ผลของการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง ที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

THE EFFECT OF CRYSTAL-BASED LEARNING WITH AUTHENTIC ASSESSMENT ON SCIENCE COMPETENCY OF MATHAYOM 1 STUDENTS

จุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2563

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง ที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE EFFECT OF CRYSTAL-BASED LEARNING WITH AUTHENTIC ASSESSMENT ON SCIENCE COMPETENCY OF MATHAYOM 1 STUDENTS

JULALUCK WONGWATTANA

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF EDUCATION

(Educational Measurement, Evaluation, and Research)

Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2020

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง ที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ของ

จุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.กันต์ฤทัย คลังพหล)

..... ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนิดา ศกุนตนาค)

ชื่อเรื่อง	ผลของการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง ที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ผู้วิจัย	จุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลลักษณ์ ลังกา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล

งานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก โดยประยุกต์ใช้การประเมินตามสภาพจริง จากการวัดซ้ำเมื่อควบคุมเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษาที่ 2563 โรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 24 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ , แผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง และแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อมีการวัดซ้ำ One – way Repeated Measures ANCOVA ผลการวิจัยพบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริงครั้งที่ 1 , 2 และ 3 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F= 86.853 , p =0.000) เมื่อควบคุมเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง โดยมีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม ผลการเปรียบเทียบรายคู่พบว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 , ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 , ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก, สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

Title	THE EFFECT OF CRYSTAL-BASED LEARNING WITH AUTHENTIC ASSESSMENT ON SCIENCE COMPETENCY OF MATHAYOM 1 STUDENTS
Author	JULALUCK WONGWATTANA
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Assistant Professor Wilailak Langka , Ph.D.
Co Advisor	Associate Professor Ittipaat Suwatanpornkool , Ph.D.

The purposes of this research are as follows: (1) to compare the scientific competency of Mathayomsuksa One students who received crystal-based learning with authentic assessment when controlling scientific identity. The research sample consisted of 24 Mathayomsuksa One students of Kanoksinpittayakom School during the second semester of the 2020 academic year, which was obtained by Multi-stage Sampling. The research instruments consisted of a scientific identity assessment scale, crystal-based learning with authentic assessment management plan and tests of science competency. The statistics employed for data analysis were mean, standard deviation and One-Way Repeated Measures ANCOVA. The results of the research were as follows: scientific identity affecting science competency from all three repeated tests at a statistically significant level of .05. (F= 86.853, p =0.000) When comparing the scientific competency scores of the students, who learned with crystal-based learning with authentic assessment from all three repeated tests with scientific identity as a covariate variable. The results of comparing each pair were found that the Scientific Competency Mean Score, Unit 1 and Unit 2, had a statistically significant difference of .05 . Unit 2 and Unit 3, had a statistically significant difference of .05 . Unit 1 and Unit 3, had a statistically significant difference of .05 .

Keyword : Crystal-Based Learning, Scientific Competency

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความเมตตาของ รศ.ดร.กันต์ฤทัย คลังพหล ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ และ ผศ.ดร.พนิดา ศกุนตนาค กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ท่านได้สละเวลาอันมีค่า เมตตาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ทั้งสองท่านมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอคารวะในความเมตตากรุณา เอาใจใส่อย่างยอดยิ่งของ ผศ.ดร. วิไลลักษณ์ ลังกา อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ รศ.ดร. อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ในการให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของปริญญานิพนธ์ ตลอดจนกำลังใจ ให้อภัยในความไม่รู้และความผิดพลาด ให้โอกาสเรียนลองทำถูกและเรียนรู้สิ่งผิด ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งแก่ศิษย์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. อรอุมา เจริญสุข , ผศ.ดร. มนตา ตุลย์เมธาการ , ผศ.ดร. พนิดา ศกุนตนาค , ผศ.ดร. สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และ ผศ.ดร. วรวัฒน์ พรหมเด่น ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยซาบซึ้งในน้ำใจของกัลยาณมิตรที่รักของข้าพเจ้า ที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจในทุกสถานการณ์ไม่ว่าจะต้องพบเจอปัญหาน้อยใหญ่ นางสาวสุทัตตา ธรรมภัทรกุล , นางสาวเพียงขวัญ แก้วเรือง , นายเมธี ตั้งสิริพัฒนา นางสาวสุรีรัตน์ ตรีโอสถ , นางสาวศุภธิดา ลุลอบ , นางสาววันวิสา สุนทรชัชเวช และอีกหลายท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่คอยช่วยเหลืออย่างดียิ่งเสมอมา และไม่เคยปล่อยให้รู้สึกเดียวดาย

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงคุณยายลิ้นจี่ คุณตาเศรษฐัน พัฒนประเทศ ผู้ให้หลักธรรมที่จารึกในหัวใจข้าพเจ้าในการทำปริญญานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วง และขอขอบพระคุณ คุณพ่อไพศาล คุณแม่แสงทอง วงษ์วัฒนะ ที่เชื่อมันในตัวข้าพเจ้าเสมอ และสนับสนุนทุกอย่างที่ข้าพเจ้าต้องการ ขอบคุณทีมสนับสนุน พี่เฉลิมรัฐ , พี่นพรัตน์ ,พี่ปาริชาติ และพี่อภิสรา รวมถึงหลานๆ ที่คอยให้กำลังใจและรอยยิ้ม ขอบคุณในพลังอนุภาพความรักจากครอบครัว เป็นแรงขับดันที่ทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คุณประโยชน์จากงานวิจัยนี้ จึงขอมอบให้เป็นอานิสงส์แด่ผู้มีพระคุณทุกท่านตามที่กล่าวมา

จุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพประกอบ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

คำถามการวิจัย 4

ความมุ่งหมายของการวิจัย 4

ความสำคัญของการวิจัย 4

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 4

ประชากร 4

กลุ่มตัวอย่าง 4

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย 5

ขอบเขตด้านเนื้อหา 5

ตัวแปรที่ศึกษา 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

กรอบแนวคิดการวิจัย 8

สมมติฐานของการวิจัย 10

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 12
1.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 12
1.2 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 13
1.3 การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 15
1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบตกผลึก (Crystal-based Learning) 24
2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบตกผลึก 24
2.2 ความสำคัญของรูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึก 25
2.3 แนวคิด หลักการ และรูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึก 26
2.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการในการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก 31
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 34
3.เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสภาพจริง 38
3.1 ความหมายของการประเมินสภาพจริง 38
3.2 หลักการ/วิธีการ ในการประเมินสภาพจริง 38
3.3 วิธีการ เครื่องมือในการประเมินสภาพจริง 40
3.4 ขั้นตอนในการประเมินสภาพจริง 42
3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 44
4.เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 48
4.1 ความหมายเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 48
4.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 49
4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 50
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 55
1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 55

ประชากร 55
การเลือกกลุ่มตัวอย่าง 55
2. กระบวนการทดลอง 56
2.1 แบบแผนการวิจัย 56
2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 57
2.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง 59
2.4 แผนการจัดกระบวนการทดลอง 60
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 69
4. การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพ 69
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มเอกลักษณ์ 69
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 73
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล 82
6. วิธีดำเนินการทดลอง 82
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 83
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 84
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 84
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 84
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้ การประเมินสภาพจริงระหว่างจัดการเรียนรู้ 85
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง เมื่อปรับอิทธิพลของเอกลักษณ์ ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยสถิติการวิเคราะห์แบบ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อ มีการวัดซ้ำ One-way Repeated Measures ANCOVA 110
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 114

สรุปผลการวิจัย 115
อภิปรายผล 116
ข้อเสนอแนะ 121
ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ 121
ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป 122
บรรณานุกรม 123
ภาคผนวก 129
ภาคผนวก ก 130
ภาคผนวก ข 132
ภาคผนวก ค 148
ประวัติผู้เขียน 171

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 การกำหนดสถานการณ์และแนวคำถามที่มีผลต่อการแสดงสมรรถนะของผู้เรียน 17

ตาราง 2 ตัวอย่างสถานการณ์และคำถามของแบบวัดภาคปฏิบัติที่สอดคล้องกับสมรรถนะทาง . 19

ตาราง 3 ลักษณะของข้อสอบที่เคยใช้ในการสอบ PISA 2006 เพื่อประเมินสมรรถนะทาง..... 20

ตาราง 4 ตัวอย่างวิธีการวัดและตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัด 42

ตาราง 5 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวที่มีการวัดