดีควรคิดว่า “ควรจะสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะอย่างไร” ด้วย

สำหรับครูที่จะประสบความสำเร็จพวกเขาจะต้องเผชิญหน้ากับทั้งสองด้าน (เนื้อหาและวิธีการสอน) พร้อมกันด้วยการรวบรวมแง่มุมของเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดที่สุดและนำเสนอหรือถ่ายทอดเนื้อหานั้นให้เกิดขึ้นจริง

โดยสรุปแล้ว ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเป็นความรู้ด้านเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสอนรวมถึงการนำเสนอ และการกำหนดหัวข้อที่เอื้อให้ผู้อื่นทำให้เข้าใจได้ ทั้งนี้หัวใจของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน คือลักษณะที่เป็นสาระสำคัญของการถ่ายทอดสำหรับการสอน สิ่งนี้จะเกิดขึ้นเมื่อครูตีความเนื้อหา และหาวิธีการต่าง ๆ ในการนำเสนอ และสามารถทำให้เข้าถึงผู้เรียนได้

จากแนวคิดของ Shulman (1986b) พบว่าความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูเกิดขึ้นจากการเชื่อมโยงวงกลมทั้งสองที่แยกออกจากกัน (ดังภาพที่ 2) ทำให้พื้นที่ทับซ้อนซึ่งเป็นตัวแทนของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน โดยแสดงถึงการขับเคลื่อนร่วมกันระหว่างวิธีการสอนและเนื้อหา (ดังภาพที่ 3) จากคำกล่าวของ Shulman (1986b) สิ่งที่อยู่ในพื้นที่ทับซ้อนคือ การถ่ายทอดในหัวข้อที่สอนในสาขาวิชาหนึ่ง การใช้แบบจำลองที่มีประโยชน์มากที่สุด การนำเสนอตัวแทนความคิดเหล่านั้น การอุปมาอุปลักษณ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด การแสดงให้เห็นภาพ และการสาธิต สิ่ง

เหล่านี้เป็นการนำเสนอ และการกำหนดหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง รวมถึงการทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนว่า อะไรบ้างที่ทำให้เกิดความยาก หรือง่ายในการเรียนรู้หัวข้อที่เฉพาะเจาะจง เช่น มโนทัศน์และมโนทัศน์ที่มีอยู่ (preconception) ของนักเรียนที่แตกต่างกันทั้งอายุ และภูมิภาค (Mishra & Koehler, 2006; Shulman, 1986b)

อย่างไรก็ตาม Abell (2008) พยายามระบุพื้นฐานร่วมกันระหว่างนักวิจัยเกี่ยวกับประเด็นสำคัญของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเป็นความรู้ที่แยกออกจากกันที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง (transformation) ของความรู้ประเภทอื่น เช่น ความรู้ในเนื้อหาสาระ ความรู้ด้านวิธีการสอน และความรู้ด้านบริบท

ในปี 2012 มีการประชุมสุดยอดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนครั้งแรก ได้มีการนำเสนอรูปแบบร่วมกัน (Consensus Model) สำหรับความรู้และทักษะการสอนระดับมืออาชีพรวมถึงความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน โดยมีการยืนยันอีกครั้งว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเป็นประเภทความรู้ที่แยกออกจากความรู้ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพด้านการสอน อย่างไรก็ตาม Chan and Hume (2019) ยังพบอีกว่า งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนยังเผยให้เห็นจุดที่แตกต่างบางอย่างในการคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่ไม่ได้ถูกกล่าวถึงอย่างสมบูรณ์ในรูปแบบร่วมกันสำหรับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่เกิดขึ้นจากการประชุมสุดยอดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนครั้งแรก ในประเด็นขอบเขตของเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ และวิธีกำหนดความหมายของ หัวข้อ ในการศึกษาที่แตกต่างกัน รวมถึงการตีความของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนอย่างหลากหลายนำไปสู่การพัฒนาที่หลากหลายและการใช้คำศัพท์เฉพาะทางเพื่ออธิบายความหมายและองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ซึ่งคำศัพท์ใหม่ที่เกิดขึ้นได้ถูกนำมาใช้แล้ว และยังมีการเปลี่ยนความหมายไปตามงานวิจัยด้วย นอกจากนี้ การศึกษาเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนไม่ค่อยมีความชัดเจนในรูปแบบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และไม่ระบุความแตกต่างระหว่างความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนต่าง ๆ ของวงจรการสอน

ในปี 2016 การประชุมสุดยอดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนครั้งที่สองของการศึกษาศาสตร์ (The Second PCK Summit in Science Teacher Education) ซึ่งเหล่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ทบทวนการกำหนดแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และวิธีการสำหรับการตรวจสอบ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนในปัจจุบัน (Chan & Hume, 2019) โดยมีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

1) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเป็นองค์ความรู้ที่แยกออกจากกัน จากที่ Shulman (1987) ได้จัดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเป็นประเภทหนึ่งในเจ็ดประเภทของความรู้พื้นฐานสำคัญของครู ซึ่งความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเป็นประเภทของความรู้ของครูที่เด่นชัดและเป็นมากกว่าการรวมกันของประเภทความรู้ที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นจากความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน

2) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเป็นความรู้ทางวิชาชีพที่จำเป็นในการสอนเนื้อหาให้กับนักเรียนโดยเฉพาะกลุ่มอย่างประสบความสำเร็จ โดยแบ่งความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนออกเป็น ความรู้ทางวิชาชีพ ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนที่เหมาะสมกับหัวข้อนั้นโดยเฉพาะและการนำเสนอ และความเข้าใจในความยากต่อการเรียนรู้และมโนทัศน์ (ที่มีอยู่) ของนักเรียน

อย่างไรก็ตามในการประชุมสุดยอดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนครั้งที่สองได้มีการวางกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนตาม Gess-Newsome (1999) โดยกำหนดแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนออกเป็น 2 รูปแบบ ตามความหมายและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่ใช้ตรวจสอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนในงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา (Chan & Hume, 2019; Gess-Newsome, 1999) ดังต่อไปนี้

1) รูปแบบบูรณาการ (Integrative model) คือรูปแบบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่เป็นพื้นที่ทับซ้อนกันขององค์ประกอบในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ตัวอย่างเช่น Gess-Newsome (1999) กำหนดให้องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนแบ่งออกเป็น ความรู้ในเนื้อหาสาระ ความรู้ด้านวิธีการสอน และความรู้ด้านบริบท ดังนั้น ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเป็นพื้นที่ทับซ้อนกันของความรู้ทั้งสามด้าน ได้แก่ ความรู้ในเนื้อหาสาระ ความรู้ด้านวิธีการสอน และความรู้ด้านบริบท

2) รูปแบบปรับเปลี่ยน (transformative model) คือรูปแบบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ความรู้ทั้งหมดที่จำเป็นเพื่อกลายเป็นครูที่มีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น Gess-Newsome (1999) กำหนดให้องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนแบ่งออกเป็น ความรู้ในเนื้อหาสาระ ความรู้ด้านวิธีการสอน และความรู้ด้านบริบท ดังนั้น ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เป็นการปรับเปลี่ยน (transformation) ของความรู้ในเนื้อหาสาระ ความรู้ด้านวิธีการสอน และความรู้ด้านบริบท ให้เปลี่ยนแปลงเป็นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเพียงความรู้เดียวที่ส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติในการสอนในเนื้อหาวิชาเฉพาะ

ทั้งนี้ Chan and Hume (2019) ให้ความเห็นว่างานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาค้นคว้าส่วนมาก นิยมใช้รูปแบบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนในรูปแบบปรับเปลี่ยน ในการกำหนดความหมาย และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่ใช้ตรวจสอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน

3.3 องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน

เนื่องจากความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนโดยทั่วไปมีความเฉพาะเจาะจงมากกว่าศาสตร์ การสอน (pedagogy) ซึ่งครูที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนจะมีแนวคิดและกลยุทธ์ที่ใช้ในการ สอนที่มีความเฉพาะเจาะจงกับสาขาวิชา ฉะนั้น Veal and MaKinster (1999) จึงได้ทำการจำแนก ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนผ่านการทบทวนวรรณกรรมวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยใช้ความ เฉพาะเจาะจงของเนื้อหาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนออกเป็น 3 ระดับ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเฉพาะสาขาวิชา (Subject-specific PCK) เป็นความรู้ ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่จำแนกตามสาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ ศิลปะ ประวัติศาสตร์ คณิตศาสตร์ และภาษาอังกฤษ เป็นต้น

2) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเฉพาะด้านของสาขาวิชา (Domain-specific PCK) เป็นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่ให้ความสำคัญกับเนื้อหาสาระ หรือเนื้อหาของสาขาวิชาใน ด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะ ตัวอย่างเช่น เคมีจัดเป็นเนื้อหาสาระที่เป็นด้านหนึ่ง (Domain-specific PCK) ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ (Subject-specific PCK) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีการสอนเฉพาะด้านของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ด้านเคมี ด้านชีววิทยา ด้านฟิสิกส์ และด้าน วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

3) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเฉพาะหัวข้อ (Topic-specific PCK) หมายถึง ความรู้ ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเฉพาะหัวข้อ (Topic-specific PCK) ในด้านวิทยาศาสตร์โลก ได้แก่ โลก และการเปลี่ยนแปลง ธรณีประวัติ ธรณีปฏิบัติภัย ธรณีโครงสร้าง บรรยากาศ การพยากรณ์อากาศ การ หมุนเวียนของระบบน้ำในมหาสมุทรและระบบลม เป็นต้น

ดังนั้นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนทั้ง 3 ระดับ มีความสัมพันธ์กันในลักษณะหน่วยเล็ก เป็นส่วนหนึ่งของหน่วยใหญ่โดยความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเฉพาะหัวข้อเป็นส่วนหนึ่งของ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเฉพาะด้านของสาขาวิชา และความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เฉพาะด้านของสาขาวิชาเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเฉพาะสาขาวิชา

นอกจากการจำแนกความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนตามความเฉพาะเจาะจงของเนื้อหาแล้วในส่วนของการรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนทั่วไปยังมีการจำแนกออกเป็นองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ดังที่ Grossman (1989) (อ้างถึงใน ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2555) ได้เสนอองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนไว้ 4 องค์ประกอบดังนี้

- 1) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาที่สอน
- 2) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนและการนำเสนอเนื้อหาที่สอน
- 3) แนวคิดเกี่ยวกับจุดประสงค์การสอนเนื้อหาเฉพาะ
- 4) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวัสดุอุปกรณ์หรือแหล่งการเรียนรู้ในหลักสูตร

Smith and Neale (1989) (อ้างถึงใน Nezvalová, 2011) ได้เสนอองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนไว้ 3 องค์ประกอบดังนี้

- 1) ความรู้เกี่ยวกับหัวข้อที่นักเรียนมักผิดพลาด (knowledge of typical student errors)
- 2) ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีสอนเฉพาะเจาะจง (knowledge of particular teaching strategies)

- 3) ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาอย่างละเอียดลออ (knowledge of content elaboration)

Tuan (1996) (อ้างถึงใน Jang et al., 2009) ได้เสนอองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนไว้ 7 องค์ประกอบดังนี้

- 1) ความเข้าใจความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระของครู
- 2) วิธีการสอนของครู
- 3) การนำเสนอเนื้อหาที่สอน
- 4) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร
- 5) การประเมินความรู้
- 6) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในหัวข้อของนักเรียน
- 7) ความรู้เกี่ยวกับบริบทของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

Jang et al. (2009) ได้สรุปความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนจาก การทบทวนวรรณกรรมของ Reynolds (1992) ออกเป็น 6 องค์ประกอบดังนี้

- 1) การสอนนักเรียนผ่านทักษะและวิธีการที่แตกต่างกัน
- 2) การคิดเกี่ยวกับขอบเขตของเนื้อหาและการจัดเรียงลำดับเนื้อหาที่ต้องครอบคลุมเนื้อหา

ทั้งหมด

3) การทำความเข้าใจมโนทัศน์ก่อนหน้า (previous conceptions), ทักษะ, ความรู้ และความสนใจที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเฉพาะ ของนักเรียน

4) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวัตถุประสงค์หรือแหล่งการเรียนรู้ในหลักสูตร

5) ใช้การนำเสนอเนื้อหาที่สอนอย่างเหมาะสมเพื่อเข้าสู่ความรู้ในเนื้อหาสาระ

6) ใช้วิธีการประเมินที่เหมาะสมเพื่อประเมินความเข้าใจของความรู้ในเนื้อหาสาระของนักเรียน

Nezvalová (2011) ได้สรุปองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนจากการวิเคราะห์ความหมายของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่ Cochran et al. (1993) ให้ไว้ว่าเป็นลักษณะที่ครูผู้สอนเชื่อมโยงวิธีการสอนของพวกเขาเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาตามบริบทของโรงเรียนเพื่อการสอนนักเรียนแบบเฉพาะเจาะจง (Nezvalová, 2011) ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 4 องค์ประกอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระ (knowledge of subject matter)

2) ความรู้เกี่ยวกับบริบทแวดล้อม (knowledge of environmental contexts)

3) ความรู้เกี่ยวกับนักเรียน (knowledge of students)

4) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอน (knowledge of pedagogy)

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2558) ได้เสนอองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนว่าประกอบไปด้วยความรู้ความเข้าใจและความเชื่อของการสอนในวิชาหรือเนื้อหาที่สอนความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหานั้น ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียนหลักสูตรบริบททางการศึกษา กลยุทธ์ และวิธีการจัดการเรียนการสอนการจัดประสบการณ์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ และการใช้สื่อและเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้รวมถึง การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน จะประกอบด้วย 2 องค์ประกอบเสมอคือ ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน และความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนและการนำเสนอ สอดคล้องกับที่ Chan and Hume (2019) ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนักวิจัยหลายท่านแล้วพบว่าองค์ประกอบทั้งความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน และความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนและการนำเสนอนี้จะพบในองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเสมอ

องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์

ในงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ มีงานวิจัยที่จำแนกองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ดังนี้

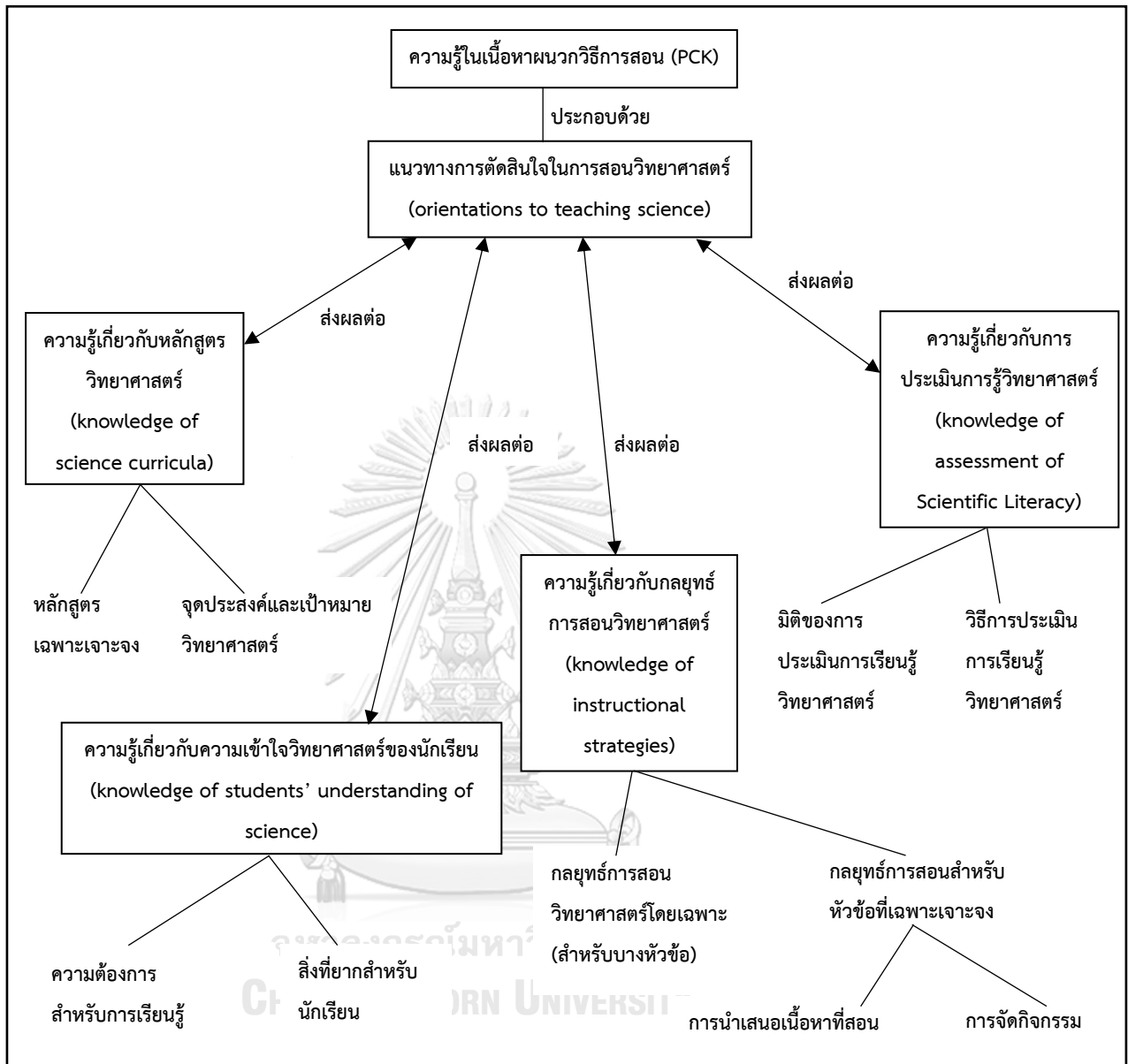
Magnusson et al. (1999) ได้เสนอองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเพื่อให้เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ โดยแสดงให้เห็นภาพรวมของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ (Hassard & Dias, 2013)

องค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวก วิธีสอน	องค์ประกอบนั้นเกี่ยวกับ
แนวทางการตัดสินใจในการสอน วิทยาศาสตร์	วิธีคิดเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์หลายประเภทซึ่งประกอบด้วย การสอนทางตรง/การมีปฏิสัมพันธ์กัน การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ การค้นพบ โครงงานเป็นฐาน การสืบสอบ อื่น ๆ
ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับหลักสูตร วิทยาศาสตร์	มีความคุ้นเคยกับเป้าหมายสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์และตัวอย่างของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ รวมถึงโครงการหลักสูตร และรายการข้อความ
ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับความ เข้าใจของนักเรียนในหัวข้อที่ เฉพาะเจาะจง	ความรู้ว่านักเรียนควรมีความรู้อะไรบ้างเพื่อใช้เรียนรู้ในเนื้อหาใหม่ของวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการระบุสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน
ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับกลยุทธ์ การสอนวิทยาศาสตร์	มีความคุ้นเคยกับรูปแบบการสอน เช่นเดียวกับรูปแบบการสอนเฉพาะเจาะจงสำหรับเนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง
ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับการวัดและ ประเมินผลในรายวิชาวิทยาศาสตร์	มีความคุ้นเคยกับมาตรฐานการประเมินระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ รู้ว่ากระบวนการประเมินที่หลากหลายทำอย่างไร

ทั้งนี้ Magnusson et al. (1999) ได้แสดงความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาแผนกวิธีสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 4 จะเห็นว่าองค์ประกอบแรก แนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนในหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนวิทยาศาสตร์ ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนแผนผังทางความคิด (conceptual map) ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจในการสอนเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตร การประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นต้น ดังนั้นแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีลักษณะเป็นความเชื่อของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อความรู้ในด้านต่าง ๆ ของครูวิทยาศาสตร์





ภาพที่ 4 องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์
(Magnusson et al., 1999)

กระนั้นองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 องค์ประกอบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (Magnusson et al., 1999)

1) แนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ (orientations toward science teaching) หมายถึง ความรู้และความเชื่อของครูเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายสำหรับการสอน วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นเฉพาะเจาะจง

แนวทางการตัดสินใจในการสอนแสดงถึงวิธีการทั่ว ๆ ไปในมุมมอง และการสรุปแนวคิดของการสอนวิทยาศาสตร์ ความสำคัญขององค์ประกอบนี้ คือ ความรู้และความเชื่อเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นแผนผังทางความคิด (conceptual map) ที่ชี้แนะแนวทางในการตัดสินใจในการสอนเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ เช่น วัตถุประสงค์รายวัน เนื้อหาของงานที่มอบหมายสู่นักเรียน การใช้หนังสือเรียน และสื่อการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตร และการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน

แนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ได้ถูกระบุไว้ตามตารางที่ 9 และตารางที่ 10 แนวทางการตัดสินใจในการสอนได้รับการจัดระบบตามการให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนจากระบบการสอน และเนื้อหาเท่านั้น และเหมาะสมกับมาตรฐานการศึกษาของชาติที่ใช้การสืบสอบเป็นฐาน แต่ละแนวทางการตัดสินใจในการสอนถูกอธิบายภายใต้ 2 องค์ประกอบ ที่นำมาใช้ในการกำหนด และข้อแตกต่างของแนวทางการตัดสินใจในการสอน คือ เป้าหมายของแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 9) และลักษณะทั่วไปของการเรียนการสอนที่ครูดำเนินการตามแนวทางการตัดสินใจในการสอนที่เฉพาะเจาะจง (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 9 เป้าหมายของแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Magnusson et al., 1999)

แนวทางการตัดสินใจในการสอน	เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์
กระบวนการ (Process)	การช่วยเหลือนักเรียนในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ความเข้มแข็งทางวิชาการ (Academic Rigor)	การให้เห็นถึงองค์ความรู้เฉพาะเจาะจง
การสั่งสอน (Didactic)	การส่งต่อข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์
การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ (Conceptual Change)	การอำนวยความสะดวกในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเผชิญหน้ากับนักเรียนเพื่ออธิบายบริบทที่ท้าทายต่อมโนทัศน์ที่ไร้เดียงสา (naive conceptions) ของพวกเขา
การใช้กิจกรรม (Activity-driven)	นักเรียนลงมือทำกิจกรรมจนเกิดประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติ
การค้นพบ (Discovery)	ให้โอกาสนักเรียนในการค้นพบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมาย
การเน้นโครงการวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (Project-	นักเรียนสืบเสาะความรู้ในการแก้ปัญหาตาม

แนวทางการตัดสินใจในการสอน	เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์
based Science)	สภาพจริง
การสืบสอบ (Inquiry)	แสดงถึงความเป็นวิทยาศาสตร์จากการสืบสอบ
การสืบสอบแบบแนะนำ (Guided Inquiry)	ประกอบด้วยชุมชนของผู้เรียนที่สมาชิกแบ่งปัน ความรับผิดชอบในการทำความเข้าใจโลกทาง กายภาพ การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ

การเปรียบเทียบลักษณะทั่วไปของการเรียนการสอนตามแนวทางการตัดสินใจในการสอนที่เฉพาะเจาะจงแสดงให้เห็นว่า กลยุทธ์การสอนบางอย่าง เช่น การใช้การสืบสอบ มีลักษณะเฉพาะที่มากกว่าหนึ่งแนวทางการตัดสินใจในการสอน ตัวบ่งชี้ที่เหมือนกันเหล่านี้ไม่ใช่การใช้กลยุทธ์เฉพาะ แต่วัตถุประสงค์ในการใช้งานจะแตกต่างกันไปตามแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ของครู

ตารางที่ 10 ลักษณะทั่วไปของการเรียนการสอนที่ครูดำเนินการตามแนวทางการตัดสินใจในการสอนที่เฉพาะเจาะจง (Magnusson et al., 1999)

แนวทางการตัดสินใจในการสอน	ลักษณะทั่วไปของการเรียนการสอน
กระบวนการ (Process)	ครูแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ในการรับความรู้ใหม่ นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะการคิดแบบบูรณาการ
ความเข้มแข็งทางวิชาการ (Academic Rigor)	นักเรียนจะถูกท้าทายด้วยปัญหาและกิจกรรมที่ยาก งานในห้องปฏิบัติการและการสาธิตถูกใช้เพื่อตรวจสอบมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ โดยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เฉพาะและปรากฏการณ์
การสั่งสอน (Didactic)	ครูนำเสนอข้อมูล โดยทั่วไปผ่านการบรรยายหรือการอภิปรายและคำถามโดยตรงที่นักเรียนจะอธิบายถึงข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์
การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ (Conceptual Change)	นักเรียนถูกกดดันสำหรับมุมมองเกี่ยวกับโลกและพิจารณาความเหมาะสมของคำอธิบายทางเลือก

แนวทางการตัดสินใจในการสอน	ลักษณะทั่วไปของการเรียนการสอน
	ครูอำนวยความสะดวกในการอภิปรายและการโต้วาทีที่จำเป็นในการสร้างคำกล่าวอ้างถึงความรู้ที่สมเหตุสมผล
การใช้กิจกรรม (Activity-driven)	นักเรียนมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ถูกใช้เพื่อการตรวจสอบหรือการค้นพบ กิจกรรมที่เลือกอาจไม่สอดคล้องกับแนวคิด ถ้าครูไม่เข้าใจวัตถุประสงค์เฉพาะของกิจกรรม และผลที่ตามมาจะละเว้นหรือไปปรับเปลี่ยนมุมมองที่สำคัญของพวกเขาอย่างไม่เหมาะสม
การค้นพบ (Discovery)	เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนสำรวจโลกธรรมชาติตามความสนใจของตัวเองและค้นพบรูปแบบของวิธีการทำงานของโลกในการสำรวจของพวกเขา
การเน้นโครงการวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (Project-based Science)	เน้นโครงการเป็นศูนย์กลาง กิจกรรมที่ให้ ความสำคัญกับครูและนักเรียนในการขับเคลื่อนคำถามที่จัดระเบียบแนวคิดและหลักการและขับเคลื่อนกิจกรรมในหัวข้อที่ศึกษา ผ่านการสืบสอบ นักเรียนพัฒนาชุดของสิ่งประดิษฐ์ (ผลิตภัณฑ์) ที่สะท้อนถึงความเข้าใจในการเกิดสิ่งใหม่ของพวกเขา
การสืบสอบ (Inquiry)	เน้นการสืบสวนเป็นศูนย์กลาง ครูสนับสนุนนักเรียนในการกำหนดและสืบสอบปัญหา การลงข้อสรุปและประเมินผลความสมเหตุสมผลของความรู้ที่ได้จากข้อสรุป
การสืบสอบแบบแนะนำ (Guided Inquiry)	เน้นชุมชนการเรียนรู้เป็นศูนย์กลาง ครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดและสืบสอบปัญหา กำหนดรูปแบบ การประดิษฐ์ และการทดสอบคำอธิบาย และการประเมินผลประโยชน์และความสมเหตุสมผลของข้อมูลและความ

แนวทางการตัดสินใจในการสอน	ลักษณะทั่วไปของการเรียนการสอน
	<p>พอเหมาะของข้อสรุป ครูเป็นตัวช่วยในการพยายามของนักเรียนที่ใช้วัสดุและเครื่องมือทางปัญญาของวิทยาศาสตร์ และให้พวกเขาได้ใช้อย่างอิสระ</p>

2) ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (knowledge and beliefs about science curriculum) ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ ความรู้ในเป้าหมายและจุดประสงค์ และความรู้ในหลักสูตรที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

(1) ความรู้ในเป้าหมายและจุดประสงค์ ประกอบด้วยเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในหัวข้อที่ครูสอนแก่นักเรียน รวมถึงการเชื่อมต่อตัวชี้วัดเหล่านั้นจากหัวข้อต่าง ๆ ในระหว่างปีการศึกษา นอกจากนี้ยังรวมถึงความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรว่า อะไรบ้างที่นักเรียนได้เรียนรู้ในปีก่อนหน้า และอะไรบ้างที่ครูคาดหวังว่าจะให้นักเรียนเรียนรู้ในปีต่อ ๆ ไป

(2) ความรู้ในหลักสูตรที่เฉพาะเจาะจง ประกอบด้วยความรู้ในหลักสูตรและสื่อการสอนที่เกี่ยวข้องกับการสอนในเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์ และหัวข้อที่เฉพาะเจาะจงในด้านวิทยาศาสตร์

3) ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนในหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง (knowledge and beliefs about students' understanding of specific science topics) หมายถึง ความรู้ของครูที่ต้องมีเกี่ยวกับนักเรียนเพื่อช่วยในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ ประกอบด้วย 2 ประเภท คือ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ และความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ยากสำหรับนักเรียน ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

(1) ความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ (Knowledge of Requirements For Learning) ประกอบด้วยความรู้และความเชื่อของครูเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนต้องมีความรู้มาก่อนเพื่อการเรียนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะเจาะจง รวมถึงความเข้าใจความแตกต่างของแนวทางการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ในหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง

ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ (Prerequisite Knowledge) สำหรับนักเรียนที่เรียนมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับความสามารถและทักษะที่นักเรียนอาจจะต้องการ ตัวอย่างเช่น ถ้าเป้าหมายของครูคือการช่วยให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับอนุกรมมิโดยการตรวจสอบปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในการเปลี่ยนแปลงทาง

อุณหพลศาสตร์ ครูต้องรู้วิธีช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจและทักษะที่จำเป็นในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการแปลความหมายของอุณหภูมि ได้แก่ การอ่านเทอร์โมมิเตอร์

ความรู้ของครูเกี่ยวกับความแตกต่างของแนวทางการเรียนรู้ของนักเรียน ประกอบด้วยการรู้ว่าคุณนักเรียนมีระดับความสามารถและพัฒนาการที่แตกต่างกันอย่างไร หรือวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล

(2) ความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน (Knowledge of Areas of Student Difficulty) หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หรือหัวข้อที่นักเรียนพบว่าเป็นปัญหาหรือสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ซึ่งมีสาเหตุหลายประการที่ทำให้นักเรียนพบสิ่งที่ยากในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และครูควรมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ในแต่ละประเภทดังต่อไปนี้

สิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ประเภทที่ 1 มโนทัศน์เป็นนามธรรมมาก และไม่เชื่อมโยงกับประสบการณ์ทั่ว ๆ ไปของนักเรียน ได้แก่ มโนทัศน์หัวข้อโมล การสังเคราะห์โปรตีน กลศาสตร์ควอนตัม การหายใจระดับเซลล์ เป็นต้น ครูจำเป็นต้องทราบว่าหัวข้อใดอยู่ในสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ประเภทนี้ และแง่มุมอะไรบ้างของหัวข้อเหล่านี้ที่นักเรียนไม่สามารถเข้าถึงได้มากที่สุด

สิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ประเภทที่ 2 การเรียนการสอนที่ยืดการแก้ปัญหา เป็นศูนย์กลาง และนักเรียนไม่รู้วิธีการคิดที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา และการวางแผนอย่างมีกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา สิ่งเหล่านี้ครูจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับประเภทของข้อผิดพลาดที่นักเรียนมักจะกระทำ และประเภทของความรู้จากประสบการณ์บนโลกแห่งความจริงที่นักเรียนต้องการเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาใหม่

สิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ประเภทที่ 3 หัวข้อที่ความรู้เดิมของนักเรียนไม่ตรงกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ประเภทนี้เรียกว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconceptions) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถเป็นสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ เพราะว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นที่ชื่นชอบมากกว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นเพราะความรู้สึกว่ามีความสมเหตุสมผลและสอดคล้องกัน และมีประโยชน์สำหรับนักเรียนในชีวิตประจำวัน ในทางตรงกันข้ามเป้าหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อาจดูเหมือนไม่ปะติดปะต่อ และไม่มีประโยชน์สำหรับนักเรียน อย่างไรก็ตามพบว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นผลมาจากความสมเหตุสมผล ความรู้สึกส่วนบุคคล และบุคคลสามารถปะติดปะต่อในการพัฒนาและเปลี่ยนแปลง และทำให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแบบที่ตนเองต้องการได้

4) ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนวิทยาศาสตร์ (knowledge and beliefs about instructional strategies for teaching science) ประกอบด้วย 2 ประเภท คือ (1) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนเฉพาะสาขาวิชา (knowledge of subject-specific strategies) และ (2) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนเฉพาะหัวข้อ (knowledge of topic-specific strategies)

(1) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนเฉพาะสาขาวิชา จะมีความจำเพาะกับการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งแตกต่างจากการสอนวิชาอื่น ๆ กลยุทธ์ในที่นี้แสดงถึงแนวการสอนทั่วไป หรือแบบแผนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ โดยความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ (ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน) เพราะแนวการสอนทั่วไปสำหรับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องสอดคล้องกับเป้าหมายที่เฉพาะเจาะจงของแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้กลยุทธ์การสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วงจรการเรียนรู้ (learning cycle) รูปแบบการเรียนรู้อันเนื่องมาจากความรู้เดิมของผู้เรียน (Generative Learning Model) กลวิธีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ (conceptual change strategies) การสืบสอบแบบแนะนำ (Guided Inquiry) เป็นต้น

(2) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนเฉพาะหัวข้อ มีขอบเขตที่แคบกว่าความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งกลยุทธ์การสอนเฉพาะหัวข้อถูกนำไปใช้ในการสอนโดยเฉพาะหัวข้อที่อยู่ในด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้กลยุทธ์การสอนเฉพาะหัวข้อสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ วิธีการนำเสนอ และการจัดกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

กลยุทธ์การสอนเฉพาะหัวข้อประเภทที่ 1 วิธีการนำเสนอในแต่ละหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง (Topic-specific representations) หมายถึง ความรู้ของครูในการนำเสนอ มโนทัศน์หรือหลักการที่เฉพาะเจาะจง เพื่ออำนวยความสะดวกให้นักเรียนเรียนรู้ ตลอดจนมีความรู้เกี่ยวกับจุดแข็งและจุดอ่อนของวิธีการนำเสนอหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง รวมถึงความสามารถของครูในการนำเสนอเพื่อช่วยนักเรียนพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง และความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ซึ่งการนำเสนออาจเป็นการแสดงให้เห็นภาพ การยกตัวอย่าง การใช้แบบจำลอง หรือการอุปมาอุปลักษณ์

กลยุทธ์การสอนเฉพาะหัวข้อประเภทที่ 2 การจัดกิจกรรมในแต่ละหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง (Topic-specific activities) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมที่นำมาใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง และความสัมพัทธ์ระหว่างมโนทัศน์ ตัวอย่างเช่น การกำหนดปัญหา การสาธิต สถานการณ์จำลอง การสืบสอบ และการทดลอง รวมถึงความรู้ของครูเกี่ยวกับการ

จัดกิจกรรมที่เฉพาะเจาะจง (the conceptual power of a particular activity) นั่นคือขอบเขตของกิจกรรมที่นำเสนอ การกำหนดสัญญาณ หรือการชี้แจงข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง และความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

5) ความรู้และความเชื่อเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลในรายวิชาวิทยาศาสตร์ (knowledge and beliefs about assessment in science) ประกอบด้วย 2 ประเภท คือ (1) ความรู้เกี่ยวกับมิติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญในการประเมิน และ (2) ความรู้ในวิธีการประเมินการเรียนรู้

(1) ความรู้เกี่ยวกับมิติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการประเมิน หมายถึงความรู้ของครูเกี่ยวกับมุมมองการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งมีความสำคัญในการประเมินภายในหน่วยการเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจง

ดังนั้นครูที่มีประสิทธิภาพควรรู้ว่ามีอะไรบ้าง หรือมุมมองเกี่ยวกับมิติในการรู้วิทยาศาสตร์ใดบ้าง ควรได้รับการประเมินโดยเฉพาะหน่วยการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น สิ่งที่ยากมากในการสืบสอบของระบบสุริยะมีมากกว่าเรื่องสภาพอากาศ ดังนั้นครูที่มีประสิทธิภาพจะวางแผนการประเมินความเข้าใจของนักเรียนในส่วนของวางแผน และการสืบสอบเชิงประจักษ์ ในระหว่างที่นักเรียนศึกษาสภาพอากาศโดยให้นักเรียนทำการสืบสอบแล้วครูจะวางแผนใช้วิธีการประเมินที่แตกต่างกันในการประเมินเรื่องระบบสุริยะ สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นภาพของประเภทต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ของครูในการประเมิน อาทิ ความรู้ที่เกี่ยวกับวิธีการประเมิน

(2) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการประเมินความรู้เนื้อหา หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีที่ใช้เพื่อประเมินมุมมองที่เฉพาะของการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความสำคัญต่อหน่วยการเรียนรู้นั้นโดยเฉพาะ ซึ่งมีหลายวิธีการประเมิน บางวิธีมีความเหมาะสมมากกว่าในการประเมินบางแง่มุมของการเรียนรู้ของนักเรียนมากกว่าวิธีอื่น ตัวอย่างเช่น ความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนอาจถูกประเมินอย่างเหมาะสมโดยการทดสอบด้วยการเขียนคำตอบ ในขณะที่ความเข้าใจในการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์อาจต้องการตรวจสอบด้วยการประเมินจากการสอบภาคปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ หรือจากสมุดบันทึกการปฏิบัติการทดลอง

ความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีการประเมินประกอบด้วยความรู้ในเครื่องมือที่ใช้เฉพาะเจาะจง หรือกระบวนการ แนวคิด หรือกิจกรรมที่สามารถนำไปใช้ในระหว่างหน่วยการเรียนรู้ โดยเฉพาะ เพื่อประเมินมิติที่สำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รวมถึงความรู้ของครูเกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการของเครื่องมือที่ใช้เฉพาะเจาะจง หรือเทคนิคที่ใช้ในการประเมิน

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2555) ได้ปรับปรุงองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนจาก (Magnusson et al., 1999) โดยประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้และการสอน วิทยาศาสตร์ (Teachers' beliefs about the nature, teaching and learning of science) แบ่งออกได้ 3 องค์ประกอบย่อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) ความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือความคิดของครูเกี่ยวกับประเด็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์คืออะไร นักวิทยาศาสตร์มีกระบวนการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานเป็นกลุ่มสังคมได้อย่างไร และสังคมมีปฏิกริยาอย่างไรต่อวิทยาศาสตร์ โดยความเชื่อเหล่านี้ถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการสอนวิทยาศาสตร์ทั้งหมด ทั้งนี้หากครูมีความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อย่างไร มักจะสอนวิทยาศาสตร์เช่นนั้น

(2) ความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน คือความคิดของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของผู้เรียน บทบาทของผู้เรียน โดยมีประเด็นคำถามเกี่ยวข้องคือนักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างไร ซึ่งการเรียนรู้ของมนุษย์ได้รับความสนใจจากนักจิตวิทยาและนักการศึกษามากมายทั้งในอดีตจนถึงปัจจุบัน

ทั้งนี้เชื่อว่าเมื่อทราบว่าคุณเรียนรู้อย่างไรแล้ว จะสามารถสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มีประสิทธิภาพที่สุด นักจิตวิทยาและนักการศึกษาจึงได้ศึกษาและตั้งทฤษฎีขึ้นมาเพื่ออธิบายการเรียนรู้

(3) ความเชื่อเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดของครูเกี่ยวกับบทบาทของครูและการสอนว่าจะสอนวิทยาศาสตร์ควรมีแนวทางการตัดสินใจในการสอนอย่างไร ทั้งนี้ตัวอย่างแนวทางการตัดสินใจในการสอนความเชื่อเกี่ยวกับการสอน เช่น การสอนแบบบรรยาย การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ การสอนโดยโครงการ การสอนแบบค้นพบ การสอนใช้กิจกรรมเป็นตัวขับเคลื่อนและการสอนที่เน้นเนื้อหาวิชา เป็นต้น

2) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Knowledge of science curriculum) แบ่งออกได้ 2 องค์ประกอบย่อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) ความรู้เกี่ยวกับสื่อและอุปกรณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับเนื้อหาสาระในหนังสือหลักสูตรวิทยาศาสตร์ รวมทั้งหลักสูตรแกนกลางหรือหลักสูตรสถานศึกษา คู่มือครูหนังสือเรียน คู่มือการปฏิบัติการ สื่อการเรียนรู้อื่น ๆ ซึ่ง

ความรู้ดังกล่าวถือว่าเป็นความรู้ที่สำคัญในการใช้เพื่อวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพราะครูต้องทราบว่า มีสื่อหรืออุปกรณ์ใดบ้างที่สามารถใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้

(2) ความรู้เกี่ยวกับความสำคัญของเนื้อหาสาระในหลักสูตร คือ ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับความสำคัญของเนื้อหาสาระที่ปรากฏอยู่ในหลักสูตรแต่ละระดับชั้นที่สอนโดยครูต้องพิจารณาจุดประสงค์ของการเรียนรู้ในหลักสูตร เพราะแต่ละหลักสูตรก็มีเป้าหมายในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่เหมือนกัน เช่น บางหลักสูตรเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือบางหลักสูตรเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน หรือบางหลักสูตรเน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

นอกจากครูต้องพิจารณาทั้งหลักสูตรในแนวนอนและแนวตั้ง สำหรับหลักสูตรในแนวนอน ครูจะต้องพิจารณาว่าเนื้อหาสาระในปีการศึกษาที่สอนนั้นมีอะไรบ้างที่นักเรียนต้องเรียนรู้ และหากพิจารณาหลักสูตรในแนวตั้ง ครูจะต้องพิจารณาว่าในปีที่ผ่านมาหรือภาคการศึกษาที่ผ่านมา เนื้อหาสาระมีอะไรบ้างที่นักเรียนต้องเรียนรู้ และในปีต่อไปนักเรียนต้องเรียนรู้อะไรบ้าง

การพิจารณาเป้าหมายและจุดประสงค์ในหลักสูตรก็เพื่อพิจารณาว่าอะไรเป็นเนื้อหาสาระที่สำคัญหรือประเด็นเด่นที่ควรนำมาสอนนักเรียน การเข้าใจประเด็นเหล่านี้จะช่วยให้ครูสามารถทราบล่วงหน้าหรือวางแผนล่วงหน้าว่าจะใช้เวลาอย่างน้อยเพียงใดในการสอนวิทยาศาสตร์ จะสอนเนื้อหาสาระนั้นสักอย่างน้อยเพียงใด และจะเลือกสอนก็เนื้อหาสาระจากหลักสูตร นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูไม่ต้องเสียเวลาสอนประเด็นที่ซ้ำซ้อน และทำให้รู้ว่าตนเองสอนเนื้อหาสาระได้ครอบคลุมหรือไม่ และอย่างน้อยเพียงใด

3) ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Knowledge of student understandings and learning in specific concepts) แบ่งออกได้ 2 องค์ประกอบย่อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) ความรู้เกี่ยวกับความรู้เดิมของนักเรียนในเนื้อหาเฉพาะ หมายถึง ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับความรู้เดิม (Prior knowledge) หรือแนวคิดทางเลือก (Alternative conceptions) ของนักเรียนว่าเป็นอย่างไร สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร ซึ่งการที่ครูมีความเข้าใจดังกล่าวจะสามารถช่วยให้ครูทราบพื้นฐานของนักเรียนและสามารถช่วยให้สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนต่อไปได้

หากครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมหรือแนวคิดทางเลือกรู้หรือข้อมูลใหม่ นักเรียนก็จะเกิดการเรียนรู้และสามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดของตนให้เป็นแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน

(2) ความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนในเนื้อหาเฉพาะ หมายถึง ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนเมื่อเรียนรู้เนื้อหาสาระเฉพาะ โดยครูต้องมีความเข้าใจว่านักเรียนแต่ละคนมีวิธีการเรียนรู้และธรรมชาติที่แตกต่างกัน บางคนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการลงมือสืบเสาะหาความรู้ แต่บางคนอาจจะชอบและเรียนรู้ได้ดีหากได้อ่านเนื้อหาสาระนั้น หรือบางคนเรียนรู้ได้ดีเมื่อได้เห็นตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม

ดังนั้นหากครูทราบถึงการเรียนรู้ของนักเรียนแล้วก็จะสามารถหากกลยุทธ์การสอนที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ ดังจะกล่าวในองค์ประกอบถัดไป

4) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอน (Knowledge of instructional strategies) แบ่งออกได้ 2 องค์ประกอบย่อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ (Subject-specific) หมายถึง ความรู้ของครูเกี่ยวกับกระบวนการหรือลำดับขั้นตอนทั้งหมดในการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น

ดังนั้นกระบวนการสอนก็ต้องแตกต่างจากการสอนศาสตร์อื่นเช่นกัน ครูควรมีความสามารถแสดงกลยุทธ์การสอนเพื่อถ่ายทอดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทำให้กลยุทธ์การสอนวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลยุทธ์การสอนศาสตร์อื่น นั่นคือวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ดี "ควรสอนวิทยาศาสตร์อย่างไรที่วิทยาศาสตร์เป็น" ซึ่งหมายถึง การสอนให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาหรือให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ได้ทำ ซึ่งอาจมีวิธีการที่หลากหลาย

(2) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนในแต่ละหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง (Topic-specific) หมายถึง ความสามารถของครูในการนำเสนอเนื้อหาสาระในแต่ละหัวข้อ เพราะแม้ว่าครูจะทราบว่าการสอนวิทยาศาสตร์ควรจะให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามในวิทยาศาสตร์ก็จะมีเนื้อหาสาระหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละหัวข้อที่ต่างกัน

5) ความรู้เกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Knowledge of assessment in science learning) แบ่งออกได้ 2 องค์ประกอบย่อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) ความรู้เกี่ยวกับมิติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึงความเข้าใจของครูว่าในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สิ่งนี้นักเรียนควรรู้มีอะไรบ้าง (What students should know) และต้องทำอะไรได้บ้าง (Ability to do) ในเนื้อหาสาระที่ตนสอนอยู่ ก่อนจะพิจารณาว่ามิติการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระเฉพาะที่ตนสอนอยู่มีอะไรบ้าง ครูก็ควรจะเข้าใจมิติที่ควรวัดแบบกว้าง ๆ ในวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ด้านพุทธิพิสัย เช่น ความเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหาและตัดสินใจ ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม การนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ด้านทักษะพิสัย เช่น ทักษะในการค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills)

ด้านจิตพิสัย เช่น จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific minds) คุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมสำหรับการพิจารณามิติการเรียนรู้ของนักเรียน

(2) วิธีวัดและประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน อาจเป็นแบบทดสอบ แบบสอบถาม การสังเกต การสัมภาษณ์ การให้ข้อมูลย้อนกลับ การใช้แฟ้มสะสมงาน อนุทิน เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามต้องคำนึงเสมอว่าการวัดและประเมินต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มิติของการเรียนรู้ รวมทั้งเหมาะสมกับวัยของนักเรียนด้วย

กระนั้นในเนื้อหาสาระเฉพาะ สิ่งที่ครูจะต้องพิจารณาก็คือต้องวิเคราะห์หัวข้อที่วัดว่ามีอะไรบ้าง ประเด็นที่จะต้องการวัดมีอะไรบ้าง มีประเด็นที่นักเรียนต้องเรียนรู้ ครูต้องพยายามเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับมิติของการเรียนรู้กับความรู้เกี่ยวกับวิธีวัดและประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ความเข้าใจดังกล่าวจะช่วยให้ครูสามารถตัดสินใจกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ และทราบว่าควรวัดและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างไร และสอดคล้องกับมิติที่ครูต้องทราบว่าวิธีวัดและประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีอะไรบ้างและวัดอย่างไร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ให้องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาแผนปฏิบัติการสอนสู่การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบดังนี้

1) ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา (Content knowledge) วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยโครงสร้างเชิงระบบเนื้อหาของวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งครูได้เรียนรู้มาแล้วเป็นอันมากก่อนมาเป็นครู และจะต้องติดตามความก้าวหน้าในองค์ความรู้ต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลาในขณะที่ประกอบอาชีพครู

2) ความรู้ด้านวิธีการสอน (Pedagogical knowledge) ประกอบด้วยธรรมชาติของนักเรียนและการเรียนรู้ การจัดการชั้นเรียน หลักสูตรและการสอน ซึ่งโดยปกติครูจะผ่านการเรียนรู้ในเรื่องเหล่านี้มาแล้วก่อนมาประกอบอาชีพครู และจะต้องติดตามงานวิจัยในด้านนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับกลวิธีในการสอน ในการจัดการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามครูบางคนอาจไม่สามารถนำความรู้ด้านนี้ไปใช้ให้สอดคล้องกับความรู้ด้านเนื้อหา เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

3) ความรู้ด้านบริบท (Context knowledge) ประกอบด้วยบริบททางการศึกษาทั่วไป เช่น นโยบายทางการศึกษาของประเทศ สภาพแวดล้อมและชุมชน วิสัยทัศน์และสภาพแวดล้อมของโรงเรียน รวมทั้งศิษย์เก่าของโรงเรียนและบริบทเฉพาะ เช่น ตัวนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้เดิมซึ่งมีทั้งความรู้ที่ถูกต้องและอาจเป็นความรู้ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งครูจะต้องแก้ไขให้เกิดการเรียนรู้อย่างถูกต้อง

ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม (2558) ได้เสนอองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสู่การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบเช่นเดียวกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) โดยแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

1) ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา (Content knowledge) วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่เกี่ยวกับธรรมชาติและโลกรอบตัวโดยได้รับการศึกษาค้นคว้าอธิบายและขยายความรู้ผ่านสื่อสาธารณะอย่างแพร่หลายการสืบเสาะหาความรู้ของผู้สอนจะช่วยให้เกิดโลกทัศน์ที่กว้างขวางและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของความรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นตัวทำทนายรับรู้ข้อมูลข่าวสารวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องเข้าใจในเนื้อหาและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2) ความรู้ด้านวิธีการสอน (Pedagogical knowledge) เป็นเรื่องสำคัญสำหรับผู้สอนมีอาชีพที่รู้จักปรับการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้การจัดการเรียนชั้นเรียนการออกแบบและพัฒนาวัตกรรมการเรียนการสอนการนำเทคนิคและวิธีการสอน

3) ความรู้ด้านบริบท (Context knowledge) การรู้และเข้าใจสภาพแวดล้อมของผู้เรียนเข้าใจในสภาพที่เป็นอยู่ของผู้เรียนชุมชนการมีส่วนร่วมทางการศึกษานโยบายทางการศึกษาและสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้สอนได้ทบทวนวิเคราะห์และวางแผนจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ตามรูปแบบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนว่า รูปแบบบูรณาการของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเป็นพื้นที่ทับซ้อนกันระหว่างองค์ประกอบของความรู้ใน

เนื้อหาผนวกวิธีการสอน ตัวอย่างเช่น องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) และประสาท เนืองเฉลิม (2558) ที่ได้จำแนกองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเป็นความรู้ด้านเนื้อหาวิชา ความรู้ด้านวิธีการสอน และความรู้ด้านบริบท โดยที่พื้นที่ทับซ้อนกันของความรู้ทั้งสามด้านจัดเป็นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์

ทั้งนี้รูปแบบปรับเปลี่ยนของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนพบในกรณีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของ Magnusson et al. (1999) และชาติรี ฝ่ายคำตา (2555) โดยที่ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเป็นการปรับเปลี่ยน (transformation) ของความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอ ความรู้เกี่ยวกับการประเมินผล ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร และแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ ให้เปลี่ยนเป็นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเพียงอย่างเดียวที่ส่งผลต่อการปฏิบัติในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ

3.4 กรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก

Chan and Hume (2019) ได้ศึกษางานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนอย่างหลากหลาย และพบว่ามีองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน โดยใช้องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนทั่วไป ได้แก่ องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของ Grossman องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของ Cochran, DeRuiter, and King เป็นต้น มาใช้ในงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จะเห็นว่าการนำองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนไปใช้ในงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาไม่มีความเฉพาะเจาะจงกับการใช้องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากงานวิจัยที่จำแนกองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ในข้างต้น

นอกจากนี้ Chan and Hume (2019) ระบุด้วยว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเฉพาะสาขาวิชาถือเป็นความรู้ที่ครอบคลุมไปถึงความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเฉพาะหัวข้อ ซึ่งงานวิจัยเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเฉพาะด้านของสาขาวิชา (อาทิ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา) ได้อ้างถึงรูปแบบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ของ (Magnusson et al., 1999) มากที่สุด และรูปแบบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์

ของ Magnusson et al. (1999) ได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นกรอบที่มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่ถูกนำไปใช้ในการวิจัยเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ (Chan & Hume, 2019)

ดังนั้นผู้วิจัยวางกรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกตามความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่ Magnusson et al. (1999) นำเสนอ นอกจากนี้ Chan and Hume (2019) ได้รวบรวมจากความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนักวิจัยหลายท่าน โดยปรับแก้แต่ละองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนจากองค์ประกอบของ Magnusson et al. (1999) ซึ่งอาจใช้คำศัพท์ที่แตกต่างไปบ้างแต่ยังคงแนวคิดเดิมไว้ โดยรูปแบบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ของ Magnusson et al. (1999) เป็นรูปแบบปรับเปลี่ยน (transformative model) ซึ่งประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน คือความรู้ของครูเกี่ยวกับมิติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญในการประเมิน (ตัวอย่างเช่น สิ่งที่ต้องประเมิน) และวิธีการประเมินการเรียนรู้นั้น (เช่นวิธีการประเมิน)

2) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร คือความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์สำหรับการสอนนักเรียน รวมถึงสื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอน ตลอดจนความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรแนวตั้ง และหลักสูตรแนวนอน (horizontal and vertical curricula) และความรู้ของครูเกี่ยวกับความสำคัญของหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรทั้งหมดซึ่งช่วยให้ครูสามารถระบุโมโนทัศน์หลักและแนวคิดหลักและกำจัดข้อเท็จจริงเล็กน้อย

3) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอ คือความรู้ของครูเกี่ยวกับกลยุทธ์โดยเฉพาะ รวมถึงการจัดกิจกรรมและวิธีการนำเสนอเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจในหัวข้อวิทยาศาสตร์

4) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน คือความรู้ของครูเกี่ยวกับหัวข้อ หรือโมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่นักเรียนพบว่าเป็นสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน และสิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ รวมถึงความแตกต่างของแนวทางการเรียนรู้ของนักเรียนเนื่องจากเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ภายในหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจง

5) แนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ คือความเชื่อที่ครอบคลุม (1) เป้าหมายของครูและวัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ (2) มุมมองของครูเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (3) ความเชื่อของครูเกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เนื่องจากแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนจากการประชุมสุดยอดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนครั้งแรกประกอบด้วย Chan and Hume (2019) พบว่าการศึกษาส่วนใหญ่ไม่พิจารณาคุณลักษณะทางจิตใจของครูเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบในความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์สามารถพิจารณาได้จากองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอ และความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน ผู้วิจัยจึงไม่พิจารณาแนวทางการตัดสินใจในการสอนวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนในงานวิจัยนี้

ฉะนั้นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก จึงประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ประกอบด้วย

1.1) ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์สำหรับการสอนนักเรียน เป็นการกำหนดให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดตามหลักสูตร

1.2) ความรู้เกี่ยวกับสื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอน โดยสื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ได้แก่ (1) แบบจำลองทางกายภาพ (physical model) Deus et al. (2011) ได้ระบุถึงแบบจำลองที่นำเสนอปรากฏการณ์พลวัตของโลกโดยเรียกว่า แบบจำลองเชิงเปรียบเทียบ (analogue model) ซึ่งนำมาใช้ในการเปรียบเทียบกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจริง แบบจำลองเชิงเปรียบเทียบถูกนำเสนอในลักษณะแบบจำลองทางกายภาพที่เกิดขึ้นร่วมกับการอุปมาอุปลักษณ์ รูปภาพ และการทดลอง (2) ตัวแทนทางความคิดที่ใช้ข้อมูลสารสนเทศเป็นฐาน (information technology (IT)-based representations) ได้แก่ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) การแสดงของข้อมูลที่ซับซ้อน (Visualization of Complex Data) โปรแกรม Google Earth โปรแกรม ArcGIS เป็นต้น (Sell et al., 2006)

1.3) ความรู้ของครูเกี่ยวกับความสำคัญของหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรทั้งหมดซึ่งช่วยให้ครูสามารถระบุโมทัศน์หลักและแนวคิดหลักและการปรับปรุงเนื้อหาโดยการตัดข้อเท็จจริงบางเรื่องเพียงเล็กน้อย

2) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ประกอบด้วย

2.1) ความรู้ของครูเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.2) ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ครูควรมีความรู้เกี่ยวกับประเภทของสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียนทั้ง 3 ประเภท (Magnusson et al., 1999) ได้แก่ ประเภทที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับหัวข้อที่ยากต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก เนื่องจากหัวข้อหรือมโนทัศน์เป็นนามธรรมมาก และไม่เชื่อมโยงกับประสบการณ์ทั่ว ๆ ไปของนักเรียน Herbert (2006) ได้ระบุถึงสิ่งที่ยากทางปัญญา (cognitive difficulties) ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการสร้างแนวคิดสิ่งแวดล้อมโลกในทางธรรมชาติอย่างเป็นระบบ ความเข้าใจเกี่ยวกับความซับซ้อนของลักษณะเฉพาะของระบบเหล่านั้น การประยุกต์ใช้เกี่ยวกับแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของระบบโลกที่ซับซ้อนในการสนับสนุนการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม และ Black (2005) พบว่านักเรียนมักแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ต่อหัวข้อที่ยากในการตีความแผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวทางธรณีวิทยา ภาพ 2 มิติต่าง ๆ และการนำเสนอปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในรูปแบบ 3 มิติ และพบว่านักเรียนมีหัวข้อที่ยากต่อการเรียนรู้ส่วนใหญ่เป็นเนื้อหาโดยเฉพาะธรณีวิทยา และอุตุนิยมวิทยา รวมถึงเนื้อหาดาราศาสตร์ด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ King (2012) ระบุถึงหัวข้อที่ยากต่อการเรียนรู้ เช่น แร่วิทยาและผลึกศาสตร์ การอ่านและการตีความแผนที่รวมถึงภาพถ่ายดาวทางธรณีวิทยาโครงสร้าง การลำดับขั้นหินและความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลาของการกักถ่วง ธรณีเคมี การหลอมละลายบางส่วน (Partial melting) สารละลายของแข็ง (solid solutions) การแปรสภาพ ซึ่งเป็นผลมาจากพฤติกรรม 6 ประเภท เช่น การจำและระบบคำศัพท์เฉพาะทาง การรู้เชิงปริภูมิ (รวมถึงการสร้างภาพใน 3 มิติ และการแปลงจาก 2 มิติ มาเป็น 3 มิติ) ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมและการนิยามของสิ่งที่มองไม่เห็น ปัญหาเกี่ยวกับครูหรือผู้เรียน (นักเรียนบางคนรู้สึกว่าผู้สอนขัดขวางการเรียนรู้) ความยาวนานของธรณีกาล (โดยเฉพาะเกี่ยวกับการดำรงอยู่ของมนุษย์ที่ค่อนข้างสั้น) ประเภทที่ 2 ความรู้ของครูเกี่ยวกับข้อผิดพลาดที่นักเรียนมักจะกระทำและประสบการณ์บนโลกแห่งความจริงที่นักเรียนต้องการเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาใหม่ สิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียนประเภทนี้มักเกิดขึ้นกับการเรียนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง ประเภทที่ 3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดจากความรู้เดิมของนักเรียนไม่ตรงกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งแสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับในหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง
ในวิทยาศาสตร์โลก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

หัวข้อที่ เฉพาะเจาะจง	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	มโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ
โครงสร้างโลก	เนื้อโลกเป็นของเหลว	เนื้อโลกมีสถานะเป็นของแข็งที่มี สภาพพลาสติก
การแปรสัณฐานของ แผ่นธรณี	รูปร่างและตำแหน่งของทวีปไม่ เปลี่ยนแปลง	ทวีปต่าง ๆ ของโลกมีการ เปลี่ยนแปลงรูปร่างและตำแหน่ง ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และมีการ เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาอย่างช้า ๆ
	ทวีปลอยอยู่บนน้ำ	ทวีป คือ ส่วนหนึ่งของธรณีภาคที่ แตกออกเป็นแผ่น ๆ หลายแผ่น หรือ ที่เรียกว่า แผ่นธรณี โดยที่ในแผ่น ธรณี 1 แผ่นนั้นอาจรองรับทั้งส่วนที่ เป็นแผ่นดินและส่วนที่เป็นมหาสมุทร และเกิดการเคลื่อนที่ได้เนื่องจาก วางตัวอยู่บนฐานธรณีภาคที่เคลื่อนที่ เนื่องจากการพาความร้อนจาก ภายในโลก
ธรณีพิบัติภัย	ภูเขาไฟต้องมีลักษณะเป็นภูเขา	ภูเขาไฟมีรูปร่างหลากหลายและไม่ จำเป็นต้องมีลักษณะเป็นภูเขาเสมอ ไป ในบางบริเวณอาจเป็นเพียงรอย แยกที่ลาวาปะทุขึ้นมา
	เมื่อเกิดแผ่นดินไหวได้ทะเลทุกครั้ง จะต้องเกิดสึนามิ	การเกิด แผ่น ดิน ไหว ได้ ทะ เล ก่อกำให้เกิดสึนามิได้ในบางครั้ง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะการเคลื่อนตัวของ แผ่นธรณี ระดับความลึกของจุดศูนย์ เกิดแผ่นดินไหว
การเกิดลมฟ้าอากาศ	พื้นผิวโลกบริเวณศูนย์สูตรมีความ	พื้นผิวโลกบริเวณที่มีความเข้มรังสี

หัวข้อที่ เฉพาะเจาะจง	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	มโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ
และภูมิอากาศ	เข็มรังสีดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณอื่นเสมอ	ดวงอาทิตย์มากที่สุดเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งของโลกที่โคจรรอบดวงอาทิตย์
	ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในรอบปี ณ ตำแหน่งใด ๆ บนโลกมีค่าเท่าเดิมเสมอ	ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ณ ตำแหน่งใด ๆ บนโลกมีค่าเปลี่ยนแปลงไปในรอบปี
	รังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบพื้นผิวโลกบริเวณต่าง ๆ ด้วยมุมที่แตกต่างกันเนื่องจากแกนโลกเอียง	รังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบพื้นผิวโลกบริเวณต่าง ๆ ด้วยมุมที่แตกต่างกันเนื่องจากโลกเป็นทรงกลม
	รังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบพื้นผิวโลกบริเวณต่าง ๆ ด้วยมุมที่แตกต่างกันเนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์เดินทางไม่เป็นเส้นขนาน	รังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบพื้นผิวโลกบริเวณต่าง ๆ ด้วยมุมที่แตกต่างกันเนื่องจากโลกเป็นทรงกลม
	รังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบพื้นผิวโลกบริเวณต่าง ๆ ด้วยมุมที่แตกต่างกันเนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์เดินทางไม่เป็นเส้นขนาน	รังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบพื้นผิวโลกบริเวณต่าง ๆ ด้วยมุมที่แตกต่างกันเนื่องจากโลกเป็นทรงกลม
	รังสีดวงอาทิตย์ไม่สามารถตกกระทบพื้นผิวโลกในแนวตั้งฉาก	รังสีดวงอาทิตย์สามารถตกกระทบพื้นผิวโลกในแนวตั้งฉาก
	แกนหมุนของโลกชี้ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ในขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์	แกนหมุนของโลกชี้ไปยังตำแหน่งเดิมเสมอในขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ส่งผลให้ซีกโลกเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์ในบางช่วงของปีเท่านั้น
	อากาศชั้นมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศแห้ง	อากาศชั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศแห้ง
	การหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทรไม่สามารถถ่ายโอนความ	การหมุนเวียนอากาศและน้ำในมหาสมุทรช่วยให้เกิดการถ่ายโอน

หัวข้อที่ เฉพาะเจาะจง	โมนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	โมนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ
	ร้อนไปยังบริเวณต่าง ๆ บนโลกได้	ความร้อนไปยังบริเวณต่าง ๆ บนโลก
	กระแสน้ำในมหาสมุทรไม่ส่งผลต่อ อุณหภูมิอากาศ	กระแสน้ำในมหาสมุทรส่งผลต่อ อุณหภูมิอากาศ เนื่องจากมีการถ่าย โอนความร้อนระหว่างน้ำและอากาศ
	ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ส่ง ผล เสีย ต่ อ สิ่ง มี ชี วิ ต แ ล ะ สิ่งแวดลอมเท่านั้น	ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ส่งผลดีในบางพื้นที่ เช่น ทำให้อากาศ ในฤดูหนาวไม่หนาวเย็นจนเกินไป และในฤดูร้อนมีอากาศร้อนน้อยลง ลดความถี่ในการเกิดพายุเฮอริเคน ทำให้บางพื้นที่ชุ่มชื้นขึ้นส่งผลให้มี ผลผลิตทางการเกษตรมากขึ้น
	ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญามี ความสัมพันธ์กับภาวะโลกร้อน	ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา เป็นเพียงส่วนหนึ่งของภูมิอากาศโลก
ข้อมูลสารสนเทศทาง อุตุนิยมวิทยากับการ ใช้ประโยชน์	สัญลักษณ์บนแผนที่อากาศผิวพื้น H หมายถึง อากาศร้อน (Hot) และ L หมายถึง อากาศเย็น (Cool)	สัญลักษณ์บนแผนที่อากาศผิวพื้น H หมายถึง บริเวณความกดอากาศ สูง และ L หมายถึง หย่อมความกด อากาศต่ำ

2.3) ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ เป็นความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่สำหรับ
นักเรียนที่เรียนโมนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจงประกอบด้วยความรู้ที่จำเป็นต้องมีก่อนสำหรับการเรียนรู้ใน
หัวข้อที่เฉพาะเจาะจง ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ความรู้ที่จำเป็นต้องมีก่อนสำหรับการเรียนรู้ในหัวข้อที่เฉพาะเจาะจงในวิทยาศาสตร์โลก
(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

หัวข้อที่เฉพาะเจาะจง	ความรู้ที่จำเป็นต้องมีก่อนสำหรับการเรียนรู้
โครงสร้างโลก	การเคลื่อนที่ของคลื่นในตัวกลาง การสะท้อนและการหักเหของคลื่น สมบัติของธาตุและสารประกอบบางชนิด ทฤษฎีกำเนิดระบบสุริยะ

หัวข้อที่เฉพาะเจาะจง	ความรู้ที่จำเป็นต้องมีก่อนสำหรับการเรียนรู้
การแปรสัณฐานของแผ่นธรณี	โครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติเชิงกล ซากดึกดำบรรพ์ การพาความร้อน
ธรณีพิบัติภัย	สาเหตุ รูปแบบ และผลจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีตามทฤษฎีการแปรสัณฐานของแผ่นธรณี โครงสร้างทางธรณีคลื่นไหวสะเทือน
การเกิดลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ	สัณฐานโลก การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบลมฟ้าอากาศต่าง ๆ การถ่ายโอนความร้อน ภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัย
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	แก๊สองค์ประกอบบรรยากาศ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
ข้อมูลสารสนเทศทางอุตุนิยมวิทยากับการใช้ประโยชน์	องค์ประกอบลมฟ้าอากาศ การหมุนเวียนอากาศบนโลก การเกิดเมฆ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

นอกจากนี้ความรู้ที่จำเป็นต้องมีก่อนสำหรับการเรียนรู้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะยังรวมถึงความรู้ของครูเกี่ยวกับความสามารถและทักษะที่นักเรียนอาจจะต้องสำหรับการเรียนรู้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ (Magnusson et al., 1999)

2.4) ความแตกต่างของแนวทางการเรียนรู้ของนักเรียนเนื่องจากเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ภายในหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจง ประกอบด้วยความรู้ความแตกต่างของวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละบุคคล ตลอดจนความแตกต่างของแนวคิดของนักเรียนในการเรียนรู้เนื่องจากเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ภายในหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจง (Magnusson et al., 1999)

3) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก เป็นความรู้ของครูเกี่ยวกับกลยุทธ์โดยเฉพาะ ซึ่งประกอบไปด้วย


3.1) วิธีการนำเสนอเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจในหัวข้อวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอุปมาอุปลักษณ์ การแสดงให้เห็นภาพ การอธิบาย และการสาธิต (Shulman, 1986b)

3.2) การจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับวิทยาศาสตร์โลกนั่นคือ กิจกรรมของการสืบสอบ (Orion, 2019) ซึ่ง Kim et al. (2005) ได้จำแนกวิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลกอย่างเป็นระบบออกเป็น 3 วิธี ได้แก่ (1) วิธีการอนุมานเชิงตรรกะ (logical inference method) ประกอบด้วย (1.1) วิธีการแบบอุปนัย (inductive method) (1.2) วิธีการ

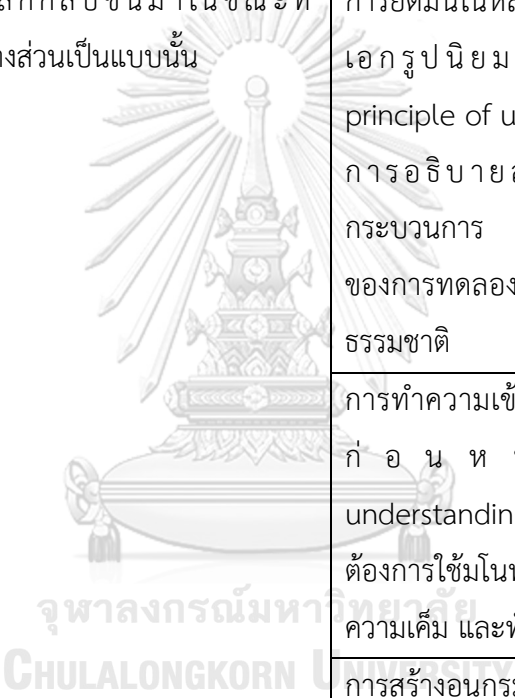
แบบนิรนัย (deductive method) (1.3) วิธีการแบบสมมติฐาน (abductive method) (2) วิธีการตีความ (hermeneutic method) ประกอบด้วย (2.1) การให้เหตุผลแบบวงกลม (circular reasoning) (2.2) การทำความเข้าใจโดยอาศัยโครงสร้างที่มีมาก่อนหน้า (forestructures of understanding) (2.3) การทำความเข้าใจของมนุษย์ตามธรรมชาติทางประวัติศาสตร์ (historical nature of human understanding) (3) วิธีการทางประวัติศาสตร์ (historical method) ประกอบด้วย (3.1) การยึดมั่นในหลักการสมัยใหม่เกี่ยวกับแนวคิดเอกรูปนิยม (adhering to the modern principle of uniformitarianism) (3.2) การแทนที่ตำแหน่งตามช่วงเวลาในลำดับที่เกิดขึ้นในทางทฤษฎี (place substituting for time in stage theorizing) (3.3) การตีความวัตถุที่หลงเหลือจากอดีต (relic interpretation) (3.4) การสร้างอนุกรมวิธาน (constructing proper taxonomies) (3.5) การประเมินระหว่างการศึกษาอิสระสำหรับการบรรจบกัน (evaluating independent lines of inquiry for convergence) โดยแต่ละวิธีการสืบสอบมีรายละเอียดดังตารางที่ 4 และ Park et al. (2009) ได้นำเสนอตัวอย่างกิจกรรมที่ใช้วิธีการสืบสอบของ Kim et al. (2005) ในวิทยาศาสตร์โลกที่พบในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์โลกของสหรัฐอเมริกาและประเทศเกาหลี ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ตัวอย่างกิจกรรมที่ใช้วิธีการสืบสอบสำหรับวิทยาศาสตร์โลก (Park et al., 2009)

เนื้อหาของวิทยาศาสตร์โลก	ตัวอย่างหัวข้อกิจกรรมที่ใช้วิธีการสืบสอบ	วิธีการสืบสอบ
ธรณีวิทยา	คุณเรียงลำดับชั้นหินอย่างไร - ชั้นหิน (layer) ที่มีอายุแก่ที่สุดคือชั้นใดในแท่งลำดับชั้นหิน (column) ของคุณ - ชั้นหิน (layer) ที่มีอายุอ่อนที่สุดคือชั้นใดในแท่งลำดับชั้นหิน (column) ของคุณ - คุณรู้ได้เป็นอย่างไร	วิธีการแบบนิรนัย (deductive method)
		การตัดสินใจในการลำดับเหตุการณ์ตามธรณีกาลโดยใช้ หลักการลำดับชั้น (principle of superposition) ในการลำดับชั้นหินของแท่งลำดับชั้นหิน
		การให้เหตุผลแบบวงกลม (circular reasoning)
		การตัดสินใจในการลำดับเหตุการณ์ตามธรณีกาลโดยใช้การเปรียบเทียบกันระหว่างหินโผล่เดียวกับหินโผล่ทั้งหมด
		การทำความเข้าใจโดยอาศัยโครงสร้างที่มีมา

เนื้อหาของ วิทยาศาสตร์โลก	ตัวอย่างหัวข้อกิจกรรมที่ใช้ วิธีการสืบสอบ	วิธีการสืบสอบ
		<p>ก่อนหน้า (forestructures of understanding)</p> <p>เมื่อเข้าใจวัตถุที่สืบสอบใช้มโนทัศน์ที่มีอยู่เกี่ยวกับหลักการลำดับชั้น (principle of superposition)</p>
<p>การยึดมั่นในหลักการสมัยใหม่เกี่ยวกับแนวคิดเอกรูปนิยม (adhering to the modern principle of uniformitarianism)</p> <p>การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของโลกในอดีตบนพื้นฐานของปรากฏการณ์ของโลกในปัจจุบัน</p>		
<p>การแทนที่ตำแหน่งตามช่วงเวลาในลำดับที่เกิดขึ้นในทางทฤษฎี (place substituting for time in stage theorizing)</p> <p>การหาลำดับเวลาของสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตโดยสำรวจการสะสมตัวของตะกอนในปัจจุบันของสถานที่ต่าง ๆ</p>		
<p>การแจกแจงอายุของเปลือกโลกมหาสมุทร</p> <p>- หินที่เก่าแก่ที่สุดในเปลือกโลกมหาสมุทรมีอายุเท่าไร</p> <p>- การแจกแจงอายุของเปลือกโลกมหาสมุทรมีรูปแบบที่ซึ่งแสดงทิศทางอย่างเป็นระบบหรือไม่ ถ้ามีรูปแบบนั้นเป็นอย่างไร</p>		<p>การทำความเข้าใจโดยอาศัยโครงสร้างที่มีมาก่อนหน้า (forestructures of understanding)</p> <p>ทักษะที่จำเป็นต้องมีในการอ่านแผนที่ซึ่งเป็นตัวแทนทางความคิดของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์โลก</p> <p>การแทนที่ตำแหน่งตามช่วงเวลาในลำดับที่เกิดขึ้นในทางทฤษฎี (place substituting for time in stage theorizing)</p> <p>การแทนที่ตำแหน่งตามช่วงเวลาโดยเข้าใจอายุของเปลือกโลกมหาสมุทรและการแผ่กระจาย</p>

เนื้อหาของ วิทยาศาสตร์โลก	ตัวอย่างหัวข้อกิจกรรมที่ใช้ วิธีการสืบสอบ	วิธีการสืบสอบ
		<p>ของเปลือกโลกมหาสมุทร</p> <p>วิธีการแบบอุปนัย (inductive method) การค้นพบรูปแบบผ่านการตีความข้อมูล</p> <p>การให้เหตุผลแบบวงกลม (circular reasoning) การค้นหารูปแบบเกี่ยวกับวัตถุในความสัมพันธ์ระหว่างส่วนใดส่วนหนึ่งกับทั้งหมดทุกส่วน</p> <p>การตีความวัตถุที่หลงเหลือจากอดีต (relic interpretation) การให้เหตุผลกระบวนการเกิดหลังจากสังเกตวัตถุที่หลงเหลือของเปลือกโลกมหาสมุทร</p>
<p>อุตุนิยมวิทยา</p>	<p>ภายใต้ความกดอากาศ</p> <p>- อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับบรรยากาศที่ซึ่งมีผลต่อวิธีการทำงานของบารอมิเตอร์ของคุณ</p> <p>ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไอน้ำและอุณหภูมิในบรรยากาศ</p> <p>- ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและปริมาณไอน้ำที่อยู่ในที่</p>	<p>วิธีการแบบสมมติฐาน (abductive method) การอธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์บนพื้นฐานของประสบการณ์ที่มีอยู่</p> <p>การทำความเข้าใจโดยอาศัยโครงสร้างที่มีมาก่อนหน้า (forestructures of understanding) การแก้ไขปัญหาด้วยมโนทัศน์ที่มีอยู่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความกดอากาศและปัจจัยขององค์ประกอบเกี่ยวข้องกับบรรยากาศ</p> <p>วิธีการแบบอุปนัย (inductive method) การสร้างข้อสรุปทั่วไปจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไอน้ำและอุณหภูมิบนพื้นฐานจากการสังเกตเป็นสำคัญ</p>

เนื้อหาของ วิทยาศาสตร์โลก	ตัวอย่างหัวข้อกิจกรรมที่ใช้ วิธีการสืบสอบ	วิธีการสืบสอบ
	ปริมาณของอากาศกำหนดเป็น อย่างไร	
สมุทรศาสตร์	<p>การไหลเวียนของกระแสน้ำ</p> <p>- คุณ สามารถให้เหตุผล อะไรบ้างที่อธิบายได้ว่า ทำไม บางส่วนของมหาสมุทรจึงไม่ พลิกกลับขึ้นมาในขณะที่ บางส่วนเป็นแบบนี้</p>  <p>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY</p>	<p>วิธีการแบบสมมติฐาน (abductive method)</p> <p>การอธิบายสาเหตุว่าทำไมบางส่วนของ มหาสมุทรไม่พลิกกลับขึ้นมาโดยทำการทดลอง กับแบบจำลอง</p> <p>การยึดมั่นในหลักการสมัยใหม่เกี่ยวกับแนวคิด เอกรูปนิยม (adhering to the modern principle of uniformitarianism)</p> <p>การอธิบายสาเหตุของสมมุติฐานว่า กระบวนการ ของการทดลองคล้ายกับปรากฏการณ์จริงทาง ธรรมชาติ</p> <p>การทำความเข้าใจโดยอาศัยโครงสร้างที่มีมา ก่อนหน้า (forestructures of understanding)</p> <p>ต้องการใช้มโนทัศน์ที่มีอยู่ เช่น ความหนาแน่น ความเค็ม และทักษะการตีความ</p> <p>การสร้างอนุกรมวิธาน (constructing proper taxonomies)</p> <p>การอธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์โดยใช้ มโนทัศน์ของความหนาแน่น และคำศัพท์ทาง วิทยาศาสตร์ของโลก</p>
	การแจกแจงอุณหภูมิพื้นผิวบน มหาสมุทร	วิธีการแบบอุปนัย (inductive method)
	- อุณหภูมิพื้นผิวบนมหาสมุทร แตกต่างกันตามตำแหน่ง ละติจูดหรือไม่ อย่างไร	<p>การค้นพบแนวโน้มผ่านการตีความข้อมูล</p> <p>การให้เหตุผลแบบวงกลม (circular reasoning)</p> <p>การอนุมานความสัมพันธ์ระหว่างบางส่วนกับ</p>

เนื้อหาของ วิทยาศาสตร์โลก	ตัวอย่างหัวข้อกิจกรรมที่ใช้ วิธีการสืบสอบ	วิธีการสืบสอบ
		ทั้งหมดในการแจกแจงของอุณหภูมิเพื่อค้นหา แนวโน้มของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นกับละติจูด
สิ่งแวดล้อม	มือสะอาด (Clean Up Your Act) -วิธีกรองเพื่อกำจัดอนุภาค ทั้งหมดออกจากน้ำที่ปนเปื้อน ทำได้หรือไม่ อย่างไร	วิธีการแบบอุปนัย (inductive method) การสร้างข้อสรุปจากการสังเกตผลลัพธ์
	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของ อุณหภูมิโลก - อภิปรายสาเหตุของการ เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลก และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ของอุณหภูมิในอนาคต	วิธีการแบบสมมติ (abductive method) การอธิบายสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของ อุณหภูมิโลก การยึดมั่นในหลักการสมัยใหม่เกี่ยวกับแนวคิด เอก रूप นิชย (adhering to the modern principle of uniformitarianism) การให้ความสำคัญกับการค้นพบรูปแบบการ เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในปัจจุบัน นักเรียน สามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิใน อนาคต

4) ความรู้เกี่ยวกับการประเมินสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ประกอบด้วย

4.1) ความรู้ของครูเกี่ยวกับมิติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญ
ในการประเมินการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย ตลอดจน
การคำนึงถึงสิ่งที่ต้องประเมินให้สอดคล้องกับสิ่งที่กำหนดเป็นวัตถุประสงค์การเรียนรู้

4.2) ความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีการประเมินการเรียนรู้ นั้น โดยมีวิธีการ
ประเมินที่เหมาะสมสิ่งที่ต้องประเมิน ตัวอย่างเช่น วิธีการประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์โลกของ
นักเรียนสำหรับการติดตามและให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน สามารถทำได้โดย (1) ชุดคำถามแบบ
เลือกตอบ (Concept Test) ทางอิเล็กทรอนิกส์ (2) ภาพเวน (Venn Diagram) (3) การวิเคราะห์
รูปภาพ (Image Analysis) เป็นการให้นักเรียนสังเกตภาพนิ่งและตีความรูปภาพนั้น (4) แผนผังมโน

ทัศน์ (Concept Map) (5) คำถามปลายเปิด (6) เกณฑ์การประเมินแบบรูบริก (Evaluation Rubric) โดยให้นักเรียนสร้างเกณฑ์การประเมินแบบรูบริกของตนเองเพื่อใช้ในการประเมิน หรือคาดการณ์ สถานการณ์ เหตุการณ์ทางธรณีวิทยาโดยเฉพาะ (McConnell, Steer, and Owens, 2003) และ การประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์โลกโดยการออกภาคสนามสามารถประเมินได้จาก (1) หนังสือ แบบฝึกหัดของนักเรียน (Daily Workbook) (2) อนุทินของนักเรียน (Nightly Journal) (3) อนุทิน ของครู (Teacher Journal) (4) แบบวัดมโนทัศน์ (Concept Test) (5) แบบทดสอบแบบเขียนตอบ (Essay Test) (6) แบบสำรวจเจตคติ (Attitude Survey) (Ruckert, 2009)

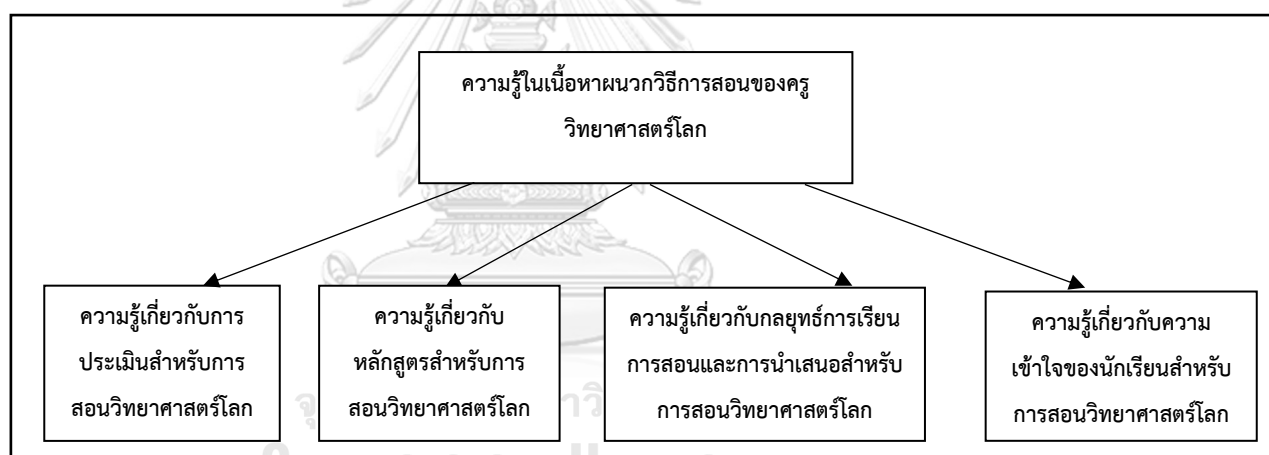
อย่างไรก็ตามองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก มี ตัวชี้วัดเป็นไปดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 องค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก

องค์ประกอบของความรู้เนื้อหา ผนวกวิธีการสอนของครู วิทยาศาสตร์โลก	ตัวชี้วัด
1) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก	1.1) ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์สำหรับการสอนนักเรียน 1.2) ความรู้เกี่ยวกับสื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอน 1.3) ความรู้ของครูเกี่ยวกับความสำคัญของหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรทั้งหมดซึ่งช่วยให้ครูสามารถระบุมโนทัศน์หลักและแนวคิดหลักและการปรับปรุงเนื้อหาโดยการตัดข้อเท็จจริงบางเรื่องเพียงเล็กน้อย
2) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจ ของนักเรียนสำหรับการสอน วิทยาศาสตร์โลก	2.1) ความรู้ของครูเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2.2) ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน 2.3) ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ 2.4) ความแตกต่างของแนวทางการเรียนรู้ของนักเรียนเนื่องจากเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ภายในหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจง

องค์ประกอบของความรู้เนื้อหา หมวดวิธีการสอนของครู วิทยาศาสตร์โลก	ตัวชี้วัด
3) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การ เรียนการสอนและการนำเสนอ สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก	3.1) วิธีการนำเสนอเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจในหัวข้อ วิทยาศาสตร์
	3.2) การจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับวิทยาศาสตร์โลก
4) ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก	4.1) ความรู้ของครูเกี่ยวกับมิติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
	4.2) ความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีการประเมินการเรียนรู้

ทั้งนี้รูปแบบของความรู้ในเนื้อหาหมวดวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีรูปแบบปรับเปลี่ยน (transformative model) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบเป็นไปตามภาพที่ 5



ภาพที่ 5 รูปแบบของความรู้ในเนื้อหาหมวดวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก

ดังนั้น ความรู้ในเนื้อหาหมวดวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก จึงประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับการประเมินสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก

3.5 แนวทางการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน

ในการประเมินและวัดผลของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (Baxter & Lederman, 1999) ได้ทบทวนวิธีการและเทคนิคที่ใช้ในการประเมินความรู้เนื้อหาการสอนของครูหรือองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนโดยให้ความสำคัญไปที่การสอนวิทยาศาสตร์เป็นหลัก จากการศึกษาพบว่าสามารถแบ่งเทคนิคที่ใช้ในการวัดและประเมินความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

- 1) เทคนิคคอนเวอร์เจนต์ (convergent) และการอนุมาน ได้แก่ มาตรฐานการรายงานตนเองแบบลิเคิร์ต (Likert-type self-report scales) ข้อคำถามปรนัย แบบตอบสั้น เป็นต้น
- 2) การทำผังมโนทัศน์ ได้แก่ วิธีการจัดเรียงลำดับความสำคัญด้วยการ์ด (card sort) และตัวแทนทางความคิดที่แสดงด้วยภาพ (pictorial representations)
- 3) การประเมินหลายวิธี (multi-method evaluations) การศึกษานี้จะใช้เทคนิคที่หลากหลายประกอบกัน ได้แก่ การสัมภาษณ์ การบันทึกวิดีโอในการเก็บข้อมูล เป็นต้น วิธีการนี้จะพบโดยส่วนใหญ่ของการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ซึ่งนักวิจัยจะได้ตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าด้านวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลไปด้วย ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเปิดเผยความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนอย่างหลากหลายแง่มุม

นอกจากนี้ Shavelson, Ruiz-Primo and Wiley (2005) (อ้างถึงใน Chan & Hume, 2019) ได้จำแนกแนวทางในการวัดและประเมินผลของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนไว้ทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ 1) แบบสอบถาม แบบสำรวจ และแบบทดสอบที่ถูกเขียนขึ้น 2) การสัมภาษณ์ 3) เอกสารหรือสิ่งอื่นที่เกิดขึ้นจากภาระงานสอน 4) การสังเกตการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ประเภทของการวัดและประเมินผลของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์ (Chan & Hume, 2019)

ประเภท	วิธีการวัดและประเมินผลของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน
แบบสอบถาม แบบสำรวจ และแบบทดสอบที่ถูกเขียนขึ้น	ผู้เข้าร่วมเขียนคำตอบเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อตอบข้อความส่งเสริม การเขียนที่สร้างขึ้นโดยนักวิจัย (เช่น สถานการณ์การสอน) หรือ คำถามและข้อความในแบบสำรวจแบบสอบถาม หรือแบบทดสอบ
การสัมภาษณ์	ผู้เข้าร่วมให้คำตอบในการสัมภาษณ์ด้วยปากเปล่าซึ่งบันทึกไว้ใน วิดีโอเทปหรือเทปบันทึกเสียงหรือสมุดบันทึกและถอดความเพื่อ

ประเภท	วิธีการวัดและประเมินผลของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน
	นำมาวิเคราะห์ในภายหลัง
เอกสารหรือสิ่งอื่นที่เกิดขึ้นจากภาระงานสอน	เอกสารหรือสิ่งอื่นที่เกี่ยวข้องกับวงจรการสอน (เช่น การวางแผน การจัดการเรียนรู้ การสร้างข้อตกลงในชั้นเรียน และการสะท้อนคิด) ที่ถูกรวบรวมไว้ด้วยกัน ตัวอย่างของเอกสารหรือสิ่งอื่น ได้แก่ แผนรายหน่วย แผนการจัดการเรียนรู้ และภาพเคลื่อนไหวในชั้นเรียน ผลงานของนักเรียน เอกสารการสอน (เช่น ใบงาน เอกสารประกอบคำบรรยาย) และการสะท้อนความคิดเห็นที่เป็นลายลักษณ์อักษรของครู เป็นต้น
การสังเกตการจัดการเรียนรู้	ชั้นเรียนของผู้เข้าร่วมจะถูกสังเกตหรือบันทึกลงในเทปเสียงหรือวิดีโอเทปหรือในสมุดบันทึกภาคสนาม จากนั้นการบันทึกทั้งหมดหรือบางส่วนจะถูกถอดความในภายหลังเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

อย่างไรก็ตามการวัดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์ พบว่างานวิจัยหลายชิ้นเก็บรวบรวมข้อมูลในบริบทประเทศไทย โดยการวัดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์ จากองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ของ Magnusson et al. (1999) โดยเลือกใช้การประเมินหลายวิธี (multi-method evaluations) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Buaraphan et al. (2007) ศึกษาความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินหลายวิธีดังนี้

- (1) การตรวจแผนการจัดการเรียนรู้
- (2) การสังเกตการสอนและสัมภาษณ์หลังการสอน
- (3) การสัมภาษณ์เกี่ยวกับกรณีตัวอย่าง
- (4) การสัมภาษณ์อาจารย์ที่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์
- (5) การรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ และคณะ (2553) ศึกษาความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินหลายวิธีดังนี้

- (1) แบบสำรวจความเข้าใจด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด

(2) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และการปฏิบัติการสอน

(3) แบบสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์จำลองเกี่ยวกับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอนและการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์

(4) แบบสังเกตการเรียนการสอน

(5) การสะท้อนความคิดและการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ต่อการการปฏิบัติการสอนของตนเอง

(6) ข้อมูลจากการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ และคณะ (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเรื่องธรรมชาติวิทยาของครูวิทยาศาสตร์ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินหลายวิธีดังนี้

(1) แบบวัดความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยา

(2) บันทึกภาคสนาม

(3) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

(4) เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ดวงจันทร์ แก้วกวางพาน (2560) ได้ศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลในเชิงปริมาณซึ่งใช้ Baxter and Lederman (1999) ซึ่งประกอบด้วย

(1) แบบสอบถามความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์

(2) แผนการจัดการเรียนรู้

(3) การสังเกตการสอน

(4) การสัมภาษณ์หลังการสอน

(5) การเก็บรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ศิริพรรณ ศรีทชาผล และคณะ (2560) ศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเพื่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินหลายวิธีดังนี้

(1) บันทึกการเรียนรู้นักศึกษา

(2) วีดิทัศน์

(3) บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย

(4) แผนการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษารวมทั้งใบงาน

ทรงพล ผดุงพัฒนากุล และคณะ (2561) ได้ศึกษาเรื่องความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินหลายวิธีดังนี้

(1) แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติการสอน

(2) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

(3) เอกสารที่นักศึกษาครูสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้

กัญญารัตน์ โคจร (2564) ได้ศึกษาเรื่องผลของการใช้แนวทางการศึกษาผ่านบทเรียนต่อความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนิสิตครู โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินหลายวิธีดังนี้

(1) แบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้

(2) แบบสังเกตการสอน

(3) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง สำหรับนิสิตครู และครูพี่เลี้ยง

นอกจากการประเมินและวัดผลของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนตามที่ (Baxter & Lederman, 1999) ได้จำแนกในข้างต้นแล้วการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา (writing a content representation : CoRe) และรายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอน (Pedagogical and Professional-experience Repertoires : PaP-eRs) ได้ถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการประเมินและวัดผลของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ (Loughran et al., 2012; Mulhall et al., 2003)

การเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา (writing a content representation, CoRe)

การเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา (writing a content representation, CoRe) ได้พัฒนาถูกเพื่อนำเสนอความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูซึ่งการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา มีการเก็บข้อมูลโดยการให้ครูเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหาลงในตารางดังตัวอย่าง ตารางที่ 16 หลังจากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากครูมาทำการวิเคราะห์ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครู (Loughran et al., 2012; Mulhall et al., 2003)

ตารางที่ 16 การเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา

ระดับชั้น..... เรื่อง.....	แนวคิด หลักที่ 1	แนวคิด หลักที่ 2
อะไรบ้างที่คุณครูตั้งใจให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดนี้		
ทำไมสิ่งเหล่านี้จึงสำคัญสำหรับนักเรียนที่จำเป็นต้องรู้เรื่องนี้		
อะไรอีกบ้างที่คุณครูรู้เกี่ยวกับแนวคิดนี้ (ซึ่งคุณครูยังไม่ได้ตั้งใจให้นักเรียนรู้เรื่องดังกล่าว)		
สิ่งที่ยากและข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนี้		
ความรู้เกี่ยวกับการคิดของนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อการสอนแนวคิดนี้ของคุณครู		
ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการสอนแนวคิดนี้ของคุณครู		
กระบวนการสอน (และเหตุผลโดยเฉพาะสำหรับการใช้สิ่งเหล่านี้ร่วมกับแนวคิดนี้)		
วิธีการโดยเฉพาะสำหรับการตรวจสอบความเข้าใจ และความสับสนของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดนี้		

จากตารางที่ 16 พบว่าการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหาถูกนำเสนอในรูปแบบการเขียนบรรยาย โดยทำการเขียนในตารางซึ่งให้ครูเขียนรายการที่แถวด้านบนสุดของแต่ละสดมภ์ (column) เป็นสิ่งที่ครูคิดว่าเป็น "แนวคิดหลัก (big ideas)" ในที่นี้แนวคิดหลัก หรือมโนทัศน์ หมายถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ครูเห็นว่าเป็นหัวใจสำคัญของการทำความเข้าใจหัวข้อสำหรับชั้นเรียนนั้น ๆ ซึ่งในแต่ละเรื่องจะมีจำนวนแนวคิดหลักไม่เท่ากัน สำหรับการสอนเนื้อหาโดยเฉพาะระดับชั้นที่เฉพาะเจาะจงและสดมภ์ (column) จากนั้นครูเขียนข้อมูลที่แสดงในสดมภ์ (column) ภายใต้แนวคิดหลักแต่ละแนวคิดตามที่ครูถูกถามเกี่ยวกับแง่มุมต่าง ๆ ของความรู้ และการปฏิบัติที่แสดงในสดมภ์ (column) ด้านซ้ายสุดของการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา (Mulhall et al., 2003)

ทั้งนี้ในแต่ละคำถาม หรือข้อความส่งเสริมการเขียน (prompt) ที่ให้ครูเขียนข้อมูลมีรายละเอียดของการถามในแต่ละรายการ (Mulhall et al., 2003) ดังต่อไปนี้

1) อะไรบ้างที่คุณครูตั้งใจให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดนี้

เป็นสิ่งที่เฉพาะเจาะจงซึ่งเกี่ยวกับ อะไรบ้างที่นักเรียนโดยเฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งควรมีความสามารถในการเรียนรู้ นับว่าเป็นสิ่งสำคัญพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครู

ในทางตรงกันข้ามครูที่ไม่มีประสบการณ์ในการสอนหัวข้อนั้น ๆ มักจะไม่แน่ใจว่า อะไรบ้างที่นักเรียนสามารถบรรลุผลในการเรียนรู้ได้

2) ทำไมสิ่งเหล่านี้จึงสำคัญสำหรับนักเรียนที่จำเป็นต้องรู้เรื่องนี้

ในการตัดสินใจเกี่ยวกับอะไรบ้างที่ควรจะสอน ครูที่ประสบความสำเร็จควรจะใช้ความรู้และตระหนักว่า อะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน และเนื้อหานั้นเชื่อมโยงกับเนื้อหาอื่นอย่างไร และสิ่งที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาอื่นในตอนหลังคือ "ความสำคัญของหลักสูตร" อันเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ หรือหัวข้อที่เป็นภาพรวมของหลักสูตร วิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างไร

3) อะไรอีกบ้างที่คุณครูอาจจะรู้เกี่ยวกับแนวคิดนี้ (ซึ่งคุณครูยังไม่ได้ตั้งใจให้นักเรียนรู้เรื่องดังกล่าว)

เมื่อเลือกสิ่งที่ควรจะสอนแล้วครูมักจะตัดสินใจอย่างยากลำบากในการละเว้นเนื้อหาจากมุมมองนักคอนสตรัคติวิสต์ของการเรียนรู้ยอมรับว่าการสอนเพื่อความเข้าใจ ต้องใช้เวลาซึ่งจะถูกจำกัดขอบเขตอะไรบ้างที่สามารถสอนได้ในเวลาที่จำกัด

4) สิ่งที่ยากและข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนี้

Shulman (1986) พิจารณาว่าความเข้าใจเชิงลึกของครูในสิ่งที่ยากซึ่งเกิดขึ้นเมื่อสอนหัวข้อที่เฉพาะเจาะจงในชั้นเรียนนั้นเป็นมุมมองสำคัญของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนของครู

5) ความรู้เกี่ยวกับการคิดของนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อการสอนแนวคิดนี้ของคุณครู การเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหาทำให้เกิดความชัดเจนในสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของครู ซึ่งเกี่ยวกับประสบการณ์ของครูในการสอนหัวข้อนี้ เมื่อวางแผนการสอน ครูจะใช้ความรู้ของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดที่ยึดถือ (held ideas) อย่างทั่วไป ซึ่งเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางเลือก และการตอบสนองปกติ (รวมถึงระดับความสนใจ) ของนักเรียนต่อการสอนและการเรียนรู้โดยเฉพาะกับสถานการณ์นั้น

6) ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการสอนแนวคิดนี้ของคุณครู

ความรู้ด้านบริบทที่เกี่ยวกับนักเรียน และความรู้ด้านวิธีการสอนทั่วไปที่มีอิทธิพลต่อแนวการสอน

7) กระบวนการสอน (และเหตุผลโดยเฉพาะสำหรับการใช้สิ่งเหล่านี้ร่วมกับแนวคิดนี้)

มีการยอมรับจากมุมมองของนักคอนสตรัคติวิสต์ว่า การเปลี่ยนแปลงของนักเรียนในแง่ของการเรียนรู้จะเป็นไปอย่างค่อยเป็นค่อยไป และเกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นของนักเรียนกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การพิจารณา และขั้นตอนการสอนไม่สามารถรับประกันการเรียนรู้ได้ แต่จุดประสงค์ของกระบวนการสอน จากมุมมองของนักคอนสตรัคติวิสต์ คือ การมีอิทธิพลต่อการคิดของนักเรียนในวิธีการที่ส่งเสริมให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

8) วิธีการโดยเฉพาะสำหรับการตรวจสอบความเข้าใจและความสับสนของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดนี้

ครูจำเป็นต้องติดตามความก้าวหน้าของความเข้าใจของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ครูสามารถกำหนดประสิทธิภาพของการสอนหัวข้อ และวางแผนการสอนได้ในอนาคต ในขณะที่การประเมินรวบยอด (summative assessment) มักจะชัดเจน แต่การประเมินความก้าวหน้า (formative assessment) ของครูมักจะไม่ได้รับการยอมรับ และไม่ชัดเจน และเป็นไปได้ว่ามีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้นกับหัวข้อที่นำมาศึกษา

อย่างไรก็ตามได้มีงานวิจัยที่นำกระบวนการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหาวิชาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนในบริบทประเทศไทยดังต่อไปนี้

Chapoo et al. (2014) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจและการปฏิบัติในด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูผ่านกระบวนการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหาซึ่งใช้ศึกษาตามองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ของ Magnusson et al. (1999)

Chordnork and Yuenyong (2014) ได้ศึกษาการสร้างการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหาเพื่อเป็นวิธีการในการตรวจจับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน: กรณีศึกษาของครูไทยที่สอนภาวะโลกร้อน

กระนั้นการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหาช่วยให้มองเห็นภาพรวมของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ของครูสำหรับหัวข้อนั้น ๆ และให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการตัดสินใจที่ครูทำเมื่อสอนหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง ตลอดจนการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับการปฏิบัติของนักเรียนและครู อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้อมูลถูกแสดงในรูปแบบของสิ่งที่มานำเสนอเป็นรายหัวข้อจึงมีข้อจำกัด ในแง่ของการให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับประสบการณ์การปฏิบัติของครู (Mulhall et al., 2003) ด้วยเหตุผลนี้จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาผ่านรายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอน (Pedagogical and Professional-experience Repertoires, PaP-eRs) ซึ่งรายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอน สร้างขึ้นบนฐานของการสังเกตชั้นเรียนและการสัมภาษณ์ครู โดยให้ความสำคัญจากข้อมูลที่มา

จากมุมมองของครูเป็นหลัก ซึ่งข้อมูลจากการสังเกตชั้นเรียนอาจมาจากการสังเกตผ่านมุมมองของบุคคลอื่น

รายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอน (Pedagogical and Professional-experience Repertoires, PaP-eRs)

รายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอนเป็นบัญชีเรื่องราว (narrative account) เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูสำหรับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจง ทั้งนี้รายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอนสามารถเก็บรวบรวมโดยผู้วิจัยสนทนากับครูเกี่ยวกับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงของครู โดยการสนทนาเผยเหตุผลการสอนของครูเกี่ยวกับการกระทำเฉพาะหรือขั้นตอนการสอนทั้งหมด ครูผู้เข้าร่วมสามารถแบ่งปันและอธิบายเหตุผลได้ดีเป็นพิเศษเกี่ยวกับการสอนหนึ่งเรื่องจากเนื้อหาจากการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหาซึ่งมีแง่มุมที่หลากหลายของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน หลังการสนทนาจะถูกบันทึกและจัดทำเอกสารเป็นบัญชีเรื่องราว (narrative account) โดยผู้วิจัย (Loughran et al., 2012; Mulhall et al., 2003)

เนื่องจากเป็นบัญชีเรื่องราว (narrative account) การสร้างรายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอนจึงมีเจตนาที่ให้ข้อมูลเชิงลึกจากคำอธิบายของครูจากการสนทนา ซึ่งข้อมูลเกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และอาจช่วยผู้อ่านรายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอนเกิดการสะท้อนคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (Mulhall et al., 2003)

จากการศึกษาแนวทางการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนพบว่า การประเมินและวัดผลของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนทั้ง 2 ระดับของความเฉพาะเจาะจงของเนื้อหา ได้แก่ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเฉพาะสาขาวิชา (Subject-specific PCK) และความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเฉพาะด้านของสาขาวิชา (Domain-specific PCK) นิยมใช้เทคนิคการวัดและประเมินผล อาทิ เทคนิคคอนเวอร์เจนต์ (convergent) และการอนุมาน การทำผังโน้ตทัศน์ การประเมินหลายวิธี (multi-method evaluations) ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมในวิทยาศาสตร์ศึกษา การประเมินหลายวิธี คือการใช้เทคนิคที่หลากหลายประกอบกัน ได้แก่ การสัมภาษณ์ การบันทึกวิดีโอในการเก็บข้อมูล เป็นต้น ซึ่งการใช้หลากหลายวิธีเป็นที่นิยมในการเก็บข้อมูลมากที่สุด

ข้อเสนอแนะเบื้องต้นเกี่ยวกับ PaP-eR

(เกี่ยวข้องกับแนวคิดหลักของ CoRe แนวคิด A: “จรวดขับเคลื่อนอย่างไร”)

ใน PaP-eR นี้ครูเล่ากิจกรรมที่ให้ความสำคัญไปที่ “จรวดขับเคลื่อนอย่างไร” โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูอธิบายว่าเขาตอบสนองความต้องการในการเรียนรู้โดยเฉพาะของนักเรียนคนหนึ่งอย่างไร ซึ่ง PaP-eR นี้ให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความคิดและการใช้เหตุผลของครูภายใต้ความเชื่อในการสอนและการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

กอร์ดอน: หน่วยการเรียนรู้โดยภาพรวมคือ อวกาศ ...มันเชื่อมโยงกับการรู้หนังสือด้วย ดังนั้นมันจึง

เป็นหลักสูตรบูรณาการมาก ๆ ที่ฉันสอน นักเรียนและครูกำลังจะดูกระสวยอวกาศ และจรวด และเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอวกาศ เช่น ภัยพิบัติของกระสวยอวกาศโคลัมเบีย สำหรับนักเรียนที่จะเกิดความเข้าใจ และทำให้ความเข้าใจนั้นมีส่วนเกี่ยวข้องมากขึ้น ฉันต้องการให้ [พวกเขา] เข้าใจว่าจรวดขับเคลื่อนอย่างไร และฉันคิดว่ามีวิธีสนุก ๆ ที่จะทำเช่นนั้น

ช่องเรียกขาน (call out)

ที่นี่กอร์ดอนเชื่อมโยงกิจกรรมที่ 'สนุก' ด้วยการสร้างเนื้อหาที่เฉพาะเจาะจงเกี่ยวข้องกับนักเรียนของเขา

เสียง (voice) ภายในช่องเรียกขาน แสดงการตีความของนักวิจัย

กอร์ดอน: ง่ายมาก ๆ สายเบ็ด, ลูกโป่ง, หลอด, ถังกระดาษ และนั่นเป็นพื้น มีวัสดุ ฉันมีใบงานแล้วเราก็คุยกันเกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้น แล้วจากนั้นนักเรียนจะต้องคิดตามการสอนไปที่ละส่วนเพื่อนำมาตัดสินใจในการเขียนลงใบงาน และการออกแบบยานอวกาศของตนเองอย่างเป็นขั้นตอน และเพื่อทำให้เป็นงานรายบุคคลมากขึ้น

ดูเหมือนว่ากอร์ดอนเชื่อว่ากิจกรรม “รายบุคคล” ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

กอร์ดอน: นักเรียนจะต้องสร้างจรวดของตัวเองและเรามีการแข่งขัน คุณรู้ไหมพวกเขาชอบที่จะแข่งขัน

นี่เป็นข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับวิธีที่เขาใช้กิจกรรมนี้เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียน (ภายใต้ฉลากหน้าของ 'ความสนุก') เป็นวิธีการเชื่อมโยงนักเรียนด้วยเนื้อหานี้โดยเฉพาะเจาะจง

จากภาพที่ 6 รายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอน พบว่ามีส่วนที่ให้ความคิดเห็นโดยใช้ช่อง "ขานรับ (call out)" เพื่อแสดงให้เห็นการตีความรายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอน (ช่องขานรับนี้ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของรายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอน "เสียง (voice)" ของรายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอนคือ คำพูดของครูจากการสนทนาอันเป็นส่วนที่สะท้อนความเข้าใจของของครูที่พัฒนาผ่านประสบการณ์

กระนั้น "เสียง" ของช่องขานรับเป็นส่วนที่นักวิจัยแสดงให้เห็นการตีความโดยการอธิบายอย่างละเอียดถึงสิ่งที่พวกเขาตั้งใจจะแสดงในส่วนต่าง ๆ ของรายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอน นั่นคือสิ่งสำคัญที่เราต้องตระหนักว่ารายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอน เป็นเพียงการบันทึกแบบหนึ่งที่เชื่อมโยงกับการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา โดยให้ความสนใจไปที่แง่มุมต่าง ๆ ของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครู (Loughran et al., 2012; Mulhall et al., 2003)

ทั้งนี้รายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอน เป็นวิธีหนึ่งในการแสดงออกถึงธรรมชาติแบบองค์รวม และความซับซ้อนของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนมากกว่าการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา อีกทั้งรายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอนมีความสามารถในการแสดง "การเล่าเรื่องทั้งหมด" และทำหน้าที่ในการอธิบายว่า อะไรบ้างที่คนเป็นครูควรปฏิบัติ รายการประสบการณ์เชิงวิชาชีพและการสอนจำนวนมาก ได้ถูกครูผู้อ่านที่มีประสบการณ์แตกต่างกันมาพิจารณาจนทำให้เกิดการ "เปลี่ยนกรอบมุมมอง (reframing)" ซึ่งเป็น "ช่วงของความสนใจ" ในสิ่งที่เกิดขึ้นในการเรียนรู้ โดยเฉพาะแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในการทำเช่นนั้นครูผู้อ่านจะได้รับข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้เนื้อหาการสอนในหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจง

จากการศึกษาแนวทางการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสามารถสรุปได้ว่าการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือวิจัยต่อไปนี้

- 1) แบบสอบถาม แบบสำรวจ และแบบทดสอบ
- 2) ผังมโนทัศน์
- 3) เอกสารหรือสิ่งอื่นที่ได้จากการบันทึกการสัมภาษณ์
- 4) เอกสารหรือสิ่งอื่นที่ได้จากการบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนรู้
- 5) เอกสารหรือสิ่งอื่นที่ได้จากการภาระงานสอนของครู ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบงาน

เอกสารประกอบคำบรรยาย และแบบบันทึกหลังสอน เป็นต้น

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน

Lee et al. (2007) ศึกษาการประเมินความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครุวิทยาสาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่เพิ่งเริ่มต้นเป็นครู โดยทำการศึกษาในปีแรกของการสอน โดยมีคำถามในการวิจัยคือ 1) ครูแต่ละกลุ่ม (e-mentoring, ทั่วไป, ฝึกงาน และวิทยาศาสตร์เฉพาะ) มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร 2) ครูมีการเปลี่ยนแปลงระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการสอนในปีแรกหรือไม่ อย่างไร และมีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสัมภาษณ์โครงสร้าง การสังเกตการณ์สอน จากนั้นทำรูบริคส์เพื่อใช้ในการประเมินและมีกลุ่มตัวอย่าง คือครู 4 กลุ่มคือ กลุ่ม e-mentoring, กลุ่มทั่วไป, กลุ่มฝึกงาน และกลุ่มวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ โดยครูในกลุ่มที่ 1 คือ e-mentoring จะได้รับคำปรึกษาด้วยกระบวนการสอนงานแบบที่เลี้ยงผ่านทางออนไลน์ ในขณะที่ครูกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มทั่วไปจะได้รับคำปรึกษาแบบดั้งเดิมจากครูผู้มีประสบการณ์ และครูกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มฝึกงานจะไม่มีการรับรองคุณภาพในการเป็นครูก่อนประจำการ แต่ถูกควบคุมโดยครูพี่เลี้ยงของพวกเขา เป็นส่วนหนึ่งของการรับรองกระบวนการรับรองวิชาชีพครู และครูกลุ่มที่ 4 คือกลุ่มวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะเป็นครูที่เป็นส่วนหนึ่งของโครงการที่เน้นการพัฒนาวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ ผลการวิจัยพบว่าในการวิเคราะห์ที่ไม่ได้แสดงการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มครู แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบครูทั้งหมดพบว่าประเภทของความรู้ในการเรียนรู้ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

Buaraphan et al. (2007) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาและการสำรวจความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนักศึกษาครุวิชาเอกฟิสิกส์: จากวิชาวิธีสอนสู่การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนักศึกษาครุวิชาเอกฟิสิกส์จำนวน 4 คน ในวิชาวิธีสอน และการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยเก็บข้อมูลจากการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ การสัมภาษณ์เกี่ยวกับกรณีตัวอย่าง การสังเกตการสอนและสัมภาษณ์หลังการสอน การสัมภาษณ์อาจารย์พี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ และการรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Constant Comparative Method ผลการวิจัยพบว่า วิชาวิธีสอนที่ออกแบบช่วยให้กลุ่มตัวอย่างพัฒนาองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนมากยิ่งขึ้น และพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่สมบูรณ์ขึ้นโดยเพิ่มความซับซ้อนของความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบโดยการแสดงแบบอย่างการสอนและการสอนแบบจุลภาคถือว่าเป็นส่วนสำคัญของวิชาวิธีสอน อย่างไรก็ตาม ในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู กลุ่มตัวอย่างพบความยากลำบากในการนำความรู้ใน

เนื้อหาผนวกวิธีการสอนไปใช้ในการสอน โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาและการนำความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนไปใช้ คือ คำแนะนำจากอาจารย์ที่เลี้ยงและลักษณะของผู้เรียน

ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ และคณะ (2553) ได้ทำการวิจัยที่มีชื่อว่าทฤษฎีรากฐานของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายโดยใช้รูปแบบกรณีศึกษาเชิงตีความ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับ ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน และกลุ่มศึกษาเป็นครูวิทยาศาสตร์ผู้สอนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 3 ท่าน โดยข้อมูลวิจัยนี้ประกอบด้วยข้อมูลจากแบบสอบถามปลายเปิด แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง แบบสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์จำลอง แบบสังเกตการเรียนการสอน แบบสะท้อนความคิดเห็นต่อการปฏิบัติการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และข้อมูลจากการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่าครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาทั้ง 3 ท่านมีความเข้าใจและการปฏิบัติเกี่ยวกับความรู้ผนวก วิธีการสอนด้านเป้าหมายการสอนวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ และไม่สอดคล้องต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางปฏิรูปการเรียนรู้ โดยความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์ด้านเป้าหมายการสอนวิทยาศาสตร์มี อิทธิพลอย่างเด่นชัดต่อการมีความเข้าใจในความรู้ด้านอื่น ๆ ของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอนและการปฏิบัติการสอน ของครูวิทยาศาสตร์ โดยเป้าหมายการสอนวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ท่านครอบคลุมทั้ง 3 ด้านคือ จิตพิสัย ทักษะพิสัย และพุทธิพิสัย แต่ครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ท่านไม่ได้กำหนดด้านจิตพิสัยในกลุ่มเป้าหมายหลักสำหรับการสอน วิทยาศาสตร์ และผลวิจัยแสดงให้เห็นอีกว่าเมื่อใดที่ครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจต่อความรู้ในความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอนในแต่ละองค์ประกอบของความรู้ในความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอนอย่างเหมาะสม เมื่อนั้นครูวิทยาศาสตร์จะเกิดความมั่นใจในการปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการปฏิรูป การเรียนรู้ได้ และผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางการพัฒนาความรู้ของครูวิทยาศาสตร์ในโครงการพัฒนาวิชาชีพ ว่าควรมีการศึกษาถึงความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ครูวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายอย่างไรในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน เพราะการพัฒนาความรู้ของครู วิทยาศาสตร์โดยเชื่อมโยงความรู้เดิมนั้นย่อมทำให้ครูวิทยาศาสตร์ตระหนักถึงความสำคัญของความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นได้

Nuangchalerm (2011) ได้ศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์ประจำการโดยการวิจัยครั้งนี้จึงมีปัญหาวิจัยว่าครูวิทยาศาสตร์ประจำการมีการปฏิบัติตามบทบาทของ

พวกเขาในด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนอย่างไร โดยใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูวิทยาศาสตร์ประจำการห้าคนซึ่งเข้าร่วมโครงการเพื่อการเปลี่ยนแปลงในการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (leader teacher to change in science and mathematics instruction) ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (IPST) โดยเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์การสังเกตห้องเรียน และการอภิปรายกลุ่มย่อยอย่างไม่เป็นทางการ และผลการวิจัยพบว่า ในครูประจำการสามารถเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติตามบทบาทของพวกเขาในด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน โดยพวกเขาสามารถใช้กลยุทธ์การสอนและบูรณาการความรู้ในเนื้อหา (content knowledge) เข้ากับห้องเรียนซึ่งอยู่บนฐานแรงจูงใจในวิชาชีพครู และผลการวิจัยจะได้นำไปหาหรือพัฒนากลยุทธ์การเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับปรัชญาและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อไป

Williams and Lockley (2012) ได้ศึกษาการใช้การเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา (CoRe) ในการพัฒนาความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในช่วงเริ่มต้นอาชีพ โดยมีคำถามวิจัยคือ (1) ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาและการสอนสามารถทำงานร่วมกับครูผู้เริ่มต้นอาชีพเพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์หนึ่งหัวข้อของการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา และเทคโนโลยีหนึ่งหัวข้อของการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา เพื่อสนับสนุนการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนในช่วงต้นของอาชีพครูมัธยมได้อย่างไร (2) ความแตกต่างอะไรบ้างระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านการพัฒนาการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา (3) การสร้างความสนใจในการพัฒนาและการใช้ข้อมูลการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา ของผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูผู้เริ่มต้นอาชีพ การเก็บรวบรวมข้อมูลการศึกษาใช้วิธีการตีความโดยใช้แนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยทำการศึกษาคูวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวนสองคน โดยเป็นผู้ปฏิบัติงานในปีที่สองหรือสามของการสอน ซึ่งทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 3 ระยะ ในระยะที่ 1 เพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 นักวิจัยจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการโดยมีผู้เข้าร่วมคือ ครูผู้เริ่มต้นอาชีพเป็นผู้ออกแบบการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา โดยหัวข้อทางวิทยาศาสตร์จะได้รับความช่วยเหลือจากนักวิทยาศาสตร์ กับครูผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ และการออกแบบการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา ของครูผู้เริ่มต้นอาชีพในหัวข้อทางเทคโนโลยีจะได้รับความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี กับครูผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี จากนั้นผู้วิจัยจำนวน 2 คนได้ทำการสังเกตการปฏิบัติงานร่วมกันของครูและคณะผู้เชี่ยวชาญจากนั้นทำการบันทึกข้อมูลลงในสมุดบันทึกภาคสนาม และผู้วิจัยสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้านกับครูผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้าน ในระยะที่ 2 ครูผู้เริ่มต้นอาชีพจะทำการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา ใน

การวางแผนรายหน่วย และผู้วิจัยจะสอบถามเหตุผลในการวางแผนแต่ละขั้นตอนเพื่อนำมาบันทึกเป็น การบันทึกสะท้อนคิด และระยะที่ 3 ผู้วิจัยจะทำการสังเกตชั้นเรียนที่ครูผู้เริ่มต้นอาชีพทำการสอน ตามหัวข้อที่ปรากฏในการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา จะจดบันทึกลงในสมุดบันทึกภาคสนาม จากนั้น ผู้วิจัยจะทำการสัมภาษณ์รายกลุ่มนักเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและประสบการณ์เรียนรู้ที่เป็นผล มาจากการสอนของครู และทำการสัมภาษณ์ครูในตอนท้ายผลการศึกษาพบว่า การออกแบบการเขียน เพื่อนำเสนอเนื้อหา ของครูผู้เริ่มต้นอาชีพสามารถเพิ่มความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครู วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนมักทำงานร่วมกับครูผู้สอนผู้เริ่มต้น อาชีพอย่างสร้างสรรค์ในการออกแบบการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหาของพวกเขา ครูผู้สอนผู้เริ่มต้น อาชีพตั้งข้อสังเกตว่าพวกเขาให้ความสำคัญกับการให้ข้อมูลป้อนกลับจากผู้เชี่ยวชาญในระหว่าง การ ออกแบบการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหาพร้อมกัน และรู้สึกว่าการออกแบบทำให้พวกเขาสามารถ ระบุและเข้าถึงความรู้เกี่ยวกับแนวคิดหลักของหัวข้อรวมถึงเรียนรู้เทคนิคการสอนแบบใหม่ สำหรับการ สอนเนื้อหาเฉพาะ ครูผู้สอนผู้เริ่มต้นอาชีพทั้งหมดรายงานว่าพวกเขารู้สึกว่ามีส่วนร่วมในการ ทารือกับผู้เชี่ยวชาญในการสร้างการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหาช่วยให้พวกเขาเข้าใจภาพรวมของหัวข้อ แม้ว่าครูจะคำนึงถึงความต้องการของหลักสูตรและการประเมินผ่านการอภิปรายเหล่านี้ แต่พวกเขา รู้สึกว่าการอภิปรายการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา ค่อนข้างเปิดเสรีให้สำรวจสิ่งที่ตัวเองมีอยู่

Nilsson and Loughran (2012) ศึกษาการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในรายวิชาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดภาคการศึกษา ในช่วงเริ่มต้นภาคการศึกษาได้แนะนำให้นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์รู้จักกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการ สอน จากนั้นผู้เข้าร่วมทั้งหมดจะได้รับเครื่องมือที่เรียกว่า การเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา และวิธีการใช้ งานการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา ซึ่งช่วยสนับสนุนพวกเขาในการวางแผน และประเมินการเรียนรู้ของ ตนเองเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาโดยมุ่งเน้นการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวก วิธีการสอนของครู ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของผู้เข้าร่วมเมื่อ เวลาผ่านไปจะเกิดความชัดเจนขึ้น ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นความเป็นไปได้จริงสำหรับวิธีการ เสริมสร้างความเป็นมืออาชีพอย่างต่อเนื่องของครูผู้สอนการเรียนรู้ในการเตรียมความพร้อมของครู

Chapoo et al. (2014) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจและการปฏิบัติในด้านความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีการสอนของครูซึ่งประกอบครูสอนวิชาชีววิทยาสามคน ในการวิจัยนี้ผู้เข้าร่วมการวิจัยแสดง ให้เห็นถึงความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนผ่านกระบวนการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา การสอนจริงใน ห้องเรียน และการอภิปรายกับนักวิจัยระหว่างการสัมภาษณ์ และผลการวิจัยพบว่าครูทั้งสามคนขาด

ความรู้เนื้อหาอย่างเพียงพอในวิชาชีววิทยาและมีความยากลำบากบางอย่างในการสอนวิชาในห้องเรียนของพวกเขา โดยพวกเขาไม่สามารถออกแบบการสอนและการประเมินที่เหมาะสมกิจกรรม ซึ่งเป็นเรื่องที่น่ากังวลอย่างยิ่ง ผู้วิจัยแนะนำว่ามีความจำเป็นเร่งด่วนในการปรับปรุงการสอนของครูผู้สอนวิชาชีววิทยาด้วยการส่งเสริมความเข้าใจที่ดีขึ้นของพวกเขาในวัตถุประสงค์พื้นฐานของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในส่วนของหลักสูตรและเนื้อหาของเรื่องนั้น ๆ

Chordnork and Yuenyong (2014) ได้ศึกษาการสร้างการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา เพื่อเป็นวิธีการในการตรวจจับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน: กรณีศึกษาของครูไทยที่สอนภาวะโลกร้อน โดยทำการศึกษากับครูวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยจำนวน 4 คนซึ่งโดยการสร้างการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหาจากมุมมองและวิธีการสร้างการเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหา สามารถตีความได้ถึงการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้กำหนดวิธีที่ครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาใช้ตีความและพัฒนาความเข้าใจในการสอนภาวะโลกร้อน การค้นพบชี้ให้เห็นว่าพวกเขามีความเข้าใจในการพัฒนาความรู้ที่มีอาชีพในการสอน การมอบหมายชั้นเรียน และการทำความเข้าใจเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับภาวะโลกร้อน การเขียนเพื่อนำเสนอเนื้อหาที่มีการนำเสนอวิธีที่มีความหมายสำหรับพวกเขาที่จะเข้าใจความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และอิทธิพลของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่มีต่อการสอนวิทยาศาสตร์

สุรยศ ททรัพย์ประกอบ และคณะ (2017) ได้ศึกษาเรื่องความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์จำนวน 46 คนที่จบจากคณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์โดยการสำรวจ จากนั้นศึกษาในเชิงลึกกับครูจำนวน 4 คน โดยใช้แบบวัดความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ บันทึกภาคสนาม แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และเอกสารที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาพร้อมกับการวิเคราะห์เชิงอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า ข้อมูลจากการสำรวจครูมีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบเพียงในระดับวิชา (Subject-specific level) มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลายประเด็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จากกรณีศึกษาพบว่า ครูมีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์จำกัดในทุกองค์ประกอบ แม้ว่าครูจะมีความเชื่อเกี่ยวกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย แต่การวางแผนและการปฏิบัติการสอนของครูไม่สอดคล้องกับความเชื่อดังกล่าว ครูใช้หนังสือเรียนเป็นหลักในการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ไม่

ปรากฏประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้และไม่มีการตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ครูไม่สะท้อนประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการประเมินขณะสอน

ดวงจันทร์ แก้วกวางพาน (2560) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน คะแนนแผนการจัดการเรียนรู้ และคะแนนการสอบสอนแบบจุลภาคในปัจจุบันนี้ ได้แก่ เพศ สาขาวิชา รูปแบบการสอน และเนื้อหาวิชาที่ใช้ในการสอบสอน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จำนวน 49 คน ซึ่งมาจากการเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสอบถาม ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินการสอนแบบจุลภาค แบบสังเกตและแบบสัมภาษณ์การสอนแบบจุลภาค วิเคราะห์โดยใช้สถิติการบรรยาย (Descriptive Statistics) ค่าร้อยละ ความถี่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (Independent t-test) ค่าแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's correlation) ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาสาขาวิชาชีววิทยามีคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เท่ากับ 99.86 (10.646) คะแนนเฉลี่ยด้านแผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 77.14 (8.925) และคะแนนเฉลี่ยด้านการสอบสอนแบบจุลภาค เท่ากับ 65.77 (9.330) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรวมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ และการสอนแบบจุลภาค พบว่าระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้ ระหว่าง เพศ สาขาวิชา วิธีสอน และเนื้อหาวิชาที่ใช้ในการสอนที่แตกต่างกันมีคะแนนเฉลี่ยรวมความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้ ไม่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ แต่สาขาวิชาที่แตกต่างกันมีระดับการสอบสอนแบบจุลภาคแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 อีกทั้งยังพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร การสอนแบบจุลภาคมีความสัมพันธ์ทางบวกกับตัวแปรแผนการจัดการเรียนรู้ มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลางอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 และพบว่าตัวแปรการสอนแบบจุลภาคมีความสัมพันธ์ทางบวกกับตัวแปรสาขาวิชา ในระดับต่ำอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ทรงพล ผดุงพัฒนากุล และคณะ (2561) ได้ศึกษาเรื่องความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบของนักศึกษาครูเคมีก่อนและหลังการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

ครู โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนาการของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบของนักศึกษาครูสาขาการสอนเคมีในรายวิชาการสอนเคมีก่อนและหลังการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู 1 ภาคเรียน โดยใช้วิธีวิจัยแบบกรณีศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ สาขาการสอนเคมี ชั้นปีที่ 5 ของสถาบันผลิตครูแห่งหนึ่งในกรุงเทพฯ จำนวน 4 คน โดยใช้แบบบันทึกการสังเกต การปฏิบัติการสอนแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และเอกสารที่นักศึกษาครูสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลของนักศึกษาในรายวิชาการสอนเคมี และขณะที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในภาคเรียนที่ 2 ของชั้นปีที่ 5 ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการตีความจากข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์สาขาการสอนเคมีทั้ง 4 คน มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบอย่างจำกัดในทุก ๆ องค์ประกอบ ทั้งก่อนและหลังการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ซึ่งผลการวิจัยนี้สะท้อนว่า การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู 1 ภาคเรียน ไม่สามารถพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบให้กับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์สาขาการสอนเคมีทั้ง 4 คนได้

ดวงจันทร์ แก้วกวางพาน (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวก วิธีการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ก่อนออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู และเพื่อพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ก่อนออก ฝึกประสบการณ์การวิชาชีพครู การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 โดยออกแบบวิธีวิจัยในขั้นตอนที่ 1 ด้วยวิธีเชิงผสมผสาน แบบสามเส้า โดยเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 97 คน สาขาวิชาฟิสิกส์ จำนวน 27 คน และนักศึกษาสาขาวิชาชีววิทยา จำนวน 22 คน สาขาวิชาเคมี จำนวน 25 คน และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 23 คน ศึกษาความรู้ความเข้าใจความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการบรรยาย ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ โดยนำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์ และแบบสังเกตหลังสอน จุลภาค เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ Multi-method Evaluation ผลการวิจัย พบว่า ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวก

วิธีการสอนนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต มีค่าเฉลี่ยเรียงจาก มากไปน้อย ได้แก่ สาขาวิชาฟิสิกส์ สาขาวิชาชีววิทยา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป และสาขาวิชาเคมี

พินิจนันท์ เนื่องจากอวน และคณะ (2563) ได้ศึกษากรณีศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏ โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนักศึกษาครุในมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่ง กลุ่มที่ศึกษา คือนักศึกษาครุสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปจำนวน 4 คนที่ลงเรียนวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2558 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แผนการสอน บันทึกภาคสนาม อนุทิน และการสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนไม่สมบูรณ์ทุกด้าน คือนักศึกษาครุจัดการเรียนรู้แบบเน้นครูเป็นศูนย์กลาง มีความเชื่อในการสอนวิทยาศาสตร์แบบบรรยายเป็นหลัก นักศึกษาครุมีความเข้าใจด้านเป้าหมายการสอนและหลักสูตรบางส่วน นักศึกษาครุออกแบบการสอน โดยไม่ได้คำนึงถึงความรู้เดิมของผู้เรียนและไม่ได้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักศึกษาครุมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน และนักศึกษาครุใช้แบบทดสอบในการวัดและประเมินผลผู้เรียน

ดวงจันทร์ แก้วกวางพาน (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนแบบจุลภาคสำหรับนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ และเพื่อพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนแบบจุลภาคของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ กลุ่มเป้าหมาย คือนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการจัดการเรียนรู้และการจัดการชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป 1 ชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน ได้มาโดยการเลือก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสำรวจความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ในศาสตร์การสอนผนวกวิทยาศาสตร์ แบบวิเคราะห์มาตรฐาน ตัวชี้วัด หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) แบบวิเคราะห์ความรู้ในศาสตร์การสอนผนวกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จากตัวอย่างการสอนแบบจุลภาค แบบฝึกการเขียนโครงสร้างรายวิชาและการเขียนคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ แบบฝึกการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินการสอนแบบจุลภาค ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาครุวิทยาศาสตร์มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 3.46 และนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนวิทยาศาสตร์จากการวิเคราะห์มาตรฐาน ตัวชี้วัด หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.

2560) มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 4.40 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนวิทยาศาสตร์จากการวิเคราะห์ตัวอย่างการสอนแบบจุลภาค มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 1.11 ผลการใช้แบบฝึกการเขียนโครงสร้างรายวิชาและการเขียนคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 4.23 ผลการใช้แบบฝึกการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 4.24 ผลการประเมินการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 1.78 และผลการประเมินการสอนแบบจุลภาคของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 3.89

ชุตินา วิชัยดิษฐ์ และชาติรี ฝ่ายคำตา (2564) ได้ศึกษาเรื่องการรับรู้เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาของครุวิทยาศาสตร์ โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการรับรู้เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาของครุวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีวิจัยแบบผสมผสาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยในระยะที่ 1 กลุ่มตัวอย่างคือ ครุวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษามาแล้วซึ่งอยู่ในเขตภาคใต้ตอนบน คือ จังหวัดชุมพร ระนอง กระบี่ และสุราษฎร์ธานี จำนวน 131 คน โดยใช้แบบสอบถามวัดการรับรู้ของครุวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษา และในระยะที่ 2 กลุ่มตัวอย่างคือ ครุวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการคัดเลือกจากกลุ่มตัวอย่างในระยะที่ 1 จำนวน 3 คน โดยใช้การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างโดยใช้เหตุการณ์จำลองจากวีดิทัศน์การสอนสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่าในภาพรวมของครุวิทยาศาสตร์มีการรับรู้เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งครุวิทยาศาสตร์มีการรับรู้เกี่ยวกับความเข้าใจสะเต็มศึกษาของผู้เรียนเป็นไปในทิศทางที่ดีกว่าองค์ประกอบอื่น แต่เมื่อพิจารณาลงไปในรายละเอียดขององค์ประกอบแต่ละด้านแล้วพบว่า ครุวิทยาศาสตร์มีการรับรู้ที่ไม่ชัดเจนและคลาดเคลื่อนในบางประเด็นเกี่ยวกับการสอนสะเต็มศึกษา ได้แก่ ธรรมชาติของเนื้อหาวิชาในสะเต็มศึกษา ความยากง่ายของเนื้อหาในกิจกรรม การสืบค้นข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูง กระบวนการคิดเชิงวิศวกรรมและผลลัพธ์ของการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

กัญญารัตน์ โคจร (2564) ได้ศึกษาเรื่องผลของการใช้แนวทางการศึกษาผ่านบทเรียนต่อความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนิสิตครู โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนิสิตครูที่เรียนรู้ตามแนวทางการศึกษาผ่านบทเรียนและนิสิตครูที่ไม่ได้เรียนรู้ตามแนวทางการศึกษาผ่านบทเรียน โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตครูชั้นปีที่ 5 หลักสูตรการศึกษาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปจำนวน 6 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง รวบรวมข้อมูลโดยใช้

แบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการสอน แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างจำนวน 2 ฉบับ สำหรับนิสิตครู และครูพี่เลี้ยง ผลการวิจัยพบว่าความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนิสิตครูที่เรียนรู้ตามแนวทางการศึกษาผ่านบทเรียน ในภาคเรียนที่ 1 มีข้อจำกัดในทุกองค์ประกอบ โดยความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนิสิตครูเกิดจากประสบการณ์เดิมที่ได้จากการเรียนรู้ในรายวิชาชีพรู ในภาคเรียนที่ 2 นิสิตครูมีการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสู่การปฏิบัติที่เหมาะสมกับบริบทชั้นเรียนมากขึ้น โดยอาศัยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับเพื่อนตามแนวทางการศึกษาผ่านบทเรียนในการประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติการสอน ทำให้มีข้อจำกัดน้อยลงในทุกองค์ประกอบด้วย และความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนิสิตครูที่ไม่ได้เรียนรู้ตามแนวทางการศึกษาผ่านบทเรียนไม่มีความแตกต่างและมีข้อจำกัดในทั้งสองภาคเรียน โดยความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนิสิตครูจะได้จากประสบการณ์เดิม ซึ่งมีอย่างจำกัดและไม่เพียงพอต่อการนำไปปฏิบัติจริง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูผู้สอน วิทยาศาสตร์ พบว่างานวิจัยที่ผ่านมาจะทำการศึกษาข้อมูลในเชิงคุณภาพกับครูวิทยาศาสตร์หลาย ด้าน ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์ทั่วไป ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้ให้ข้อเสนอแนะในการทำการศึกษากการปฏิบัติในด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ให้ขยายไปสู่ด้านอื่น ๆ ของวิทยาศาสตร์ด้วย ทั้งนี้ผู้วิจัยพบว่า งานวิจัยที่ทำการศึกษากการปฏิบัติในด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในบริบทของประเทศไทย ยังขาดการศึกษากการปฏิบัติในด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์โลก จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจทำการศึกษาคำความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร โดยทำการศึกษากสภาพ ปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกและศึกษากการปฏิบัติตามกรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพประกอบกัน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 7 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากกรอบแนวคิดการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยทำการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของ
ครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร โดยเริ่มจากทำการศึกษารายภาพ
และปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลายใน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ 2) ด้านกระบวนการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ 3) ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ
และผู้วิจัยสร้างกรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกเป็น 4 องค์ประกอบ
ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก 2) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจ
ของนักเรียนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก 3) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการ
นำเสนอสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก 4) ความรู้เกี่ยวกับการประเมินสำหรับการสอน
วิทยาศาสตร์โลก เมื่อได้กรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกแล้วจากนั้น
ผู้วิจัยนำมาใช้ทำการศึกษาระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับ
มัธยมศึกษาตอนปลาย และทำการศึกษารายภาพและปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนของครู
วิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานครมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยใน 7 ประเด็น ดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. ความถูกต้องและน่าเชื่อถือของการวิจัย
7. จริยธรรมในการเก็บข้อมูลวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ (อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, 2561) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อมูลเชิงปริมาณ สำหรับการศึกษิตตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 เพื่อศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 เพื่อศึกษาระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทั้งนี้ข้อมูลเชิงปริมาณได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย 2 เครื่องมือ ได้แก่ (1) แบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และ (2) แบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2) ข้อมูลเชิงคุณภาพ สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3 เพื่อศึกษาแนวทางการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ

ทั้งนี้ข้อมูลเชิงคุณภาพได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย 4 เครื่องมือ ได้แก่ (1) แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก (2) แบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอน (3) แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ และ (4) แบบประเมินบันทึกหลังสอน โดยใช้เครื่องมือวิจัยในแต่ละเครื่องมือกับครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ จำนวน 3 คน คนละ 3 ครั้ง รวมเป็นจำนวนทั้งหมด 9 ครั้ง

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยแบ่งตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 1 สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 เพื่อศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 เพื่อศึกษาระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 1 คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร จำนวน 119 คน โดยเป็นจำนวนที่คาดการณ์จากจำนวนครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โลกจำนวน 1 คนในแต่ละโรงเรียน และโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานครมีจำนวน 119 โรงเรียน ดังนั้นประชากรมีจำนวน 119 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 1 สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร จำนวน 63 คน คิดเป็นร้อยละ 52.94 ของจำนวนประชากรที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 1 โดยจำนวนที่ได้คือจำนวนครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งหมดที่ตอบแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลับมาได้ครบสมบูรณ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 1 สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 37.82 ของจำนวนประชากรที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 1 โดยจำนวนที่ได้คือจำนวนครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งหมดที่ตอบแบบสอบถามเรื่องการศึกษาคำรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายกลับมาได้ครบสมบูรณ์

2) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 2 สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3 เพื่อศึกษาแนวทางการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยในระยะที่ 2 สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3 คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ จำนวน 3 คน

ทั้งนี้การกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยโดยแบ่งตามวัตถุประสงค์การวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) กลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 และวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 มีดังนี้

1.1) การสำรวจจำนวนโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 119 โรงเรียน โดยแบ่งออกเป็นโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 67 โรงเรียน และโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จำนวน 52 โรงเรียน (กลุ่มสารสนเทศ สำนักนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2562a, 2562b)

1.2) ผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยผู้วิจัยทำการส่งแบบสอบถามทั้งสองแบบสอบถาม (แบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และแบบสอบถามเรื่องการศึกษาคำรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย) ไปยังโรงเรียนจำนวน 119 โรงเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 ผู้วิจัยทำการส่งแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครู

วิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปยังโรงเรียนจำนวน 119 โรงเรียน โรงเรียนละ 1 ฉบับ โดยทำการส่งแบบสอบถามจำนวน 2 ครั้งภายในระยะเวลาที่ห่างกันหนึ่งเดือน ดังนั้นแบบสอบถามที่ส่งไปยังโรงเรียนมีจำนวนทั้งหมด 238 ฉบับ

(2) สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 ผู้วิจัยทำการส่งแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปยังโรงเรียนจำนวน 119 โรงเรียน โรงเรียนละ 1 ฉบับ โดยทำการส่งแบบสอบถามจำนวน 2 ครั้งภายในระยะเวลาที่ห่างกันหนึ่งเดือน ดังนั้นแบบสอบถามที่ส่งไปยังโรงเรียนมีจำนวนทั้งหมด 238 ฉบับ

1.3) ผู้วิจัยได้รับแบบสอบถามคืนจากครูวิทยาศาสตร์โลก โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 ผู้วิจัยได้รับแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายคืนจากครูจำนวน 63 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 26.47 ของแบบสอบถามที่ส่งไปทั้งสองครั้ง ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 มีจำนวน 63 คน คิดเป็นร้อยละ 52.94 ของจำนวนประชากร

(2) สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 ผู้วิจัยได้รับแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายคืนจากครู 45 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 18.91 ของแบบสอบถามที่ส่งไปทั้งสองครั้ง ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 มีจำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 37.82 ของจำนวนประชากร

ทั้งนี้เกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 และวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 มีดังต่อไปนี้

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า

(1) เป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลก ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร

เกณฑ์การคัดออก

(1) บุคคลที่ไม่สะดวกในการตอบแบบสอบถาม

(2) บุคคลที่ตอบแบบสอบถามไม่ครบทุกข้อ

(3) บุคคลที่ไม่สามารถติดต่อได้ผ่านทางจดหมาย หรืออีเมล

2) กลุ่มเป้าหมายสำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3 มีดังนี้

2.1) ผู้วิจัยเลือกกลุ่มเป้าหมายด้วยโดยทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 3 คน จากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 และวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลก ตามเกณฑ์ครบทั้ง 2 ข้อ ดังต่อไปนี้

(1) ครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาแผนกวิธีการสอนระดับต้นแบบ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาแผนกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยครูวิทยาศาสตร์โลกสามารถทำแบบสอบถามได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด

(2) ครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาแผนกวิธีการสอนระดับต้นแบบที่ได้คะแนนสูงสุด 3 ลำดับแรกจากการตอบแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาแผนกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หากพบครูที่ได้คะแนนสูงสุดเท่ากันซึ่งอยู่ใน 3 ลำดับแรกจำนวนมากกว่า 3 คน จะพิจารณาโดยการตัดครูที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนน้อยที่สุดออก จนท้ายที่สุดเหลือครูจำนวน 3 ท่าน

ทั้งนี้เกณฑ์คัดเลือกเป้าหมายสำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3 เพื่อศึกษาแนวทางการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาแผนกวิธีการสอนระดับต้นแบบ มีดังต่อไปนี้

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า

(1) เป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลก ในโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร และมีคุณสมบัติของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศตามเกณฑ์ครบทั้ง 2 ข้อข้างต้น

เกณฑ์การคัดออก

(1) บุคคลที่ไม่สะดวกในการให้สัมภาษณ์ และให้สังเกตการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน

(2) บุคคลที่ไม่สามารถติดต่อได้ผ่านทางจดหมาย หรืออีเมล

2.2) ผู้วิจัยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างจากเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนต่อไปนี้

(1) ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร ผู้ตอบแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีจำนวน 45 คน โดยจำแนกตามระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 จำนวนครูจำแนกตามระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก (N = 45)

ระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน	จำนวน (คน)
ต้นแบบ	3
เชี่ยวชาญ	13
พื้นฐาน	27
จำกัด	2

จากตารางที่ 17 พบว่ามีครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจำนวน 3 คน

(2) ผู้วิจัยติดต่อกับครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 คน พบว่าผู้วิจัยสามารถติดต่อครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบได้ผ่านทางจดหมาย หรืออีเมล จำนวน 2 คน ตามเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มเป้าหมายสำหรับการศึกษตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3

(3) ผู้วิจัยทำการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายเพิ่มเติมอีก 1 คน โดยส่งแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไปยังครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐในกรุงเทพมหานคร จำนวน 6 คน พบว่า มีครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจำนวน 1 คน ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3

(4) ผู้วิจัยติดต่อกับครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจำนวน 3 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังต่อไปนี้

1) แบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

(1) ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) แบบจัดอันดับ และคำถามปลายเปิด

(2) ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกมีลักษณะแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) แบบจัดอันดับ และคำถามปลายเปิด

(3) ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกมีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) และคำถามปลายเปิด

2) แบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณซึ่งประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

(1) ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) แบบจัดอันดับ และคำถามปลายเปิด

(2) ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการนำความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนไปสู่การปฏิบัติของครูวิทยาศาสตร์โลก มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

3) แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ

4) แบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอน ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ

5) แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Scoring Rubric) สำหรับประเมินแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ

6) แบบประเมินบันทึกหลังสอน มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) สำหรับประเมินบันทึกหลังสอนเพื่อใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ

3.2 วิธีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1) แบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

(1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก เพื่อกำหนดขอบเขตรายละเอียดของเนื้อหาและประเด็นสำคัญที่จะนำมาสร้างแบบสอบถาม

(2) สร้างแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) แบบจัดอันดับ และคำถามปลายเปิด ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกมีลักษณะแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) แบบจัดอันดับ และคำถามปลายเปิด และตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด

(3) นำแบบสอบถามทั้งฉบับให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขเพื่อพิจารณาความสมบูรณ์

(4) นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วในตอน 2 และตอนที่ 3 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 4 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้วิทยาศาสตร์โลก 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน 1 ท่าน ตรวจสอบภาษาที่ใช้ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม และความตรงเชิงเนื้อหาซึ่งพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาที่ต้องการวัด (item objective congruence, IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาข้อคำถามที่มีคุณภาพจากดัชนีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อคำถามวัดตัวชี้วัดขององค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกข้อนั้นจริง

(5) นำแบบสอบถามมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยพบว่าตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก มีข้อคำถามที่มีดัชนีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 รวมทั้งสิ้นจำนวน 1 ข้อคำถาม คือ 13 โดยทำการปรับปรุงข้อคำถามที่ 13 และตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก มีข้อคำถามที่มีดัชนีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 รวมทั้งสิ้นจำนวน 1 ข้อคำถาม คือ ข้อคำถามที่ 2 โดยทำการปรับปรุงข้อคำถามที่ 2

(6) ทดลองใช้แบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้ว (try out) กับครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากรจำนวน 25 ชุด เพราะเป็นการสำรวจในเรื่องใหม่ที่ไม่เคยทำมาก่อนจึงควรกำหนดจำนวนกลุ่มที่ศึกษาอย่างน้อย 25 หน่วย (กัลยา วานิชย์บัญชา และฐิตา วานิชย์บัญชา, 2561) จากนั้นวิเคราะห์ผลการตรวจสอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) เพื่อหาความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับพบว่าค่าความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) เท่ากับ 0.814 ดังนั้นแบบสอบถามฉบับนี้มีค่าความเที่ยงทั้งฉบับอยู่ในระดับสูง

2) แบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

(1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และกรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก เพื่อกำหนดขอบเขตรายละเอียดของเนื้อหาและประเด็นสำคัญที่จะนำมาสร้างแบบสอบถาม

(2) สร้างแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายประกอบด้วย 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) แบบจัดอันดับ และคำถามปลายเปิด ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างข้อคำถามรายชื่อในแบบสอบถามให้มีลักษณะเป็นแบบคำถามปลายเปิด

ขั้นตอนที่ 2 นำข้อคำถามรายชื่อในแบบสอบถามไปทดลอง (try out) กับครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากรจำนวน 10 ท่าน จากนั้นเก็บรวบรวมแบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงข้อคำถามรายชื่อในแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นแบบคำถามปลายเปิดให้เป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) โดยนำคำตอบจากครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากรจำนวน 10 ท่านของแบบสอบถามในขั้นตอนที่ 2 มาสร้างตัวเลือก และแก้ไขข้อคำถามรายชื่อในแบบสอบถามให้เหมาะสมกับลักษณะข้อคำถามแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) จำนวน 21 ข้อ โดยกำหนดโครงสร้างของแบบสอบถามให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ตารางวางแผนการพัฒนาเครื่องมือของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอนของครุวิทยาการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

องค์ประกอบของ ความรู้เนื้อหาผนวกวิธี สอนวิทยาสตรโลก	ตัวชี้วัดของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอน ของครุวิทยาการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	ข้อคำถาม	จำนวนข้อ
1) ความรู้เกี่ยวกับ หลักสูตร	1.1) ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายและ วัตถุประสงค์สำหรับการสอนนักเรียน	ข้อที่ 1.1	2
		ข้อที่ 8.1	
	1.2) ความรู้เกี่ยวกับสื่อการสอนและแหล่ง เรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอน	ข้อที่ 1.2	2
		ข้อที่ 7.2	
	1.3) ความรู้ของครูเกี่ยวกับความสำคัญของ หัวข้อที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรทั้งหมดซึ่งช่วย ให้ครูสามารถระบุโน้ตหลักและแนวคิด หลักและการปรับปรุงเนื้อหาโดยการตัด ข้อเท็จจริงบางเรื่องเพียงเล็กน้อย	ข้อที่ 6.1	2
		ข้อที่ 8.2	
2) ความรู้เกี่ยวกับความ เข้าใจของนักเรียน	2.1) ความรู้ของครูเกี่ยวกับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียน	ข้อที่ 3.1	2
		ข้อที่ 5.1	
	2.2) ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ยากต่อการ เรียนรู้ของนักเรียน	ข้อที่ 7.1	2
		ข้อที่ 10.2	
	2.3) ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการ สำหรับการเรียนรู้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ	ข้อที่ 2.1	2
		ข้อที่ 10.1	
	2.4) ความแตกต่างของแนวทางการเรียนรู้ ของนักเรียนเนื่องจากเกี่ยวข้องกับการ พัฒนาความรู้ภายในหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่ เฉพาะเจาะจง	ข้อที่ 9.1	2
		ข้อที่ 10.3	
3) ความรู้เกี่ยวกับกล ยุทธ์การเรียนการสอน และการนำเสนอ	3.1) วิธีการนำเสนอเพื่อช่วยให้นักเรียน เข้าใจในหัวข้อวิทยาศาสตร์	ข้อที่ 4.1	2
		ข้อที่ 9.2	
	3.2) การจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับ วิทยาสตรโลก	ข้อที่ 2.2	2
		ข้อที่ 6.2	

องค์ประกอบของ ความรู้เนื้อหาผนวกวิธี สอนวิทยาศาสตร์โลก	ตัวชี้วัดของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอน ของครูวิทยาศาสตร์โลก	ข้อคำถาม	จำนวนข้อ
4) ความรู้เกี่ยวกับการ ประเมิน	4.1) ความรู้ของครูเกี่ยวกับมิติของการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์	ข้อที่ 7.3	1
	4.2) ความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีการประเมิน การเรียนรู้	ข้อที่ 7.4	2
		ข้อที่ 9.3	
จำนวนข้อทั้งหมด			21

(3) สร้างเกณฑ์การประเมินระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการแบ่งคะแนนเป็น 4 ช่วงเท่า ๆ กัน โดยพิจารณาจากคะแนนของข้อคำถามข้อละ 1 คะแนน รวมเป็นคะแนนเต็ม 20 คะแนน

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนในแต่ละช่วงคะแนนเป็น 4 ระดับ ได้แก่ (1) ระดับจำกัด (2) ระดับพื้นฐาน (3) ระดับเชี่ยวชาญ และ (4) ระดับต้นแบบ ตาม Park, et al. (2008) (อ้างถึงใน Park et al., 2011)

ขั้นตอนที่ 3 สร้างตารางกำหนดเกณฑ์การประเมินระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนในแต่ละช่วงร้อยละของคะแนน ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 เกณฑ์การประเมินระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน

ช่วงร้อยละของคะแนน	ระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน
76 – 100	ต้นแบบ
51 – 75	เชี่ยวชาญ
26 – 50	พื้นฐาน
0 – 25	จำกัด

จากตารางที่ 19 พบว่าระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกแบ่งออกเป็น 4 ระดับ โดยในแต่ละระดับมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(3.1) ระดับจำกัด คือ ระดับที่ครุวิทยาการศาสตร์โลกสามารถทำแบบสอบถาม เรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครุวิทยาการศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้คะแนนอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 25 ของคะแนนทั้งหมด

(3.2) ระดับพื้นฐาน คือ ระดับที่ครุวิทยาการศาสตร์โลกสามารถทำแบบสอบถาม เรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครุวิทยาการศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้คะแนนอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 26 ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด

(3.3) ระดับเชี่ยวชาญ คือ ระดับที่ครุวิทยาการศาสตร์โลกสามารถทำแบบสอบถาม เรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครุวิทยาการศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้คะแนนอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 51 ถึงร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด

(3.4) ระดับต้นแบบ คือ ระดับที่ครุวิทยาการศาสตร์โลกสามารถทำแบบสอบถาม เรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครุวิทยาการศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้คะแนนอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 76 ถึงร้อยละ 100 ของคะแนนทั้งหมด

(4) นำแบบสอบถามทั้งฉบับให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขเพื่อพิจารณาความสมบูรณ์

(5) นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วในตอนที่ 2 และตอนที่ 3 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 4 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้วิทยาศาสตร์โลก 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน 1 ท่าน ตรวจสอบภาษาที่ใช้ ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม และความตรงเชิงเนื้อหาซึ่งพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาที่ต้องการวัด (item objective congruence, IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาข้อคำถามที่มีคุณภาพจากดัชนีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อคำถามวัดตัวชี้วัดขององค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครุวิทยาการศาสตร์โลกข้อนั้นจริง

(6) นำแบบสอบถามมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยพบว่ามีข้อคำถามที่มีดัชนีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 รวมทั้งสิ้นจำนวน 1 ข้อคำถาม คือ ข้อคำถามที่ 7.1 โดยทำการตัดข้อคำถามที่ 7.1 ทิ้ง ทำให้แบบสอบถามนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อ

(7) ทดลองใช้แบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้ว (try out) กับครุวิทยาการศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากรจำนวน 25 ชุด เพราะเป็นการสำรวจในเรื่องใหม่ที่ไม่

เคยทำมาก่อนจึงควรกำหนดจำนวนกลุ่มที่ศึกษาอย่างน้อย 25 หน่วย (กัลยา วานิชย์บัญชา และฐิตา วานิชย์บัญชา, 2561) จากนั้นวิเคราะห์ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

(7.1) ความเที่ยงของแบบสอบถามทั้งฉบับ ซึ่งพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของ ครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) เพื่อหาความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับ พบว่าค่าความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) เท่ากับ 0.790 ดังนั้น แบบสอบถามฉบับนี้มีค่าความเที่ยงทั้งฉบับอยู่ในระดับสูง

(7.2) การตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถามรายข้อในแบบสอบถามตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก โดยมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ซึ่งพิจารณาจากค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังตารางที่ 20 และตารางที่ 21

ตารางที่ 20 เกณฑ์การพิจารณาความยาก (โชติกา ภาชีผล, 2559)

ค่าความยาก (สัดส่วน)	ความหมายของระดับความยาก	คุณภาพข้อสอบ
0.80 – 1.00	ง่ายมาก	ไม่ดีต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงใหม่
0.60 – 0.79	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
0.40 – 0.59	ปานกลาง	ดีมาก
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก	พอใช้ได้
0.00 – 0.19	ยากมาก	ไม่ดีต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงใหม่

ตารางที่ 21 เกณฑ์การพิจารณาอำนาจจำแนก (โชติกา ภาชีผล, 2559)

ค่าอำนาจการจำแนก	ความหมายของคุณภาพข้อสอบ
0.40 ขึ้นไป	ดีมาก
0.30 – 0.39	ดีพอสมควร
0.20 – 0.29	พอใช้ได้
0.19 ลงไป	ไม่ดีต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงใหม่

การพิจารณาค่าความยาก อำนาจจำแนก และประสิทธิภาพตัวเองของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้ผลการตรวจสอบดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์คุณภาพข้อคำถามรายข้อ

คำถาม	ความยาก(P)	อำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
1.1	0.632	0.297	ยากปานกลาง จำแนกได้พอใช้
1.2	0.396	0.422	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดีมาก
2.1	0.435	0.245	ยากปานกลาง จำแนกได้พอใช้
2.2	0.236	0.375	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี
3.1	0.399	0.269	ค่อนข้างยาก จำแนกได้พอใช้
4.1	0.284	0.344	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี
5.1	0.582	0.474	ยากปานกลาง จำแนกได้ดีมาก
6.1	0.761	0.238	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้พอใช้
6.2	0.348	0.433	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดีมาก
7.1	0.656	0.335	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดี
7.2	0.761	0.238	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้พอใช้
7.3	0.232	0.287	ค่อนข้างยาก จำแนกได้พอใช้
8.1	0.335	0.245	ค่อนข้างยาก จำแนกได้พอใช้
8.2	0.648	0.333	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดี
9.1	0.530	0.351	ยากปานกลาง จำแนกได้ดี
9.2	0.582	0.225	ยากปานกลาง จำแนกได้พอใช้
9.3	0.747	0.251	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้พอใช้
10.1	0.761	0.315	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดี
10.2	0.268	0.307	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี
10.3	0.747	0.322	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดี

จากตารางที่ 22 เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าความยากของข้อคำถาม พบว่าแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งฉบับมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.232 – 0.761 และเมื่อพิจารณาเฉพาะอำนาจจำแนกของข้อคำถาม พบว่าแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งฉบับมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.225 – 0.474 และสามารถเก็บไว้ใช้ต่อไปได้มีจำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อ

3) แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

(1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และกรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก เพื่อกำหนดขอบเขตรายละเอียดของเนื้อหาและประเด็นสำคัญที่จะนำมาสร้างแนวคำถาม (interview guide) สำหรับการสัมภาษณ์เชิงคุณภาพ

(2) สร้างแบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

(3) นำแบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขเพื่อพิจารณาความสมบูรณ์

(4) นำแบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกที่แก้ไขแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้วิทยาศาสตร์โลก 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน 1 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมและประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ภาษาที่ใช้ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

(5) นำแบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

(6) ศึกษาการตรวจสอบความสามารถของผู้วิจัยในการสัมภาษณ์ โดยมีโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผู้วิจัยฝึกการสัมภาษณ์ (try out) กับครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร และทำการอัดเทปเสียงสัมภาษณ์ จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการฝึกสัมภาษณ์ (try out) จัดทำรายงานการสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก เพื่อให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการเก็บรวบรวมข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยยังขาดตกบกพร่อง โดยผู้วิจัยจะฝึกการสังเกตในลักษณะนี้จนกว่าผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลได้ครบถ้วนทุกประเด็น

4) แบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

(1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เพื่อกำหนดขอบเขตรายละเอียดของเนื้อหาและประเด็นสำคัญที่จะนำมาสร้างแบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอน

(2) สร้างแบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอน

(3) นำแบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอนให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขเพื่อพิจารณาความสมบูรณ์

(4) นำแบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้วิทยาศาสตร์โลก 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน 1 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมและประเด็นที่สังเกต ภาษาที่ใช้ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

(5) นำบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอนมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

(6) ศึกษาการตรวจสอบความสามารถของผู้วิจัย ในการสังเกตการจัดการเรียนการสอนและใช้เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ช่วงที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูลกับครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร ผู้วิจัยฝึกการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม (try out) กับห้องเรียนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร และทำการบันทึกภาพเคลื่อนไหว จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม และภาพเคลื่อนไหว จัดทำรายงานการสังเกตการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการเก็บรวบรวมข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยยังขาดตกบกพร่อง โดยผู้วิจัยจะฝึกการสังเกตจนกว่าผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลได้ครบถ้วนทุกประเด็นโดยที่อาจารย์ที่ปรึกษาจะพิจารณาจากรายงานการสังเกตการจัดการเรียนการสอนจากการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมทุกครั้ง

ช่วงที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยทำการการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมกับห้องเรียนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เป็นตัวอย่าง และทำการบันทึกภาพเคลื่อนไหว จากนั้นผู้วิจัยนำภาพเคลื่อนไหวให้ผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนทำการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมกับภาพเคลื่อนไหว จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมไปประเมินความเที่ยงแบบความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน

5) แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

(1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในเนื้อหาผนวก วิธีการสอนเพื่อกำหนดขอบเขตรายละเอียดของเนื้อหาและประเด็นสำคัญที่จะนำมาสร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

(2) สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้มีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบ
รูบรีค (Scoring Rubric)

(3) นำแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขเพื่อ
พิจารณาความสมบูรณ์

(4) นำแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ
จำนวน 4 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญ
ด้านความรู้วิทยาศาสตร์โลก 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน 1 ท่าน
ตรวจสอบภาษาที่ใช้ ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม และความตรงเชิงเนื้อหาซึ่งพิจารณาจากค่าดัชนีความ
สอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาที่ต้องการวัด (item objective congruence, IOC) ของ
ผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาข้อคำถามที่มีคุณภาพจากดัชนีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5
แสดงว่าข้อคำถามวัดตัวชี้วัดขององค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครู
วิทยาศาสตร์โลกข้อนั้นจริง

(5) นำแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้มาแก้ไขตามข้อเสนอแนะของ
ผู้ทรงคุณวุฒิ โดยพบว่าไม่มีข้อคำถามที่มีดัชนีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 แต่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงและแก้ไข
ความเหมาะสม ภาษาที่ใช้ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิ

(6) นำแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจ
แก้ไขเพื่อพิจารณาความสมบูรณ์

6) แบบประเมินบันทึกหลังสอน

(1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในเนื้อหา
ผนวก วิธีการสอนเพื่อกำหนดขอบเขตรายละเอียดของเนื้อหาและประเด็นสำคัญที่จะนำมาสร้างแบบ
ประเมินบันทึกหลังสอน

(2) สร้างแบบประเมินบันทึกหลังสอนมีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ
(Checklist)

(3) นำแบบประเมินบันทึกหลังสอนให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขเพื่อพิจารณา
ความสมบูรณ์

(4) นำแบบประเมินบันทึกหลังสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4
ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้
วิทยาศาสตร์โลก 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน 1 ท่าน ตรวจสอบ

ภาษาที่ใช้ ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม และความตรงเชิงเนื้อหาซึ่งพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาที่ต้องการวัด (item objective congruence, IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาข้อคำถามที่มีคุณภาพจากดัชนีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อคำถามวัดตัวชี้วัดขององค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาแผนกวิธีการสอนของครุศึกษาศาสตร์โลกข้อนั้นจริง

(5) นำแบบประเมินบันทึกหลังสอนมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยพบว่าไม่มีข้อคำถามที่มีดัชนีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 แต่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงและแก้ไขความเหมาะสมภาษาที่ใช้ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิ

(6) นำแบบประเมินบันทึกหลังสอนที่แก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขเพื่อพิจารณาความสมบูรณ์

4. การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย โดยแบ่งตามวัตถุประสงค์การวิจัย ออกเป็น 2 ระยะ ดังต่อไปนี้

9.4.1 ระยะที่ 1 สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 เพื่อศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครุศึกษาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 เพื่อศึกษาระดับความรู้ในเนื้อหาแผนกวิธีการสอนของครุศึกษาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1) ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลการวิจัยจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียนที่กลุ่มตัวอย่างสังกัด เพื่อขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

2) ผู้วิจัยนำส่งจดหมาย ได้แก่ หนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลการวิจัย และแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครุศึกษาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาแผนกวิธีการสอนของครุศึกษาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียน และระบุให้ครุศึกษาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นผู้ตอบแบบสอบถาม โดยมีช่องทางการตอบแบบสอบถาม ดังนี้

ช่องทางที่ 1 ผู้ตอบแบบสอบถามทำการตอบแบบสอบถามลงในแบบสอบถามที่แนบมาด้วย และให้ส่งแบบสอบถามคืนทางไปรษณีย์

ช่องทางที่ 2 ผู้ตอบแบบสอบถามทำการตอบแบบสอบถามลงในแบบสอบถามออนไลน์ โดยสามารถเข้าตอบแบบสอบถามได้ตาม QR Code ด้านท้ายหนังสือ หรือแบบสอบถามที่แนบมาด้วย

3) ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมแบบสอบถามทั้งสองช่องทางพบว่า ผู้วิจัยได้รับแบบสอบถามคืนจากโรงเรียนจำนวน 27 โรงเรียน จากทั้งหมด 119 โรงเรียน เนื่องจากเป็นช่วงเวลาการตอบแบบสอบถามเป็นช่วงที่สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 และเขต 2 ประกาศปิดสถานศึกษาด้วยเหตุพิเศษเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID 2019)

4) ผู้วิจัยนำส่งจดหมายทั้งสองช่องทางถึงผู้อำนวยการโรงเรียน และระบุให้ครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นครั้งที่ 2 ภายในระยะเวลาที่ห่างกันจากครั้งที่ 1 เป็นเวลา 1 เดือน

5) ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมแบบสอบถามทั้งสองช่องทางพบว่า ผู้วิจัยได้รับแบบสอบถามคืนจากโรงเรียนจำนวน 48 โรงเรียน จากทั้งหมด 119 โรงเรียน โดยผู้วิจัยได้รับแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายคืนจากครู 63 คน และได้รับแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาแผนนวิถีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายคืนจากครู 45 คน

6) นำข้อมูลที่ได้นำมาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

9.4.2 ระยะที่ 2 สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3 เพื่อศึกษาการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาแผนนวิถีการสอนระดับต้นแบบ กลุ่มเป้าหมาย คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกจำนวน 3 คน จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในระยะที่ 1 รวมถึงครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลก ในโรงเรียนสังกัดอื่น ๆ ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งพิจารณาจากคุณสมบัติของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ตามเกณฑ์ครบทั้ง 2 ข้อ คือ (1) ครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาแผนนวิถีการสอนระดับต้นแบบ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาแผนนวิถีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยครูวิทยาศาสตร์โลกสามารถทำแบบสอบถามได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด และ (2) ครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบที่ได้คะแนนสูงสุด 3 ลำดับแรกจากการตอบแบบสอบถามเรื่องการศึกษาค้นคว้าในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากนั้นผู้วิจัยติดต่อกับครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 คน พบว่าผู้วิจัยสามารถติดต่อครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบได้ผ่านทางจดหมาย หรืออีเมล จำนวน 1 คน ทำให้กลุ่มเป้าหมายที่ได้คือ ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 คน จากนั้นผู้วิจัยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวเป้าหมายเพิ่มเติมอีก 1 คน โดยส่งแบบสอบถามเรื่องการศึกษาค้นคว้าในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไปยังครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐในกรุงเทพมหานคร จำนวน 6 คน พบว่า มีครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจำนวน 1 คน ดังนั้นผู้วิจัยติดต่อครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจำนวน 3 คน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1) ผู้วิจัยนำหนังสือจาก คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียนที่กลุ่มเป้าหมายสังกัด เพื่อขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย
- 2) ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัยในระยะที่ 2 ให้กับกลุ่มเป้าหมายเป็นรายบุคคล
- 3) ผู้วิจัยขอแผนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มเป้าหมายก่อนทำการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมจำนวน 3 แผน จากนั้นทำการนัดหมายวันและเวลาในการสังเกตการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มเป้าหมาย
- 4) ผู้วิจัยทำการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมด้วยการใช้แบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมายจำนวนบุคคลละ 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งผู้วิจัยจะทำการบันทึกภาพเคลื่อนไหว หลังจากนั้นผู้วิจัยจะทำการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายด้วยการใช้แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก และทำการอัดเทปเสียงการสัมภาษณ์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5) ผู้วิจัยขอบันทึกหลังสอนโดยเฉพาะคาบเรียนที่ผู้วิจัยทำการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมกับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบประเมินบันทึกหลังสอน โดยข้อมูลเชิงคุณภาพทั้งหมด ได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ด้วยการใช้แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมด้วยการใช้แบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนรู้ และการประเมินเอกสารที่บันทึกโดยครูผู้สอนจากแบบประเมินบันทึกหลังสอน และแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร มีการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งตามลักษณะของข้อมูลดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้มาจากการใช้แบบสอบถามเรื่องการศึกษา สภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยทำการวิเคราะห์โดยใช้ความถี่ และร้อยละของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้มาจากการใช้แบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยทำการวิเคราะห์ระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ (1) ระดับจำกัด (2) ระดับพื้นฐาน (3) ระดับเชี่ยวชาญ และ (4) ระดับต้นแบบ

3) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้มาจากการใช้การสัมภาษณ์ด้วยการใช้แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมด้วยการใช้แบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนรู้ และการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร ได้แก่ แบบประเมินแผนการจัดการเรียนการสอน แบบประเมินบันทึกหลังสอน โดยการสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย (analytic induction) ซึ่งพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและสัมภาษณ์ทุกครั้งประกอบกันเพื่อหาลักษณะร่วมกันของข้อมูลอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อสรุปรวมลักษณะดังกล่าว และรายงานผลในลักษณะความเรียง

6. ความถูกต้องและน่าเชื่อถือของการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกรวมวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร ในระยะที่ 2 สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3 เพื่อศึกษาการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกรวมวิธีการสอนระดับต้นแบบ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจึงมีความเชื่อถือได้ (Credibility) ดังนี้

1) วิธีตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation)

ใช้วิธีเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพหลายแบบ เป็นการตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (Methodological triangulation) โดยการใช้การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม การสัมภาษณ์ และการประเมินจากเอกสารที่บันทึกโดยครู ได้แก่ แผนการจัดการเรียนการสอน บันทึกหลังสอน

2) การให้บุคคลที่อยู่ในสนามวิจัยตรวจสอบรับรองความถูกต้อง

เมื่อผู้วิจัยทำการบันทึกหรือวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ด้วยการใช้แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกกับครูจำนวน 3 คน คนละ 3 ครั้ง เป็นจำนวนทั้งหมด 9 ครั้ง การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมด้วยการใช้แบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอนกับครู จำนวน 3 คน คนละ 3 ครั้ง เป็นจำนวนทั้งหมด 9 ครั้ง และการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ 9 ฉบับ บันทึกหลังสอน 9 ฉบับ เสร็จแล้วจะนำข้อมูลให้กลุ่มตัวอย่างช่วยตรวจสอบอ่านบันทึกหรือวิเคราะห์ข้อมูลนั้น เพื่อให้เกิดการยอมรับตามมุมมองของคนในว่าข้อมูลที่ได้นั้นมีความถูกต้องน่าเชื่อถือได้ (Member checking)

7. จริยธรรมในการเก็บข้อมูลวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขออนุมัติจริยธรรมในการวิจัยจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียนและครู โดยดำเนินการชี้แจงให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ วิธีการเก็บข้อมูล และดำเนินการวิจัยอย่างละเอียด การเก็บรวบรวมข้อมูลต้องได้รับการยินยอมจากครูก่อน ทั้งนี้ตัวอย่างในการวิจัยสามารถถอนตัวจากการวิจัยได้ตลอดเวลา โดยผู้วิจัยจะใช้นามสมมติเพื่ออ้างอิงถึงกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย และทำการเก็บรักษาข้อมูลในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหว และเทป

บันทึกเสียงไว้เป็นความลับ โดยจะเก็บตลอดไปไม่มีการทำลายในคอมพิวเตอร์หรือ external hard drives ที่ใส่รหัสป้องกันข้อมูลรั่วไหล



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อศึกษาระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อศึกษาการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ โดยผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ตอน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 สภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 ระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 3 การวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ

ตอนที่ 1 สภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อมูลในส่วนนี้เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณได้มาจากการใช้แบบสอบถามเรื่อง การศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีประเด็นการเสนอข้อมูล คือ 1.1 ข้อมูลทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์โลกผู้ตอบแบบสอบถาม 1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก 1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

1.1 ข้อมูลทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์โลกผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์โลกผู้ตอบแบบสอบถามเป็นการนำเสนอจำนวนและร้อยละของครูวิทยาศาสตร์โลกจำแนกตามสถานภาพทั่วไป และประสบการณ์ในการเป็นครูวิทยาศาสตร์โลก ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 23 จำนวนและร้อยละของครูวิทยาศาสตร์โลก จำแนกตามสถานภาพทั่วไป (N = 63)

	รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สถานภาพทั่วไป			
เพศ			
	● ชาย	25	39.7
	● หญิง	38	60.3
อายุ			
	● ไม่เกิน 25 ปี	5	7.9
	● 26 – 30 ปี	23	36.5
	● 31 – 35 ปี	13	20.6
	● 36 – 40 ปี	8	12.7
	● 41 – 45 ปี	6	9.5
	● 46 – 50 ปี	0	0
	● 51 – 55 ปี	2	3.2
	● 56 – 60 ปี	6	9.5
วุฒิการศึกษา			
	● ปริญญาตรี		
	คณะครุศาสตร์ / ศึกษาศาสตร์		
	วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป	22	34.9
	วิชาเอกฟิสิกส์	10	15.9
	วิชาเอกเคมี	3	4.8
	วิชาเอกชีววิทยา	3	4.8
	วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป – ฟิสิกส์	1	1.6
	วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป – เคมี	1	1.6

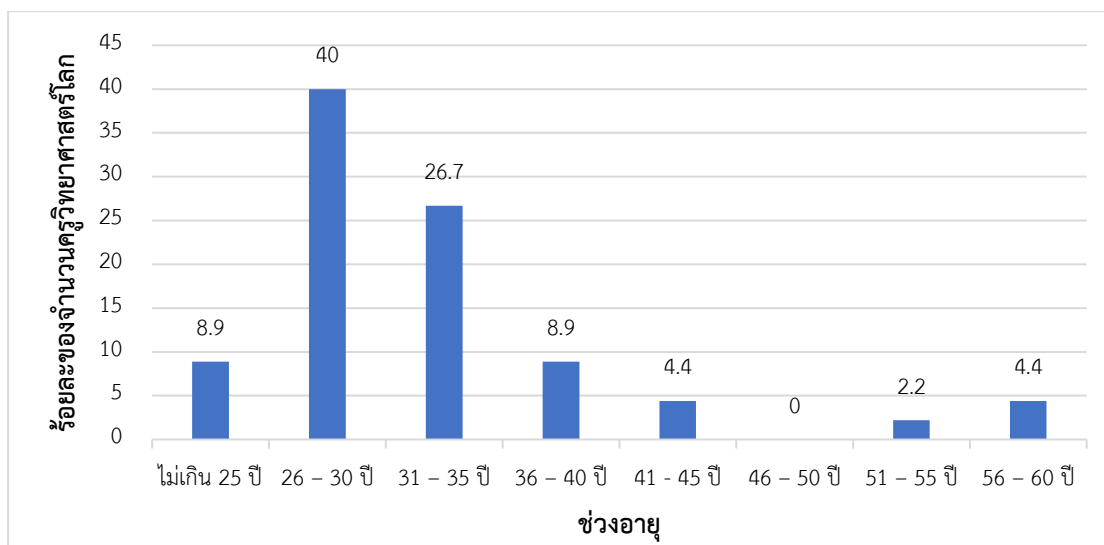
รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป – ชีววิทยา	1	1.6
คณะวิทยาศาสตร์		
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป	1	1.6
วิชาเอกฟิสิกส์	13	20.6
วิชาเอกเคมี	2	3.2
วิชาเอกชีววิทยา	1	1.6
คณะวิศวกรรมศาสตร์		
วิชาเอกเทคโนโลยีอาหาร	1	1.6
ไม่ระบุ	4	6.3
● ปริญญาโท		
คณะครุศาสตร์ / ศึกษาศาสตร์		
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ศึกษา	8	12.7
สาขาวิชานิตะการศึกษาศาสตร์และ พัฒนาหลักสูตร	1	1.6
สาขาวิชาวิจัยการศึกษา	2	3.2
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสาร การศึกษา	2	3.2
สาขาวิชาการมัธยมศึกษา	1	1.6
สาขาวิชาบริหารการศึกษา	1	1.6
คณะวิทยาศาสตร์		
สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา	1	1.6
สาขาวิชาฟิสิกส์	3	4.8
สาขาวิชาจุลชีววิทยา	1	1.6
สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร	1	1.6
คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์		
สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา	1	1.6
คณะบริหารธุรกิจ		
สาขาวิชาการจัดการ	1	1.6

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่ระบุ	1	1.6
ผู้ที่ไม่ได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท	39	61.9
● ปริญญาเอก		
คณะครุศาสตร์ / ศึกษาศาสตร์		
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา	1	1.6
ผู้ที่ไม่ได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาเอก	62	98.4
● อื่น ๆ		
ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู	1	1.6
ประกาศนียบัตรบัณฑิตการบริหารการศึกษา	1	1.6
รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลกที่ลงทะเบียนเรียนในระดับอุดมศึกษา		
● ธรณีวิทยา	12	19.0
● อุตุนิยมวิทยาหรือวิทยาศาสตร์บรรยากาศ	5	7.9
● สมุทรศาสตร์	3	4.8
● ดาราศาสตร์	25	39.7
● วิทยาศาสตร์ระบบโลกหรือวิทยาศาสตร์โลก	8	12.7
● วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ	7	11.1
● ไม่เคยลงทะเบียนเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลกในระดับอุดมศึกษา	25	39.7
ขนาดโรงเรียน		
● โรงเรียนขนาดเล็ก (จำนวนนักเรียน 1 – 499 คน)	8	12.7
● โรงเรียนขนาดกลาง (จำนวนนักเรียน 500 - 1,499 คน)	9	14.3
● โรงเรียนขนาดใหญ่ (จำนวนนักเรียน 1,500 -2,499 คน)	22	34.9
● โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ (จำนวนนักเรียน	24	38.1

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
2,500 คนขึ้นไป)		
ประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์โลก		
● ไม่เกิน 3 ปี	37	58.7
● 4 – 6 ปี	13	20.6
● 7 – 9 ปี	5	7.9
● 10 – 12 ปี	4	6.3
● 13 – 15 ปี	2	3.2
● 16 ปีขึ้นไป	2	3.2
การเปรียบเทียบความถนัดสอนเนื้อหาของครูวิทยาศาสตร์โลก ได้แก่ ธรณีวิทยา วิทยาศาสตร์บรรยากาศ และดาราศาสตร์		
- ความถนัดสอนเนื้อหาธรณีวิทยาของครูวิทยาศาสตร์โลก		
● ครูถนัดสอนเป็นลำดับที่ 1	21	33.3
● ครูถนัดสอนเป็นลำดับที่ 2	19	30.2
● ครูถนัดสอนเป็นลำดับที่ 3	22	34.9
● ไม่ระบุ	1	1.6
- ความถนัดสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์บรรยากาศของครูวิทยาศาสตร์โลก		
● ครูถนัดสอนเป็นลำดับที่ 1	12	19
● ครูถนัดสอนเป็นลำดับที่ 2	26	41.3
● ครูถนัดสอนเป็นลำดับที่ 3	24	38.1
● ไม่ระบุ	1	1.6
- ความถนัดสอนเนื้อหาดาราศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์โลก		
● ครูถนัดสอนเป็นลำดับที่ 1	27	42.9
● ครูถนัดสอนเป็นลำดับที่ 2	18	28.6
● ครูถนัดสอนเป็นลำดับที่ 3	18	28.6
● ไม่ระบุ	0	0
จำนวนรายวิชาที่สอนในภาคการศึกษานี้		
● 1 รายวิชา	18	28.6

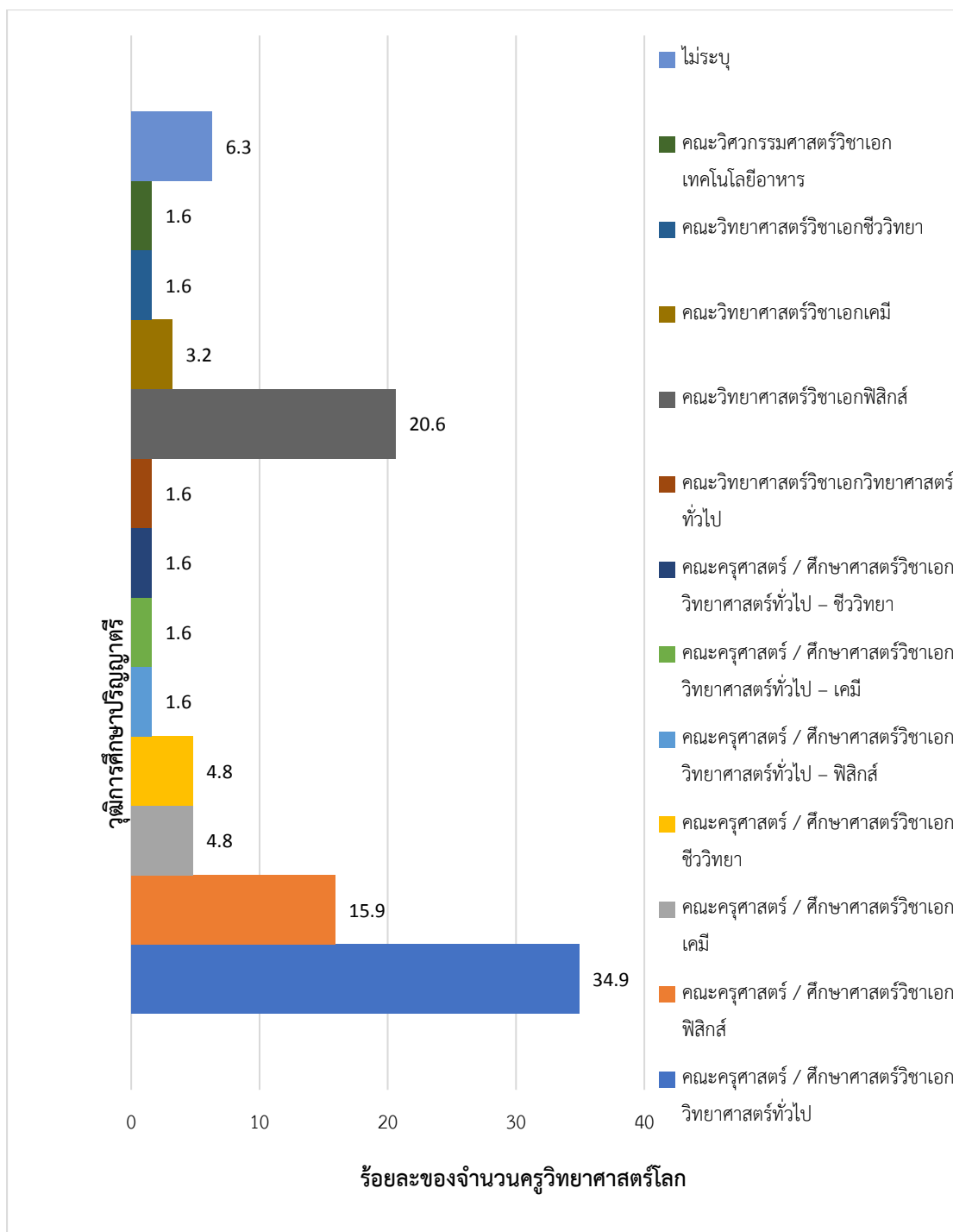
รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
● 2 รายวิชา	29	46.0
● 3 รายวิชา	16	25.4
จำนวนคาบที่สอนทุกรายวิชาต่อสัปดาห์		
● ไม่เกิน 6 คาบ	6	9.5
● 7 – 12 คาบ	12	19.0
● 13 – 18 คาบ	35	55.6
● 19 คาบขึ้นไป	10	15.9
จำนวนคาบที่สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์โลกต่อสัปดาห์		
● ไม่เกิน 6 คาบ	40	63.5
● 7 – 12 คาบ	12	19.0
● 13 – 18 คาบ	10	15.9
● 19 คาบขึ้นไป	1	1.6

จากตารางที่ 23 แสดงข้อมูลทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์โลกผู้ตอบแบบสอบถามด้านสถานภาพทั่วไป พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 63 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 60.3 และเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 39.7 ครูผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 26 – 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 36.5 รองลงมาคือ อายุ 31 – 35 ปี คิดเป็นร้อยละ 20.6 อายุ 36 – 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 12.7 อายุ 41 – 45 ปี คิดเป็นร้อยละ 9.5 อายุ 56 – 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 9.5 อายุไม่เกิน 25 ปี คิดเป็นร้อยละ 7.9 และอายุ 51 – 55 ปี คิดเป็นร้อยละ 3.2 ตามลำดับ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 กราฟแสดงช่วงอายุของครุวิทยศาสตร์โลก

จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีจากคณะครุศาสตร์ หรือศึกษาศาสตร์มากที่สุดโดยมีวิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไปมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.9 รองลงมาคือ วิชาเอกฟิสิกส์ คิดเป็นร้อยละ 15.9 วิชาเอกเคมี คิดเป็นร้อยละ 4.8 วิชาเอกชีววิทยา คิดเป็นร้อยละ 4.8 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป – ฟิสิกส์ คิดเป็นร้อยละ 1.6 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป – เคมี คิดเป็นร้อยละ 1.6 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป – ชีววิทยา คิดเป็นร้อยละ 1.6 ตามลำดับ และจบการศึกษาในระดับปริญญาตรีจากคณะวิทยาศาสตร์โดยมีวิชาเอกฟิสิกส์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 20.6 รองลงมาคือ วิชาเอกเคมี คิดเป็นร้อยละ 3.2 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 1.6 และวิชาเอกชีววิทยา คิดเป็นร้อยละ 1.6 ตามลำดับ นอกจากนี้มีครูจบการศึกษาในระดับปริญญาตรีจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ วิชาเอกเทคโนโลยีอาหาร คิดเป็นร้อยละ 1.6 และมีครูที่ไม่ระบุคณะที่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 6.3 ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 กราฟแสดงวุฒิการศึกษาปริญญาตรีของจำนวนครุวิทยาการทั่วโลก

จบการศึกษาในระดับปริญญาโทจากคณะครุศาสตร์ หรือศึกษาศาสตร์มากที่สุดโดยจบจากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 12.7 รองลงมาคือ สาขาวิชาวิจัยการศึกษา คิดเป็นร้อยละ 3.2 สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คิดเป็นร้อยละ 3.2 สาขาวิชานิติศาสตร์และการศึกษาและ

พัฒนาหลักสูตร คิดเป็นร้อยละ 1.6 สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 1.6 สาขาวิชาบริหาร การศึกษา คิดเป็นร้อยละ 1.6 และจบการศึกษาในระดับปริญญาโทจากวิทยาศาสตร์โดยจบจาก สาขาวิชาฟิสิกส์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 4.8 รองลงมาคือ สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา คิดเป็นร้อยละ 1.6 สาขาวิชาจุลชีววิทยา คิดเป็นร้อยละ 1.6 และสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คิดเป็นร้อยละ 1.6 ตามลำดับ นอกจากนี้มีครูจบการศึกษาในระดับปริญญาตรีจากคณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 1.6 คณะบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการจัดการ คิดเป็นร้อย ละ 1.6 ตามลำดับ และมีผู้ที่ไม่ได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 61.9 จบการศึกษาใน ระดับปริญญาเอกจากคณะครุศาสตร์ หรือศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษามากที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 1.6 และมีผู้ที่ไม่ได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 98.4 นอกจากนี้มีครูจบ การศึกษาประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู คิดเป็นร้อยละ 1.6 และจบการศึกษาประกาศนียบัตร บัณฑิตการบริหารการศึกษาคิดเป็นร้อยละ 1.6 ครูส่วนใหญ่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์โลกในระดับอุดมศึกษามากที่สุดคือ ดาราศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 39.7 รองลงมาคือ ธรณีวิทยา คิดเป็นร้อยละ 19.0 วิทยาศาสตร์ระบบโลกหรือวิทยาศาสตร์โลกคิดเป็นร้อยละ 12.7 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศคิดเป็นร้อยละ 11.1 อุตุนิมวิทยาหรือวิทยาศาสตร์บรรยากาศ คิดเป็น ร้อยละ 7.9 สมุทรศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 4.8 ตามลำดับ และมีครูที่ไม่เคยลงทะเบียนเรียนรายวิชาที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลกในระดับอุดมศึกษามาก่อน คิดเป็นร้อยละ 39.7 ครูส่วนใหญ่สอนอยู่ใน โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ คิดเป็นร้อยละ 38.1 โรงเรียนขนาดใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 34.9 โรงเรียน ขนาดกลาง คิดเป็นร้อยละ 14.3 โรงเรียนขนาดเล็ก คิดเป็นร้อยละ 12.7 ครูส่วนใหญ่มี ประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์โลกไม่เกิน 3 ปี คิดเป็นร้อยละ 58.7 รองลงมาคือ ประสบการณ์ 4 – 6 ปี คิดเป็นร้อยละ 20.6 ประสบการณ์ 7 – 9 ปี คิดเป็นร้อยละ 7.9 ประสบการณ์ 10 – 12 ปี คิดเป็นร้อยละ 6.3 ประสบการณ์ 13 – 15 ปี คิดเป็นร้อยละ 3.2 และ ประสบการณ์ 16 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 3.2 ตามลำดับ ในการเปรียบเทียบความถนัดสอนเนื้อหา ของครูวิทยาศาสตร์โลก ได้แก่ ธรณีวิทยา วิทยาศาสตร์บรรยากาศ และดาราศาสตร์พบว่า เนื้อหา ธรณีวิทยามีครูระบุว่าจะถนัดสอนเป็นลำดับที่ 3 (ต่ำ) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.9 รองลงมาคือ ความ ถนัดสอนเป็นลำดับที่ 1 (สูง) คิดเป็นร้อยละ 33.3 ความถนัดสอนเป็นลำดับที่ 2 (ปานกลาง) คิดเป็น ร้อยละ 30.2 และมีครูที่ไม่ระบุคิดเป็นร้อยละ 1.6 ตามลำดับ เนื้อหาวิทยาศาสตร์บรรยากาศมีครู ระบุว่าจะถนัดสอนเป็นลำดับที่ 2 (ปานกลาง) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 41.3 รองลงมาคือ ความถนัด สอนเป็นลำดับที่ 3 (ต่ำ) คิดเป็นร้อยละ 38.1 ความถนัดสอนเป็นลำดับที่ 1 (สูง) คิดเป็นร้อยละ 19

และมีครูที่ไม่ระบุคิดเป็นร้อยละ 1.6 ตามลำดับ เนื้อหาดาราศาสตร์มีครูระบุว่าถนัดสอนเป็นลำดับที่ 1 (สูง) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 42.9 รองลงมาคือ ความถนัดสอนเป็นลำดับที่ 2 (ปานกลาง) คิดเป็นร้อยละ 28.6 ความถนัดสอนเป็นลำดับที่ 3 (ต่ำ) คิดเป็นร้อยละ 28.6 ตามลำดับ จำนวนรายวิชาที่สอนในภาคการศึกษานี้มีครูสอนจำนวน 2 รายวิชามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.0 รองลงมาคือ 1 รายวิชา คิดเป็นร้อยละ 28.6 และ 3 รายวิชา คิดเป็นร้อยละ 25.4 ตามลำดับ จำนวนคาบที่สอนทุกรายวิชาต่อสัปดาห์มีครูสอนจำนวน 13 – 18 คาบมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 55.6 รองลงมาคือ 7 – 12 คาบ คิดเป็นร้อยละ 19.0 และ 19 คาบขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 15.9 และไม่เกิน 6 คาบ คิดเป็นร้อยละ 9.5 ตามลำดับ จำนวนคาบที่สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์โลกต่อสัปดาห์มีครูสอนไม่เกิน 6 คาบมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 63.5 รองลงมาคือ 7 – 12 คาบ คิดเป็นร้อยละ 19.0 และ 13 – 18 คาบ คิดเป็นร้อยละ 15.9 และ 19 คาบขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 1.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 24 จำนวนและร้อยละของครูวิทยาศาสตร์โลก จำแนกตามประสบการณ์ในการเป็นครูวิทยาศาสตร์โลก (N = 63)

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ประสบการณ์ในการเป็นครูวิทยาศาสตร์โลก		
การสนับสนุนค่าใช้จ่าย		
● เคย	20	31.7
● ไม่เคย	43	68.3
การเข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์โลก		
● เคย	26	41.3
● ไม่เคย	37	58.7
โครงการที่เข้าร่วมอบรมเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์โลก		
● โครงการที่จัดขึ้นโดย สสวท.	19	73.1
● โครงการที่จัดขึ้นโดย สอวน.	7	26.9
● โครงการที่จัดขึ้นโดยมหาวิทยาลัย	9	34.6
● อื่น ๆ	6	23.1
รางวัลในระดับชาติหรือนานาชาติที่ได้รับเกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์โลก		
● เคย	0	0

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
● ไม่เคย	63	100
รางวัลที่ได้รับเกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์โลก		
● รับรางวัล	1	1.6
● ไม่ได้รับรางวัล	62	98.4
การดูแลและรับผิดชอบนักเรียนให้เข้าร่วมการแข่งขันหรือการประกวดที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลกในระดับชาติหรือนานาชาติ		
● เคย	9	14.9
● ไม่เคย	54	85.7

จากตารางที่ 24 แสดงข้อมูลทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์โลกผู้ตอบแบบสอบถามด้านประสบการณ์ในการเป็นครูวิทยาศาสตร์โลก พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 63 คน ครูส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับการสนับสนุนค่าใช้จ่าย คิดเป็นร้อยละ 68.3 และเคยได้รับการสนับสนุนค่าใช้จ่าย คิดเป็นร้อยละ 31.7 ครูส่วนใหญ่ไม่เคยเข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์โลก คิดเป็นร้อยละ 58.7 และเคยเข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์โลก คิดเป็นร้อยละ 41.3 ในจำนวนนี้ส่วนใหญ่เข้าร่วมอบรมเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์โลกจากโครงการที่จัดขึ้นโดย สสวท. คิดเป็นร้อยละ 73.1 รองลงมาคือ โครงการที่จัดขึ้นโดยมหาวิทยาลัย คิดเป็นร้อยละ 34.6 โครงการที่จัดขึ้นโดย สอวน. คิดเป็นร้อยละ 26.9 และโครงการอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 23.1 ตามลำดับ ครูส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับรางวัลในระดับชาติหรือนานาชาติที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์โลก คิดเป็นร้อยละ 100 ครูส่วนใหญ่ไม่เคยรางวัลที่ได้รับเกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์โลก คิดเป็นร้อยละ 98.4 แต่มีครูเคยรางวัลที่ได้รับเกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์โลก คิดเป็นร้อยละ 1.6 ครูส่วนใหญ่ไม่เคยดูแลและรับผิดชอบนักเรียนให้เข้าร่วมการแข่งขันหรือการประกวดที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลกในระดับชาติหรือนานาชาติ คิดเป็นร้อยละ 85.7 แต่ครูมีเคยดูแลและรับผิดชอบนักเรียนให้เข้าร่วมการแข่งขันหรือการประกวดที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลกในระดับชาติหรือนานาชาติ คิดเป็นร้อยละ 14.9

1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกเป็นการนำเสนอจำนวนและร้อยละของครูวิทยาศาสตร์โลกจำแนกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านหลักสูตร

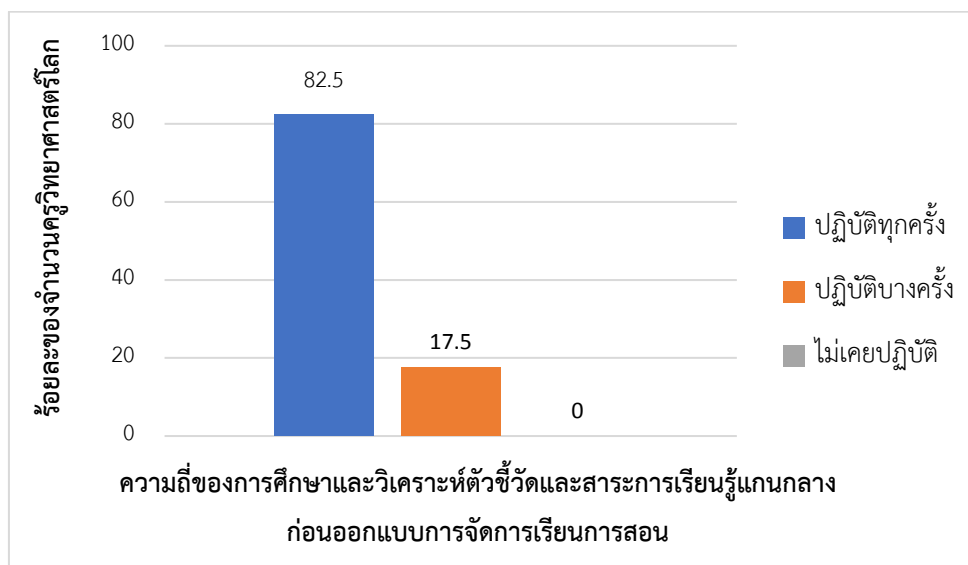
วิทยาศาสตร์โลก ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก และด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์โลก ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 25 จำนวนและร้อยละของคำตอบของครูวิทยาศาสตร์โลกเกี่ยวกับสภาพของการจัดการ
เรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก (N = 63)

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก		
ความถี่ของการศึกษาและวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลาง ก่อนออกแบบการจัดการเรียนการสอน		
● ปฏิบัติทุกครั้ง	52	82.5
● ปฏิบัติบางครั้ง	11	17.5
● ไม่เคยปฏิบัติ	0	0
ความเหมาะสมและสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ในการจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลาง		
● มีความเหมาะสมและสอดคล้อง	55	87.3
● ไม่มีความเหมาะสมและสอดคล้อง	8	12.7
สาเหตุที่วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกไม่ ความเหมาะสมและสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลาง		
● ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมุ่งเน้น ให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาปริมาณมาก	8	100
● วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ท่านกำหนดมุ่งเน้น เนื้อหาที่มากกว่าที่ตัวชี้วัดและสาระการ เรียนรู้แกนกลางระบุไว้	0	0
วิธีเตรียมการสอนวิทยาศาสตร์โลก		
● วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลาง เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์การ เรียนรู้และกำหนดขอบเขตของเนื้อหาด้วย ตนเอง	28	44.4

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
<ul style="list-style-type: none"> ศึกษาจากหนังสือคู่มือครู วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เพื่อนำวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตของเนื้อหา ตามหนังสือคู่มือครูมา ใช้เตรียมการสอนวิทยาศาสตร์โลก 	33	52.4
<ul style="list-style-type: none"> วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลางและศึกษาจากหนังสือคู่มือครู วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศเพื่อกำหนด วัตถุประสงค์การเรียนรู้และกำหนดขอบเขต ของเนื้อหา 	2	3.2
การส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน		
<ul style="list-style-type: none"> ครูให้ความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 1 	37	58.7
<ul style="list-style-type: none"> ครูให้ความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 2 	21	33.3
<ul style="list-style-type: none"> ครูให้ความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 3 	4	6.3
<ul style="list-style-type: none"> ไม่ระบุ 	1	1.6
การส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน		
<ul style="list-style-type: none"> ครูให้ความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 1 	23	36.5
<ul style="list-style-type: none"> ครูให้ความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 2 	32	50.8
<ul style="list-style-type: none"> ครูให้ความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 3 	8	12.7
<ul style="list-style-type: none"> ไม่ระบุ 	0	0
การส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียน		
<ul style="list-style-type: none"> ครูให้ความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 1 	4	6.3
<ul style="list-style-type: none"> ครูให้ความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 2 	10	15.9
<ul style="list-style-type: none"> ครูให้ความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 3 	48	76.2
<ul style="list-style-type: none"> ไม่ระบุ 	1	1.6

จากตารางที่ 25 แสดงสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านหลักสูตร วิทยาศาสตร์โลก พบว่า จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 63 คน ครูส่วนใหญ่ศึกษาและวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ก่อนออกแบบการจัดการเรียนการสอนโดยปฏิบัติทุกครั้ง คิดเป็นร้อยละ 82.5 รองลงมาคือ ปฏิบัติบางครั้ง คิดเป็นร้อยละ 17.5 และไม่มีครูที่ไม่เคยปฏิบัติ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 กราฟความถี่ของการศึกษาและวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางก่อน ออกแบบการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก

ความเหมาะสมและสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง คิดเป็นร้อยละ 55 และครูที่ระบุว่าไม่มีความเหมาะสมและสอดคล้อง คิดเป็นร้อยละ 8 ในจำนวนนี้ระบุสาเหตุที่ไม่มีความเหมาะสมและสอดคล้องคือ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาปริมาณมาก คิดเป็นร้อยละ 100 วิธีเตรียมการสอนวิทยาศาสตร์โลกส่วนใหญ่คือ การศึกษาจากหนังสือคู่มือครู วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เพื่อนำวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตของเนื้อหา ตามหนังสือคู่มือครูมาใช้เตรียมการสอนวิทยาศาสตร์โลก คิดเป็นร้อยละ 52.4 รองลงมาคือ การวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้และกำหนดขอบเขตของเนื้อหาด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 44.4 และทำทั้งสองวิธีข้างต้น คิดเป็นร้อยละ 3.2 ในการส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์พบว่า มีครูให้ความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 1 (สูง) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 58.7 รองลงมาคือ ลำดับที่ 2 (ปานกลาง) คิดเป็นร้อยละ

33.3 ลำดับที่ 3 (ต่ำ) คิดเป็นร้อยละ 6.3 และไม่ระบุ คิดเป็นร้อยละ 1.6 ตามลำดับ พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่ามีความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 2 (ปานกลาง) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50.8 รองลงมาคือ ลำดับที่ 1 (สูง) คิดเป็นร้อยละ 36.5 ลำดับที่ 3 (ต่ำ) คิดเป็นร้อยละ 12.7 ตามลำดับ พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านจิตวิทยาศาสตร์พบว่ามีความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 3 (ต่ำ) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 76.2 รองลงมาคือ ลำดับที่ 2 (ปานกลาง) คิดเป็นร้อยละ 15.9 ลำดับที่ 1 (สูง) คิดเป็นร้อยละ 6.3 และไม่ระบุ 1.6 ตามลำดับ

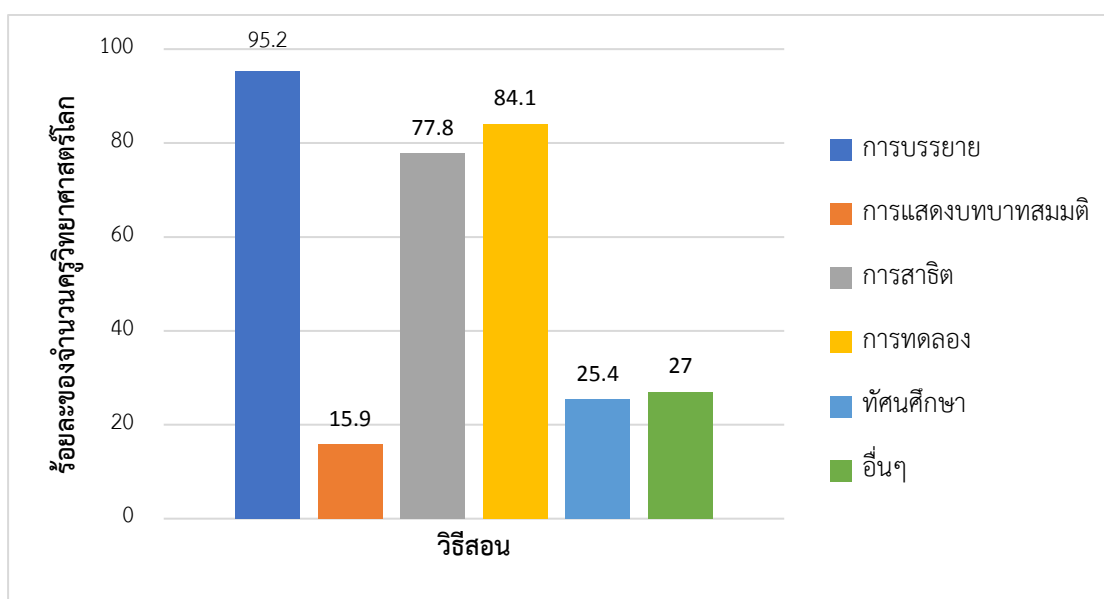
ตารางที่ 26 จำนวนและร้อยละของคำตอบของครูวิทยาศาสตร์โลกเกี่ยวกับสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก (N = 63)

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก		
ความถี่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกด้วยวิธีการสืบสอบ		
● ปฏิบัติทุกครั้ง	47	74.6
● ปฏิบัติบางครั้ง	16	25.4
● ไม่เคยปฏิบัติ	0	0
วิธีการสอนวิทยาศาสตร์โลก		
● การบรรยาย	60	95.2
● การแสดงบทบาทสมมติ	10	15.9
● การสาธิต	49	77.8
● การทดลอง	53	84.1
● ทักษะศึกษา	16	25.4
● อื่นๆ	17	27.0
สิ่งที่ตระหนักและทำเป็นประจำในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก		
● กิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ	50	79.4
● เนื้อหาสาระที่ใช้ในการบรรยาย	48	76.2
● ให้นักเรียนได้เป็นผู้ระบุปัญหาในการเรียนวิทยาศาสตร์	24	38.1

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
● ให้นักเรียนสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้อื่นได้	32	50.8
● เปิดพื้นที่ให้นักเรียนอภิปรายในประเด็นที่ศึกษา	40	63.5
● การตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน	48	76.2
● การแสดงตัวอย่างให้นักเรียนเห็นผ่านประสาทสัมผัสทุกทาง	22	34.9
● ให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ที่คล้ายกับกิจกรรมการสอน	43	68.3
● อื่นๆ	1	1.6
สื่อการเรียนการสอนที่เป็นสื่อวัสดุที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก		
● แบบจำลองทางกายภาพ	49	77.8
● แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ภูมิประเทศ	48	76.2
● ภาพถ่ายทางอากาศ	45	71.4
● อื่น ๆ	7	20.3
● ไม่เลือกใช้สื่อวัสดุประกอบการสอน	8	12.7
สื่อการเรียนการสอนที่เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก		
● โปรแกรมอาร์คจีไอเอส (ArcGIS)	5	7.9
● โปรแกรมกูเกิล เอิร์ธ (Google Earth)	46	73
● อื่นๆ	19	30.2
● ไม่เลือกใช้สื่อวัสดุประกอบการสอน	9	14.3

จากตารางที่ 26 แสดงสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก พบว่า จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 63 คน ครูส่วนใหญ่จัดกิจกรรมการเรียนรู้

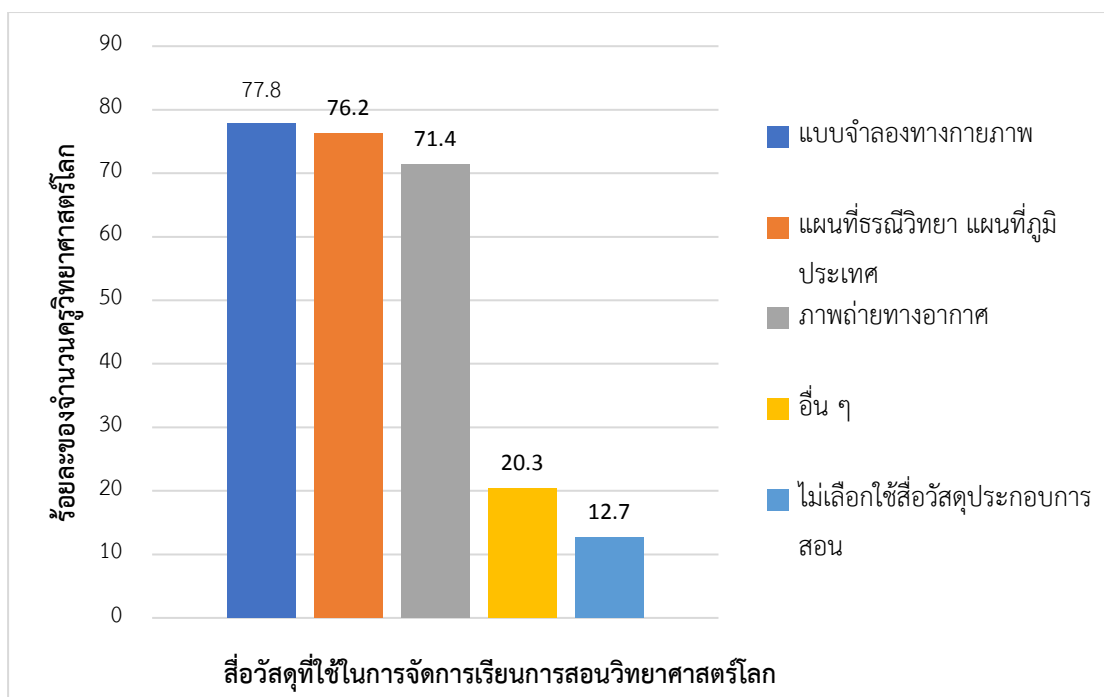
วิทยาศาสตร์โลกด้วยวิธีการสืบสอบทุกครั้ง คิดเป็นร้อยละ 74.6 รองลงมาคือ ปฏิบัติบางครั้ง คิดเป็นร้อยละ 25.4 และไม่มีครูที่ไม่เคยปฏิบัติ ครูส่วนใหญ่ใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์โลกคือ การบรรยาย คิดเป็นร้อยละ 95.2 รองลงมาคือการทดลอง คิดเป็นร้อยละ 84.1 การสาธิต คิดเป็นร้อยละ 77.8 วิธีอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 27.0 ทักษะศึกษา คิดเป็นร้อยละ 25.4 การแสดงบทบาทสมมติ คิดเป็นร้อยละ 15.9 ตามลำดับ ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 กราฟวิธีการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลก

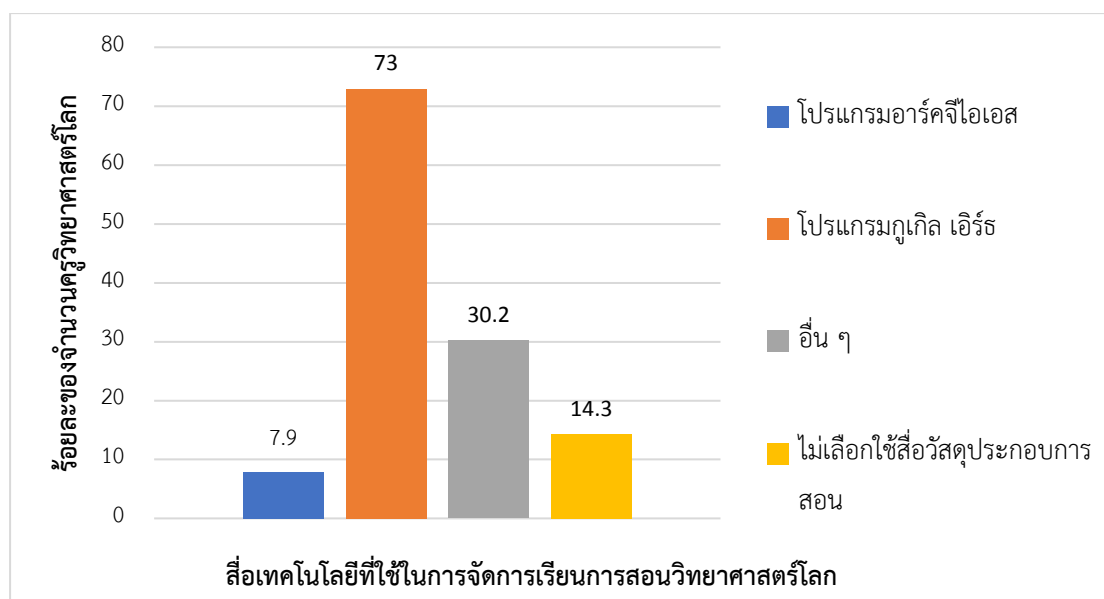
โดยสิ่งที่ตระหนักและทำเป็นประจำในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกมากที่สุดคือ กิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ คิดเป็นร้อยละ 79.4 รองลงมาคือ เนื้อหาสาระที่ใช้ในการบรรยาย คิดเป็นร้อยละ 76.2 และการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 76.2 ให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ที่คล้ายกับกิจกรรมการสอน คิดเป็นร้อยละ 68.3 เปิดพื้นที่ให้นักเรียนอภิปรายในประเด็นที่ศึกษา คิดเป็นร้อยละ 63.5 ให้นักเรียนสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้อื่นได้ คิดเป็นร้อยละ 50.8 ให้นักเรียนได้เป็นผู้ระบุปัญหาในการเรียนวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 38.1 การแสดงตัวอย่างให้นักเรียนเห็นผ่านประสาทสัมผัสทุกทาง คิดเป็นร้อยละ 34.9 อื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 1.6 ตามลำดับ สื่อการเรียนการสอนที่เป็นสื่อวัสดุที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกมากที่สุดคือ แบบจำลองทางกายภาพ คิดเป็นร้อยละ 77.8 รองลงมาคือ แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ภูมิประเทศ คิดเป็นร้อยละ 76.2 ภาพถ่ายทางอากาศ คิดเป็น

ร้อยละ 71.4 และอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 20.3 ตามลำดับ และมีครูไม่เลือกใช้สื่อวัสดุประกอบการสอนที่เป็นสื่อวัสดุ คิดเป็นร้อยละ 12.7 ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 กราฟสื่อวัสดุที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

สื่อเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกมากที่สุดคือ โปรแกรมกูเกิล เอิร์ธ (Google Earth) คิดเป็นร้อยละ 73 รองลงมาคือ โปรแกรมอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 30.2 และโปรแกรมอาร์คจีไอเอส (ArcGIS) คิดเป็นร้อยละ 7.9 และมีครูไม่เลือกใช้สื่อวัสดุประกอบการสอนที่เป็นสื่อเทคโนโลยี คิดเป็นร้อยละ 14.3 ดังภาพที่ 13



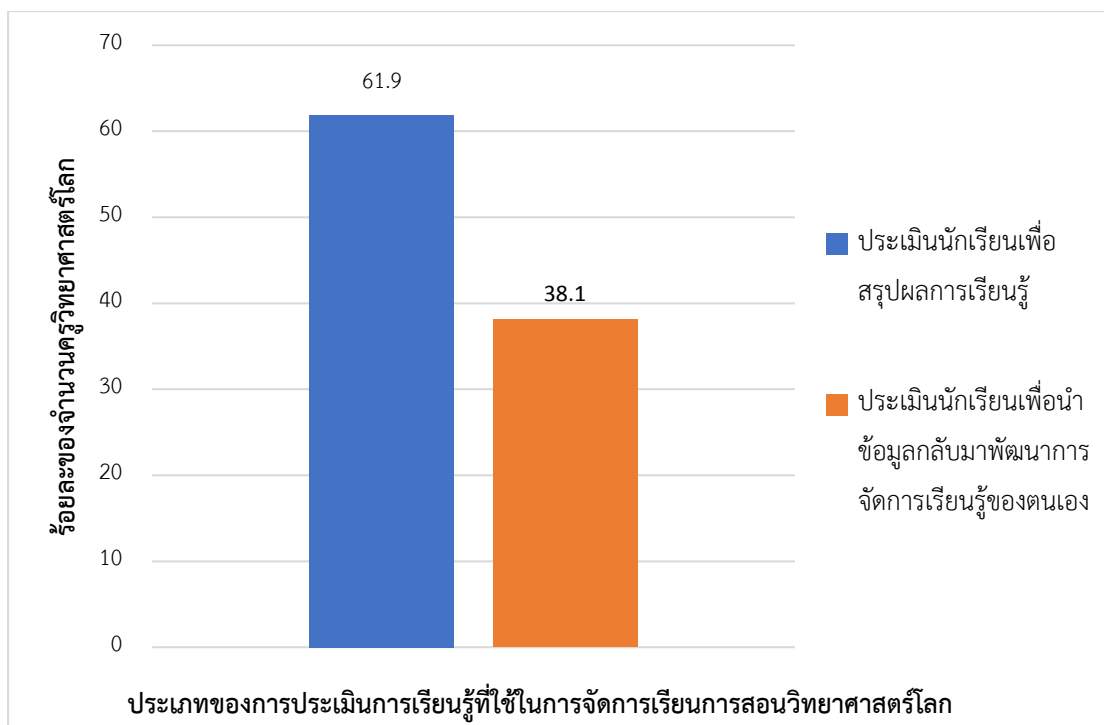
ภาพที่ 13 กราฟสื่อเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

ตารางที่ 27 จำนวนและร้อยละของคำตอบของครุฑริทศาสตร์โลกเกี่ยวกับสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก (N = 63)

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก		
ประเภทของการประเมินการเรียนรู้ที่ใช้มากที่สุด		
● ประเมินนักเรียนเพื่อสรุปผลการเรียนรู้	39	61.9
● ประเมินนักเรียนเพื่อนำข้อมูลกลับมาพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของตนเอง	24	38.1
วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก		
● นักเรียนทำแบบทดสอบ	61	96.8
● สัมภาษณ์นักเรียน	27	42.9
● สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน	55	87.3
● ประเมินโดยนักเรียนเป็นผู้ประเมินตนเอง	28	44.4
● ประเมินโดยเพื่อนร่วมชั้น	24	38.1
● อื่น ๆ	8	12.7
วิธีการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน		
● คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของ	58	92.1

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
นักเรียน		
● การตอบสนองของนักเรียนในชั้นเรียน	59	93.7
● ปฏิสัมพันธ์ในระหว่างการทำงานกลุ่ม	43	68.3
● อื่น ๆ	5	7.9
สิ่งที่ใช้ในการปรับปรุงการสอน		
● คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของนักเรียน	58	92.1
● การตอบสนองของนักเรียนในชั้นเรียน	58	92.1
● ปฏิสัมพันธ์ในระหว่างการทำงานกลุ่ม	38	60.3
● อื่น ๆ	2	3.2

จากตารางที่ 27 แสดงสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก พบว่า จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 63 คน ประเภทของการประเมินการเรียนรู้ที่ใช้มากที่สุดคือ ประเมินนักเรียนเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 61.9 รองลงมาคือ ประเมินนักเรียนเพื่อนำข้อมูลกลับมาพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของตนเอง คิดเป็นร้อยละ 38.1 ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 กราฟประเภทของการประเมินการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนมหาวิทยาลัยโลก

วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาลัยโลกมากที่สุดคือ นักเรียนทำแบบทดสอบ คิดเป็นร้อยละ 96.8 รองลงมาคือ สังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 87.3 ประเมินโดยนักเรียนเป็นผู้ประเมินตนเอง คิดเป็นร้อยละ 44.4 สัมภาษณ์นักเรียน คิดเป็นร้อยละ 42.9 ประเมินโดยเพื่อนร่วมชั้น คิดเป็นร้อยละ 38.1 และอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 12.7 ตามลำดับ วิธีการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนมากที่สุดคือ การตอบสนองของนักเรียนในชั้นเรียน คิดเป็นร้อยละ 93.7 รองลงมาคือ คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 92.1 ปฏิสัมพันธ์ในระหว่างการทำงานกลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 68.3 และอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 7.9 ตามลำดับ สิ่งที่ใช้ในการปรับปรุงการสอนมากที่สุดคือ คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 92.1 และการตอบสนองของนักเรียนในชั้นเรียน คิดเป็นร้อยละ 92.1 รองลงมาคือ ปฏิสัมพันธ์ในระหว่างการทำงานกลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 60.3 และอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 3.2 ตามลำดับ

1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาลัยโลก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาลัยโลกเป็นการนำเสนอจำนวนและร้อยละของครูวิทยาลัยโลกจำแนกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านหลักสูตร

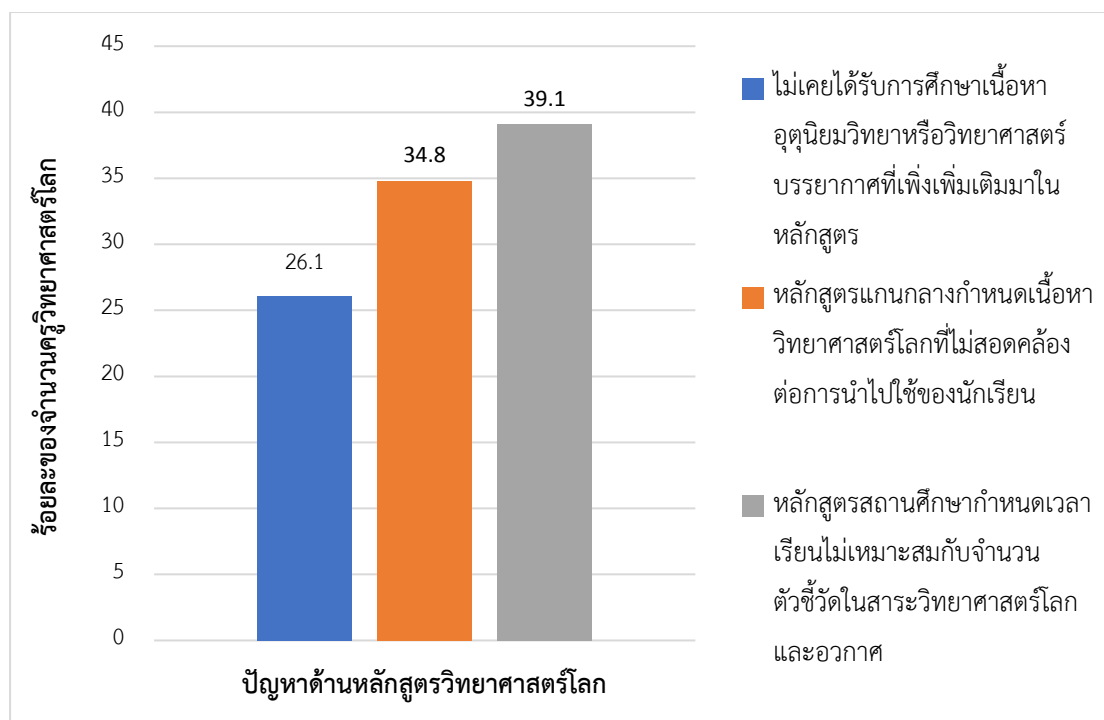
วิทยาศาสตร์โลก ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก และด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์โลก ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 28 จำนวนและร้อยละของคำตอบของครูวิทยาศาสตร์โลกเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการ
เรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก (N = 63)

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก		
ปัญหาในการนำหลักสูตรไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์โลก		
● พบปัญหา	23	36.5
● ไม่พบปัญหา	40	63.5
ปัญหาด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกที่พบมากที่สุด		
● ไม่เคยได้รับการศึกษาเนื้อหาอุดมศึกษา หรือวิทยาศาสตร์บรรยากาศที่เพิ่งเพิ่มเติมมา ในหลักสูตร	6	26.1
● หลักสูตรแกนกลางกำหนดเนื้อหา วิทยาศาสตร์โลกที่ไม่สอดคล้องต่อการ นำไปใช้ของนักเรียน	8	34.8
● หลักสูตรสถานศึกษากำหนดเวลาเรียนไม่ เหมาะสมกับจำนวนตัวชี้วัดในสาระ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ	9	39.1

จากตารางที่ 28 แสดงปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านหลักสูตร
วิทยาศาสตร์โลก พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 63 คน ซึ่งครูส่วนใหญ่ไม่พบปัญหาในการนำหลักสูตรไป
ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก คิดเป็นร้อยละ 63.5 และมีครูที่พบปัญหา คิดเป็น
ร้อยละ 36.5 ในจำนวนนี้ระบุถึงปัญหาที่พบมากที่สุดคือ หลักสูตรสถานศึกษากำหนดเวลาเรียนไม่
เหมาะสมกับจำนวนตัวชี้วัดในสาระวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ คิดเป็นร้อยละ 39.1 รองลงมาคือ
หลักสูตรแกนกลางกำหนดเนื้อหาวิทยาศาสตร์โลกที่ไม่สอดคล้องต่อการนำไปใช้ของนักเรียน คิดเป็น

ร้อยละ 34.8 และไม่เคยได้รับการศึกษาเนื้อหาอุตุนิยมวิทยาที่เพิ่งเพิ่มเติมมาในหลักสูตร คิดเป็นร้อยละ 26.1 ตามลำดับ ดังภาพที่ 15



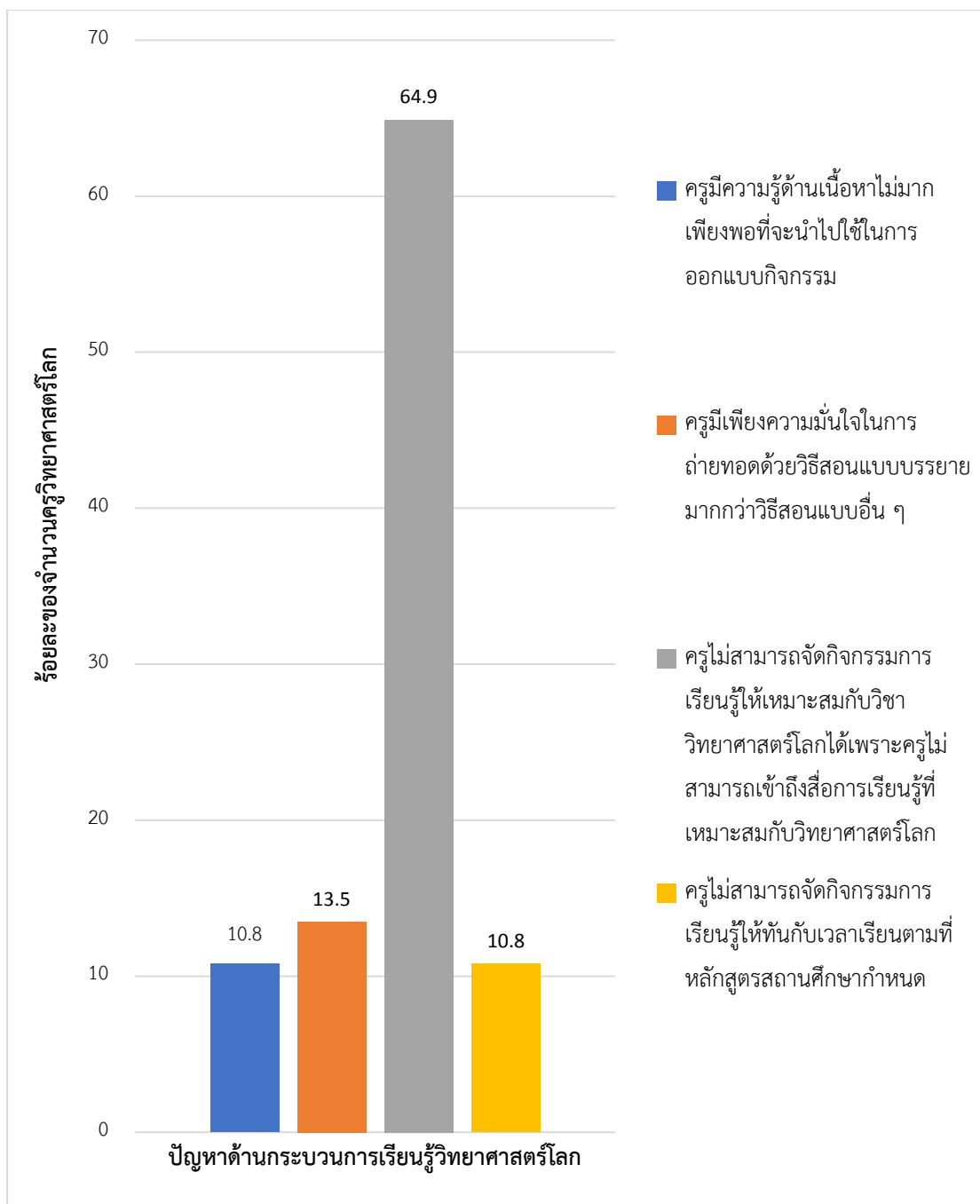
ภาพที่ 15 กราฟปัญหาด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลก

ตารางที่ 29 จำนวนและร้อยละของคำตอบของครูวิทยาศาสตร์โลกเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก (N = 63)

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก		
ปัญหาด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก		
● พบปัญหา	37	58.7
● ไม่พบปัญหา	26	41.3
ปัญหาด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกที่พบมากที่สุด		
● ครูมีความรู้ด้านเนื้อหาไม่มากเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการออกแบบกิจกรรม	4	10.8
● ครูมีเพียงความมั่นใจในการถ่ายทอดด้วยวิธี	5	13.5

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สอนแบบบรรยายมากกว่าวิธีสอนแบบอื่น ๆ		
<ul style="list-style-type: none"> ● ครูไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์โลกได้เพราะครูไม่สามารถเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์โลก 	24	64.9
<ul style="list-style-type: none"> ● ครูไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ทันกับเวลาเรียนตามที่หลักสูตรสถานศึกษากำหนด 	4	10.8

จากตารางที่ 29 ปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 63 คน ซึ่งครูส่วนใหญ่พบปัญหาด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก คิดเป็นร้อยละ 58.7 และมีครูที่ไม่พบปัญหา คิดเป็นร้อยละ 41.3 โดยปัญหาด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกที่พบมากที่สุดคือ ครูไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์โลกได้เพราะครูไม่สามารถเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์โลก คิดเป็นร้อยละ 64.9 รองลงมาคือ ครูมีเพียงความมั่นใจในการถ่ายทอดด้วยวิธีสอนแบบบรรยายมากกว่าวิธีสอนแบบอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 13.5 ครูมีความรู้ด้านเนื้อหาไม่มากเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการออกแบบกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 10.8 และครูไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ทันกับเวลาเรียนตามที่หลักสูตรสถานศึกษากำหนด คิดเป็นร้อยละ 10.8 ตามลำดับ ดังภาพที่ 16



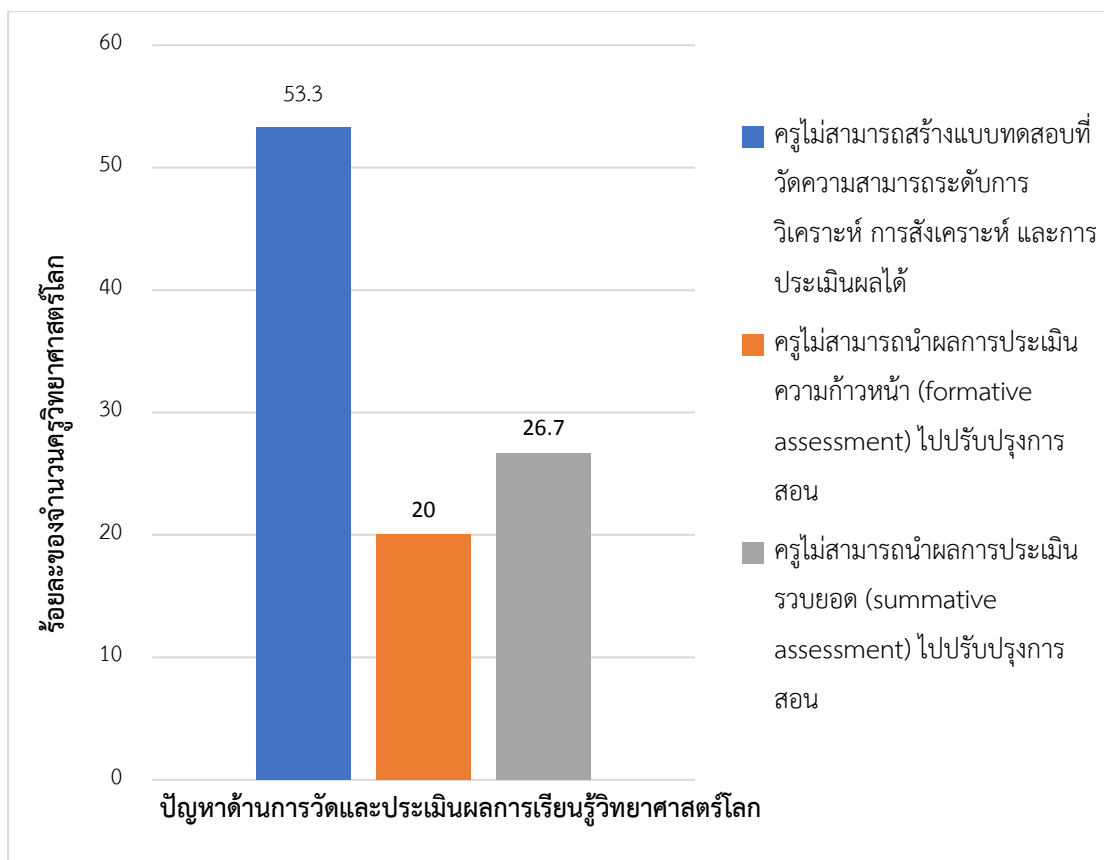
ภาพที่ 16 กราฟปัญหาด้านกระบวนกรเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก

ตารางที่ 30 จำนวนและร้อยละของคำตอบของครูวิทยาศาสตร์โลกเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก (N = 63)

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก		
ปัญหาด้านการประเมินผลการเรียนรู้ในการเรียนการสอน		

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
วิทยาศาสตร์โลก		
● พบปัญหา	15	23.8
● ไม่พบปัญหา	48	76.2
ปัญหาด้านการประเมินผลการเรียนรู้ที่พบมากที่สุด		
● ครูไม่สามารถสร้างแบบทดสอบที่วัดความสามารถระดับการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลได้	8	53.3
● ครูไม่สามารถนำผลการประเมินความก้าวหน้า (formative assessment) ไปปรับปรุงการสอน	3	20.0
● ครูไม่สามารถนำผลการประเมินรวบยอด (summative assessment) ไปปรับปรุงการสอน	4	26.7

จากตารางที่ 30 ปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 63 คน ซึ่งครูส่วนใหญ่ไม่พบปัญหาด้านการประเมินผลการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก คิดเป็นร้อยละ 76.2 และมีครูที่พบปัญหา คิดเป็นร้อยละ 23.8 ในจำนวนนี้ระบุถึงปัญหาที่พบมากที่สุดคือ ครูไม่สามารถสร้างแบบทดสอบที่วัดความสามารถระดับการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลได้ คิดเป็นร้อยละ 53.3 รองลงมาคือ ครูไม่สามารถนำผลการประเมินรวบยอด (summative assessment) ไปปรับปรุงการสอน คิดเป็นร้อยละ 26.7 และครูไม่สามารถนำผลการประเมินความก้าวหน้า (formative assessment) ไปปรับปรุงการสอน คิดเป็นร้อยละ 20.0 ตามลำดับ ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 กราฟปัญหาการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก

ตอนที่ 2 ระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อมูลในส่วนนี้เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณได้มาจากการใช้แบบสอบถามเรื่อง การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีประเด็นการเสนอข้อมูล คือ 2.1 ข้อมูลทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์โลกผู้ตอบแบบสอบถาม 2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 ข้อมูลทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์โลกผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์โลกผู้ตอบแบบสอบถามเป็นการนำเสนอจำนวนและร้อยละของครูวิทยาศาสตร์โลกจำแนกตามสถานภาพทั่วไป ดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 จำนวน และร้อยละของครูวิทยาศาสตร์โลก จำแนกตามสถานภาพทั่วไป (N = 45)

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
● ชาย	21	46.7
● หญิง	24	53.3
อายุ		
● ไม่เกิน 25 ปี	4	8.9
● 26 – 30 ปี	18	40
● 31 – 35 ปี	12	26.7
● 36 – 40 ปี	4	8.9
● 41 – 45 ปี	2	4.4
● 46 – 50 ปี	0	0
● 51 – 55 ปี	1	2.2
● 56 – 60 ปี	4	4.4
วุฒิการศึกษาสูงสุด		
● ปริญญาตรี	30	66.7
● ปริญญาโท	15	33.3
● ปริญญาเอก	0	0
ประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์โลก		
● ไม่เกิน 3 ปี	32	71.1
● 4 – 6 ปี	6	13.3
● 7 – 9 ปี	3	6.7
● 10 – 12 ปี	2	4.4
● 13 – 15 ปี	2	4.4
● 16 ปีขึ้นไป	0	0

จากตารางที่ 31 กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 45 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 53.3 และเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 46.7 ครูผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 26 – 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาคือ อายุ 31 – 35 ปี คิดเป็นร้อยละ 26.7 อายุไม่เกิน 25 ปี คิดเป็นร้อยละ 8.9 อายุ 36 – 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 8.9 อายุ 41 – 45 ปี คิดเป็นร้อยละ 4.4 อายุ 56 – 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 4.4 และอายุ 51 – 55 ปี คิดเป็นร้อยละ 2.2 ตามลำดับ วุฒิการศึกษาปริญญาตรีสูงสุดส่วนใหญ่ปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 66.7 รองลงมาคือ ปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 33.3 ตามลำดับ ประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์โลกส่วนใหญ่คือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี คิดเป็นร้อยละ 71.1 รองลงมาคือ ประสบการณ์ 4 – 6 ปี คิดเป็นร้อยละ 13.3 ประสบการณ์ 7 – 9 ปี คิดเป็นร้อยละ 6.7 ประสบการณ์ 10 – 12 ปี คิดเป็นร้อยละ 4.4 และ ประสบการณ์ 13 – 15 ปี คิดเป็นร้อยละ 4.4 ตามลำดับ

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกผู้ตอบแบบสอบถามเป็นการนำเสนอจำนวน และร้อยละของครูจำแนกตามระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก ดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก (N = 45)

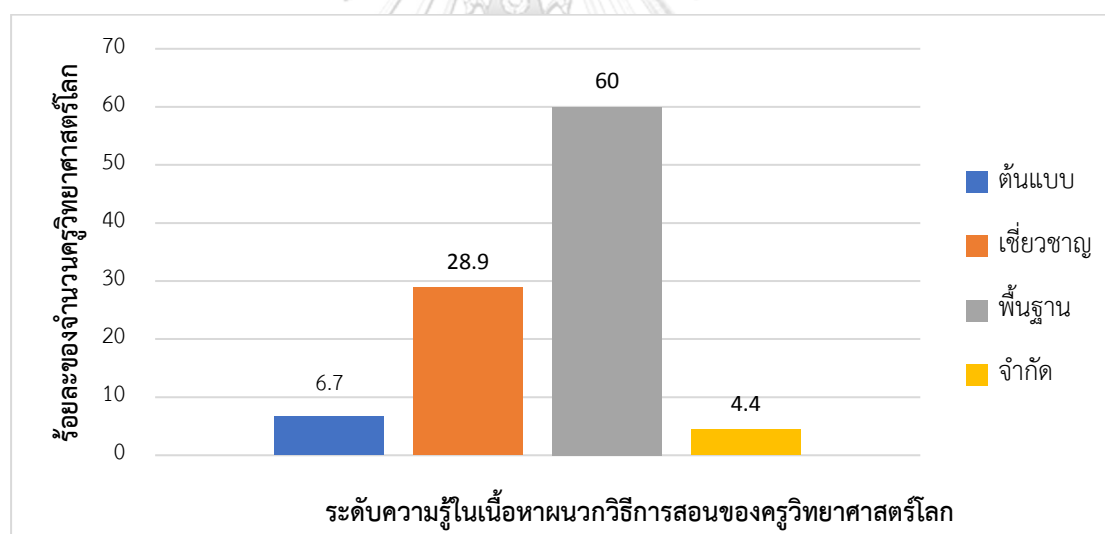
จำนวนครู	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	คะแนนเต็ม
45	10.04	50.22	16.51	20

จากตารางที่ 32 กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 45 คน มีคะแนนเฉลี่ยของระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกคือ 10.04 และมีคะแนนเฉลี่ยของระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกคิดเป็นร้อยละ 50.22 ของคะแนนทั้งหมด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกคือ 16.51

ตารางที่ 33 จำนวน และร้อยละของครูจำแนกตามระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครู
วิทยาศาสตร์โลก (N = 45)

ระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ต้นแบบ	3	6.7
เชี่ยวชาญ	13	28.9
พื้นฐาน	27	60
จำกัด	2	4.4

จากตารางที่ 33 กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 45 คน ซึ่งส่วนใหญ่มีระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับพื้นฐาน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือ ระดับเชี่ยวชาญ คิดเป็นร้อยละ 28.9 ระดับต้นแบบ คิดเป็นร้อยละ 6.7 และระดับจำกัด คิดเป็นร้อยละ 4.4 ตามลำดับ ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 กราฟแสดงจำนวนครูวิทยาศาสตร์โลกตามระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 3 การวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครุวิทยาการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ

ข้อมูลในส่วนนี้เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพได้จากการสัมภาษณ์ด้วยการใช้แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมด้วยการใช้แบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนรู้ และการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร ได้แก่ แบบประเมินแผนการจัดการเรียนการสอน แบบประเมินบันทึกหลังสอน โดยมีประเด็นการเสนอข้อมูล คือ 3.1 ข้อมูลทั่วไปของครุวิทยาการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ 3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครุวิทยาการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ

3.1 ข้อมูลทั่วไปของครุวิทยาการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ

กลุ่มตัวอย่างของครุวิทยาการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ ประกอบด้วย 3 ท่าน เป็นเพศชายทั้งหมด 3 ท่าน วุฒิการศึกษาสูงสุดเป็นระดับปริญญาตรี 2 ท่าน และระดับปริญญาโท 1 ท่าน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ครูวายุ

ครูวายุเป็นครูเพศชาย จบการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ วิชาเอกฟิสิกส์ – วิทยาศาสตร์ทั่วไป และมีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นเวลา 10 ปี และเข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์โลกจากโครงการต่าง ๆ รวมถึงโครงการที่จัดโดยจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นวิทยากรแกนนำของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นพนักงานสมทบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และร่วมประชุมวิชาการ และกิจกรรมต่าง ๆ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) ครูพิภพ

ครูพิภพเป็นครูเพศชาย จบการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป และมีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นเวลา 10 ปี และเข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์โลกจากโครงการต่าง ๆ รวมถึงโครงการที่จัดโดยจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นวิทยากรแกนนำของสถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นพนักงานสมทบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และร่วมประชุมวิชาการ และกิจกรรมต่าง ๆ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3) ครูสุริยะ

ครูสุริยะเป็นครูเพศชาย จบการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ วิชาเอกชีววิทยา และจบการศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา และมีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นเวลา 6 ปี และเข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์โลกจากโครงการต่าง ๆ รวมถึงโครงการที่จัดโดยจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และร่วมประชุมวิชาการ และกิจกรรมต่าง ๆ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบเป็นการนำเสนอในลักษณะความเรียง จำแนกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ด้านความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก และด้านความรู้เกี่ยวกับการประเมินสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก

เนื่องจากครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบคือ ครูวายุ และครูพิภพได้มีส่วนเกี่ยวข้องข้องในการจัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกตามตัวชี้วัดและอิงมาตรฐานการเรียนรู้ ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ทำให้ครูทั้งคู่รู้และเข้าใจเกี่ยวกับหลักสูตรตลอดจนการนำหลักสูตรไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างดี แต่ครูสุริยะเป็นเพียงผู้ใช้หลักสูตรทำให้ในปีแรกของการใช้หลักสูตร ครูสุริยะพยายามศึกษาจากหนังสือและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจนปรึกษาผู้เชี่ยวชาญอย่างครูพิภพเสมอ จนกระทั่งตนเองมีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับหลักสูตร

อย่างไรก็ตามครุวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบทุกท่านวางแผนการสอนจากการวิเคราะห์หลักสูตรด้วยตนเอง โดยพิจารณาจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ในรายวิชาพื้นฐาน และผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลางในรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนรายคาบ ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“ดูที่ผลการเรียนรู้ว่า อย่างในครั้งนี่เราศึกษาเรื่องแผนที่ในผลการเรียนรู้เขาต้องการให้อธิบายและระบอบุญประกอบของแผนที่ที่เป็นที่มาของกิจกรรมให้นักเรียนต้องศึกษาองค์ประกอบของแผนที่ธรณีวิทยา...เขาจึงต้องเรียนทั้งแผนที่ธรณีวิทยาและแผนที่ภูมิประเทศแล้วก็ให้เขาเห็นว่ามันเอาไปใช้ประโยชน์อย่างไรเพราะเขาจะให้นักเรียนยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ด้วย เพราะฉะนั้นก็จะให้เขาเห็นข้อมูลก่อนเพื่อจะ让他เห็นว่าว่ามันมีข้อมูลอันนี้อยู่ จะเอาไปใช้ประโยชน์อะไร ก็เป็นตัววัตถุประสงค์ที่เราเอามาใช้ในการออกแบบกิจกรรมวันนี้”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“ผมจะวิเคราะห์จากเนื้อหาจากสาระการเรียนรู้ในนั้นเลย อยู่ในหลักสูตรแกนเลยถ้าเนื้อหาอยู่ตรงนี้คุณจะต้องรู้อะไรบ้าง มันจะต้องแต่ว่ามันจะต้องมีความรู้อะไรที่เข้ามาตรงนี้บ้างโดยพื้นฐานหลักการของวิชาวิทยาศาสตร์โลกเนี่ยมันคือวิทย์ประยุกต์อยู่แล้วอยู่ที่ผมว่า ก็คือเขาจะต้องมีพื้นฐานอะไรที่มันลงมาเราก็จะต้องวิเคราะห์ไป อย่างเช่นพื้นฐานจากฟิสิกส์อย่างนี้ หรือพื้นฐานจากเคมีอย่างเนี่ย เขาจะต้องดูอะไรมาบ้าง”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 11/3/2564

“ผลการเรียนรู้เพราะอันนี้เป็นวิชาเพิ่มเติม ผมก็แปลงผลการเรียนรู้ออกมาแล้วก็เอามาใส่ในวัตถุประสงค์”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

“ดูตัวชี้วัดเสร็จแล้วที่จะต้องดูตัวที่เป็นเนื้อหาสาระสำคัญคู่กัน”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

นอกจากนี้ครุวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบยังวิเคราะห์สื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้โดยพิจารณาจากตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และครูมักเลือกสื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้จากหนังสือเรียนและคู่มือครูที่ผลิตโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะครูเชื่อมั่นว่าสถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหน่วยงานที่จัดทำหลักสูตรจึงทำให้สื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมากที่สุด ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“เชื่อว่าการตีความเนื้อหาในหนังสือจะมีการคลาดเคลื่อนจากตัวชีวดน้อยที่สุดในขณะที่หนังสือเอกชนทั่วไปถ้าดูรายชื่อแล้วก็จะเป็นคนละกลุ่มกันซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนในการตีความตัวชีวดหรือสาระสำคัญออกไปได้ มันอาจจะทำให้อาจจะไม่ตรงมาก”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“สื่อที่เลือกจะถ้าจะให้ตรงกับตัวชีวดหลักสูตรแกนกลางและหนังสือสสวท. ที่ตรงที่สุด”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 25/2/2564

“ดูที่ผลการเรียนรู้ว่า อย่างในครั้งนี่เราศึกษาเรื่องแผนที่ในผลการเรียนรู้เขาต้องการให้อธิบายและระบอบุคประกอบของแผนที่ที่เป็นที่มาของกิจกรรมให้นักเรียนต้องศึกษาองค์ประกอบของแผนที่ธรณีวิทยา เราก็ให้เขากลับไปมองย้อนกิจกรรมครั้งที่แล้วที่แผนที่ภูมิประเทศว่า มันมีข้อมูลต่างกัันนะ เขาจึงต้องเรียนทั้งแผนที่ธรณีวิทยาและแผนที่ภูมิประเทศ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“ที่มักจะเลือกใช้ก็คือสื่อของสสวท. ... ใช้หนังสือเล่มนี้ในการอ้างอิง(สสวท) เป็นสื่อประกอบไม่มีการแจกซีพีไม่มีการแจกซีพีหรือแจกอะไรก็ตามที่เป็นส่วนประกอบเพิ่มเติมนะครับ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“ใช้คู่มือครูเนี่ย ของสสวทนี่เป็นหลัก เพราะว่าจะแนะนำมาในรูปแบบที่ค่อนข้างเข้าใจง่ายแล้วก็สื่อที่เขาให้มาเนี่ยที่เป็นกิจกรรมเรื่องของการทดลองเนี่ย บางอันจะเตรียมยากแต่บางอันเนี่ยถ้ามันง่าย”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 4/3/2564

จากการสังเกตการเรียนการสอนพบว่า ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจัดทำเอกสารประกอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกให้นักเรียนใช้ประกอบการเรียนวิทยาศาสตร์โลก และชี้แจงนักเรียนให้ศึกษานอกเวลาเรียนจากหนังสือเรียนที่ผลิตโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทั้งนี้สื่อที่ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบนิยมใช้คือสื่อการสอนที่เป็นวัสดุของจริง เพราะวัสดุของจริงช่วยทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“เมื่อพี่ได้ลองพี่ก็เข้าใจว่าอะไรก็ตามที่เด็กได้จับต้องของจริง มันจะทำให้เด็กรู้สึกมีส่วนร่วม แล้วก็รู้สึกตื่นตาตื่นใจมากเพราะฉะนั้นพี่ไปซื้อแผนที่มาจากกรมทรัพย์แล้วพี่ก็เอาแผนที่นั้นมาวาง ให้เด็กได้ใช้แผนที่จริง ๆ”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“ถ้าจะพูดถึงแผนที่ธรณีเนี่ยมันก็ คงไม่มีแหล่งเรียนรู้ไหนดีกว่าแผนที่ธรณีจากกรมทรัพย์ เพราะฉะนั้นเนี่ยเราก็เลือกที่มันตรงกับสิ่งที่มัน ต้องใช้ประโยชน์จริงๆ แค่นั้นเอง”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“ถ้าเป็นธรณีวิทยาก็จะอยู่ในวิชาเพิ่มเติมก็คือตัวอย่างแร่ตัวอย่างหิน”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 11/3/2564

นอกจากนี้ในการสังเกตการเรียนการสอนของครูพิภพ เมื่อครูพิภพพบว่านักเรียนบางคนถ้ามองถึงความแตกต่างระหว่างหินทราย และหินทรายแป้ง ครูพิภพได้ตัดสินใจหยิบหินของจริงมาให้ นักเรียนสัมผัสหินทั้งคู่ทำให้พบความแตกต่างกันจากประสบการณ์จริง แสดงว่าครูมักเลือกใช้สื่อการสอนที่เป็นวัสดุของจริง

2) ด้านความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก

ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบวางแผนและจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ได้แก่ สิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน สิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน และความแตกต่างกันของวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นต้น โดยครูมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลของความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน ดังนี้

(1) สิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ครูเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้จากการตอบคำถามของนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอน หากครูพบว่านักเรียนตอบคำถามคลาดเคลื่อน หรือไม่สามารถตอบคำถามได้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแสดงว่าเรื่องนั้นเป็นสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“พี่ใช้ประสบการณ์ในการสอนมาหลาย ๆ ปี แล้วพอเราถามเขาบ่อย ๆ มันก็จะเจอประเด็นเดิม ๆ เด็กทุกรุ่นมักจะผิด”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“เรามาสอนตั้งแต่ครั้งแรกเนี่ยที่เราไปอบรมมาแล้วก็มาสอนเสร็จแล้วก็พบว่า ทำไมเด็กก็ยังไม่เข้าใจอย่างนี้ก็เลยเป็นประเด็นแรกที่ต้องเอามาถามกันทุกครั้ง เริ่มต้นนะเริ่มต้นทุกครั้งก็ต้องมาถามประมานนี้ก่อนเลยว่า ทราบไหมว่ามันมาอย่างไร แล้วก็เป็นเรื่องที่นักเรียนทุกคนจะเจอปัญหาทุกรุ่นเลย”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 5/3/2564

“ดูจากการสังเกตที่นักเรียนตั้งคำถามเรา หรือเราตั้งคำถามไปแล้วนักเรียนไม่สามารถตอบได้ครับ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“ผมอาศัยอย่างที่ว่าก็คืออาศัยรุ่นก่อนที่เรียนตรงนี้ไปแล้วเขาจึงเขาตอบคำถามไม่ได้”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 4/3/2564

“เรื่องยากอะเราต้องดูจากเด็ก ๆ ว่าเด็ก ๆ รุ่นก่อนเขาเรียนแล้วเขาไม่เข้าใจตรงไหน”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

รวมถึงการเก็บข้อมูลสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียนจากการพิจารณาผลการทำข้อสอบของนักเรียน หากครูพบว่าเรื่องใดที่นักเรียนมักทำข้อสอบผิดพลาดแสดงว่าเรื่องนั้นเป็นสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เนื่องจากโรงเรียนของครูสุริยะมีระบบการวิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบทำให้ครูสุริยะสามารถนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความยากต่อการเรียนรู้ได้ทันทีว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“ถ้าเราเอาแบบทดสอบข้อสอบระดับชาติเก่า ๆ มาให้เด็กทำ และแม้แต่ข้อสอบฟิสิกส์ มิดเทอมแต่ละรุ่น พวกที่จะเอามาวิเคราะห์ทุกครั้งว่า อันไหนที่มีความยาก ความง่ายเยอะ แล้วก็ดูว่าข้อนี้ทำไมเด็กทำออกมาแล้วสถิติเป็นข้อยาก เราก็จะมานั่งวิเคราะห์ตัวเล็อก แล้วพยายามคาดเดาความคิดเด็ก สิ่งที่ยากเพราะอะไร ทำไมเด็กถึงเลือกข้อนี้ แสดงว่าข้อนี้ตัวลวงใช้ได้”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“เราลองจากที่เราสอนเนื้อหาอย่างเดียวก่อนแล้วก็ให้นักเรียนลองทำข้อสอบเนี่ย สุดท้ายแล้วสิ่งที่เขาทำได้ ข้อสอบมีข้อผิดพลาดที่สุดก็คือเรื่องนี้เรื่องพิกัด เพราะฉะนั้นมันก็มาจากเรื่องของการใช้แบบทดสอบด้วย”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 5/3/2564

“โรงเรียนจะดีนิรันดร์ตรงที่จะส่งข้อสอบที่มาจากวิเคราะห์ให้ครูด้วยก็คือ ตอนที่เขาตรวจข้อสอบเสร็จหมดทุกอย่างในโปรแกรมมันจะวิเคราะห์ตัวข้อสอบ วิเคราะห์ความยากง่ายวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก...เราจบแล้วจะเห็นเลยอ้อข้อนี้ยาก ยากเพราะอะไรตรงไหน ”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 4/3/2564

“เราก็มีการวิเคราะห์ตัวข้อสอบอย่างที่ผมเล่าให้ฟังอะไรพวกนี้กลับมา เราก็ได้เห็นว่าเป็นเนื้อหาส่วนใดที่เขาไม่เข้าใจ ที่เด็กส่วนใหญ่เข้าใจยาก”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 11/3/2564

นอกจากนี้ครูพิภพเก็บข้อมูลสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเทียบกับตนเอง ในช่วงที่ตนเองเริ่มต้นศึกษา หรือไปเข้าร่วมอบรมว่าเรื่องใดเป็นสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของตนเอง หรือตนเองไม่เข้าใจในเรื่องใด แสดงว่านักเรียนย่อมไม่เข้าใจเรื่องนั้นด้วยเช่นเดียวกับครูพิภพในช่วงเริ่มต้นศึกษาเรื่องนั้น ๆ ดังบทสัมภาษณ์ที่ว่า

“ส่วนใหญ่ผมจะวัดจากตัวผมเอง เรื่องนี้ตอนที่เราไม่เข้าใจจะตอนที่เราไปอบรมเนี่ย เรายังรู้สึกว่าจะทำเหมือนคนอื่นเขาไม่ได้เลย มันคือเรื่องอะไร เพราะฉะนั้นแล้วเนี่ยเราก็เลยจะคิดว่าอะไรที่ตัวเราเองเรียนรู้ได้ยากเนี่ย นักเรียนก็น่าจะเรียนรู้ได้ยากเช่นเดียวกัน”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 5/3/2564

“เราต้องเทียบกับตัวเอง เราจะรู้ว่าอะไรเกิดก่อนเกิดหลังเนี่ย ถ้าเราไม่รู้เรื่องของธรณีกาล เราก็เอาเรื่องนี้มาเป็นตัวประเด็นที่จะใช้ในการเรียงลำดับหน่วยหิน เทียบกับตัวเองเลยเนี่ย”

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“ลองเทียบกับตัวเองว่า ตัวเองเข้าใจเนื้อหาเนี่ยเพราะมีความรู้อะไรมาก่อน อย่างการเข้าใจแผนที่เนี่ย จะเข้าใจเรื่องแผนที่ จะเข้าใจเรื่องหมวดหิน อายุของหินเนี่ย ต้องเข้าใจอะไรมาก่อน เพราะฉะนั้นเนี่ยครั้นก็ต้องตรวจสอบมาเทียบกับตัวเอง เหมือนพี่ พี่ก็ต้องมาตรวจสอบเทียบกับตนเอง ว่าถ้าจะเรียนรู้จะต้องไปอะไร อย่างไร”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“เราไปคิดว่าถ้าเราต้องการให้คนอื่นเขาเข้าใจอะไร อย่างไรเนี่ย ตัวเราเองอะตัวเราเข้าใจลำดับเหตุการณ์อย่างไร เราควรจะเรียนรู้อย่างไร ถึงอธิบายด้วยรูปไม่เข้าใจต้องจับของจริงใช้ไหมครับ

อธิบายใช้ทรายแข่งกับทรายมันต่างกันถ้าไม่ได้ลูบเราก็แยกไม่ออก อย่างนี้ครับเราก็บอกคือก็ต้องเรียนรู้จากของจริงนะ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

(2) สิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจะทราบเกี่ยวกับความรู้ที่จำเป็นต้องมีก่อนสำหรับการเรียนรู้ในหัวข้อที่ใหม่ และครูจะเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียน (existing knowledge) จากการพิจารณาหลักสูตรแนวตั้ง และหลักสูตรแนวนอน (horizontal and vertical curricula) ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในอดีต หรือกำลังเรียนอยู่ในปัจจุบันจากการสอบถามเนื้อหาในการสอนของครูระดับชั้นเดียวกันแต่ต่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ หรือการสอบถามเนื้อหาในการสอนของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แต่ต่างระดับชั้น ตลอดจนการสอบถามนักเรียนถึงเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้วในอดีต เพื่อครูนำความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียน (existing knowledge) มาประเมินว่านักเรียนมีหรือขาดความรู้ที่จำเป็นต้องมีก่อนสำหรับการเรียนรู้ในหัวข้อที่ใหม่ ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“ถามครูในโรงเรียนด้วยกัน พวกที่ถามกันบ่อยมากเลยนะจะคุยกันข้ามวิชาก็มี วิชาเคมีสอนเรื่องนี้ว่าอย่างไร เด็กรู้เรื่องนี้หรือยังอย่างเช่นที่จะสอนเรื่องเคมีนะ แร่ ก็จะถามครูเคมีว่าตอนนี้เด็กเขาเรียนเรื่องพันธะเคมีกับครูก็แบบ เด็กเรียนรู้ไว้ก็แบบในวิชาเคมีแล้วมันตรงกับ Earth science ใหม่เวลาเราสอนเด็กจะได้ไม่สับสน เด็กเรียนหรือยัง”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ครูวายุ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“อย่างสอนเรื่องบรรยากาศที่ก็ต้องไปถามครู ม.ต้น แบ่งออกเป็นกี่ชั้นนะ พวกนี้เขาได้เรียนหรือเปล่า เด็ก ม.4 ตอนนี้อยู่ตอนสมัย ม.1 เขาได้เรียนไหม เรียนแลพออะไรไปบ้าง บางทีที่ก็ต้องไปถามครูผู้สอนจะได้อะไรที่มันเป็นความเป็นจริงค่อนข้างเยอะ นอกจากถามครูแล้วแน่นอนเด็กคือมนุษย์ มนุษย์มีการลืม เราต้องถามเด็กด้วยเรื่องนี้เรียนหรือยัง ถามตรง ๆ เลย อาจารย์ไปถามครูเขา มาเขาบอกว่าเขาสอนแล้วเขาสอนอย่างนี้ ๆ เด็กก็จะบอกว่าอ้ออะไรอย่างเนี่ย บางทีอาจจะดึงสิ่งที่เด็กเคยเรียนได้ออกมาจากการกระตุ้นแค่เล็กน้อยว่าตอน ม.2 เคยเรียนเรื่องนี้แล้วนี่ อาจารย์เขาพาทำแบบนี้จำได้ไหม”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“ดูในสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาแล้ว แล้วก็ดูว่าสิ่งที่เราต้องสอนเนี่ยมันจะ เพิ่มเติมจากสิ่งที่เขาเคยเรียนมาอย่างไร อย่างเช่นเขารู้จักคำว่าภูมิประเทศมาตั้งแต่วิชาสังคม ม.ต้น แต่ว่าพอมาดูใน

แผนที่เนี่ยมันไม่ได้แสดงภาพเป็น 3 มิติอย่างที่คุ้นเคยเรียนมา แต่ว่าเขาต้องการให้เห็นว่าแผนที่ภูมิประเทศมันเป็นการแปลงจาก 3 มิติเป็น 2 มิติ โดยใช้อะไรอย่างเนี่ย คือให้ต้องศึกษาเนื้อหาก่อนล่วงหน้า ว่าในบทเรียนต้องการให้นักเรียนเรียนรู้อะไร แล้วก็ต่อยอดกับความรู้เดิมของนักเรียนครับ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 5/3/2564

“ถ้าเราจะทำเรื่องนี้ขึ้นมาเนี่ยเด็กจะต้องมีความรู้พื้นฐานอะไรก่อน ก็ต้องไปเปิดดูตัวชี้วัดของรายวิชาอื่น เพราะเราก็แน่ใจว่ามันต้องสอนในวิชาสังคมศึกษาแน่ ๆ เราก็ไปดูว่าสังคมเขาเรียนอะไรมาบ้างแล้ว แล้วเราก็อ่านดูว่าเขามีความรู้พื้นฐานอะไรเราก็ไปเปิดดูครับ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 5/3/2564

“อย่างนี้เราเทียบเคียงนะชีววิทยา เรียนชีววิทยาเรื่องวิวัฒนาการ ก็จะเรียนเรื่องลำดับยุคเหมือนกัน หรือแม้กระทั่งเราไปดูสังคมในเรื่องแผนที่เขา สอนอะไร ใ้ใหม่ เขาสอนเรื่องแผนที่ สอนเรื่องทรัพยากร แต่เขาไม่ได้สอนว่าทรัพยากรนั้นมันปรากฏอยู่ตรงไหนถูกไหม อย่างวิทยาศาสตร์ตอน ม.3 เขาก็เรียนเรื่องทรัพยากรธรรมชาติก็จะมีทรัพยากรแร่ ทรัพยากรดิน แต่เรารู้ว่าของ ม.ต้น เขาเรียนมมนี้ในวิชาสังคมเขาเรียนรู้ในวิชาของวิทยาศาสตร์เขาเรียนมมนี้ เราเอามาใช้ในการวางแผนตรวจสอบความรู้เดิมเขาอยู่ด้วยซึ่งส่วนใหญ่ ร้อยละ 70 สัมหมด”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“มีการไปดูตัวหลักสูตรตั้งแต่เราวิเคราะห์มาทำคำอธิบายรายวิชาแล้วว่าเด็ก ๆ ต้องดูตรงนี้ แล้วตรงนี้ในเรื่องนี้แล้วจะมีการประยุกต์ใช้เนื้อหาตรงเข้ามา เราจะรู้ก่อนอยู่แล้วครับ เพราะฉะนั้นก็จะพยายามทวนเสมอ”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

หากนักเรียนขาดสิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ของหัวข้อใหม่แล้วครูจะทบทวนความรู้ที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนเสมอเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนหัวข้อใหม่ ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“เราทบทวนก่อน ก็รู้ว่าเด็กไม่มีก็ต้องทบทวนที่นี้พอเราทบทวนบางทีเด็กเขาก็ยังตอบไม่ได้... เราอาจจะต้องย้อนกลับไปหาสื่อที่ช่วยดึงความรู้ที่นั่นให้กลับมาได้เร็วขึ้น”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“ถ้าเราพบว่าเขายังขาดความรู้ สำคัญที่จะเรียนรู้เรื่องนั้นๆ เราก็ต้องจัดการแก้ หรือทบทวนให้เขาก่อน เพราะว่าเนื่องจากถ้าเกิดเขาเรียนรู้เรื่องนั้นไปสุดท้ายแล้วเราก็ต้องกลับมาทบทวนเรื่องนี้อยู่ดีแหละ มันก็จะเป็นการเสียเวลานะครับ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“ต้องแทรกเพิ่มเติมเข้าไป อาจจะได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในคาบนั้น แต่เพื่อความเข้าใจที่มากขึ้นและทำให้เขาบรรลุวัตถุประสงค์ต้องพยายามสอดแทรกให้ได้ ส่วนวิธีการหรือขั้นตอนที่ทำเนี่ยก็อย่างเช่นเรามีประสบการณ์จากการสอนรุ่นพี่มาแล้ว แล้วเรามาทดสอบถ้าเกิดเราเจอเรื่องใหม่แล้วก็เก็บไว้ เราก็แก้ปัญหาเฉพาะหน้าไปก่อน หรือว่าเราก็อธิบายเฉพาะหน้า”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

“สิ่งที่จำเป็นต้องทำก็คือต้องพยายามเสริมเท่าที่จำเป็น สิ่งที่ไม่จำเป็นต้องรู้ ไม่อย่างนั้นเนี่ยการปล่อยไว้มันจะทำให้เขาเข้าใจไม่ถึงแนวคิดหลัก หรือเขาอาจจะเข้าใจแนวคิดหลักคาบเคลื่อน”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 11/3/2564

รวมถึงครูอาจนำข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ที่นักเรียนขาดไปใช้วางแผนการสอนใหม่ในคาบถัดไป ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“จะเตรียมปีหน้า PowerPoint เราจะปรับหรือเด็กห้องต่อไป ปีเดียวกันเลยนะสอนห้องนี้เสร็จอ้าวมันมีเด็กสงสัยเรื่องนี้ด้วยหรอจ้ะเตรียมไว้ก่อน ใส่ไว้ใน PowerPoint รอเลย”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“เมื่อกี้ถ้าเขา หรือเด็กบ้านที่รายละเอียดทั้งหมดหรือลอกข้อความทั้งหมดคือมันไม่ใช่ประเด็นที่เราต้องการ เช่นอธิบายรายละเอียดว่า หินทรายอะเป็นควอร์ต เป็น Quartz sand เราไม่ต้องการนะเราต้องการแค่ให้เขารู้ว่ามันเกิดหินทราย แล้วให้เขารู้ว่าในยุคเดียวกันเนี่ยมันสามารถเกิดหินได้หลาย ๆ ชนิด ขอสิ่งแวดล้อมในการเกิดมันไม่เหมือนกัน แล้วประเด็นสำคัญคือ เราอยากให้เราเห็นว่า ในช่วงเวลาหนึ่งมันเกิดขึ้นได้หลากหลายรูปแบบ เราก็จะมีการซ่อมไปเรื่อยๆ เพราะฉะนั้นเราก็รู้ว่าขั้นตอนตรงไหนมันจะใช้เวลาเยอะ เราจะได้ไปตัดตอนสร้างความเข้าใจในการทำกิจกรรมให้เขาเสียก่อน มันจะลดเวลาในการทำกิจกรรมให้เขาได้มากเลยแล้วก็จะสำคัญเวลาด้วย”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“ถ้าเกิดเด็กมีเนื้อหาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนอยู่หรือว่าขาดความรู้อะไรอย่างเนี่ย สิ่งที่ต้องทำคือเราก็จะต้องไปออกแบบใหม่ถึงออกแบบมาเราจะไม่ได้ใช้ในทันทีทันใดเนี่ย”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 4/3/2564

“เรื่องของความกดอากาศ ตอนนี้เป็นเพิ่มเติมเรื่องนี้แหละครับเรื่องความกดอากาศ เหมือนเขาไม่ได้เลยเขาเจ็บด้วยแล้วก็ไม่เคยดูด้วย พอเราได้จังหวะแล้วก็เลย search เลยตรงนั้นแล้วก็เปิดให้ดู แล้วเขาก็บอกว่าเป็นอะไรยังไงยังงั้นแล้วพอผ่านมาสัปดาห์หนึ่ง ผมก็ลองให้เขาไปศึกษาข่าวการพยากรณ์อากาศ แล้วก็การรายงาน ก็คือรายงานพยากรณ์อากาศให้เขาได้ลองครับผม เขาก็จะเริ่มไปศึกษามากขึ้น แต่ด้วยความที่เป็นเด็กห้องวิทย์ด้วยเขาก็ไปนั่งดูนั่งจริงจัง ก็ไปดูตามช่อง 7 ตามช่อง 5 ที่เขาพยากรณ์อากาศ ตลกแปลก ๆ แล้วเขาก็ไปทำตามกันเลยนะก็สนุกดี ก็คือเราก็ศึกษาเรื่องนี้จากในห้องเลยว่า เขาไม่มีนะแล้วเราก็พยายามเติมให้ เราก็พยายามแบบข้ามสัปดาห์ไปก็เอามาต่อเนื่องกัน ก็คือมันก็เรื่องของแผนการสอนเรื่องอะไรพวกเนี่ย พอมันวางไว้มันก็อาจจะต้องปรับเปลี่ยน ด้วยความรวดเร็วในลักษณะนี้”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 4/3/2564

“เราพบว่า เขาไม่เคยดูเลยการพยากรณ์อากาศ ก็เลยมอบหมายเป็นงานไปให้ส่วนหนึ่งในของเมื่อวานนะว่า คุณไปดูพยากรณ์อากาศหน้าแล้วมาบอกครู ข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์อากาศมีข้อมูลอะไรบ้าง ก็คือเราจะตรวจสอบโดยใช้การอภิปรายแล้วก็ให้เขาไปเติมเอา แล้วเดี๋ยวเราก็กลับมาคุยกัน”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 11/3/2564

จากการสังเกตการเรียนการสอนของครูพิภพพบว่า เมื่อครูพิภพสอนนักเรียนห้องที่ 1 ครูพิภพพบว่าในบางประเด็นนักเรียนจะไม่สามารถตอบคำถามได้เนื่องจากนักเรียนขาดความรู้ที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้หัวข้อใหม่ ครูพิภพจะทำการทบทวนที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ก่อนการสอนหัวข้อใหม่ เมื่อครูพิภพสอนนักเรียนห้องที่ 2 ครูจะถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้หัวข้อใหม่ เมื่อพบว่านักเรียนขาดความรู้เหล่านั้น ครูจะทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมก่อนที่จะสอนหัวข้อใหม่ แสดงว่าครูพิภพมีการเก็บข้อมูลสิ่งที่ต้องการสำหรับเรียนรู้และตรวจสอบสิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ในหัวข้อใหม่ก่อนการเรียนการสอนนักเรียนในหัวข้อใหม่

(3) ความแตกต่างกันของวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาแผนกวิธีการสอนระดับต้นแบบจะวางแผนการเรียนรู้และจัดการเรียนการสอนให้ตอบสนองกับวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนที่หลากหลาย ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“วิธีการเรียนรู้ น่าจะหมายถึงว่าเด็กบางคนชอบนั่งรอฟังให้จดเลคเชอร์ ในขณะที่บางคนต้องทำกิจกรรมและมีส่วนร่วมในการเรียนแล้วก็นั่นจะมีชีวิตชีวาแล้วก็ได้รับความรู้ เพราะฉะนั้นแนะนำหลักการบรรยายให้เด็กฟังซึ่งเป็นตัวเลือกสุดท้ายที่ควรจะทำ ยกเว้นว่าอย่างที่ว่าสอนอะเวลามันไม่ทันก็จะบรรยาย ไม่ว่าจะ Learning Style อะไรก็ตาม การถามรีเช็คเด็กเนี่ยเป็นสิ่งที่ควรทำที่สุด มันไม่รู้อะไรจะเอาการตรวจวัดความเข้าใจผิดโดยการไม่ถามได้อย่างไร ไม่ว่าจะใช้วิธีการใดก็ตามแล้วการกำหนดรูปแบบการเรียนการสอน บางทีมันมีสิ่งที่เราวางเป้าหมายไว้ว่าเด็กจะต้องพัฒนาทักษะอะไรอยู่แล้วเราต้องให้เด็กลงทำ เช่น ต่อจะให้เด็กชอบทำกิจกรรมเด็กบางคนอาจจะไม่ชอบความรู้สึกว่าทำกิจกรรมแล้วเสียเวลา แต่เราอยากให้เขามีทักษะการทำงานเป็นทีมแม้ว่าเขาจะไม่ชอบแต่เราอยากพัฒนาเขา”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 23/3/2564

“ที่ก็เคยได้ยินเด็กบอกว่าตอนนั้นให้ไปทำแบบตามกระบวนการขั้นตอนเลย เด็กบอกว่าชอบเรียนในห้องมากกว่าอะไรอย่างเนี่ย พูดออกมาเลยแบบนี้รู้สึกที่ไม่โอเค เหมือนเขาชอบนั่งฟังเราบรรยายแล้วชวนสรุปอะไรที่มันเป็น Concept อะ เด็กไม่ต้องมาทำแลปก็มี แต่ Learning Styles ที่ต่างกันสุดท้ายแล้วในแต่ละเรื่อง ถึงแม้ว่าเด็กจะไม่ชอบทำแลปแต่เราต้องการให้เขาทำเพื่อพัฒนา skills บางอย่างมันเป็นเป้าหมายของเรา มันหลีกเลี่ยงไม่ได้สเกลไหนที่เขาต้องทำเด็กเขาต้องฝึก แต่สุดท้ายแล้วเขาก็จะได้รับการบรรยาย Concept อยู่ดีเมื่อลองข้อสรุป บางทีลองข้อสรุปแล้วใช้ใหม่ทำแลปเสร็จ ในคาบต่อไปเราก็จะชวนเขาสรุปจากครั้งที่แล้ว เด็กที่เขาชอบฟังบรรยายก็จะได้ทำความเข้าใจแล้ว”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“ในขั้นตอนการเรียนก็จะมีตอบสนองทั้งคนที่ชอบฟังและชอบลงมือทำกิจกรรมแหละนะ ... เราจะใช้วิธีการสอนเนื้อหาไปพร้อมกับกิจกรรม คนที่เขาชอบการเรียนองค์ความรู้อย่างเดียวเขาก็จะได้ตั้งแต่ตอนเรียน ตอนทำกิจกรรมเขาก็จะได้เสริม ความเข้าใจ แต่สำหรับคนที่ไม่เข้าใจตั้งแต่ที่แรกพอมาทำกิจกรรมบ๊อบก็จะเข้าใจขึ้นอย่างนี้ครับ จะเป็นแบบนี้มากกว่า”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“งานของผมเนี่ยจะเป็นงานกลุ่มครับ จะเป็นกิจกรรมในกลุ่ม ก็คือพยายามจะให้ในกลุ่มมีกิจกรรม ถ้าไม่ได้จริง ๆ อย่าง ม.6/11 เลยครับที่แล้วเนี่ยก็ต้องให้ในกลุ่มมีกิจกรรม แต่ละคนในกลุ่มเขาจะมีความสามารถที่ไม่เหมือนกันอยู่แล้ว อย่างว่าคนนะเทอมที่แล้วผมให้ ม.5 เนี่ยได้ทำกิจกรรม แต่กิจกรรมหนึ่งที่เห็นชัดมากเลยก็คือ ผมให้ทำเป็นกระแสน้ำจะทำเป็น Stop Motion ก็

มีคนที่เหมาะสมกับเป็นผู้กำกับมีคนที่เป็นผู้กำกับศิลป์ มีคนที่แบบพร้อมจะเป็นตากล้องเสมอ มีคนที่เรียนรู้เรื่องเข้าใจว่าเนี่ยคือกระแสน้ำเย็นนะลงมาขึ้นไปจะเป็นกระแสน้ำอุ่น เขาจะเริ่มเป็นคนแบบขยับถ่าย คนที่วาดแล้วเขาจะเห็นภาพนี้ด้วยกัน ฝ่ายเทคนิคทำอะไรให้เห็นชัด เขาจะรู้จักเฟรมเลสเฟรมเปอร์เซ็นต์ทำเท่านั้นเท่านี้ เขาก็จะค่อนข้างมีวิธีการเรียนที่หลากหลายแล้วก็มันตอบสนองเรื่องของกิจกรรมได้มากกว่า แล้วผลงานออกมาด้วยกันเขาจะเข้าใจตรงกัน”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

“การจัดการเรียนเป็นกลุ่ม ถ้าเขามีบทบาทที่ชัดเจนในกลุ่มเขาก็จะแสดงออกสิ่งเหล่านี้ได้ดีขึ้น แบบที่ได้เห็นตอนทำแบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศนั้นแหละครับ คนที่เก่งเขาก็จะพยายามอธิบายคนที่อ่อนเขาก็จะพยายามหา เขาเรียกว่าอะไรนะหาประโยชน์ให้ตัวเองอะครับ ว่าตัวเองทำตรงไหนได้อะไรได้ บางคนวาดรูปดีเขาก็จะไปวาดรูป บางคนตกแต่ง บางคนเรียบเรียงเนื้อหาได้ อะไรพวกนี้ครับจะเป็นลักษณะนี้”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 11/3/2564

จากการสังเกตการจัดการเรียนการสอนพบว่าครูทุกท่านใช้วิธีการสอนที่หลากหลายเพื่อตอบสนองต่อความแตกต่างของวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนสอดคล้องกับบทสัมภาษณ์ข้างต้น

3) ด้านความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก

ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบเริ่มต้นเรียนรู้และพัฒนาตนเองทั้งด้านกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอ โดยครูทุกท่านได้เริ่มต้นสอนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลกมาตั้งแต่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ครูบางท่านเริ่มต้นการสอนโดยให้วิธีบรรยายตามหนังสือแบบเรียนเป็นหลัก ดังคำสัมภาษณ์ของครูพิภพที่ว่า

“ผมเคยสอนหลักสูตรเก่าเนาะหลักสูตร 51 ... เราก็เคยสอนตามหนังสือเป๊ะ ๆ เลย หมายถึงว่าตอนนั้นเนี่ยหนังสือไม่ได้วางเรื่องกระบวนการสอนเลยนะ หนังสือวางเป็น Content เลย”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“เราแบบสอนตั้งแต่วันแรก ๆ ที่ยังต้องเปิดหนังสือสอน หมายถึงว่าเปิดหนังสือไปด้วยสอนไปด้วย”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

แต่เมื่อครูสอนไปสักระยะหนึ่งจะพบว่าการสอนโดยให้วิธีบรรยายโดยเน้นเนื้อหาเป็นสำคัญไม่ส่งผลดีต่อนักเรียนทำให้ครูปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของตนเอง ดึงคำสัมภาษณ์ของที่ว่า

“เดิมเราอะก็มีความคิดนะว่า เอา Content นำก่อน เดียวกลัวจะไม่ครบ ... พอเอาเนื้อหาไป นำ มันก็เปล่าประโยชน์ คือหนึ่งคือเสียเวลาแล้ว ที่สำคัญแล้วเรากังวลที่เนื้อหาต้องเยอะสุดท้ายแล้ว สอนไม่ทัน พอผมเปลี่ยนเป็นอย่างนี้เอาเฉพาะเรื่องที่มีมันควรนะ เอาเรื่องที่แบบว่าอย่างทีบอก ว่า ประเด็นสำคัญ แล้วสุดท้ายถ้าเด็กอยากรู้ค่อยเติม”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“สมมุติเราเห็นแล้วยังปีแรกที่ทำงานก็จะตามสรวท. เป๊ะเลย พอสอนไปแล้วมันไม่ได้หมายถึงว่า กระบวนการเล่มเก่าไม่ได้ก็ลองดูปรับทำอย่างไรให้เข้าใจลองมาทดลองกับเด็ก แล้วก็ปรับใช้ในรุ่นต่อ ๆ มา คิดเองปรับเองนี่แหละ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

ทั้งนี้ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของตนเองโดยการไปอบรมในโครงการต่าง ๆ ซึ่งครู จะได้เรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ด้านการสอนวิทยาศาสตร์โลก ความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์โลก ตลอดจนด้านการสอนทั่ว ๆ ไปจากการสังเกตพฤติกรรมการสอนของวิทยากรเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการสอนนักเรียนของตนเอง ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“มีวันนี้ส่วนหนึ่งเพราะจากการอบรม อะไรที่ไม่เข้าใจอย่างเช่นบรรยากาศเนี่ย เราเรียนดูมาก็จริงแต่บางเรื่องเราไม่ได้ลงลึก แต่พอมาไปอบรมบับเนี่ยเราได้เจอกับเจ้าหน้าที่กรมอุตุนิยมวิทยา บอลลูนไปเพราะมันมีนี่อยู่ ใจเข้าไปดูสนามตรวจอากาศ กลับมาก็อธิบายได้หมดอะ เจ้านี่แหละมัน เป็นอะไร ถ้าเราไม่ได้อบรมเราดูเฉพาะหนังสือ หนังสือที่เขาเขียนมาเราไม่เข้าใจครับ พอไปถึงตรงนั้น บับเราจะสามารถบอกวิธีการหลักการเพราะเราไปเก็บข้อมูลมาจากการอบรมมาด้วย เพราะฉะนั้น เนี่ยการอบรมมีความสำคัญมาก”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“วิธีการเรียนรู้หรือครับจริง ๆ แล้วการเรียนรู้แผนที่เป็นเรื่องใหม่สำหรับผมแต่ว่า ก็จะใช้ วิธีการคือตอนที่เราไป ไปอบรมอะครับแล้วก็เอกสารที่ต้องการให้เราทำอะไร เราเรียนรู้จากการที่เรา ไปอบรมมา”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 5/3/2564

“ผมค่อนข้างมีความรู้เรื่องนี้จากการที่ไปอบรมเพลงของวิชาของลูกเสือ แผนที่เข้มทึคก็เลย จะเห็นว่า ตรงนี้ควรรู้นะตรงนี้ไม่เป็นไรพวกนี้ควรรู้อะไรพวกเนี่ย”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

“เราไปอบรมอะบางอย่างนี่เฉพาะสาขาวิชาโลกดาราศาสตร์ ซึ่งไม่มีการเรียนการสอน โดยตรงในระดับมหาวิทยาลัยอย่างที่เราเรียนวิชาครุมาครึบ เราก็จะต้องไปอบรมที่นี้พอเวลาไปอบรม เราก็จะได้สังเกตปรากฏการณ์ที่มันเกิดขึ้นในสถานที่อบรมว่าวิธีการที่วิทยากรใช้กับครูทำให้ครูมีส่วนร่วมไหม ถามว่าคุณได้ยินหรือเปล่าว่าเขามีความรู้เดิมอะไร เขาฟังครูบ้างไหม แล้วเคยถามครูไหม มันทำให้การดำเนินการอบรมต่อไปของเขาอะ คุณมีความเข้าใจมากขึ้นหรือเปล่า แล้วที่ก็เห็นเลยว่า บางครั้งวิทยากรไม่ได้สนใจที่จะถาม ไม่ได้ฟังความคิดของครูว่า คุณเขาเข้าใจอะไรหรือไม่เข้าใจอะไรมาก่อน ไม่ต้องถามความรู้เดิมหรือในสิ่งที่กำลังอบรมกันอยู่อะ เข้าใจว่าอะไรบ้างไม่มีจังหวะที่ได้ Reflect ออกมา สุดท้ายแล้วครูก็ไม่ได้อะไรเลย เพราะฉะนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดคือการเปิดโอกาส”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

นอกเหนือจากที่ครูจะได้รับความรู้จากการไปอบรมแล้วครูยังได้เครือข่ายผู้เชี่ยวชาญทาง วิทยาศาสตร์โลกด้วย และครูจะทำการติดต่อสอบถามผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติมเมื่อต้องการความช่วยเหลือ ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“อย่างตัวผมเองอะเวลา จะทำความเข้าใจอะไรก็ตามจะต้องไปถามผู้รู้ก่อน อย่างเช่น เจอ อาจารย์วิชัย อาจารย์วิชัยอย่างนี้ ๆ ถูกไหมครึบ อาจารย์วิชัยก็เอออๆ อาจารย์พิษณุพงค์อย่างนี้ ก็จะเป็นเหมือนกัน เราอธิบายความเข้าใจแบบนี้ว่ามันใช่ไหมมันถูกไหมมันตรงไหม ถ้ามันโอเคเราถูกก็ แสดงว่าเราเข้าใจได้ตรงแล้ว”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 5/3/2564

“แหล่งเรียนรู้ที่เป็นบุคคลสำคัญเลยนะ ก็คืออาจารย์ทั้งหลายที่เรารู้จักกันนี้แหละ จริง ๆ ผม จะมีหลายท่านนะครึบไม่ได้มีเฉพาะฝั่งจุฬากับฝั่งเกษตร ที่ผมจบด้วยแล้วก็ จะมีอาจารย์จากที่มาทำ หนังสือนี่ด้วยกันนะครึบก็จะขอความรู้จากเขาเป็นระยะ ๆ เหมือนกัน”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 5/3/2564

“ถามว่าวิธีการไปเรียนรู้มาจากใครมันก็ ส่วนหนึ่งจากวิทยากรอย่างอาจารย์อลิศราอย่างนี้ครับ ที่แบบดูแบบเนี้ยถ้านักเรียนดูแบบนี้ให้เราจะแก้อย่างไร ถ้าเราสอนแล้วเขาเข้าใจผิดเนี้ยเขาเข้าใจผิดจากประเด็นอะไร ก็จะไปฟังอาจารย์อลิศราอธิบายให้ฟังตอนทำงานครับ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

เมื่อครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบได้พัฒนาตนเองจนมีความรู้ความสามารถในการสอนวิทยาศาสตร์โลกแล้วกระบวนการที่ใช้วางแผนและจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูทุกท่านเป็นการสืบสอบ เห็นได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ของครูพิภพและครูสุริยะใช้รูปแบบการเรียนการสอนวงจรการเรียนรู้ 5E และครูวายุใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบเช่นกันแต่เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป อย่างไรก็ตามแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูทุกท่านสามารถจำแนกออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ระยะที่ 2 ขั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ และระยะที่ 3 ขั้นสรุป

ระยะที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบให้ความสำคัญกับการใช้คำถามเพื่อล้วงความรู้เดิมและประสบการณ์ที่มีอยู่ของนักเรียนก่อนเข้าสู่ระยะที่ 2 ขั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เสมอ ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“พี่ถามด้วยวาจา ถามด้วยวาจาแล้วอาจจะเรียกเด็กตอบ เป็นตัวแทนของห้องนะ ถ้ามีประเด็นที่อยากให้ทุกคนเขียนก็ให้เขาใช้ความคิดอยู่กับสิ่งนั้นก่อน อันไหนลองเขียนดูลึกลับจะมีให้เด็กเขาเขียนของเขาเองแล้วก็ให้เด็กนำเสนอความคิดเห็นตามความคิดของตัวเอง มันจะมีแบบคำถามก่อนเรียนนะ มันจะบอกได้ว่าเด็กมีความเข้าใจในเรื่องนั้นแค่ไหนอย่างนี้ เด็กก็จะเขียนไปตามความคิดความเข้าใจเดิมของเขาอะไรอย่างนี้”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“วิธีการที่พี่เลือกใช้คือการถามด้วยวาจาแล้วให้เด็กตอบด้วยวาจานั้นก็เพราะว่าเวลาที่เรามีมันจำกัด เราจึงต้องการแค่ตัวอย่างของความเข้าใจเด็กออกมาเราจะได้มีอะไรในการคุย”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“ตั้งคำถามบางอย่างแล้วให้ทุกคนได้เขียนอันนี้จะใช้เมื่อมันมีเวลาจริงๆ ถ้ามีเวลาเพียงพอเราจะให้เด็กได้มีโอกาสเขียนแล้วเราก็จะสูงเด็กให้ออกมานำเสนอสิ่งที่เขียนอย่างเนี้ยครับ มันจำเป็นที่จะต้องให้เด็กเข้าใจความรู้ประสบการณ์เดิม”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“ใช้คำถาม หรือลองยกตัวอย่างมาแล้วถ้าเขามีความเข้าใจในความรู้พื้นฐานเดิมเขาจะต้องอธิบายเรื่องนี้ได้ แต่ถ้าอธิบายไม่ได้แสดงว่าอาจจะยังมีความไม่เข้าใจอะไรอยู่ ซึ่งอาจจะโยนคำถามไปอีกครั้งนึงนะ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 5/3/2564

“คือถ้าเอาตามตรงนี้ผมจะใช้คำถามเป็นหลัก เท่าที่เห็นเนี่ยผมจะเน้นถามผมจะใช้คำถามถามว่าผมได้มีโอกาสทำ pretest ทำอะไรพวกนี้ไหม คำตอบคือไม่มี เพราะผมโดยเฉพาะส่วนตัวผมนะ ด้วยความที่แบบเรามีภาระงานค่อนข้างมาก พอการเอา pretest มาเนี่ย pretest เฉยๆมันก็ไม่ได้ อะไรต้องมานั่งวิเคราะห์ ซึ่งมันก็จะเป็นการเพิ่มภาระขึ้นมาในระดับนึงเลย ผมก็เลยจะใช้การตรวจสอบพร้อมกับการสอนนั่นแหละ”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 4/3/2564

ระยะที่ 2 ขึ้นดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการนำเสนอ และกิจกรรมการสืบสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) วิธีการนำเสนอเป็นเทคนิคการสอนประกอบวิธีการสอนโดยตรงซึ่งครูทุกท่านเลือกใช้วิธีการนำเสนอเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในหัวข้อวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอุปมาอุปลักษณ์ และการแสดงให้เห็นภาพ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1) การอุปมาอุปลักษณ์ โดยการเทียบเคียงเนื้อหาที่คล้ายกับสิ่งต่าง ๆ ที่ใกล้ตัวนักเรียนจะทำให้เกิดนักเรียนเกิดความเข้าใจได้ดีขึ้น ครูวายุเลือกใช้สิ่งที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์ในชีวิตจริงมาก่อน ตัวอย่างเช่น การเทียบเคียงระหว่างชั้นของโครงสร้างที่แบ่งตามสมบัติทางเคมีกับผลลำไย และครูวายุยังเน้นให้นักเรียนเข้าใจข้อจำกัดในการเปรียบเทียบถึงสิ่งที่แตกต่างกันด้วย ตัวอย่างเช่น เนื้อโลกเป็นของแข็งที่มีสภาพพลาสติกแตกต่างจากเนื้อของผลลำไย ในทำนองเดียวกันครูพิภพเทียบเคียงระหว่างแมงมาที่มีความหนืดสูงกับนมข้นหวาน และแมงมาที่มีความหนืดต่ำกับน้ำเปล่า และครูสุริยะซึ่งชอบเทียบเคียงระหว่างปรากฏการณ์จริงกับอาหาร ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“ก็จะมีหลายอย่างบางอย่างมันก็สามารถอุปมาอุปลักษณ์ได้ มันเปรียบเทียบของใกล้ตัวเราเราก็จะเปรียบเทียบของใกล้ตัว”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“เรื่องของการออกแบบการนำเสนอให้เข้าใจเนี่ย ผมจะอุปมาอุปลักษ์เป็นหลักอยู่แล้ว ในช่วงของการอธิบายนะที่ไม่ใช่กิจกรรม เพราะฉะนั้นเวลาทำการบ้านจริง ๆ เลยก็คือเราต้องรู้ว่า สิ่งที่เราอธิบายนี่มันไปเข้าเขาจะเรื่องราวในชีวิตประจำวันของเขาตรงไหนมากกว่า คือถ้าอยู่ในชีวิตประจำวันมันจะเห็นภาพที่ชัดกว่า อันนี้ไม่ได้พูดแค่เรื่องของกินเรื่องอื่น ๆ ด้วย”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

1.2) การแสดงให้เห็นภาพ การใช้ภาพประกอบการอธิบาย รวมถึงการใช้ภาพประกอบการนำอภิปรายของครูเพื่อให้นักเรียนลงข้อสรุปจากข้อมูลภายในภาพจะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจในหัวข้อวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“ภาพหนึ่งภาพแทนคำพ้องคำ keyword ไหนที่หนังสือเรียนเขียนไว้ยาวแล้วเรารู้สึกว่าภาพนี้ มันเป็นตัวแทนของประโยคเหล่านั้นได้ดี พี่ก็จะหยิบภาพมาแทนประโยคเลยอะ พี่จะไม่ใส่ตัวหนังสือใน PowerPoint เยอะ แล้วพี่จะใช้คำถามคุยกับเด็กแทน ภาพนี้เห็นอะไร อะไรอยู่ตรงไหน อะไรมัน เป็นยังไงแล้วลองสรุปทุกคนสรุปสิ ภาพที่มันเป็นตัวแทนที่ดีของข้อความที่เป็นตัวอักษร เราพยายาม หามันมา แล้วลดทอนการใช้ตัวหนังสือให้ได้มากที่สุดแล้วนำเสนอเฉพาะ keyword สำคัญ คำศัพท์ สำคัญก็พอ พยายามไม่เขียนเป็นประโยค”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“อะไรที่ดูแล้วอาจจะไม่เห็นภาพก็ต้องวาดรูป ถ้าไม่วาดรูปปั๊บก็ต้องแสดงให้ดู”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“ถ้าเป็นช่วงบรรยาย สมมุติว่าถ้าเราจะพูดแบบนี้แล้วภาพมันขึ้นมาแล้วเราจะหาภาพแบบ นั้นมาใช้ หรืออย่างกรณีที่มีมันมีสื่อตรงกับตัวชี้วัดอยู่แล้วสื่อการเรียนรู้ของสสวทอยู่เนี่ย ถ้ามันขึ้นมาปั๊บ มันมีภาพแล้วเอาภาพมาดูแล้วเราก็ดูว่าส่วนไหนคือส่วนที่เราต้องอธิบายเพิ่มเติม แล้วเราก็จะอธิบาย เพิ่มเติมเพื่อที่จะใช้งานได้”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

ทั้งนี้ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบได้มีวิธีการเลือก ภาพประกอบการอธิบายที่เหมือนกันทุกท่านโดยพิจารณาว่าภาพจะต้องเป็นไปตามมโนทัศน์ที่ นักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าถูกต้อง สเกลของภาพต้องมีสัดส่วนตามวัตถุ และปรากฏการณ์จริง และ

ภาพนั้นต้องมีสิ่งที่แสดงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับวัตถุ และปรากฏการณ์จริง ได้แก่ การไล่ระดับสีตามอุณหภูมิ เป็นต้น

2) กิจกรรมการสืบสอบ ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบมีแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลกโดยสามารถจำแนกออกเป็น 4 วิธีการสืบสอบ ได้แก่ การสืบสอบจากวัตถุจริง การสืบสอบจากการทดลอง การสืบสอบจากแบบจำลองเชิงเปรียบเทียบ และการสืบสอบจากข้อมูลในเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยในแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

2.1) การสืบสอบจากวัตถุจริง เป็นวิธีการสืบสอบที่นักเรียนสำรวจและค้นหากับวัตถุจริงเพื่อนำไปสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“เวลาเราเอาหินมาให้เด็กดูให้เด็กได้จับต้อง จริง ๆ แล้วอันนั้นมันก็เหมือนมี inquiry นะในการที่เรามอบหมายโจทย์ให้เขาไปทำอะไรบางอย่าง เป็นเนื้อหาแบบไหนครับ เป็นเนื้อหาที่เราจำเป็นต้องวิเคราะห์หาค่าสำคัญของ Concept ที่เราต้องการให้เขาเข้าใจมันนะ มันมีตัวอย่าง มีของจริงมาให้เขาแล้วเราก็ตั้งโจทย์ให้เขาไปวิเคราะห์ มันไม่ใช่การทดลอง เช่นเอาแร่มาให้เขาดูแล้วก็ให้เขาหาความแข็ง การให้สังเกตลักษณะและรูปผลึกความวาวอะไรอย่างเนี่ย มันไม่ใช่การทดลอง มันไม่มีการควบคุมตัวแปรแต่มันเหมือนเป็นการที่เขาศึกษาลักษณะภายนอกทางกายภาพแล้วก็วิเคราะห์แล้วก็ลงข้อสรุปนั้นออกมา”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“มันมีของจริงก็ต้องเลือกตัวอย่างจริงมาให้ศึกษา หรือแม้กระทั่งอย่างเมื่อสักครู่ สารสนเทศอย่างเช่น แผนที่ก็ต้องเอาตัวแผนที่จริง ๆ เอามาศึกษาจะ让他ดูเฉพาะรูปในหนังสือมันก็ได้”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“เนื้อหาที่จะใช้การสืบเสาะจากของจริงจะต้องเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันโดยเอาไปใช้ในชีวิตจริงได้ เช่น แผนที่อากาศ แร่”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 11/3/2564

2.2) การสืบสอบจากการทดลอง เป็นวิธีการสืบสอบที่นักเรียนทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จากนั้นนักเรียนนำผลการทดลองไปใช้ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“บางเรื่องจะต้องทำแลป experiment เพื่อเปรียบเทียบตัวแปรเพราะบางเรื่องมันมีการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เราจึงต้องมีการให้เด็กทดลองไกว่าตัวแปรที่ 1 ส่งผลกับตัวแปรที่ 2 อย่างไร”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“การทดลองจะใช้กับอันที่มันมีปัจจัยที่มันซับซ้อน อธิบาย ได้ยากเพราะมันไม่เห็นจริง อย่างเช่นเรื่องอากาศ อย่างนี้หากจะเน้นที่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การกำหนดตัวแปร การทดลอง ... ก็อย่างเช่น ความส่องสว่างก็เหมือนกัน เนื่องจากว่าสายตาคนมันรับรู้ไม่เหมือนกัน มันมีข้อจำกัดถึงเรื่องประสาทสัมผัสก็เลยต้องเอาตัวที่เกี่ยวข้องมาตรวจมาวัด”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“เรื่องของกิจกรรมการทดลองก็มีอะไรพวกนี้ครับ หรือว่าเป็นกิจกรรมเล็ก ๆ อย่างที่แบบไม่ได้ทำให้มันใหญ่มากเพื่อให้มันประหยัดเวลาครับ”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 4/3/2564

2.3) การสืบสอบจากแบบจำลองเชิงเปรียบเทียบ เป็นวิธีการสืบสอบที่นักเรียนสร้างแบบจำลองทางกายภาพ จากนั้นนักเรียนนำแบบจำลองเปรียบเทียบกับปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ทางธรรมชาติเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ทางธรรมชาตินั้น ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“ใช้แบบจำลอง เมื่อมันมีการที่เราจะไม่สามารถให้เด็กดูจากปรากฏการณ์จริงได้ ปรากฏการณ์จริงเขาไม่เห็นด้วยตาเขาหรอกกันหมุนเวียนอากาศไม่มีมนุษย์ที่โหนมมองเห็น แต่เมื่อเราใช้แบบจำลองแล้วมันทำให้เขาสามารถถ่ายโอนแบบจำลองเนี่ยไปสู่ธรรมชาติจริงได้ แล้วมันทำให้เขาเข้าใจมันได้ แม้จะจับต้องมันไม่ได้”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“ก็อย่างเช่น รอยคดโค้งอย่างนี้ก็ต้องเอาแบบจำลองอย่างเช่น ตัวดินน้ำมันมาลองดูการเปลี่ยนแปลงแบบพลาสติกแบบ Elastic เนี่ยก็ต้องลองเอาโฟมมาลองดู ถ้ามันบีบบังคับมันหักนะอะไรอย่างเนี่ยครับ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“จะเลือกใช้แบบจำลองในเนื้อหาที่เด็ก ๆ มองภาพได้ยาก แล้วต้องใช้จินตนาการสูง”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 4/3/2564

2.4) การสืบสอบจากข้อมูลในเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เป็นวิธีการสืบสอบที่นักเรียนสืบค้นจากข้อมูลในเอกสาร หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมไว้โดยครู หรือนักเรียนลงมือสืบค้นและเก็บรวบรวมด้วยตนเอง จากนั้นนักเรียนทำการวิเคราะห์ และลงข้อสรุปด้วยตนเอง ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“อย่างเช่นเสถียรภาพอากาศ เอาข้อมูลมาวิเคราะห์ว่าทำไมเราก็ไปเทียบกับอันนี้ ทฤษฎีมันเป็นแบบนี้แล้วอากาศควรจะเป็นอย่างไร ถ้าเป็นแบบนี้จะเป็นอย่างไร”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“การให้นักเรียนวิเคราะห์จากเอกสาร อย่างเช่นตอนสอนเรื่องประโยชน์ของหินและแร่ ก็จะสร้างสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการสร้างสถานที่ แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์สมบัติของหินและแร่จากเอกสารเพื่อนำมาสถานที่หรือวัตถุที่เหมาะสม”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 4/3/2564

จากการสังเกตการเรียนการสอนของครูวายุพบว่าครูวายุใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือในรูปแบบจิ๊กซอร์ร่วมกับการสืบสอบจากข้อมูลในเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนทำการวิเคราะห์และลงข้อสรุป สอดคล้องกับบทสัมภาษณ์ของครูวายุดังนี้

“บางเรื่องควรจะใช้วิธีการที่เรียกว่าการต่อจิ๊กซอร์ถึงจะเหมาะสม ถ้ามันมี Concept หลาย ๆ อัน แล้วเราให้เขาเรียนรู้โดยการที่เอาแต่ละคนไปศึกษาแต่ละเรื่องมาเชี่ยวชาญแล้วก็เอามาแชร์กันดู แล้วก็สรุปเป็นภาพรวมของกลุ่ม...ที่เคยแบ่งให้เด็กโดยเอารูป Google Earth ไปติดที่ผนังห้องประมาณ 14 15 ตำแหน่ง แล้วให้เด็กมีทีมมีสมมุติว่าเด็กในทีมมีมีสักประมาณ 3 คน คนที่ 1 ไปศึกษาเรื่องรอยชนคนที่ 2 ไปศึกษาเรื่องรอยแยกวันที่ 3 ไปศึกษาเรื่องรอยเฉือน แล้วก็ 3 คนนั้นจะกลับมาที่กลุ่มรวมแล้วก็เปรียบเทียบว่า 3 อันนี้มันแตกต่างกันอย่างไร สุดท้ายแล้วเด็กเขาเก่งเรื่องหนึ่งแล้วเขาจะต้องเปรียบเทียบกับเพื่อน แล้วก็สร้างแผนที่ร่วมกันเด็กอะ มันจะมีส่วนหนึ่งที่ทุกคนต้องเอาข้อมูลมารวมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลทั้งหมด”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

ระยะที่ 3 ขั้นสรุป หลังจากขั้นการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้แล้วครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจะให้ความสำคัญกับการสร้างคำอธิบายและลง

ข้อสรุปจากแนวคิดของนักเรียนที่แตกต่างกันโดยครูจะใช้การอภิปรายร่วมกับนักเรียนทั้งชั้นเรียนเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่แตกต่างกันไปสู่แนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าถูกต้อง ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“หลายครั้งที่เด็กเขาคิดเห็นในมุมมองที่ต่างกัน บางทีเราก็จะเปิดช่องให้เขาคอมเมนต์แล้วเขาก็จะคุยกันเอง บางทีพอพูดแนวคิดที่ต่างกันแล้วใช้ใหม่ เพื่อนเขาก็จะเสนออะไรที่เป็นข้อโต้แย้งขึ้นมา ได้มันใช้การโต้แย้ง argument อะ ว่ามันจะเป็นอย่างนี้ได้ยังไงซึ่งเรารู้ที่อยู่แก็งว่า สมมติว่า A นำเสนอแนวคิดที่ถูกต้อง B เสนอแนวคิดที่ผิด ในห้องเรามี A กับ B เนะแล้วพอดีเสนอข้อ เพื่อนที่เป็น A หรือเป็นคนอื่นที่เป็นคนฟังเขาจะรู้ว่าสิ่งนี้มันไม่ถูก แต่ B ไม่รู้ พี่ก็จะบอกว่าทำไมถึงคิดต่างกัน เพราะอะไร ทีเนี่ยมันก็จะมีการนำเสนอข้อมูลที่มากขึ้น หรือเพื่อนที่เป็น A เขาจะให้ข้อโต้แย้งว่าทำไมแนวคิดของ B อะมันเป็นไปไม่ได้ เขาจะโต้แย้งกันเองอะจนสุดท้าย B ก็บอกว่าโอเค ๆ เข้าใจแล้ว แล้วมันก็จะไปสู่คำตอบที่เหมือนเขายอมรับร่วมกันว่า A ถูก มันจะมีหลายครั้งที่พี่เจอข้อต่ออย่างนี้ บางทีพี่แทบไม่ต้องยั่วเลยไม่ซ้ำเดี๋ยวดูกจะโต้แย้งกันเอง”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“การเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความเข้าใจนั้นออกมา อย่างของพี่เนี่ยช่วงที่มีเวลาเยอะ ๆ พี่จะให้เขาเขียนลงในแบบบันทึกกิจกรรมแล้วก็เอามานำเสนอ อย่างน้อยก็หนึ่งมันจะมีสัก 2 คนและเมื่อมีความแตกต่าง เด็กเขาจะเป็นคนช่วยกันคิดเองว่าคนไหนควรจะเป็นคำตอบที่ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด ถ้าไม่เหมือนกันนะแล้วพี่ก็จะถามเด็กว่า พวกเราคิดว่าอันไหนมันไม่มีข้อขัดแย้งกันเอง ให้ช่วยกันคิด หรือคนที่มานำเสนอนั้นแหละจะเป็นคนคิดว่าของเขาต่างจากของเพื่อนอย่างไร แล้วเราในฐานะคนกระตุ้นเราก็จะค่อย ๆ นำพาเขาชี้ให้เห็นว่า ความแตกต่างเนี่ยอันไหนที่มีข้อขัดแย้งได้บ้าง ถ้ามีเวลาเราก็จะให้เด็กช่วยกันคิด ถ้าไม่มีเวลาเราต้องบอกเลยว่าอันนี้อาจจะผิดเพราะมันอาจจะมีเงื่อนไขนี้ที่ทำให้ไม่เป็นความจริงได้ เหมือนยกตัวอย่างที่มันจะลึกลับมโนทัศน์ที่ได้ อย่างเช่นคาบที่ผ่านมาตอนที่เด็กเขาแบ่งชั้นเปลือกโลกอะ มันจะมีกลุ่มหนึ่งที่เปลือกโลกหนามากเลยอะ อย่างนี้มันมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นแล้ว”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“จะต้องถามก่อนนะครับว่าที่เขามีแนวคิดแบบนี้เขามีเหตุผลหรือหลักฐานอะไรรองรับหรือเปล่า ในความเชื่อแบบนี้ละ แล้วก็ลองถามคนอื่น ๆ ด้วยว่าเขามีหลักฐานอะไรหรือเปล่า เราก็ให้ลองคิดว่าถ้าเขาเห็นหลักฐานที่คนอื่นสรุปมาเป็นแบบเนี่ยมันไม่ตรงกับเขาเนี่ย แล้วตัวเองยังคงเชื่อแบบนี้หรือเปล่า หรือจะลองถามถ้ายังมีความคิดอยู่ว่าของตนเองถูกนะก็ต้องถามไปอีก ก็จะใช้วิธีการ

แบบถามเหตุผลเขาไปเรื่อย ๆ จะลงย่อคำถามที่จะถามเขาเนี่ย หรือความมีเหตุผลกับเขาเพื่อที่จะไปพยายามเช็คเหตุผลของเขา เรียกว่ามันเป็นจริงแบบนี้ทุกครั้งไหม มันอาจจะมีความบังเอิญที่เป็นแบบนั้น เขาไปเห็นตรงนี้มาแต่มันอาจจะไม่ทุกครั้งก็ได้นะ ถ้าอย่างนี้แล้วกรณีนี้ละ จนเขาจะสรุปได้ตรงกัน”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

เนื่องจากช่วงระยะเวลาของการวิจัยนี้มีการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID 2019) ทำให้ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจำเป็นต้องปรับตัวในการจัดการเรียนการสอนตามชีวิตวิถีใหม่ (New Normal) โดยครูมักประสบปัญหาการจัดการเรียนการสอนให้จบทันเวลาเรียนทำให้ครูต้องปรับกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสอนโดยตรงสลับกับการจัดกิจกรรมการสืบสอบ หรือในบางคาบเรียนครูจำเป็นต้องใช้วิธีการสอนโดยตรงเพื่อให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนได้ทันเวลาเรียน ดังบทสัมภาษณ์ที่ว่า

“จำเป็นที่จะต้องใช้วิธีการบรรยาย แต่จะบรรยายอย่างไรที่สามารถให้เด็กตามเราทัน”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“ผมจะใช้วิธีการสอนความรู้ก่อนแล้วก็มาทำกิจกรรม เนื่องจากว่าเราไม่รู้ว่ทั้งหมดจะสามารถมาเรียน on site ได้เมื่อไหร่ครับ ขนาดปัจจุบันก็ยังมาไม่ได้ มาคนละครึ่งอยู่เลย ตอนแรกตั้งใจว่าสอนไปก่อนเดือนนี้ถ้ามันคลี่คลายได้ทั้งหมดก็จะมาทำกิจกรรม แต่พอเอาเข้าจริง ๆ แล้วไม่ได้”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 5/3/2564

“ตอนออนไลน์เนี่ยกิจกรรมตอนแรกไม่ได้ทำไง เราก็สอนความรู้ไปก่อนเลยว่าองค์ประกอบของแผนที่ธรณีวิทยามีอะไร บ้าง จนไปถึงประโยชน์ แต่บางคนอาจจะตามไม่ทันว่า ทำไมถึงได้รู้ว่อันนี้เขาเอามาใช้ประโยชน์อย่างนี้ละ ทำไมเอาแผนที่นี้มาใช้ในการวางแผนการใช้ประโยชน์ทรัพยากรได้นะ จะพอเอามาทำกิจกรรมบึบ เขาจะต้องเอาข้อมูลเหล่านี้มาบรรจุอยู่ในแผนที่ไป เขาถึงจะเอาความรู้เหล่านี้มาใช้ประโยชน์ในการทำแผนที่ได้”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“กิจกรรมนี้อยู่ในหนังสือ ก็เอาแผนที่ภูมิประเทศแผนที่ธรณีวิทยามาดูกันว่าจะชุดุ้โมงค์สร้างถนนอย่างไร แต่ว่าปีนี้นี้คงจะไม่ได้ทำก็คือจะแค่ว่าเท่าที่เรามี”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

“ถ้ามีความเห็นที่แตกต่าง แล้วการพูดออกมาเลยอะมันรวบรัดตัดตอนเวลาได้เร็ว เดี่ยวจะให้เขียนพอถึงเวลาปุ๊บไม่ได้แล้วแหละ เวลานั้นน้อยเทอมมีน้อยกว่าทุกครั้งเลย ถ้ามเลยแล้วให้พูดไปเลย”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

จากการสังเกตการสอนพบว่า ในบางคาบเรียนครูวายุและครูสุริยะใช้วิธีการถ่ายทอดโดยตรง ซึ่งครูทั้งสองใช้การบรรยายร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม โดยเริ่มจากครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน จากนั้นครูอธิบายต่อยอดจากแนวคิดของนักเรียน ต่อมาครูจึงใช้คำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน

นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกในช่วงที่มีการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID 2019) นั้นนักเรียนจำเป็นต้องเพิ่มความรับผิดชอบในการเรียนรู้มากขึ้น โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเรียนทางไกลพร้อมกับนักเรียนในห้องเรียน พบว่าครูพิภพต้องดัดแปลงกิจกรรมจากเดิมที่ให้นักเรียนมีตัวอย่างแผนที่ที่ใช้ศึกษาเพียงตัวอย่างเดียวจากเดิมที่มีแผนที่หลากหลายทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการศึกษาแผนที่ส่วนอื่น ๆ ไปด้วย ดังคำสัมภาษณ์ของครูพิภพที่ว่า

“เด็กรักเรียนนะเขามาเรียนทั้ง online และ on site ปกติถ้าหากว่าไม่มีการเรียนออนไลน์นะครับ ผมจะแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มประมาณ 4-5 คน แล้วก็แจกแผนที่ผมจะมีแผนที่ทั้งหมดประมาณสัก 12 ระหว่างครับ ก็คือจะแจกกระดาษที่แตกต่างกันแล้วก็ให้นักเรียนวิเคราะห์ไปพร้อม ๆ กัน แต่พอต้องมาสอนออนไลน์ด้วยก็เลยมานั่งนึกหยิบเอามาแค่ระหว่างเดียว แล้วก็เอามาทำเอามาย่อยตามหัวข้อที่เราต้องการครับ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 5/3/2564

ครูก็จำเป็นต้องมอบหมายภาระงานให้นักเรียนเพิ่มขึ้นในระหว่างที่นักเรียนบางคนเรียนออนไลน์ ดังบทสัมภาษณ์ที่ว่า

“ถ้าจะเห็นชัดคือช่วงที่เราเรียนออนไลน์ จะให้ส่งสรุปบทเรียนก็จะเห็นว่า เขาส่งอะไร เพราะว่า บางคนเนี่ยเขาก็คือจะลอกตามสไลด์ แต่บางคนเนี่ยเขาจะมีการสรุปเป็นหัวข้อก็จะรู้ว่าคนนี้ โอเค นั้นแหละก็ต้องดูว่าแล้วเวลาสอบละคนที่สรุป ตามความเข้าใจตัวเองทำข้อสอบได้ไหม ซึ่งส่วน ใหญ่ก็จะทำได้แต่ คนที่เขียนตามสไลด์ ก็คือเขา อาจจะไม่ได้เรียนหรือแต่บันทึกหน้าจอไว้แล้วก็ เขียนตามสไลด์มาส่ง”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

อย่างไรก็ตามในการสอนทางไกลให้กับนักเรียนทุกคน ครูจำเป็นต้องมีการปรับตัวสำหรับการ ทำกิจกรรม จากการสังเกตการเรียนการสอนของครูวายุพบว่า ครูวายุเลือกใช้แพลตฟอร์ม Zoom โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมผ่านแพลตฟอร์มเว็บไซต์หนึ่งซึ่งนักเรียนสามารถทำกิจกรรมกลุ่มโดยการ วาดแบบจำลองโครงสร้างโลกซึ่งครูสามารถใช้แพลตฟอร์ม Zoom แยกกลุ่มย่อยแล้วให้นักเรียนแต่ละ กลุ่มทำงานกันในเว็บไซต์นั้นโดยมีครูวายุคอยช่วยเหลือนักเรียน สอดคล้องกับคำสัมภาษณ์ของครูวายุ ที่ว่า

“พี่จะเลือกให้เหมาะสมว่าวัตถุประสงค์นั้นเราต้องการให้เด็กหนึ่งนำเสนอเป็นรายบุคคล นำเสนอเป็นคู่หรือนำเสนอเป็นกลุ่ม Aggie ที่พี่เลือกเพราะว่าพี่ไปเลือกมาหลายเว็บแล้วแหละ Aggie ที่เป็นเว็บที่เด็กสามารถทำงานร่วมกันได้ ถ้าให้เด็กแชร์สกรีนคนที่เขียนได้จะแค่เจ้าของคนเดียว คนที่ แชร์สกรีนแล้วก็ Aggie มันค่อนข้างมีอะไรที่让孩子ตกแต่งรายละเอียดให้เราได้เยอะกับกิจกรรมที่ ค่อนข้าง วาดรูปใส่เส้นใส่สีอะไรอย่างเนี่ยเด็กก็จะทำให้ดู ก็คือเลยถ้าเป็นแชร์ screen ของเด็กทุกคน ในกลุ่มก็จะมาเขียนได้เหมือนกันหมด ไขกันหรือสังเกตแพลตฟอร์มที่ติฯนะที่ spit ห้องเป็น 6 ห้อง 6 ห้องมันคือ 3 กลุ่มใหญ่ แพลตฟอร์มที่พี่เลือกใช้ก็คือการแบ่งทีมให้เด็กปกติเด็กเขาเจอหน้ากันเขาเดิน เข้าหากันได้

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 25/2/2564

ในทำนองเดียวกันจากการสังเกตการเรียนการสอนของครูสุริยะซึ่งให้นักเรียนทำงานและการ ส่งงานผ่านแพลตฟอร์ม Google classroom โดยการถ่ายภาพเคลื่อนไหวประกอบการบรรยายใน การทดลองจากนั้นนักเรียนจะส่งงานไปยังแพลตฟอร์ม Google classroom เพื่อให้นักเรียนอีกกลุ่มที่ ไม่สามารถมาเรียนได้ในสัปดาห์นั้นเนื่องจากนโยบายการจำกัดจำนวนนักเรียนในช่วงโรคระบาดได้มี

โอกาสพบทวนการทดลองผ่านแพลตฟอร์ม Google classroom สอดคล้องกับคำสัมภาษณ์ของครูสุริยะที่ว่า

“ด้วยศักยภาพของเด็กสมัยนี้การให้ทำการทดลอง แล้วก็ตอบได้ใบงานหรือตอบในคำถาม ทำการทดลอง ถามว่าเอาตรง ๆ ก็คือเขาก็คงเบื่อในระดับหนึ่ง แล้วก็พอมันเห็นตัวหนังสือเยอะ ๆ อะไรเยอะ ๆ เนี่ย ตัวเขาเองก็ไม่ค่อยอยากจะวิเคราะห์ต่อ แต่อย่างที่เราเห็นผมจบโทเทคโนโลยีแล้วเราก็เห็นว่า ตัวศักยภาพตรงนี้ของเด็กเรามันอยู่ในมือแล้ว มือถืออะไรพวกเนี่ยใช้งานได้ตลอดเวลา ผมก็เลยคิดว่าการที่เขาจะเอามือถือมาใช้ในห้อง ผมก็ให้เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์เปลี่ยนเป็นเครื่องมือทำมาหากินของเขาไป ... เขาทำพวกนี้ก็ได้ คลิปที่เขาทำก็จะไม่ได้น่าเบื่อแบบเปิดหนังสืออ่านดูพวกเนี่ย มันเป็นการกระตุ้นเขาด้วยว่า ... ถ้าเกิดเขาทำสื่อแล้วสื่อเขาเกิดการใช้งาน ผมให้เขาส่งไปให้เพื่อนดูตอนเนี่ยคุณวันจันทร์กำลังดูคลิปของเขาอยู่ แล้วก็จะมีปฏิสัมพันธ์ว่าเขาจะต้องพยายามทำคลิปไปให้เพื่อนดูเข้าใจได้ง่าย ซึ่งก็จะขึ้นอยู่กับตรงนี้ด้วยว่าถ้าเพื่อนเข้าใจ เขาจะทำยังไงเขาก็จะเป็นโจทย์เขา ซึ่งมันก็เหมือนกับ...เป็นแรงจูงใจว่าเขาจะแสดงฝีมือให้เพื่อนเขาดู”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 4/3/2564

4) ด้านความรู้เกี่ยวกับการประเมินสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก

ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบวางแผนและการจัดการเรียนการสอนในด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกโดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่วัดและประเมินผลการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ครูสามารถวัดและประเมินผลการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“ถ้าเราอยากจะวัดอะไร ก็ไปเลือกเครื่องมือให้มีความสอดคล้องกัน แล้วคานนั้น ๆ เราอยากให้ได้วิเคราะห์ได้ไหมล่ะ ถ้าเราอยากให้ได้วิเคราะห์ เราก็ต้องจัดสถานการณ์ให้เด็กได้วิเคราะห์ให้ไหม เราวางเป้าหมายว่า คานนี้เราอยากให้ได้วิเคราะห์ เราก็ต้องออกแบบฝึกทักษะการเรียนรู้ ก็ต้องไปหาสื่อ หา information ก็ต้องมีตารางแล้วไหมล่ะ ถ้าไม่มีตารางก็ต้องให้ทำแลป แล้วเอาผลมาวิเคราะห์ไหมล่ะ ถ้าอยากให้ได้ใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ก็ต้องมีแหล่งข้อมูลที่เป็นประจักษ์พยาน แล้วมีคำถามให้เด็กได้พัฒนา ที่ว่าการเรียนรู้จากการวัดประเมินหนึ่งเราต้องเชื่อมั่นก่อนว่าเป้าหมายปลายทางอยากให้ได้พัฒนาอะไร”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“เมื่อออกแบบวัตถุประสงค์แล้วก็ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แล้วใช้ใหม่ก็ต้องนึกถึงวิธีการวัดผลที่มันต้องวัดสิ่งนั้นได้จริง วัดได้จริงด้วยนะเพื่อที่จะเก็บข้อมูลไป feedback เด็กได้จริง ก็ต้องมันผ่านจากการที่เราทดลองใช้แล้วก็ทดลองให้คะแนนว่ามันทำได้จริงหรือเปล่า อย่างว่านักเรียนสร้างแบบจำลองได้อย่างเนี่ย การสร้างแบบจำลองการหมุนเวียนอากาศได้ก็ต้องทำโมเดลที่เขาทดลองจริงอะควีนรูป แล้วเราเก็บหลักฐานตรงนี้”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“เราจะรู้ว่าตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ เขาต้องการให้นักเรียนรู้เรื่องนี้ เราก็ต้องสร้างวิธีการประเมินให้มันสอดคล้องกับพฤติกรรมที่เขาต้องการนะครับ ให้เขาวิเคราะห์ได้ก็ต้องสร้างแบบทดสอบที่ต้องวิเคราะห์ ให้เขาอธิบายได้ก็ต้องมีลักษณะของการอธิบาย เรียนรู้อย่างไรก็จะการทำงานนี้แหละครับ จากการที่เราได้ทดลองดูว่า เออถ้าเราเองง่าย ๆ เนาะ ครูออกความจำอะไรอย่างนี้ ผลการเรียนรู้ต้องการวิเคราะห์เนี่ยสุดท้าย เขาก็จำได้แต่เขาไม่เข้าใจ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“เราจะเปิดคู่กันว่าตัวชี้วัดนั้นะวัตถุประสงค์เขาจะเป็นอย่างนี้ แล้วเรามาดูว่าเพราะวัตถุประสงค์เป็นอย่างนี้แล้วเราจะวัดอย่างไร อันนี้จะวัดต่าง เฉพาะวิชาเพิ่มเติมเนี่ยเพราะมันเป็นผลการเรียนรู้มา แล้วก็จะเห็นแล้วว่าผลการเรียนรู้มีสาระนี้ แสดงว่าเราต้องการอะไรให้เขาเห็น เราก็จะออกวัตถุประสงค์ให้เขาก็จะไม่มีวัตถุประสงค์ออกมาอยู่แล้ว”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

ทั้งนี้ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบทำการประเมินนักเรียนทั้งการประเมินความก้าวหน้า (formative assessment) และการประเมินรวบยอด (summative assessment)

ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบทำการประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนโดยตรวจสอบความเข้าใจ และความไม่เข้าใจของนักเรียนในระหว่างเรียนรู้ และหลังจากการเรียนรู้เสมอด้วยวิธีการวัดและประเมิน ได้แก่ การใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ การตรวจสอบชิ้นงานและภาระงานของนักเรียนในระหว่างเรียน และการให้นักเรียนสรุปบทเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) การใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ ครูจะใช้คำถามในระหว่างและหลังจากการเรียนรู้เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“การจะรู้ว่าเขาเข้าใจหรือไม่เข้าใจได้อย่างไรก็ต้องเปิดโอกาสเขาได้แสดงด้วยวิธีการต่าง ๆ อันไหนมันเป็นแค่ความรู้ง่าย ๆ หรือจะรวบรวมความรู้ทั่ว ๆ ไป ที่ใช้วิธีการถามเร็วสุด”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 25/2/2564

“ต้องสอบถามอยู่แล้ว ก็คือถ้ามีเวลามากพออย่างลับดาห์ที่แล้ว เราต้องมีถามได้หลายคน แต่พอเวลามันกระชั้นก็สุ่มถามได้บางคน”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“เราดูจากกระบวนการได้นักเรียนทุกคนที่ตอบคำถามหรือมีปฏิสัมพันธ์กับเราเนี่ย ไม่ว่าจะตอบถูกหรือตอบผิดคือเขากำลังทำความเข้าใจ”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 4/3/2564

“ถ้าเกิดเป็นรายคาบก็ในคาบจะวัดจากการตอบคำถามเพราะว่าถ้าเกิดไม่ได้มีกิจกรรมอะไรก็จะวัดจากการตอบคำถาม”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

(2) การตรวจสอบชิ้นงานและภาระงานของนักเรียน ครูจะมอบหมายภาระงานให้แก่ นักเรียน รวมถึงตรวจสอบชิ้นงาน และภาระงานของนักเรียนในระหว่างหรือหลังการจัดการเรียนการสอนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“เราก็ต้องถามเขาแล้วก็ให้เขาช่วยสรุป แล้วก็การตรวจในแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“ดูจากหลักฐานที่เกิดขึ้นในห้องเรียนในกระบวนการเรียนรู้เช่นสิ่งที่เขาพูดกับเรา เพราะเวลาเราเข้าไปในกลุ่มเขา เขาถามอะไรเรา เขาว่าอะไรลงในกระดาษ เวลาที่เราให้เขาวาดรูปเขาวาดอะไรบ้าง เราก็จะเห็นเลยครับว่าสิ่งนี้ไม่เข้าใจ”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“ในแต่ละเรื่องเวลาเราพาเขาทำกิจกรรมอะไรเสร็จแล้วใช้ใหม่มันต้องมีการสรุปเรื่องอะไรบางอย่าง หรือไปดูที่หลักฐานการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในแต่ละคาบก็ได้ อย่างเรื่องแพลตฟอร์มคีย์เนี่ย ที่รู้เลยว่าถ้าพี่น้องพูดกับเด็กไปเรื่อยๆที่ละตำแหน่งว่ามันมีรอยต่อประเภทใดใช้ใหม่ ผ่านไปแล้วจบคาบเราจะไม่รู้เลยว่าตำแหน่งที่เราพูดถึงอะอยู่ตรงไหน ดังนั้นสิ่งที่เราจะให้เด็กทำทุกครั้งเลยก็คือพอเราคุยถึงตำแหน่งตรงนี้เสร็จเราจะให้เด็กไปลงในแผนที่ของตัวเอง แล้วเดี๋ยวอาจารย์จะดูให้ว่าเราลงได้ทุก

ตำแหน่งใหม่ ไล่ทิศทางที่เกี่ยวข้องด้วยนะ เด็กเขาก็จะลงตำแหน่งในแผนที่แล้วก็จะใส่ลูกศร แล้วพี่ก็จะเดินดูอะ ก็จะเดินดูว่าไล่ตำแหน่งถูกไหมใส่ลูกศรถูกไหม”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“เรื่องของการใช้ประโยชน์ที่ผ่านมาห้อง 10 ตอนที่สอนนะก็เจอว่าเขาใช้ความเข้าใจผิดของเขาอะโดยที่พอไปดูแล้วแผนที่ของเขาไม่มีทรัพยากรตรงนี้เลย เขาอาจจะไม่เข้าใจว่าทรัพยากรธรณีที่ว่าต้องอยู่ในพื้นที่ที่กำหนดพื้นที่ที่คุณเลือกมา แล้วพอเวลาเจอหน้าแกรนิตของพื้นที่แกอยู่ตรงไหนในพื้นที่แกไม่มีแกรนิต เพราะว่าเนื่องจากว่าตอนเรียนทรัพยากรธรณี เคยให้เขาเขียนการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรณีที่เขาเห็นในชีวิตประจำวันมาแล้ว เขาก็จะจำตรงนั้นมาแล้วก็ ดึงมาใส่เลย โดยที่ไม่เข้าใจว่ามันต้องสัมพันธ์กับแผนที่นะ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“ชิ้นงานอย่างของมมมีหลายแบบ แต่ส่วนใหญ่ก็จะเป็นแบบกิจกรรมแบบกลุ่มซึ่งก็ต้องดูกระบวนการกลุ่มด้วยเสริมเข้าไปด้วย แต่อย่างของคาบที่ผ่านมานี้จะเป็นกิจกรรมเดี่ยว เพราะฉะนั้นเราก็จะแยกคนได้เลยว่าใครที่เข้าใจน้อย ใครที่เข้าใจมาก”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

(3) การให้นักเรียนสรุปบทเรียน ครูสามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการพิจารณาการสรุปบทเรียนของนักเรียนโดยให้นักเรียนนำเสนอด้วยวาจา หรือเขียนสรุปบทเรียนดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“ตอนท้ายชั่วโมงก็เปิดโอกาสให้เขาพูดสรุปนำเสนอสิ่งที่เขียน พี่พยายามทำอยู่เสมอ”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 23/2/2564

“ถ้าจะเห็นชัดคือช่วงที่เราเรียนออนไลน์ จะให้ส่งสรุปบทเรียนก็จะเห็นว่า เขาส่งอะไร เพราะว่า บางคนเนี่ยเขาก็คือจะลอกตามสไลด์ แต่บางคนเนี่ยเขาจะมีการสรุปเป็นหัวข้อก็จะรู้ว่าคนนี้โอเค นั่นแหละก็ต้องดูว่าแล้วเวลาสอบล่ะคนที่สรุปตามความเข้าใจตัวเองทำข้อสอบได้ไหม ซึ่งส่วนใหญ่ก็จะทำได้แต่ คนที่เขียนตามสไลด์ ก็คือเขาอาจจะไม่ได้เรียนหรือแค่บันทึกหน้าจอก็ได้แล้วก็เขียนตามสไลด์มาส่ง”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“ผมก็เลยลองดูให้เขานำเสนอ ... เพื่อนก็จะได้เช็คด้วย ว่าสิ่งที่เหมือนกันของเราเนี่ยเขาทำถูกหรือเปล่า หรือว่ามีอะไรที่แตกต่างไปหรือเปล่า”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

จากการสังเกตการเรียนการสอนพบว่าครูทุกท่านจะใช้คำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนเสมอ เมื่อพบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ครูจะเก็บข้อมูลไว้เสมอและปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของนักเรียนให้เป็นมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าถูกต้อง

นอกจากนี้ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบยังทำการประเมินรวบยอดเพื่อสรุปรวมเป็นผลคะแนนของนักเรียนโดยครูใช้วิธีการวัดและประเมินผล ได้แก่ การสังเกตการนำเสนอของนักเรียน การประเมินชิ้นงานและภาระงาน การประเมินบันทึกหลังเรียน การใช้แบบทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) การสังเกตการนำเสนอของนักเรียน ครูจะใช้การสังเกตการนำเสนอด้วยวาจาของนักเรียนจากนั้นครูจะให้คะแนนตามเกณฑ์ในแบบประเมินของตนเอง ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“อย่างตอนที่พี่ให้เขาอัดคลิปวันรูปอะเด็กจะต้องบอกได้ด้วยว่าวันรูปเคลื่อนที่อย่างไร จะไหนไปไหนอย่างนั้นมันต้องมีเสียงพูดมาด้วยอะ อย่างนี้แปลว่าเขาอธิบายมันได้ด้วยการใช้แบบจำลองถ่ายวิดีโอเสร็จปุ๊บก็ต้องวาดรูปด้วยเพื่อย้ำว่าเขาสามารถเขียนไดอะแกรม แสดงแบบจำลองนั้นได้ด้วยการวาด หลักฐานต่าง ๆ มันจะควรถูกบันทึกไว้ถ้าเราจะวัดอะไรมันควรมีร่องรอยหลักฐานที่ชัดเจน”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“การนำเสนอบางครั้งก็เป็นลักษณะของการสังเกตสอบถาม ... เขาสามารถตอบเราได้ประเด็นนี้ สามารถตอบได้อธิบายบอกได้ ให้เหตุผลได้แสดงว่าเด็กมีความเข้าใจแต่ถ้า ตอบได้แต่เหตุผลไม่ได้ ตอบถูกนะแต่อธิบายไม่ได้ว่า มันเป็นแบบนี้เพราะอะไรก็แสดงว่าเขาเข้าใจยังไม่ได้ทั้งหมด”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 5/3/2564

“ผมบันทึกไว้นะ จดไว้นะว่าการประเมินนะเป็นตัวแทนของเพื่อน ๆ คือ 3 คนเนี่ยผมก็ใช้อยู่ในเครื่องถ่ายภาพของ 3 คนนี้เขาถูกต้องแล้วคนอื่นเขามาเนี่ย เขาก็จะช่วยในการประเมินของเขาว่าสามคนนี้ก็จะเป็นหลักว่าเพื่อน ๆ ต้องทำให้ถูกต้องตามนี้ ซึ่ง 3 คนนี้ออกมาก็คือ เป๊ะไม่ได้แก้อะไรเลย ถ้าบอกมาก็ตรงตามที่ต้องการ เพื่อน ๆ ก็เลยจะทำได้”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

(2) การประเมินจากชิ้นงานและภาระงาน ครูจะเก็บชิ้นงานและผลงานของนักเรียนไว้จากนั้นครูนำไปตรวจสอบและคะแนนตามเกณฑ์ในแบบประเมินของตนเอง ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“ครูได้โดยการไปตรวจซีทเด็กทีหลัง พี่มองว่าสิ่งนั้นเป็น Summative พี่บอกว่าเวลาที่เด็กเขาจะตอบทีหลังเขาจะต้องไปรวบยอดเขามาก่อน แต่ถ้าพี่ขออยู่ในชั้นเรียนเลยอะมันจะเป็นการ Formative เพราะเขาฟังเราแล้วเขาทำอะไรไป ไซ้ใหม่ครีบคิดอะไรอยู่เขียนได้ออกมาอีกเนี่ย มันจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ใหม่เราก็ต้องไปดูคำตอบดีกว่า มันตอบได้สอดคล้องกับ Core Idea ที่อยู่ในวัตถุประสงค์ใหม่”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 25/2/2564

“ผมก็จะมีชิ้นงานให้ 1 ชิ้นงาน แล้วก็มานำเสนอโดยมีประเด็นสำคัญมีอะไรบางอย่างนี้ มีการสังเกตก็จะประเมินในเรื่องของคุณลักษณะ กระบวนการ”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“การประเมินใน 1 กิจกรรม ดูจาก 1 ชิ้นงานของเขา เขาสรุปถูกต้องไหม เขาสรุปแล้วเขามีความเข้าใจมากขนาดไหน”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 9/3/2564

(3) การประเมินจากบันทึกหลังเรียน ครูให้นักเรียนเขียนบันทึกหลังเรียน หรืออนุทินจากนั้นนำบันทึกหลังเรียนมาตรวจสอบและให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินของครู ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“การประเมินของพี่มันจะเกิดขึ้นจาก แบบบันทึกที่เด็กเขาจะตอบ”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 25/2/2564

“มันจะเป็นสมุดอะครีบเหมือนสมุดจดระหว่างเขาเรียนเนี่ยเขาเรียนอะไรไปบ้าง แต่เนื่องจากว่าเป็นการเรียนออนไลน์นะผมก็ให้เขาถ่ายรูปสิ่งที่เขาทำแล้วใส่ใน Google Classroom หรือบางคนเขาเรียนในไอแพด ก็ต้องจดในไอแพด ก็ให้เขาส่งเข้า Google Classroom ในช่วงที่เรียนออนไลน์เท่านั้นนะครีบที่จะมีบันทึกการเรียนรู้”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 12/3/2564

“ก็จะใช้วิธีการประเมินจากบันทึกหลังเรียนด้วยครีบ”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 11/3/2564

(4) การใช้แบบทดสอบ ครูใช้การทดสอบโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบเพื่อเก็บคะแนนของนักเรียน ดังบทสัมภาษณ์ของครูต่อไปนี้

“ก็คือการจัดสอบจัด Test อย่างเป็นทางการ”

ครูวายุ, สัมภาษณ์ 2/3/2564

“แบบทดสอบนี้แหละครับถ้าข้อไหนมีลักษณะของการผิด เหมือนผิดข้อเดียวกันเยอะ ๆ อย่างนี้พอผิดเยอะ ๆ ก็ต้องมาถามว่ามันผิดจากความเข้าใจผิด หรือผิดเพราะการเดา คนที่ถูกเพราะความเข้าใจถูกแล้ว หรือถูกเพราะการเดา เรารู้ว่าคนไหนถูกก็อาจจะลองอธิบายให้เพื่อนฟังดูว่าเขาอธิบายโอเคไหม”

ครูพิภพ, สัมภาษณ์ 5/3/2564

“หลัก ๆ ก็คือดูจาก...แบบทดสอบง่ายที่สุดครับ”

ครูสุริยะ, สัมภาษณ์ 11/3/2564

สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบให้ความสำคัญกับการประเมินความก้าวหน้า และประเมินรวบยอดของนักเรียน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยออกเป็น 2 ระยะคือ ระยะที่ 1 สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 เพื่อศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 เพื่อศึกษาระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานคร โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณโดยการสอบถามซึ่งใช้แบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และการสอบถามซึ่งใช้แบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากนั้นข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้นำมาวิเคราะห์เนื้อหา นำเสนอในรูปตาราง และความเรียง

ระยะที่ 2 สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 3 เพื่อศึกษาการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ กลุ่มตัวอย่างคือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนภายในเขตกรุงเทพมหานครที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ จำนวน 3 คน โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการสัมภาษณ์ด้วยการใช้แบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกกับครูจำนวน 3 คน คนละ 3 ครั้ง รวมเป็นจำนวนทั้งหมด 9 ครั้ง การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมด้วยการใช้แบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอนกับครูจำนวน 3 คน คนละ 3 ครั้ง รวมเป็นจำนวนทั้งหมด 9 ครั้ง การวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารด้วยการใช้แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้กับครูจำนวน 3 คน ซึ่งประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของครูก่อนการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมคนละ 3 ฉบับ รวมเป็นจำนวนทั้งหมด 9 ฉบับ และการใช้แบบประเมินบันทึกหลังสอนกับครูจำนวน 3 คน ซึ่งประเมินบันทึกหลังสอนของครูหลังการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม

คนละ 3 ฉบับ รวมเป็นจำนวนทั้งหมด 9 ฉบับ จากนั้นข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้นำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย (analytic induction) และนำเสนอในลักษณะความเรียง

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร สามารถสรุปได้ดังนี้

ตอนที่ 1 สภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ข้อมูลทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์โลกผู้ตอบแบบสอบถาม

1.1 ด้านสถานภาพทั่วไป ครูผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 26 – 30 ปี จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีจากคณะครุศาสตร์ หรือศึกษาศาสตร์วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไปมากที่สุด รองลงมาคือ คณะวิทยาศาสตร์วิชาเอกฟิสิกส์ จบการศึกษาในระดับปริญญาโทจากคณะครุศาสตร์ หรือศึกษาศาสตร์มากที่สุดโดยจบจากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษามากที่สุด จบการศึกษาในระดับปริญญาเอกจากคณะครุศาสตร์ หรือศึกษาศาสตร์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษามากที่สุด ส่วนใหญ่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลกในระดับอุดมศึกษา ในจำนวนนี้ลงทะเบียนเรียนรายวิชามากที่สุด ได้แก่ ดาราศาสตร์ ธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยาหรือวิทยาศาสตร์บรรยากาศ ตามลำดับ ครูส่วนใหญ่สอนอยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์โลกไม่เกิน 3 ปี ในการเปรียบเทียบความถนัดสอนเนื้อหาของครูวิทยาศาสตร์โลก ได้แก่ ธรณีวิทยา วิทยาศาสตร์บรรยากาศ และดาราศาสตร์พบว่า ครูที่ระบุว่าถนัดสอนเป็นลำดับที่ 1 (สูง) เนื้อหาดาราศาสตร์มากที่สุด รองลงมาคือ เนื้อหาธรณีวิทยา และเนื้อหาวิทยาศาสตร์บรรยากาศ ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน ครูที่ระบุว่าถนัดสอนเป็นลำดับที่ 3 (ต่ำ) เนื้อหาวิทยาศาสตร์บรรยากาศมากที่สุด รองลงมาคือ เนื้อหาธรณีวิทยา และเนื้อหาดาราศาสตร์ ตามลำดับ จำนวนรายวิชาที่สอนในภาคการศึกษานี้มีครูสอนจำนวน 2 รายวิชา มากที่สุด จำนวนคาบที่สอนทุกรายวิชาต่อสัปดาห์มีครูสอนจำนวน 13 – 18 คาบมากที่สุด จำนวนคาบที่สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์โลกต่อสัปดาห์มีครูสอนไม่เกิน 6 คาบมากที่สุด

1.2 ด้านประสบการณ์ในการเป็นครูวิทยาศาสตร์โลก ครูส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับการสนับสนุนค่าใช้จ่าย และไม่เคยเข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์โลก แต่ครูที่เคยเข้าร่วม

การอบรมมักเข้าร่วมอบรมเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์โลกจากโครงการที่จัดขึ้นโดย สสวท. มากที่สุด ครูส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับรางวัลในระดับชาติหรือนานาชาติที่ได้รับเกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์โลก และส่วนใหญ่ไม่เคยรางวัลที่ได้รับเกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์โลก และส่วนใหญ่ไม่เคยดูแลและรับผิดชอบนักเรียนให้เข้าร่วมการแข่งขันหรือการประกวดที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลกในระดับชาติหรือนานาชาติ

2. ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

2.1 ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก ครูส่วนใหญ่ศึกษาและวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางก่อนออกแบบการจัดการเรียนการสอนโดยปฏิบัติทุกครั้ง ส่วนใหญ่พบความเหมาะสมและสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง และครูที่ระบุว่าไม่มีความเหมาะสมและสอดคล้องได้ระบุสาเหตุคือ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาปริมาณมาก วิธีเตรียมการสอนวิทยาศาสตร์โลกส่วนใหญ่คือ การศึกษาจากหนังสือคู่มือครู วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เพื่อนำวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตของเนื้อหา ตามหนังสือคู่มือครูมาใช้เตรียมการสอนวิทยาศาสตร์โลก ในการส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ครูให้ความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 1 (สูง) มากที่สุดคือ ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านจิตวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ครูให้ความสำคัญและส่งเสริมเป็นลำดับที่ 3 (ต่ำ) มากที่สุดคือ ด้านจิตวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ

2.2 ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก ครูส่วนใหญ่จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกด้วยวิธีการสืบสอบทุกครั้ง ใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์โลกมากที่สุดคือ การบรรยาย รองลงมาคือ การทดลอง โดยสิ่งที่ตระหนักและทำเป็นประจำในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกมากที่สุดคือ กิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ รองลงมาคือ เนื้อหาสาระที่ใช้ในการบรรยาย และการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน สื่อการเรียนการสอนที่เป็นสื่อวัสดุที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกมากที่สุดคือ แบบจำลองทางกายภาพ สื่อเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกมากที่สุดคือ โปรแกรมกูเกิล เอิร์ธ (Google Earth)

2.3 ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก ประเภทของการประเมินการเรียนรู้ที่ใช้มากที่สุดคือ ประเมินนักเรียนเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกมากที่สุดคือ นักเรียนทำแบบทดสอบ วิธีการตรวจสอบความเข้าใจของ

นักเรียนมากที่สุดคือ การตอบสนองของนักเรียนในชั้นเรียน สิ่งที่ใช้ในการปรับปรุงการสอนมากที่สุดคือ คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของนักเรียน และการตอบสนองของนักเรียนในชั้นเรียน

3. ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

3.1 ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก ครูส่วนใหญ่ไม่พบปัญหาในการนำหลักสูตรไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก และมีครูที่พบปัญหาโดยในจำนวนนี้ระบุถึงปัญหาที่พบมากที่สุดคือ หลักสูตรสถานศึกษากำหนดเวลาเรียนไม่เหมาะสมกับจำนวนตัวชี้วัดในสาระวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ รองลงมาคือ หลักสูตรแกนกลางกำหนดเนื้อหาวิทยาศาสตร์โลกที่ไม่สอดคล้องต่อการนำไปใช้ของนักเรียน และไม่เคยได้รับการศึกษาเนื้อหาอุตุนิยมนิยามวิทยาที่เพิ่งเพิ่มเติมมาในหลักสูตร ตามลำดับ

3.2 ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก ครูส่วนใหญ่พบปัญหาด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก โดยปัญหาด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกที่พบมากที่สุดคือ ครูไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์โลกได้เพราะครูไม่สามารถเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวิทยาศาสตร์โลก รองลงมาคือ ครูมีเพียงความมั่นใจในการถ่ายทอดด้วยวิธีสอนแบบบรรยายมากกว่าวิธีสอนแบบอื่น ๆ ครูมีความรู้ด้านเนื้อหาไม่มากเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการออกแบบกิจกรรม และครูไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ทันกับเวลาเรียนตามที่หลักสูตรสถานศึกษากำหนด ตามลำดับ

3.3 ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก ครูส่วนใหญ่ไม่พบปัญหาด้านการประเมินผลการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก แต่มีครูที่พบปัญหาโดยในจำนวนนี้ระบุถึงปัญหาที่พบมากที่สุดคือ ครูไม่สามารถสร้างแบบทดสอบที่วัดความสามารถระดับการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลได้ รองลงมาคือ ครูไม่สามารถนำผลการประเมินรวบยอด (summative assessment) และการประเมินความก้าวหน้า (formative assessment) ไปปรับปรุงการสอน

ตอนที่ 2 ระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ข้อมูลทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์โลกผู้ตอบแบบสอบถาม

ครูผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย และมีอายุในช่วง 26 – 30 ปี มากที่สุด รองลงมาคือ อายุ 31 – 35 ปี วุฒิการศึกษาปริญญาตรีสูงสุดส่วนใหญ่ปริญญาตรี

รองลงมาคือ ปริญญาโท ประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์โลกส่วนใหญ่ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี รองลงมาคือ ประสบการณ์ 4 – 6 ปี

2. ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ครูผู้ตอบแบบสอบถาม 45 คน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนของระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกคือ 50.22 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกคือ 16.51 โดยส่วนใหญ่มีระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับพื้นฐาน รองลงมาคือ ระดับเชี่ยวชาญ ระดับต้นแบบ และระดับจำกัด ตามลำดับ

ตอนที่ 3 การวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ

1. ข้อมูลทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ

กลุ่มตัวอย่างของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ ประกอบด้วย 3 ท่าน เป็นเพศชายทั้งหมด 3 ท่าน วุฒิก่อนการศึกษาคือปริญญาตรี 2 ท่าน และระดับปริญญาโท 1 ท่าน ครูทุกท่านได้รับการอบรมจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และร่วมประชุมวิชาการ และกิจกรรมต่าง ๆ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ

2.1 ด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจะทำการวิเคราะห์หลักสูตรด้วยตนเองโดยพิจารณาจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนรายคาบ

นอกจากนี้ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบยังวิเคราะห์สื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้โดยพิจารณาจากตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร

แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และครูมักเลือกสื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้จากหนังสือเรียนและคู่มือครูที่ผลิตโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยสื่อที่ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบนิยมใช้คือ สื่อการสอนที่เป็นวัสดุของจริง เพราะวัสดุของจริงช่วยทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

2.2 ด้านความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบวางแผนและการจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งครูเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้จากการตอบคำถามของนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอน การพิจารณาจากผลการทำข้อสอบของนักเรียน ตลอดจนการเทียบกับตนเองในช่วงที่ตนเองเริ่มต้นศึกษา หรือไปเข้าร่วมอบรมว่าเรื่องใดเป็นสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของตนเอง หรือตนเองไม่เข้าใจในเรื่องใด แสดงว่านักเรียนย่อมไม่เข้าใจเรื่องนั้นด้วยเช่นกัน

นอกจากนี้ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบยังคำนึงถึงสิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ ซึ่งครูเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากการพิจารณาหลักสูตรแนวตั้ง และหลักสูตรแนวนอน (horizontal and vertical curricula) ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในอดีต หรือกำลังเรียนอยู่ในปัจจุบันจากการสอบถามเนื้อหาในการสอนของครูระดับชั้นเดียวกันแต่ต่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ หรือการสอบถามเนื้อหาในการสอนของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แต่ต่างระดับชั้น ตลอดจนการสอบถามนักเรียนถึงเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้วในอดีต หากนักเรียนขาดสิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ของหัวข้อใหม่แล้วครูจะทบทวนความรู้ที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน รวมถึงนำข้อมูลของสิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ที่นักเรียนขาดไปใช้วางแผนการสอนใหม่ในคาบถัดไป

กระนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบมีการให้ความสำคัญกับความแตกต่างกันของวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน

2.3 ด้านความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบให้ความสำคัญกับการใช้คำถามเพื่อล้วงความรู้เดิมและประสบการณ์ที่มีอยู่ของนักเรียนก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เสมอ

ระยะที่ 2 ขั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบมีวิธีการนำเสนอเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจในหัวข้อวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอุปมาอุปลักขณ์ และการแสดงให้เห็นภาพ และมีวิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก ได้แก่ การสืบสอบจากวัตถุจริง การสืบสอบจากการทดลอง การสืบสอบจากแบบจำลองเชิงเปรียบเทียบ และการสืบสอบจากข้อมูลในเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

ระยะที่ 3 ขั้นสรุป ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจะให้ความสำคัญกับการสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุปจากแนวคิดของนักเรียนที่แตกต่างกัน โดยครูจะใช้การอภิปรายร่วมกับนักเรียนทั้งชั้นเรียนเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่แตกต่างกัน ไปสู่แนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าถูกต้อง

2.4 ด้านความรู้เกี่ยวกับการประเมินสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบวางแผนและการจัดการเรียนการสอนในด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกโดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่วัดประเมินกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้

ทั้งนี้ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบทำการประเมินนักเรียนทั้งการประเมินความก้าวหน้า (formative assessment) โดยตรวจสอบความเข้าใจและความไม่เข้าใจของนักเรียนในระหว่างเรียนรู้และหลังจากการเรียนรู้เสมอด้วยวิธีการวัดและประเมิน ได้แก่ การใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ การตรวจสอบชิ้นงานและภาระงานของนักเรียนในระหว่างเรียน และการให้นักเรียนสรุปบทเรียน และการประเมินรวบยอด (summative assessment) เพื่อสรุปรวมเป็นผลคะแนนของนักเรียนโดยครูใช้วิธีการวัดและประเมินผล ได้แก่ การสังเกตการนำเสนอของนักเรียน การประเมินชิ้นงานและภาระงาน การประเมินบันทึกหลังเรียน การใช้แบบทดสอบ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

1. สภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นำเสนอการอภิปรายดังนี้

1.1 ข้อมูลทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์โลกผู้ตอบแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่าครูผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 26 – 30 ปี และ 31 – 35 ปี ตามลำดับ แสดงว่าครูส่วนใหญ่เคยเรียนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลก ในรายวิชาพื้นฐานโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ซึ่งบรรจุในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 เป็นต้นมา (วิชัย จุฑะโกสิทธิ์กานนท์, 2559) และมีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์โลกไม่เกิน 3 ปี แสดงว่าครูส่วนใหญ่เพิ่งเริ่มสอนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์โลกตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

นอกจากนี้ครูส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีจากคณะครุศาสตร์ หรือศึกษาศาสตร์วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไปมากที่สุด รองลงมาคือ คณะวิทยาศาสตร์วิชาเอกฟิสิกส์ โดยไม่พบครูที่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีจากคณะครุศาสตร์ หรือศึกษาศาสตร์วิชาเอกวิทยาศาสตร์โลก หรือคณะวิทยาศาสตร์วิชาเอกที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลก ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับที่ ฤทัย เพลงวัฒนา (2556) ระบุว่า รายวิชานี้เป็นรายวิชาที่ไม่ได้มีการศึกษากันแพร่หลายในประเทศไทย แม้แต่ในระดับมหาวิทยาลัย มีเพียงไม่กี่มหาวิทยาลัยที่เปิดการเรียนการสอนและส่วนใหญ่อยู่ในภาควิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้น้อยมากที่จะได้บุคลากรที่มีความรู้เฉพาะด้านในรายวิชานี้ก้าวเข้าสู่ระบบการศึกษาพื้นฐาน ปัญหาดังกล่าวจึงส่งผลโดยตรงกับการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียน

ในการเปรียบเทียบความถนัดสอนเนื้อหาของครูวิทยาศาสตร์โลก ได้แก่ ธรณีวิทยา วิทยาศาสตร์บรรยากาศ และดาราศาสตร์พบว่า เนื้อหาครูที่ระบุว่าถนัดสอนเป็นลำดับที่ 1 คือ เนื้อหาดาราศาสตร์มากที่สุด รองลงมาคือเนื้อหาธรณีวิทยา และเนื้อหาวิทยาศาสตร์บรรยากาศ ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันเนื้อหาที่ครูระบุว่าถนัดสอนเป็นลำดับที่ 3 คือ เนื้อหาวิทยาศาสตร์บรรยากาศมากที่สุด แสดงว่าเนื้อหาวิทยาศาสตร์บรรยากาศเป็นเนื้อหาที่ครูไม่ถนัดสอนมากที่สุด ประกอบกับรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลกในระดับอุดมศึกษาที่ครูเคยลงทะเลเรียนน้อยที่สุดในการเปรียบเทียบความถนัดสอนเนื้อหาของครูวิทยาศาสตร์โลก ได้แก่ ธรณีวิทยา วิทยาศาสตร์บรรยากาศ และดาราศาสตร์ คือ วิทยาศาสตร์บรรยากาศ ในทำนองเดียวกันจากผลการวิจัยด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกยังพบว่าครูบางส่วนมีปัญหาด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกคือ ไม่เคยได้รับการศึกษาเนื้อหาอุทุนิยมวิทยาหรือวิทยาศาสตร์บรรยากาศที่เพิ่งเพิ่มเติมมาในหลักสูตรตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก ผลการวิจัยพบว่าครูส่วนใหญ่ศึกษาและวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางก่อนออกแบบการจัดการเรียนการสอนทุกครั้ง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณทิพา รอดแรงคำ (2550) ที่ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามการรับรู้ของครูวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย โดยพบว่า ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์เป็นแหล่งข้อมูลในการตัดสินใจเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอน นอกจากนี้ครูส่วนใหญ่กำหนดวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกเหมาะสมและสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง โดยครูส่วนใหญ่ศึกษาจากหนังสือคู่มือครู วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศที่ผลิตโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อนำวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตของเนื้อหา ตามหนังสือคู่มือครูมาใช้เตรียมการสอนวิทยาศาสตร์โลก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประนอม จะปิ่น และวรรณทิพา รอดแรงคำ (2552) ที่ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของครูเคมีสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุโขทัย เขต 2 โดยพบว่าครูผู้สอนวิชาเคมีใช้หนังสือคู่มือครูที่ผลิตโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการเตรียมการสอนเคมี

ในการส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ครูให้ความสำคัญและส่งเสริมมากที่สุดคือ ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับรายงานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระบุว่า ครูเน้นการบรรจุเนื้อหาความรู้ (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555) ในทำนองเดียวกันรายงานการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) ที่ว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาบรรจุเนื้อหามากเกินไป ทำให้การสอนที่มุ่งการปลูกฝังทัศนคติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ผลเต็มที่

ครูส่วนใหญ่ไม่พบปัญหาในการนำหลักสูตรไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก แต่มีครูที่พบปัญหาโดยในจำนวนนี้ระดับถึงปัญหาที่พบมากที่สุดคือ หลักสูตรสถานศึกษากำหนดเวลาเรียนไม่เหมาะสมกับจำนวนตัวชี้วัดในสาระวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เนื่องจากผลการวิจัยข้างต้นพบว่า ครูส่วนใหญ่ศึกษาหนังสือคู่มือครู วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศที่ผลิตโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อนำวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตของเนื้อหา ตามหนังสือคู่มือครูมาใช้เตรียมการสอนวิทยาศาสตร์โลก แสดงว่าหลักสูตรสถานศึกษาที่ครูในโรงเรียนนั้น ๆ จัดทำย่อมเป็นไปตามที่หนังสือคู่มือครูกำหนด เนื่องจากรายงานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพบว่า ครูมีพันธกิจที่จะต้องสอนตามเวลาที่โรงเรียนกำหนดอย่างเคร่งครัด และต้องสอนให้จบตามที่หลักสูตรกำหนด (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555) โดยที่คู่มือ

ครูกำหนดให้รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ มีเวลาเรียนในเนื้อหาทั้งหมด 59 ชั่วโมง ทั้งวิทยาศาสตร์โลก (ธรณีวิทยา และวิทยาศาสตร์บรรยากาศ) 39 ชั่วโมง และดาราศาสตร์ 20 ตัวชี้วัด ซึ่งต้องครูต้องจัดการเรียนการสอนครอบคลุมทั้งหมด 24 ตัวชี้วัด ทั้งวิทยาศาสตร์โลก (ธรณีวิทยา และวิทยาศาสตร์บรรยากาศ) 14 ตัวชี้วัด และดาราศาสตร์ 10 ตัวชี้วัด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) สิ่งเหล่านี้ย่อมสะท้อนไปถึงความยากลำบากของครูในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกให้เป็นไปตามเวลาเรียนที่หลักสูตรสถานศึกษากำหนดตามคู่มือครู วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศที่ผลิตโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3 ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก ผลการวิจัยพบว่าครูใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์โลกที่หลากหลายซึ่งวิธีสอนที่ใช้มากที่สุดคือ การบรรยาย สอดคล้องกับงานวิจัยของประนอม จะป็น และวรรณทิพา รอดแรงคำ (2552) ที่ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของครูเคมี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุโขทัย เขต 2 โดยพบว่า ครูผู้สอนวิชาเคมีใช้วิธีสอนแบบบรรยายในการสอนบทเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในทุกหัวข้อ

นอกจากนี้ครูใช้สื่อการเรียนการสอนที่เป็นสื่อวัสดุที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกมากที่สุดคือ แบบจำลองทางกายภาพ และสื่อเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกมากที่สุดคือ โปรแกรมกูเกิล เอิร์ธ (Google Earth)

ปัญหาด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก ผลการวิจัยพบว่าครูส่วนใหญ่พบปัญหาโดยปัญหาที่พบบ่อยที่สุดคือ ครูไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์โลกได้เพราะครูไม่สามารถเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวิทยาศาสตร์โลก ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของสิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ และคณะ (2556) ที่ศึกษาปัญหาการจัดการเรียนรู้ ระดับความต้องการพัฒนาการรับรู้ และการเข้าถึงสื่อในรูปแบบต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สารที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ของครูแกนนำวิทยาศาสตร์โดยระบุว่า ปัญหาที่ครูผู้สอนดาราศาสตร์ต้องการความช่วยเหลือเร่งด่วนเป็นอันดับ 1 คือ ครูขาดแคลนสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของประนอม จะป็น และวรรณทิพา รอดแรงคำ (2552) ที่ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของครูเคมี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุโขทัย เขต 2 โดยพบว่า ครูผู้สอนวิชาเคมีส่วนใหญ่มีปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอนมีปัญหาด้านสื่อและอุปกรณ์การทดลองไม่เพียงพอ และอุปกรณ์บางอย่างเสื่อมสภาพ

1.4 ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก ผลการวิจัยพบว่า ประเภทของการประเมินการเรียนรู้ที่ใช้มากที่สุดคือ ประเมินนักเรียนเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ หรือการประเมินรวบยอด (summative assessment) โดยวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกมากที่สุดคือ นักเรียนทำแบบทดสอบ สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) ที่ระบุว่า การวัดผลส่วนใหญ่จะเน้นแต่ความรู้ความจำ และประเมินผลจากแบบทดสอบซึ่งจะเป็นแบบทดสอบประเภทปรนัย นอกจากนี้ครูส่วนใหญ่ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนผ่านการตอบสนองของนักเรียนในชั้นเรียน โดยสิ่งที่ใช้ในการปรับปรุงการสอนมากที่สุดคือ คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของนักเรียน และการตอบสนองของนักเรียนในชั้นเรียน

ครูส่วนใหญ่ไม่พบปัญหาด้านการประเมินผลการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก แต่มีครูที่พบปัญหาโดยในจำนวนนี้ระดับถึงปัญหาที่พบมากที่สุดคือ ครูไม่สามารถสร้างแบบทดสอบที่วัดความสามารถระดับการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลได้ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) ที่พบว่า ครูสร้างแบบทดสอบที่วัดความสามารถระดับความรู้ความจำเป็นหลัก และการประเมินผลการเรียนรู้จึงเน้นแต่ความรู้ความจำ

2. ระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นำเสนอการอภิปรายดังนี้

ผลการวิจัยพบว่าครูวิทยาศาสตร์โลกมีคะแนนเฉลี่ยของระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกคือ 10.04 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกคือ 16.51 จากการศึกษาไม่พบผลการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยของดวงจันทร์ แก้ววงพาน (2563) ที่ศึกษาระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ โดยระบุว่านักศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยของระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนมีค่าเท่ากับ 3.46 โดยระบุว่าอยู่ในระดับดีแต่ไม่ได้ระบุคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนคือ 0.48

นอกจากนี้ครูส่วนใหญ่มีระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับพื้นฐาน จากผลการวิจัยนี้ แม้จะไม่พบผลการวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ อย่างไรก็ตามมี

งานวิจัยของ Lee et al. (2007) ที่ศึกษาการประเมินความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยพบว่า ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับพื้นฐานหรือจำกัด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยนี้ที่พบว่า ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกส่วนใหญ่มีระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับพื้นฐาน แต่งานวิจัยของ Lee et al. (2007) นั้นศึกษากับครูผู้สอนวิชาศาสตร์ซึ่งไม่ได้ศึกษาเฉพาะเจาะจงกับครูผู้สอนวิชาศาสตร์โลกเท่านั้น

3. แนวทางการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ นำเสนอการอภิปรายดังนี้

3.1 ด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ผลการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจะทำการวิเคราะห์หลักสูตรด้วยตนเองแสดงว่าผู้สอนต้องมีความรู้ด้านเนื้อหาและว่าสอนเนื้อหาประเภทใด และสามารถเรียงลำดับเนื้อหาจากเรื่องที่ย่างไปสู่เรื่องที่ยาก (พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข, 2558) และครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อเลือกใช้สื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์โลก รวมถึงสื่อการสอนที่ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบนิยมใช้คือ วัสดุของจริง

3.2 ด้านความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ผลการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบวางแผนและการจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงสิ่งที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน สิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ และให้ความสำคัญกับแนวคิดของนักเรียนที่แตกต่างกัน ตลอดจนความแตกต่างกันของวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งนี้ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบให้ความสำคัญกับการเก็บข้อมูลและพิจารณาเกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนมาโดยตลอด ผลการวิจัยนี้สะท้อนถึงความรู้เกี่ยวกับนักเรียนเหล่านั้นมีความสำคัญต่อการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก (Park & Oliver, 2008)

3.3 ด้านความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ผลการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบให้ความสำคัญกับการ

ใช้คำถามเพื่อล้างความรู้เดิมและประสบการณ์ที่มีอยู่ของนักเรียนก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เสมอ
 ระยะที่ 2 ขึ้นดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน
 ระดับต้นแบบมีวิธีการนำเสนอเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจในหัวข้อวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอุปมาอุป
 ลักษณะ และการแสดงให้เห็นภาพ และมีวิธีการสืบสอบที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์โลก ได้แก่
 การสืบสอบจากวัตถุจริง การสืบสอบจากการทดลอง การสืบสอบจากแบบจำลองเชิงเปรียบเทียบ
 และการสืบสอบจากข้อมูลในเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และระยะที่ 3 ขึ้นสรุป ครูวิทยาศาสตร์
 โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจะให้ความสำคัญกับการสร้างคำอธิบายและลง
 ข้อสรุปจากแนวคิดของนักเรียนที่แตกต่างกันโดยครูจะใช้การอภิปรายร่วมกับนักเรียนทั้งชั้นเรียนเพื่อ
 เชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่แตกต่างกันไปสู่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าถูกต้อง ทั้งนี้ครู
 วิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบจัดการเรียนการสอนโดยใช้การ
 สืบสอบสอดคล้องกับที่ Orion (2019) และKastens and Rivet (2008) ระบุว่า การสืบสอบเป็นการ
 จัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวิทยาศาสตร์โลก นอกจากนี้วิธีการนำเสนอโดยการอุปมาอุปลักษณะ และ
 การแสดงให้เห็นภาพ ที่ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบเลือกใช้
 ในการนำเสนอสอดคล้องกับที่ Rivet (2017) ระบุถึง ครูที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนสำหรับ
 การสอนวิทยาศาสตร์โลก ควรนำเสนอโดยใช้การอุปมาอุปลักษณะ และการใช้แบบจำลองเพื่ออำนวยความสะดวก
 ความสะดวกนักเรียนในการคิดเกี่ยวกับแนวคิดที่เฉพาะเจาะจง การสาธิต การจัดกิจกรรม และการ
 สืบค้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โลกในหัวข้อต่าง ๆ

3.4 ด้านความรู้เกี่ยวกับการประเมินสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์โลก ผลการวิจัย
 พบว่า ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบวางแผน และทำการวัด
 และประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกโดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่วัดประเมินกับ
 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหา
 ผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบทำการประเมินความก้าวหน้าโดยตรวจสอบความเข้าใจ และความไม่
 เข้าใจของนักเรียนในระหว่างเรียนรู้และหลังจากการเรียนรู้เสมอด้วยวิธีการวัดและประเมิน ได้แก่
 การใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ การตรวจสอบชิ้นงานและภาระงานของนักเรียนในระหว่างเรียน
 และการให้นักเรียนสรุปทบทวน รวมถึงทำการประเมินรวบยอดเพื่อสรุปรวมเป็นผลคะแนนของ
 นักเรียนโดยครูใช้วิธีการวัดและประเมินผล ได้แก่ การสังเกตการนำเสนอของนักเรียน การประเมิน
 ชิ้นงานและภาระงาน การประเมินบันทึกหลังเรียน การใช้แบบทดสอบ ทั้งนี้ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มี
 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบทำการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในระหว่าง

และหลังจากการเรียนรู้เสมอโดยการใช้คำถามและมีการนำผลการประเมินไปปรับปรุงการสอนของตน นั้นสอดคล้องกับที่ McConnell et al. (2003) ระบุถึงการประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนจากข้อคำถามปลายเปิดและควรนำผลการประเมินมาปรับแก้ไขในช่วงเริ่มต้นของคาบเรียนถัดไป หรือสามารถให้ข้อเสนอแนะได้ทันทีในคาบเรียนนั้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยนำเสนอข้อเสนอแนะโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงสำรวจ ดังนั้นผลของการวิจัยสามารถเป็นแหล่งข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษา วิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายต่อไปแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังเป็นแหล่งข้อมูลให้แก่หน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง สถานศึกษา และครูผู้สอนในการจะนำไปพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในอนาคต

2. หน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง สถานศึกษา ควรจัดโครงการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับจำกัดและระดับพื้นฐาน ให้เป็นครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับเชี่ยวชาญ และระดับต้นแบบ

3. ควรนำผลการวิจัยแนวทางการวางแผนและการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบไปพัฒนาเป็นกรอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพราะว่าปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกที่พบมากที่สุดคือ ครูไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์โลกได้เพราะครูไม่สามารถเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวิทยาศาสตร์โลก

2. ควรศึกษาการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อพัฒนานิสิตครู และครูประจำการให้มีระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกที่สูงขึ้น เพราะว่าครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับพื้นฐาน

ข้อจำกัดของงานวิจัย (Limitation)

ในการวิจัยในระยะที่ 1 ประชากร คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานครจำนวน 119 คน แต่พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 1 สำหรับการศึกษิตตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 มีจำนวน 63 คน คิดเป็นร้อยละ 52.94 ของจำนวนประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 1 สำหรับการศึกษิตตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 มีจำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 37.82 ของจำนวนประชากร เนื่องจากช่วงระยะเวลาการส่งแบบสอบถามดังกล่าวเป็นช่วงที่กระทรวงศึกษาธิการประกาศปิดสถานศึกษาในกรุงเทพมหานครด้วยเหตุพิเศษเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID 2019) ทำให้อัตราการตอบแบบสอบถามกลับคืนมาของครูวิทยาศาสตร์โลกไม่สูงมากนัก

ในการวิจัยในระยะที่ 2 เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบ โดยที่ช่วงระยะเวลาการสังเกตการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวเป็นช่วงที่กระทรวงศึกษาธิการประกาศให้สถานศึกษาในกรุงเทพมหานครเปิดการเรียนการสอนได้ และกำหนดให้แต่ละห้องเรียนมีจำนวนนักเรียนได้ไม่เกิน 25 คน ส่งผลให้โรงเรียนบางแห่งที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยได้กำหนดให้มีการจัดการเรียนการสอนโดยผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์หรือแบบออนไลน์เท่านั้น แต่โรงเรียนบางแห่งที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ได้เปิดการเรียนการสอนที่โรงเรียนแต่มีการควบคุมจำนวนนักเรียนที่เรียนต่อห้องเรียน ทำให้ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบทั้ง 3 คน จำเป็นต้องปรับตัวในการจัดการเรียนการสอนตามชีวิตวิถีใหม่ (New Normal) และประสบปัญหาการจัดการเรียนการสอนให้จบทันเวลาเรียน ทำให้ครูต้องปรับกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสอนโดยตรงสลับกับการจัดกิจกรรมการสืบสอบ หรือในบางคาบเรียนครูจำเป็นต้องใช้วิธีการสอนโดยตรงเพื่อให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนได้ทันเวลาเรียน ดังนั้นผลที่ได้จากการสังเกตการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ใน

เนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบในช่วงการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID 2019) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบชีวิตวิถีใหม่ อาจไม่เป็นไปตามวิถึปกติ ดังที่ครูให้สัมภาษณ์ถึงการจัดการเรียนการสอนก่อนการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID 2019) ที่ครูวิทยาศาสตร์โลกที่มีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนระดับต้นแบบมักใช้การจัดการจัดกิจกรรมการสืบสอบ และไม่นิยมใช้วิธีการสอนโดยตรง



บรรณานุกรม

- Abell, S. K. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416.
- Baxter, J. A., & Lederman, N. G. (1999). Assessment and measurement of pedagogical content knowledge. In *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 147-161). Springer.
- Bertram, A. (2014). CoRes and PaP-eRs as a strategy for helping beginning primary teachers develop their pedagogical content knowledge. *Educación química*, 25(3), 292-303.
- Black, A. A. (2005). Spatial ability and earth science conceptual understanding. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 402-414.
- Buaraphan, K., Roadrangka, V., Srisukvatananan, P., Singh, P., Forret, M., & Taylor, I. (2007). The development and exploration of preservice physics teachers' pedagogical content knowledge: From a methods course to teaching practice. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 28(2), 276-287.
- Chan, K. K. H., & Hume, A. (2019). Towards a consensus model: Literature review of how science teachers' pedagogical content knowledge is investigated in empirical studies. In *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 3-76). Springer.
- Chapoo, S., Thathong, K., & Halim, L. (2014). Biology Teacher's Pedagogical Content Knowledge in Thailand: Understanding & Practice. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 442-447.
- Chordnork, B., & Yuenyong, C. (2014). Constructing CoRe as a methodological for capturing pedagogical content knowledge: A case study of Thailand teachers teaching global warming. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 421-425.
- Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of teacher Education*, 44(4), 263-272.

- Deus, H. M., Bolacha, E., Vasconcelos, C., & Fonseca, P. E. (2011). *Analogue modelling to understand geological phenomena*. https://www.researchgate.net/profile/Edite-Bolacha-2/publication/266375082_Analogue_modelling_to_understand_geological_phenomena/links/542db51b0cf27e39fa9479d8/Analogue-modelling-to-understand-geological-phenomena.pdf
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 3-17). Springer.
- Hassard, J., & Dias, M. (2013). *The art of teaching science: Inquiry and innovation in middle school and high school*. Routledge.
- Herbert, B. E. (2006). Student understanding of complex earth systems. In C. A. Manduca & D. W. Mogk (Eds.), *Earth and Mind: How Geologists Think and Learn about the Earth* (Vol. 413, pp. 95-104). Geological Society of America. [https://doi.org/10.1130/2006.2413\(07\)](https://doi.org/10.1130/2006.2413(07))
- Jang, S.-J., Guan, S.-Y., & Hsieh, H.-F. (2009). Developing an instrument for assessing college students' perceptions of teachers' pedagogical content knowledge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 596-606.
- Kastens, K. A., & Rivet, A. (2008). Multiple modes of inquiry in earth science. *The Science Teacher*, 75(1), 26.
- Kim, C.-J., Park, I.-S., An, H.-S., Oh, P.-S., Kim, D.-Y., & Park, Y.-S. (2005). Development of an inquiry analysis framework based on the features of earth science inquiry methodology and the analysis of inquiry activities in the 8th grade 'Earth History and Diastrophism' unit. *Journal of the Korean earth science society*, 26(8), 751-758.
- King, H. (2012). Student difficulties in learning geoscience. *Planet*, 25(1), 40-47.
- King, H. M. (2021). *What Is Earth Science?* <https://geology.com/articles/what-is-earth-science.shtml>
- Lee, E., Brown, M. N., Luft, J. A., & Roehrig, G. H. (2007). Assessing Beginning Secondary Science Teachers' PCK: Pilot Year Results. *School Science and Mathematics*, 107(2), 52-60. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2007.tb17768.x>
- Lim, S. (2018). A Comparative Study on Concepts and Inquiry Activities in Elementary

- Science Textbooks between Korea and Singapore: Focus on the Field of Geology. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 11(1), 38-54.
- Lisle, R. J. (2006). Google Earth: a new geological resource. *Geology today*, 22(1), 29-32.
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2012). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Sense Publishers.
<https://doi.org/10.1007/978-94-6091-821-6>
- Lowery, N. V. (2002). Construction of Teacher Knowledge in Context: Preparing Elementary Teachers to Teach Mathematics and Science. *School Science and Mathematics*, 102(2), 68-83. [https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb17896.x](https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb17896.x)
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Springer.
- McConnell, D. A., Steer, D. N., & Owens, K. D. (2003). Assessment and active learning strategies for introductory geology courses. *Journal of Geoscience Education*, 51(2), 205-216.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054.
- Mulhall, P., Berry, A., & Loughran, J. (2003). Frameworks for representing science teachers' pedagogical content knowledge. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 4(2), 1-25.
- NextGenScience. (2013). *High School Earth and Space Sciences*.
<https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/HS%20ESS%20DCI%20combined%206.13.13.pdf>
- Nezvalová, D. (2011). Researching science teacher pedagogical content knowledge. *Problems of Education in the 21st Century*, 35, 104-118.
- Nilsson, P., & Loughran, J. (2012). Exploring the development of pre-service science elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 699-721.
- Nuangchalem, P. (2011). In-service science teachers' pedagogical content knowledge. *Studies in Sociology of Science*, 2(2), 33-37.

- Orion, N. (2019). The future challenge of Earth science education research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1-8.
- Park, D.-Y., & Park, M. (2013). Examining the features of earth science logical reasoning and authentic scientific inquiry demonstrated in a high school earth science curriculum: A case study. *Journal of Geoscience Education*, 61(4), 364-377.
- Park, M., Park, D.-Y., & Lee, R. E. (2009). A comparative analysis of earth science curriculum using inquiry methodology between Korean and the US textbooks. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 5(4), 395-411.
- Park, S., Jang, J.-Y., Chen, Y.-C., & Jung, J. (2011). Is Pedagogical Content Knowledge (PCK) Necessary for Reformed Science Teaching?: Evidence from an Empirical Study. *Research in Science Education*, 41, 245-260.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in science Education*, 38(3), 261-284.
- Pyle, E. J. (2008). A model of inquiry for teaching earth science. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 12(2), 1-19.
- Rivet, A. E. (2017). Teaching methods for Earth Science. In *Designing and Teaching the Secondary Science Methods Course* (pp. 207-221). Springer.
- Ruckert, E. M. (2009). *Assessment of a high school geological field course* [Master, Michigan Technological University].
- Sadler, P. M., Sonnert, G., Coyle, H. P., Cook-Smith, N., & Miller, J. L. (2013). The Influence of teachers' knowledge on student learning in middle school physical science classrooms. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1020-1049.
- Sell, K. S., Herbert, B. E., Stuessy, C. L., & Schielack, J. (2006). Supporting student conceptual model development of complex Earth systems through the use of multiple representations and inquiry. *Journal of Geoscience Education*, 54(3), 396-407.
- Shulman, L. S. (1986a). Paradigms and research programs in the study of teaching. In *Handbook of research on teaching* (pp. 3-36).
- Shulman, L. S. (1986b). Those who understand: Knowledge growth in teaching.

- Educational researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23.
- The Geological Society of America. (2016). *The Importance of Teaching Earth Science*. https://www.geosociety.org/documents/gsa/positions/pos4_TeachingEarthScience.pdf
- Vasconcelos, C., & Orion, N. (2021). Earth Science Education as a Key Component of Education for Sustainability. *Sustainability*, 13(3), 1316.
- Veal, W. R., & MaKinster, J. G. (1999). Pedagogical content knowledge taxonomies. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 3(4).
- Williams, J., & Lockley, J. (2012). Using CoRes to Develop the Pedagogical Content Knowledge (PCK) of Early Career Science and Technology Teachers. *Journal of Technology Education*, 24(1), 34-53.
- กระทรวงศึกษาธิการ, ส. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กลุ่มสารสนเทศ สำนักนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562a). ข้อมูลพื้นฐานโรงเรียน สังกัด สพม.เขต 1 (กทม.). https://data.bopp-obec.info/emis/school.php?Area_CODE=101701
- กลุ่มสารสนเทศ สำนักนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562b). ข้อมูลพื้นฐานโรงเรียน สังกัด สพม.เขต 2 (กทม.). https://data.bopp-obec.info/emis/school.php?Area_CODE=101702
- กัญญารัตน์ โคจร. (2564). ผลของการใช้แนวทางการศึกษาผ่านบทเรียนต่อความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของนิสิตครู. วารสารชุมชนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 15(1), 42-55.
- กัลยา วานิชย์บัญชา, และฐิตา วานิชย์บัญชา. (2561). การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. โรงพิมพ์สามลดา.
- คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา. (2562). แผนการปฏิรูปประเทศด้านการศึกษา. <http://backoffice.onec.go.th/uploads/Book/1699-file.pdf>.
- จินตนา สุขมาก. (2530). เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาการศึกษา 2143205 หลักการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, วิทยาลัยครูสวนสุนันทา.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2555). ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อสอนครูวิทยาศาสตร์: ประเด็นปัจจุบันที่ครู

- ของครูวิทยาศาสตร์ควรราบ. วารสารศึกษาศาสตร์, 23(2), 1-19.
- ชุติมา วิชัยดิษฐ, และชาติรี ฝ่ายคำตา. (2564). การรับรู้เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนสะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 23(2), 152-168.
- โชติกา ภาชีผล. (2559). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงจันทร์ แก้วกวางพาน. (2560). การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 4, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- ดวงจันทร์ แก้วกวางพาน. (2561). การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู. ครูศาสตร์สาร, 12(2), 115-132.
- ดวงจันทร์ แก้วกวางพาน. (2563). พัฒนาความรู้ในศาสตร์การสอนผนวกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผ่านการสอนแบบจุลภาคสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 14(2), 55-73.
- ทรงพล ผดุงพัฒนากุล, วันเพ็ญ ประทุมทอง, และจรรยา ดาสา. (2561). ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะของนักศึกษาครูเคมีก่อนและหลังการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว, 34(1), 225-246.
- ประนอม จะปิ่น, และวรรณทิพา รอดแรงคำ. (2552). สภาพการจัดการเรียนการสอนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของครูเคมี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุโขทัย เขต 2. วารสารวิจัย มข., 14(4), 323-335.
- ประสาธต์ เนื่องเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. CHULALONGKORN UNIVERSITY
- พินิจนันท์ เนื่องจากอวน, ชาติรี ฝ่ายคำตา, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, และธีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์. (2563). กรณีศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 14(1), 154-165.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, และเพียว ยินดีสุข. (2558). รู้เนื้อหาก่อนสอนเก่ง การเปลี่ยนวัฒนธรรมคุณภาพในศตวรรษที่ 21. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. ไทยวัฒนาพานิช.
- รัชวดี แสงมหะหมัด. (2560). ความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา: คุณภาพสังคมที่คนไทยมองเห็น. วารสารรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์, 8(1), 33-36.
- ฤทัย เพลวงวัฒนา. (2556). หลักสูตรโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ.

- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2550). สภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวปฏิรูปหลักสูตร วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานตามการรับรู้ของครูวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย. การประชุมทาง วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45, กรุงเทพฯ.
- วิชัย จุฑะโกสิทธิ์กานนท์. (2559). ปัญหาหนึ่งในการเรียนการสอนโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ คือครู. <https://teacherpd.ipst.ac.th/index.php/component/guru/?view=guruForum&task=fview&id=3100>.
- วิทยา อินโท. (2559). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ. <http://earthscience.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/19/2016/09/การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.pdf>
- ศิริพรรณ ศรีธธาผล, ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, และธีระศักดิ์ วีรภาสพงษ์. (2560). แนวทางการส่งเสริม ความสามารถในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่าน กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของ นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชา การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 11(3), 140-151.
- ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ, นฤมล ยุตาคม, กัญทิมาณี พันธุ์วิเชียร, และเกเลน อิริกสัน. (2553). ทฤษฎี รากฐานของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายโดยใช้ รูปแบบกรณีศึกษาเชิงตีความ. วารสารวิจัย มข. , 15(10), 998-1014.
- ศูนย์เทคโนโลยีและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2562). จำนวนครูจำแนกตาม สังกัดและวุฒิการศึกษา ปีการศึกษา 2561. [http://www.eduwh.moe.go.th/pub/report/stat/?cmd=report&year=2561&rep=14 &zone=&prov=&div=&area=](http://www.eduwh.moe.go.th/pub/report/stat/?cmd=report&year=2561&rep=14&zone=&prov=&div=&area=)
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2559). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559. http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETP6_2559.pdf
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2560). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2560. http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM6_2560.pdf
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2561). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561. <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM>

6_2561.pdf

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2562). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562.

http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM6_2562.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางสู่การเรียนรู้การสอนที่มีประสิทธิภาพ. อินเทอร์เน็ตดูเคชั่น ซีพพลายส์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. <https://www.scimath.org/e-books/8418/flippingbook/index.html>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6. <https://www.scimath.org/ebook-earthscience/item/10328-6>

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2558). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา. สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กลุ่มงานพัฒนานโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579. บริษัท พรินทวาทกรฟิค จำกัด.

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์, ณสรณ์ ผลโภาค, กานจูลี ปัญญาอินทร์, และนำชัย ศุภฤกษ์ชัยสกุล. (2556).

การศึกษาปัญหาการจัดการเรียนรู้ ระดับความต้องการพัฒนาการรับรู้ และการเข้าถึงสื่อในรูปแบบต่าง ๆ ของการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ของครูแกนนำวิทยาศาสตร์. วารสารศรีนครินทร์วิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 5(9), 141-153.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2555). การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย: การพัฒนาและภาวะถดถอย. บริษัท แอดวานส์พรินติ้ง เซอร์วิซ จำกัด.

สุนน อมรวิวัฒน์. (2533). สมบัติทิพย์ของการศึกษาไทย. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ, ชาตรี ฝ่ายคำตา, และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2017). ความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาเฉพาะเรื่องธรรมชาติวิทยาของครูวิทยาศาสตร์. *Kasetsart Journal of Social Sciences* 38, 704-716.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). หลักการสอน. โอเดียนสโตร์.

อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล. (2561). การวิจัยทางการศึกษา: แนวคิดและการประยุกต์ใช้. โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอี่ยมพร หลินเจริญ, สิริศักดิ์ อาจวิชัย, และภิรภา จันทร์อินทร์. (2552). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ทำให้คะแนน
การทดสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่ำ.





ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

- | | |
|---|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชคชัย ยืนยง | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัคนีวุธ จิรภิญญากุล | คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. อาจารย์ ดร.ฐิติพรรณ อัครวินเจริญกิจ | คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 4. อาจารย์ วิทยา อินโท | โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |



ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 6 เครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1. ตัวอย่างแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ตัวอย่างแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครู วิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก
4. ตัวอย่างแบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอน
5. ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้
6. ตัวอย่างแบบประเมินบันทึกหลังสอน

ตัวอย่างแบบสอบถาม

เรื่อง

การศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก ของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

- วัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม : แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
- ผู้ให้ข้อมูล : ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
- แบบสอบถามฉบับนี้ประกอบไปด้วย 3 ตอน คือ
 - ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
 - ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก
 - ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก
- ขอความกรุณาให้ท่านตอบแบบสอบถามชุดนี้ด้วยตัวเอง และให้ข้อมูลตามความเป็นจริง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ครบถ้วน ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกสืบต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

หมายเหตุ ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวม ดังนั้นข้อมูลของท่านถูกปิดเป็นความลับเฉพาะบุคคล ไม่เผยแพร่ให้บุคคลอื่นและหน่วยงานอื่น และไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของงานหรือโรงเรียนของท่านแต่อย่างใด

ขอขอบคุณในความร่วมมือนี้อตอบแบบสอบถาม

นายศิริวิทย์ ปฐมชัยวาลย์

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดกรอกข้อมูลหรือทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหน้าข้อความที่ตรงกับตัวท่านมากที่สุด

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. อายุ ปี

3. วุฒิการศึกษา

ปริญญาตรี มหาวิทยาลัย คณะ.....

วิชาเอกหรือสาขาวิชา

ปริญญาโท มหาวิทยาลัย คณะ.....

วิชาเอกหรือสาขาวิชา

ปริญญาเอก มหาวิทยาลัย คณะ.....

วิชาเอกหรือสาขาวิชา

อื่น ๆ (โปรดระบุ)

4. รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โลกซึ่งท่านลงทะเบียนเรียนในระดับอุดมศึกษามีจำนวน

.....รายวิชา โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.....

4.2.....

4.3.....

5. ขนาดโรงเรียน

โรงเรียนขนาดเล็ก (จำนวนนักเรียน 1 - 499 คน)

โรงเรียนขนาดกลาง (จำนวนนักเรียน 500 - 1,499 คน)

โรงเรียนขนาดใหญ่ (จำนวนนักเรียน 1,500 - 2,499 คน)

โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ (จำนวนนักเรียน 2,500 คนขึ้นไป)

6. รายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ท่านสอนในปัจจุบัน

- วิทยาศาสตร์ระดับ ม.ต้น ในภาคการศึกษา.....และมีจำนวนคาบที่สอน.....
ชั่วโมงต่อสัปดาห์
- วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ในภาคการศึกษา.....และมีจำนวนคาบที่สอน.....
ชั่วโมงต่อสัปดาห์
- ฟิสิกส์ ในภาคการศึกษา.....และมีจำนวนคาบที่สอน..... ชั่วโมงต่อสัปดาห์
- เคมี ในภาคการศึกษา.....และมีจำนวนคาบที่สอน..... ชั่วโมงต่อสัปดาห์
- ชีววิทยา ในภาคการศึกษา.....และมีจำนวนคาบที่สอน..... ชั่วโมงต่อสัปดาห์

7. ประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โลก ปี



ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

คำชี้แจง โปรดกรอกข้อมูลหรือทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหน้าข้อความที่ตรงกับตัวท่านมากที่สุด

1. ท่านพบปัญหาในการนำหลักสูตรไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกหรือไม่
 - ไม่พบปัญหาด้านหลักสูตร (โปรดทำต่อในข้อ 3)
 - พบปัญหาด้านหลักสูตร
2. ปัญหาที่ท่านพบมากที่สุดเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางคืออะไร
 - ท่านไม่สามารถสอนตามที่หลักสูตรแกนกลางกำหนดไว้ได้ เพราะท่านไม่เคยได้รับการศึกษาเนื้อหาอุตุนิยมวิทยาที่เพิ่งเพิ่มเติมมาในหลักสูตร
 - ท่านไม่สามารถสอนตามที่หลักสูตรแกนกลางกำหนดไว้ได้ เพราะหลักสูตรแกนกลางกำหนดเนื้อหาวิทยาศาสตร์โลกที่ไม่สอดคล้องต่อการนำไปใช้ของนักเรียน
 - อื่นๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบสอบถาม

เรื่อง

การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

- วัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม : แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
- ผู้ให้ข้อมูล : ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
- แบบสอบถามฉบับนี้ประกอบไปด้วย 2 ตอน คือ
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก
- ขอความกรุณาให้ท่านตอบแบบสอบถามชุดนี้ด้วยตัวเอง และให้ข้อมูลตามความเป็นจริง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ครบถ้วน ซึ่งจะ เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกสืบต่อไป

หมายเหตุ ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวม ดังนั้นข้อมูลของท่านถูกปิดเป็นความลับเฉพาะบุคคล ไม่เผยแพร่ให้บุคคลอื่นและหน่วยงานอื่น และไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของท่านหรือโรงเรียนของท่านแต่อย่างใด

ขอขอบคุณในความร่วมมือนี้อตอบแบบสอบถาม

นายศิริวิทย์ ปฐมชัยวาลย์

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดกรอกข้อมูลหรือทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหน้าข้อความที่ตรงกับตัวท่านมากที่สุด

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. อายุ ปี

3. วุฒิการศึกษา

ปริญญาตรี มหาวิทยาลัย คณะ.....

วิชาเอกหรือสาขาวิชา

ปริญญาโท มหาวิทยาลัย คณะ.....

วิชาเอกหรือสาขาวิชา

ปริญญาเอก มหาวิทยาลัย คณะ.....

วิชาเอกหรือสาขาวิชา

อื่น ๆ (โปรดระบุ)

4. ประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โลก ปี เดือน

5. อีเมลของท่าน.....

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก

คำชี้แจง โปรดเลือกคำตอบที่เหมาะสมกับตัวท่านที่สุด

1. สถานการณ์ที่ 1 ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 1.1 – 1.2

ครูสมัยวิเคราะห์ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.6/1 อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลกพร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน แล้วตัดสินใจจัดการเรียนการสอนในหัวข้อ การแบ่งชั้นโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมี เป็นหัวข้อแรก และครูสมัยได้เตรียมสื่อประกอบการนำเสนอในหัวข้อนี้เป็นรูปภาพโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมี ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมี

1.1. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลกตามลักษณะทางกายภาพได้
- ข. ระบุความแตกต่างของชั้นโครงสร้างโลกที่แบ่งตามลักษณะทางกายภาพได้
- ค. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมีได้
- ง. ยกตัวอย่างหลักฐาน ข้อมูลที่สนับสนุนการแบ่งชั้นของโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมีได้

ท่านคิดว่าครูสมัยควรกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมตามข้อใดเพื่อให้สอดคล้องกับหัวข้อเรื่อง การแบ่งชั้นโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมี ตามตัวชี้วัด ว 3.2 ม.6/1

- 1) ก เท่านั้น

- 2) ข เท่านั้น
- 3) ก และ ข
- 4) ค และ ง

1.2. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. ครูสมัยควรเลือกรูปภาพที่มีสีสันเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน
- ข. ครูสมัยควรปรับขนาดของความหนาในแต่ละชั้นโครงสร้างโลกเพื่อให้เป็นไปตามสัดส่วนจริง
- ค. ครูสมัยควรเพิ่มรูปตัวการ์ตูนหรือรูปที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียนใส่ภายในแต่ละชั้นโครงสร้างโลก
- ง. ครูสมัยควรตรวจสอบรูปภาพให้แสดงชั้นโครงสร้างโลกสอดคล้องกับการแบ่งชั้นโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมี

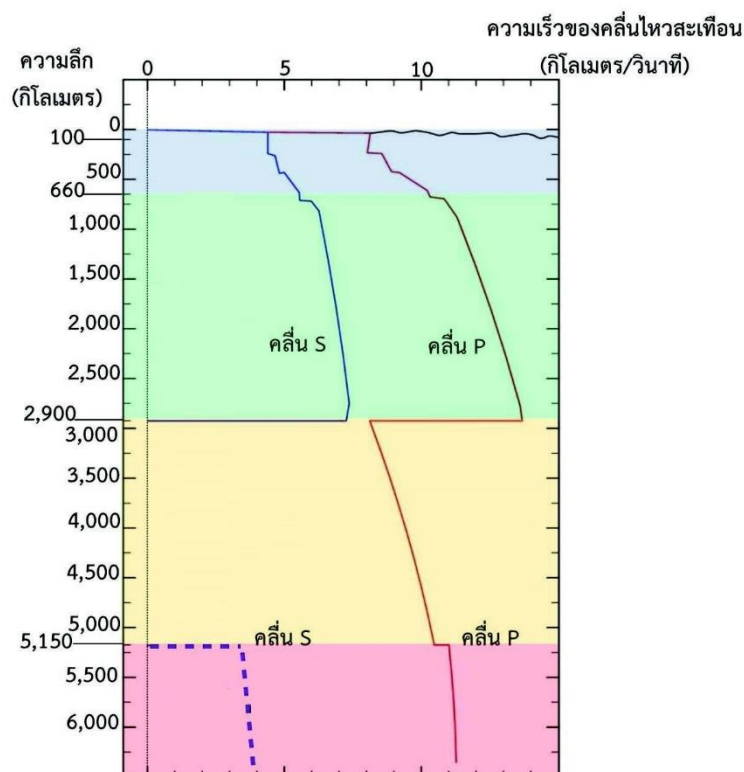
ท่านมีข้อเสนอแนะในการเลือกสื่อการสอนรูปภาพการแบ่งชั้นโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมีที่ครูสมัยได้จัดเตรียมตามข้อใดเป็นประเด็นสำคัญ เพื่อให้การนำเสนอของครูสมัยมีความถูกต้อง

- 1) ก และ ข
- 2) ข และ ค
- 3) ข และ ง
- 4) ค และ ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. สถานการณ์ที่ 2 ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 2.1 - 2.2

ครูวสันต์จัดการเรียนการสอนในหัวข้อ การแบ่งชั้นโครงสร้างโลกตามสมบัติเชิงกล โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนแปลความหมายข้อมูลการเคลื่อนที่ของคลื่นไหวสะเทือนตามระดับความลึกของโครงสร้างโลกจากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของคลื่นไหวสะเทือนกับระดับความลึก ดังรูปที่ 2 และครูวสันต์พบว่านักเรียนไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างการมีอยู่ของคลื่นไหวสะเทือนชนิดคลื่นปฐมภูมิ และคลื่นทุติยภูมิกับสถานะของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านได้



รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของคลื่นไหวสะเทือนกับระดับความลึก

2.1. ท่านคิดว่าครูผู้สอนจำเป็นต้องจัดการเรียนการสอนในหัวข้อใดต่อไป นี้ ก่อนการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อการแบ่งชั้นโครงสร้างโลกตามสมบัติเชิงกล จึงจะให้นักเรียนสามารถแปลความหมายจากแผนภาพแสดงถึงสถานะของตัวกลางที่คลื่นไหวสะเทือนเคลื่อนที่ผ่านได้

- 1) สมบัติของคลื่นในตัวกลาง
- 2) สมบัติของคลื่นพื้นผิว
- 3) ระดับความลึกของโครงสร้างโลกแต่ละชั้น
- 4) อุณหภูมิ และความดันภายในโครงสร้างโลก

2.2. จากหัวข้อที่ท่านเลือกตอบในข้อ 2.1 ท่านคิดว่าครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหัวข้อนั้นให้เป็นไปตามข้อใดต่อไปนี้ เพื่อให้เหมาะสมกับวิทยาศาสตร์โลกในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ก่อนที่ครูจะให้ให้นักเรียนแปลความหมายข้อมูลกราฟในรูปที่ 2

- 1) ครูผู้สอนควรเปิดวิดีโอทัศน์ในหัวข้อดังกล่าวให้นักเรียนดูตามและครูพยายามอธิบายประกอบวิดีโอทัศน์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ถูกต้อง

- 2) ครูวสันต์ควรบรรยายหัวข้อดังกล่าวอย่างละเอียดเพื่อป้องกันนักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน ประกอบกับการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน
- 3) ครูวสันต์ควรให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวข้องกับหัวข้อดังกล่าวจากสื่อการเรียนการสอนแบบต่างๆ ได้แก่ ตารางอัตราเร็วของคลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิที่เคลื่อนที่ผ่านวัสดุโลกที่มีสถานะแตกต่างกัน เป็นต้น จากนั้นครูร่วมกับนักเรียนอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปเป็นความรู้ในหัวข้อดังกล่าว
- 4) ครูวสันต์ควรจัดกิจกรรมที่ยืดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยให้นักเรียนอ่านเนื้อหาในหัวข้อดังกล่าวจากเอกสารประกอบการเรียนด้วยตนเอง จากนั้นครูจึงใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

3. สถานการณ์ที่ 3 ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 3.1

ครูปรีชาได้อภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับชั้นของโครงสร้างโลก โดยมีคำถามของนักเรียนดังต่อไปนี้

เด็กหญิงน้ำทิพย์ กล่าวว่า “เนื้อโลกเป็นของเหลว จึงพบการหมุนวนในบริเวณเนื้อโลกได้”

3.1. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. เนื้อโลกมีสภาพคล้ายกับน้ำมัน
- ข. เนื้อโลกมีสภาพคล้ายกับดินน้ำมัน
- ค. เนื้อโลกมีองค์ประกอบไม่เป็นเนื้อเดียวกัน
- ง. เนื้อโลกเคลื่อนที่หมุนวนโดยเฉพาะในบริเวณเนื้อโลกตอนบน

จากคำถามของเด็กหญิงน้ำทิพย์นั้นท่านคาดการณ์ว่าเด็กหญิงน้ำทิพย์มีความเข้าใจตรงตามข้อใด

- 1) ก เท่านั้น
- 2) ง เท่านั้น
- 3) ก และ ง
- 4) ข และ ค

ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก

โรงเรียน..... สังกัด.....
 ชื่อ - นามสกุล.....
 ตำแหน่งทางวิชาการ หรือวิทยฐานะ..... วุฒิการศึกษา.....
 ประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โลก.....ปี
 หน่วยการเรียนรู้..... เรื่อง หรือหัวข้อ.....
 วันที่ทำการจัดการเรียนการสอน.....

ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์

คุณครูมาถึงขั้นนี้ เป็นครูที่มีประสบการณ์ในการสอนและเชี่ยวชาญในการสอนได้อย่างไร ทำอย่างไร มีขั้นตอนที่เฉพาะ หรือมีสิ่งใดอยากจะแนะนำครูใหม่ที่เพิ่งมาทำงานบ้างครับ ขอเริ่มจากในแต่ละประเด็นๆไป

- (1) การวิเคราะห์ความสอดคล้องของตัวชี้วัดกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้หลายคาบ
- (2) วิธีการเลือกสื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตัวชี้วัด
- (3) คุณครูทราบได้อย่างไรว่าหัวข้อใดมีความสำคัญมากน้อยอย่างไร
- (4) คุณครูทราบถึงหัวข้อที่ยากต่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างไร
- (5) คุณครูทราบวิธีการตรวจสอบความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ของนักเรียนมาจากไหน ทราบได้อย่างไรว่าต้องทดสอบนักเรียนอย่างไร
- (6) ทำอย่างไรเราจึงจะทราบเนื้อหาที่นักเรียนจำเป็นต้องมี ก่อนการเรียนรู้ในเรื่องหนึ่ง ๆ (ขอตัวอย่างประกอบ)
- (7) หากคุณครูตรวจสอบความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ของนักเรียนแล้วพบว่านักเรียนขาดความรู้ที่จำเป็นต้องมีก่อนสำหรับการเรียนรู้ มีขั้นตอนใดที่เราควรทำหรือเปล่า และเพราะเหตุใดจึงต้องทำเช่นนั้น
- (8) เราจะรู้และแน่ใจได้อย่างไรว่านักเรียนเข้าใจ หรือไม่เข้าใจในสิ่งที่เราสอนเขา

ตัวอย่างแบบบันทึกการสังเกตการจัดการเรียนการสอน

โรงเรียน..... สังกัด..... ชื่อ - นามสกุล.....



หน่วยการเรียนรู้..... เรื่องหรือหัวข้อ..... วันที่.....

1. แผนผังของห้องเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



2. ตารางบันทึกผลการสังเกต

พฤติกรรมของครู	พฤติกรรมของนักเรียน	ปัจจัยอื่นที่ส่งผลกระทบต่อนักเรียน
		

สรุปเหตุการณ์ของครู

.....

.....

.....

.....

สรุปเหตุการณ์ของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

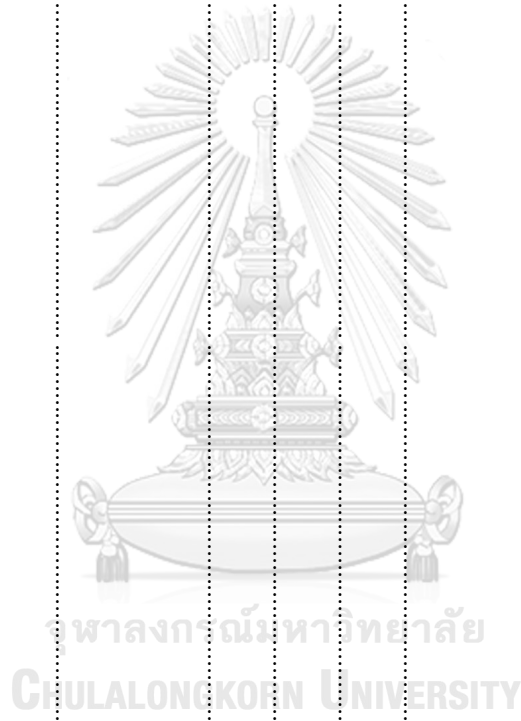
สรุปปัจจัยอื่นที่ส่งผลกระทบต่อนักเรียน

.....

.....

.....

.....



ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

โรงเรียน.....สังกัด.....

ชื่อ - นามสกุล.....

ตำแหน่งทางวิชาการ หรือวิทยฐานะ..... วุฒิการศึกษา.....

ประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โลก.....ปี

หน่วยการเรียนรู้..... เรื่องหรือหัวข้อ.....

วันที่ทำการจัดการเรียนการสอน.....

รายการ	ระดับการประเมิน			ข้อสังเกต
	2	1	0	
วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม				
1. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับตัวชี้วัดตามหลักสูตร	วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งสามด้านต่อไปนี้ (1) องค์ความรู้วิทยาศาสตร์ (2) ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และ (3) จิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับตัวชี้วัด	วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเป็นไปตามตัวชี้วัดแต่ไม่ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งสามด้านต่อไปนี้ (1) องค์ความรู้วิทยาศาสตร์ (2) ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และ (3) จิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับตัวชี้วัด	วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมไม่เป็นไปตามตัวชี้วัด	

รายการ	ระดับการประเมิน			ข้อสังเกต
	2	1	0	
สื่อและแหล่งการเรียนรู้				
2. สื่อการสอน เหมาะสมสำหรับ กา ร ส อ น วิทยาศาสตร์โลก	ใช้สื่อการสอนที่ เหมาะสมสำหรับ กา ร ส อ น วิทยาศาสตร์โลก ดังต่อไปนี้ (1) แบบจำลอง (2) ตัว แทน ทาง ความคิดที่ใช้ข้อมูล สารสนเทศเป็นฐาน ได้แก่ โปรแกรม ArcGis โปรแกรม Google Earth เป็น ต้น	ใช้สื่อการสอน แต่ ไม่จัดอยู่ในสื่อการ สอนที่เหมาะสม สำหรับการสอน วิทยาศาสตร์โลก	ไม่ใช้สื่อการสอน ประกอบการสอน วิทยาศาสตร์โลก	
สาระการเรียนรู้				
3. การระบุนอ ทัศน์หลัก และ แนวคิดหลัก	เขียนมโนทัศน์หลัก ในสาระการเรียนรู้ ได้สอดคล้องตัวชี้วัด ตามหลักสูตร และ ไม่มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน	เขียนมโนทัศน์หลัก ในสาระการเรียนรู้ ได้สอดคล้องตัวชี้วัด ตามหลักสูตร แต่ พ บ ม โน ทัศน์ ที่ คลาดเคลื่อน	เขียนมโนทัศน์ หลักในสาระการ เรี ย น รู้ ไม่ สอดคล้องตัวชี้วัด ตามหลักสูตร	

ตัวอย่างแบบประเมินบันทึกหลังสอน

โรงเรียน.....สังกัด.....

ชื่อ - นามสกุล.....

ตำแหน่งทางวิชาการ หรือวิทยฐานะ.....วุฒิการศึกษา.....

ประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โลก.....ปี

หน่วยการเรียนรู้.....เรื่อง หรือหัวข้อ.....

วันที่ทำการจัดการเรียนการสอน.....

รายการ	ผลการประเมิน		ข้อสังเกต
	มี	ไม่มี	
1. ระบุผลการเปรียบเทียบระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมที่ครูกำหนดเปรียบเทียบกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียน			
2. ระบุปัญหาและอุปสรรค และเสนอแนะแนวทางแก้ไข ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน			
3. ระบุผลการเปรียบเทียบระหว่างมโนทัศน์หลักหรือแนวคิดหลักที่ครูกำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้เปรียบเทียบกับมโนทัศน์หลักหรือแนวคิดหลักที่ครูใช้สอนในชั้นเรียน			

ภาคผนวก ค

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย นำเสนอคุณภาพของเครื่องมือได้ดังนี้

1. คุณภาพของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ

1.2 ความเที่ยงของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งฉบับ

2. คุณภาพของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครู วิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ

2.2 ความเที่ยงของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งฉบับ

2.3 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบสอบถามเรื่อง การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. คุณภาพของแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

3.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ

4. คุณภาพของแบบประเมินบันทึกหลังสอน

4.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ

1. คุณภาพของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

แบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก
ของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีการตรวจสอบคุณภาพและได้ผลการตรวจสอบ
ดังนี้

1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) ของแบบสอบถามเรื่องการศึกษา
สภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับ
มัธยมศึกษาตอนปลาย

คำถาม	ค่า IOC	การแปลผล	ข้อเสนอแนะ
ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก			
ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก			
1.	0.75	มีความตรงเชิงเนื้อหา	การวัดความถี่ในการศึกษาและวิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง อาจไม่เหมาะสมใน การนำมาระบุว่าครูผู้สอนรู้เป้าหมายของการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์โลกหรือไม่ เพราะแม้ความถี่ใน การศึกษาอาจสอดคล้องกับความเข้าใจของครู แต่ ก็เป็นไปได้ที่ครูอาจมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน แม้ จะมีความถี่ในการศึกษามาก อาจต้องสร้างเป็น แบบสอบถาม หรือแบบปลายเปิดเพื่อประเมิน ความเข้าใจในส่วนนี้ของครูแทน
2.	0.75	มีความตรงเชิงเนื้อหา	อาจต้องปรับลำดับข้อความใหม่ เนื่องจากข้อความ ที่ใช้ อาจทำให้ครูเข้าใจว่าเป็นการประเมินความ เหมาะสมของตัวชี้วัดในหลักสูตร มากกว่าเป็นการ ประเมินวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนที่ ครูกำหนดว่าสอดคล้องกับตัวชี้วัดหรือไม่
3.	0.75	มีความตรงเชิงเนื้อหา	แม้การจัดการเรียนรู้ให้บรรลุตามเป้าหมายของการ จัดเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกตามหลักสูตรแกนกลาง

คำถาม	ค่า IOC	การแปลผล	ข้อเสนอแนะ
			จำเป็นจะต้องเลิกตอบในช่องแรก แต่การศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้แนวทางตามช่องที่ 2 ร่วมด้วย ก็จะทำให้สอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ครูบางท่านจึงอาจปฏิบัติทั้งสองแนวทางร่วมกัน ดังนั้น คำถาม ข้อ นี้ จึงอาจทำให้ ครูผู้ตอบ แบบสอบถามไม่สามารถตอบได้ตามช่องที่ระบุมา
4.	0.75	มีความตรงเชิงเนื้อหา	อาจเปลี่ยนเป็น ท่านกำหนดวัตถุประสงค์การ เรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านใด มากที่สุด
ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก			
5.	0.5	มีความตรงเชิงเนื้อหา	แก้ไขข้อคำถามเป็น 5. ความถี่ที่ท่านจัดกิจกรรม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกด้วยวิธีการสืบเสาะหา ความรู้บ่อยครั้งหรือไม่ เป็นอย่างไร
6.	0.75	มีความตรงเชิงเนื้อหา	คำถามนี้อาจทำให้ทราบว่าครูใช้วิธีการสอน อะไรบ้างในภาพรวม แต่ยังไม่สามารถทำให้ วิเคราะห์ได้ว่าวิธีที่ครูเลือกใช้นั้นเหมาะสมกับแต่ ละเนื้อหาของวิทยาศาสตร์โลกแล้วหรือไม่
7.	0.75	มีความตรงเชิงเนื้อหา	-
8.	0.75	มีความตรงเชิงเนื้อหา	ผลของการตอบแบบสอบถาม จะทำให้ผู้วิจัย วิเคราะห์ได้เพียงสิ่งที่ครูตระหนักในภาพรวม แต่ไม่ สามารถวิเคราะห์โดยแยกที่ครูปฏิบัติว่าสอดคล้อง กับแต่ละเนื้อหาหรือไม่
9.	1	มีความตรงเชิงเนื้อหา	คำถามนี้อาจทำให้ทราบว่าครูใช้สื่อวัสดุอะไรบ้าง ในภาพรวม แต่ยังไม่สามารถทำให้วิเคราะห์ได้ว่า สื่อวัสดุที่ครูเลือกใช้นั้นเหมาะสมกับแต่ละเนื้อหา ของวิทยาศาสตร์โลกแล้วหรือไม่
10.	0.75	มีความตรงเชิงเนื้อหา	อาจกำหนดสถานการณ์หรือหัวข้อให้ครูเขียน อธิบายว่าใช้สื่อวัสดุใดในการสอนหัวข้อดังกล่าว

คำถาม	ค่า IOC	การแปลผล	ข้อเสนอแนะ
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก			
11.	0.75	มีความตรงเชิงเนื้อหา	-
12.	0.75	มีความตรงเชิงเนื้อหา	-
13.	0.25	ไม่มีความตรงเชิงเนื้อหา	ควรมีคำถามที่ประเมินการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ในด้านทักษะกระบวนการ และด้านเจตคติด้วยหรือไม่
14.	1	มีความตรงเชิงเนื้อหา	-
ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก			
ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์โลก			
1.	0.75	มีความตรง เชิงเนื้อหา	คำถามอาจชี้ให้ผู้ตอบเข้าใจคลาดเคลื่อนทำให้วิพากษ์วิจารณ์หลักสูตร ควรปรับให้ชัดเจนว่าผู้ตอบต้องวิเคราะห์ตนเอง ว่าตนเองขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักสูตรหรือไม่ แนะนำให้เปลี่ยนข้อความคำถามเป็น (ท่านพบปัญหาในการนำหลักสูตรไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน) (ท่านพบปัญหาในการทำความเข้าใจหลักสูตร)
2.	0.25	ไม่มีความตรงเชิงเนื้อหา	-เป็นการวิพากษ์วิจารณ์หลักสูตรมากกว่าจะเป็นการให้ผู้สอนวิเคราะห์ตนเอง -ให้ตัดตัวเลือก หลักสูตรแกนกลางกำหนดเนื้อหาวิทยาศาสตร์โลกที่ไม่สอดคล้องต่อการนำไปใช้หรือต่อยอดการเรียนรู้ในระดับต่อไปได้
ด้านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก			
3.	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
4.	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	การถามความรู้ด้านเนื้อหาของครู อาจซ้ำซ้อนกับการถามด้านหลักสูตร เช่นข้อที่ 2. ควรแยกประเด็นเรื่องการเลือกวิธีการสอน และวิธีการเลือกสื่อการเรียนรู้ออกจากกันให้ชัดเจน

คำถาม	ค่า IOC	การแปลผล	ข้อเสนอแนะ
			ก่อน
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก			
5.	1	มีความตรงเชิงเนื้อหา	-
6.	1	มีความตรงเชิงเนื้อหา	ยังขาดการถามเกี่ยวกับการเลือกวิธีการประเมินที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) พบว่า ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก มีข้อคำถามที่มีดัชนีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 รวมทั้งสิ้นจำนวน 1 ข้อคำถาม คือ 13 โดยทำการปรับปรุงข้อคำถามที่ 13 และตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลก พบว่ามีข้อคำถามที่มีดัชนีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 รวมทั้งสิ้นจำนวน 1 ข้อคำถาม คือ ข้อคำถามที่ 2 โดยทำการปรับปรุงข้อคำถามที่ 2 นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนภาษาที่ใช้ในข้อคำถามบางข้อ เพื่อให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายมากขึ้น

1.2 ความเที่ยงของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งฉบับ

พิจารณาค่าความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) เท่ากับ 0.814 ดังนั้น แบบสอบถามฉบับนี้มีค่าความเที่ยงทั้งฉบับอยู่ในระดับสูง

2. คุณภาพของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

แบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีการตรวจสอบคุณภาพและได้ผลการตรวจสอบดังนี้

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) ของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำถาม	ตัวชี้วัดของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก	ค่า IOC	การแปลผล	ข้อเสนอแนะ
1.1	ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์สำหรับการสอนนักเรียน	0.75	มีความตรงเชิงเนื้อหา	- คำถามวัดได้ตรงตามตัวชี้วัด แต่เสนอแนะให้แก้ไขข้อความตามที่ได้ insert ไว้แล้วที่ข้อคำถามด้านบน - การแบ่งชั้นโครงสร้างโลกสามารถแบ่งได้จากคุณสมบัติทางกายภาพโดยใช้การสะท้อนกลับของคลื่นไหวสะเทือน โดยมีข้อคิดเห็นว่ารูปสื่อประกอบการสอนอาจจะมิได้สื่อถึงคุณสมบัติทางเคมีได้อย่างชัดเจน
1.2	ความรู้เกี่ยวกับสื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอน	1	มีความตรงเชิงเนื้อหา	-
2.1	ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการสำหรับการเรียนรู้ความรู้	1	มีความตรงเชิงเนื้อหา	- คำถามวัดได้ตรงตามตัวชี้วัดแล้ว แต่ตัวลวงอาจงายเกินไป

คำถาม	ตัวชี้วัดของความรู้เนื้อหาผนวก วิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก	ค่า IOC	การแปล ผล	ข้อเสนอแนะ
	ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ			โดยเฉพาะตัวเลือกที่ 2) คลื่น เหนือเสียงจากโซนาร์อาจ สร้างตัวลวงใหม่ โดยแก้ ตัวเลือกข้อที่ 1) และ 2) เป็น ดังนี้ 1) สมบัติของคลื่นในตัวกลาง 2) สมบัติของคลื่นพื้นผิว
2.2	การจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับ วิทยาศาสตร์โลก	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	- ควรเพิ่มข้อความ “ที่มี สถานะแตกต่างกัน” เนื่องจากเป็นมโนทัศน์สำคัญ ที่ทำให้นักเรียนยังไม่สามารถ อธิบายความสัมพันธ์ได้ตามที่ กล่าวไว้ในสถานการณ์ที่ 2 การใช้คีย์เวิร์ดว่า “ชนิดต่าง ๆ” อาจไม่ตรงประเด็น เพราะ ตีความได้หลากหลาย ซึ่งอาจ ไม่ใช่สถานะก็ได้
3.1	ความรู้ของครูเกี่ยวกับมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
4.1	วิธีการนำเสนอเพื่อช่วยให้ นักเรียนเข้าใจในหัวข้อ วิทยาศาสตร์	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
5.1	ความรู้ของครูเกี่ยวกับมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
6.1	ความรู้ของครูเกี่ยวกับ ความสำคัญของหัวข้อที่เกี่ยวข้อง กับหลักสูตรทั้งหมดซึ่งช่วยให้ครู สามารถระบุมโนทัศน์หลักและ	0.5	มีความตรง เชิงเนื้อหา	- คำถามข้อนี้เป็นการวัดตาม ตัวชี้วัดข้อ 2.1) ความรู้ของครู เกี่ยวกับมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

คำถาม	ตัวชี้วัดของความรู้เนื้อหาผนวก วิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก	ค่า IOC	การแปล ผล	ข้อเสนอแนะ
	แนวคิดหลักและการปรับปรุง เนื้อหาโดยการตัดข้อเท็จจริงบาง เรื่องเพียงเล็กน้อย			มากกว่าที่จะเป็นตัวชี้วัดข้อ 1.3) หากจะปรับให้ตรงตาม ตัวชี้วัดมากขึ้น อาจกำหนด สถานการณ์ให้ครูสมปอง เตรียมแผนการสอนโดยมีการ เตรียมหัวข้อเนื้อหาที่เกินไป จากหลักสูตรเพราะอยากให้ ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาหลักกว่า โรงเรียนอื่น ๆ
6.2	การจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับ วิทยาศาสตร์โลก	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
7.1	ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ยาก ต่อการเรียนรู้ของนักเรียน	0	มีความตรง เชิงเนื้อหา	- คำถามข้อนี้เป็นการวัดตาม ตัวชี้วัดข้อ 1.3) ความรู้ของครู เกี่ยวกับความสำคัญของ หัวข้อที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตร ทั้งหมดซึ่งช่วยให้ครูสามารถ ระบุโมโนทัศน์หลักและแนวคิด หลักๆ มากกว่าที่จะเป็น ตัวชี้วัดข้อ 2.2) เนื่องจาก เป็นการวัดว่าครูสามารถระบุ หัวข้อสำคัญจากวัตถุประสงค์ ที่กำหนดขึ้นมาได้
7.2	ความรู้เกี่ยวกับสื่อการสอนและ แหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการ สอน	0.75	มีความตรง เชิงเนื้อหา	วัดได้ตรงตามตัวชี้วัด แต่อาจ ง่ายเกินไปจนไม่มีอำนาจ จำแนก
7.3	ความรู้ของครูเกี่ยวกับมิติของการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์	0.75	มีความตรง เชิงเนื้อหา	เด็กบางคนอาจมีความรู้เรื่อง หิน มาก แต่เมื่อไปเจอ

คำถาม	ตัวชี้วัดของความรู้เนื้อหาผนวก วิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก	ค่า IOC	การแปล ผล	ข้อเสนอแนะ
				สถานการณ์จริงอาจจำแนก/ ระบุไม่ได้ เนื่องจากอาจขาด ประสบการณ์ ไม่เคยฝึก จำแนก/ระบุชนิดของหินจาก ของจริงก็เป็นได้
7.4	ความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีการ ประเมินการเรียนรู้	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
8.1	ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมาย และวัตถุประสงค์สำหรับการสอน นักเรียน	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	วัดได้ตรงตัวชี้วัด แต่ตัวเลือก ข้อ 3. ก็อาจเป็นคำตอบที่ ถูกต้องได้ อาจต้องปรับปรุง ตัวเลือกนี้ใหม่
8.2	ความรู้ของครูเกี่ยวกับ ความสำคัญของหัวข้อที่เกี่ยวข้อง กับหลักสูตรทั้งหมดซึ่งช่วยให้ครู สามารถระบุโน้ตค้นหลักและ แนวคิดหลักและการปรับปรุง เนื้อหาโดยการตัดข้อเท็จจริงบาง เรื่องเพียงเล็กน้อย	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
9.1	ความแตกต่างของแนวทางการ เรียนรู้ของนักเรียนเนื่องจาก เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ ภายในหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่ เฉพาะเจาะจง	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	วัดได้ตรงตัวชี้วัด แต่ สถานการณ์อาจขาดความ สมจริง เนื่องจากเป็นไปได้ ยากที่การจัดการศึกษาใน ระดับมัธยมศึกษา จะสามารถ จัดการเรียนการสอนโดยมี นักเรียนได้ถึง 100 คน
9.2	วิธีการนำเสนอเพื่อช่วยให้ นักเรียนเข้าใจในหัวข้อ วิทยาศาสตร์	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-

คำถาม	ตัวชี้วัดของความรู้เนื้อหาผนวก วิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก	ค่า IOC	การแปล ผล	ข้อเสนอแนะ
9.3	ความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีการ ประเมินการเรียนรู้	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
10.1	ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ ต้องการสำหรับการเรียนรู้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
10.2	ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ยาก ต่อการเรียนรู้ของนักเรียน	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
10.3	ความแตกต่างของแนวทางการ เรียนรู้ของนักเรียนเนื่องจาก เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ ภายในหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่ เฉพาะเจาะจง	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-

ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) พบว่า มีข้อคำถามที่มี
ดัชนีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 รวมทั้งสิ้นจำนวน 1 ข้อคำถาม คือ ข้อคำถามที่ 7.1 โดยทำการตัดข้อคำถาม
ที่ 7.1 ทิ้ง นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนภาษาที่ใช้ในข้อคำถาม
บางข้อ เพื่อให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายมากขึ้น

CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2 ความเที่ยงของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครู วิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งฉบับ

พิจารณาค่าความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha
Coefficient) เท่ากับ 0.790 ดังนั้น แบบสอบถามฉบับนี้มีค่าความเที่ยงทั้งฉบับอยู่ในระดับสูง

2.3 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบสอบถามเรื่อง การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตาราง ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำถาม	ความยาก(P)	อำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
1.1	0.632	0.297	ยากปานกลาง จำแนกได้พอใช้
1.2	0.396	0.422	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดีมาก
2.1	0.435	0.245	ยากปานกลาง จำแนกได้พอใช้
2.2	0.236	0.375	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี
3.1	0.399	0.269	ค่อนข้างยาก จำแนกได้พอใช้
4.1	0.284	0.344	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี
5.1	0.582	0.474	ยากปานกลาง จำแนกได้ดีมาก
6.1	0.761	0.238	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้พอใช้
6.2	0.348	0.433	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดีมาก
7.1	0.656	0.335	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดี
7.2	0.761	0.238	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้พอใช้
7.3	0.232	0.287	ค่อนข้างยาก จำแนกได้พอใช้
8.1	0.335	0.245	ค่อนข้างยาก จำแนกได้พอใช้
8.2	0.648	0.333	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดี
9.1	0.530	0.351	ยากปานกลาง จำแนกได้ดี
9.2	0.582	0.225	ยากปานกลาง จำแนกได้พอใช้
9.3	0.747	0.251	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้พอใช้
10.1	0.761	0.315	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดี
10.2	0.268	0.307	ค่อนข้างยาก จำแนกได้ดี
10.3	0.747	0.322	ค่อนข้างง่าย จำแนกได้ดี

เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าความยากของข้อคำถาม พบว่าแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งฉบับมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.232 – 0.761 และเมื่อพิจารณาเฉพาะอำนาจจำแนกของข้อคำถาม พบว่าแบบสอบถามเรื่องการศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งฉบับมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.225 – 0.474 และสามารถเก็บไว้ใช้ต่อไปได้มีจำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อ

3. คุณภาพของแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้มีการตรวจสอบคุณภาพและได้ผลการตรวจสอบดังนี้

3.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) ของแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คำถาม	ตัวชี้วัดของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก	ค่า IOC	การแปลผล	ข้อเสนอแนะ
ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร				
1	ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์สำหรับการสอนนักเรียน	0.75	มีความตรงเชิงเนื้อหา	-
2	ความรู้เกี่ยวกับสื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอน	0.75	มีความตรงเชิงเนื้อหา	อาจกำหนดสื่อการสอนอื่น ๆ นอกจากที่ระบุไว้ในข้อคำถาม
3	ความรู้ของครูเกี่ยวกับความสำคัญของหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรทั้งหมดซึ่งช่วยให้ครูสามารถระบุมโนทัศน์หลักและแนวคิดหลักและการปรับปรุงเนื้อหาโดยการตัดข้อเท็จจริงบางเรื่องเพียงเล็กน้อย	0.5	มีความตรงเชิงเนื้อหา	จากตัวชี้วัด น่าจะเน้นที่ความสามารถของครูในการระบุว่าหัวข้อใดเป็นมโนทัศน์หลัก หัวข้อใดเป็นมโนทัศน์รอง ส่วนเรื่องของการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของครู น่าจะเป็นประเด็นรองลงไป
ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน				
4	ความรู้ของครูเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	1	มีความตรงเชิงเนื้อหา	ควรเพิ่มเงื่อนไข เช่น คาดการณ์แนวคิดของนักเรียนในการอภิปราย หรือตอบคำถามของครู เมื่อระบุหัวข้อให้
5	ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ยาก	0.5	มีความตรง	-

คำถาม	ตัวชี้วัดของความรู้เนื้อหาหมวด วิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก	ค่า IOC	การแปล ผล	ข้อเสนอแนะ
	ต่อการเรียนรู้ของนักเรียน		เชิงเนื้อหา	
6	ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ ต้องการสำหรับการเรียนรู้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ	0.75	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
7	ความแตกต่างของแนวทางการ เรียนรู้ของนักเรียนเนื่องจาก เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ ภายในหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่ เฉพาะเจาะจง	0.75	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
8	ความแตกต่างของแนวทางการ เรียนรู้ของนักเรียนเนื่องจาก เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ ภายในหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่ เฉพาะเจาะจง	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอ				
9	วิธีการนำเสนอเพื่อช่วยให้ นักเรียนเข้าใจในหัวข้อ วิทยาศาสตร์	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
10	การจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับ วิทยาศาสตร์โลก	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน				
11	ความรู้ของครูเกี่ยวกับมิติของการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
12	ความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีการ ประเมินการเรียนรู้	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-

ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) พบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนภาษาที่ใช้ในข้อคำถามบางข้อ เพื่อให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายมากขึ้น



4. คุณภาพของแบบประเมินบัณฑิตหลังสอน

แบบประเมินบัณฑิตหลังสอนมีการตรวจสอบคุณภาพและได้ผลการตรวจสอบดังนี้

4.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) ของแบบประเมินบัณฑิตหลังสอน

คำถาม	ตัวชี้วัดของความรู้เนื้อหาผนวก วิธีสอนของครุวิทยาาสตร์โลก	ค่า IOC	การแปล ผล	ข้อเสนอแนะ
ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร				
1	ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมาย และวัตถุประสงค์สำหรับการสอน นักเรียน	0.75	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
2	ความรู้เกี่ยวกับสื่อการสอนและ แหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการ สอน	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
3	ความรู้ของครูเกี่ยวกับ ความสำคัญของหัวข้อที่เกี่ยวข้อง กับหลักสูตรทั้งหมดซึ่งช่วยให้ครู สามารถระบุมโนทัศน์หลักและ แนวคิดหลักและการปรับปรุง เนื้อหาโดยการตัดข้อเท็จจริงบาง เรื่องเพียงเล็กน้อย	0.75	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน				
4	ความรู้ของครูเกี่ยวกับมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
5	ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ยาก ต่อการเรียนรู้ของนักเรียน	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
6	ความรู้ของครูเกี่ยวกับสิ่งที่ ต้องการสำหรับการเรียนรู้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-

คำถาม	ตัวชี้วัดของความรู้เนื้อหาผนวก วิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์โลก	ค่า IOC	การแปล ผล	ข้อเสนอแนะ
7	ความแตกต่างของแนวทางการ เรียนรู้ของนักเรียนเนื่องจาก เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ ภายในหัวข้อวิทยาศาสตร์ที่ เฉพาะเจาะจง	0.75	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและการนำเสนอ				
8	วิธีการนำเสนอเพื่อช่วยใ้ นักเรียนเข้าใจใน หัวข้อ วิทยาศาสตร์	0.75	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
9	การจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับ วิทยาศาสตร์โลก	0.75	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-
ความรู้เกี่ยวกับการประเมิน				
10	ความรู้ของครูเกี่ยวกับมิติของการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	ควรเพิ่มเติมการระบุผลการ ประเมินได้ตรงและครอบคลุม ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ กำหนดไว้
11	ความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีการ ประเมินการเรียนรู้	1	มีความตรง เชิงเนื้อหา	-

ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) พบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนภาษาที่ใช้ในข้อคำถามบางข้อ เพื่อให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายมากขึ้น

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายศิริวิทย์ ปฐมชัยวาลย์
วัน เดือน ปี เกิด	13 กุมภาพันธ์ 2536
สถานที่เกิด	นครปฐม
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาธรณีวิทยา ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	นครปฐม



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY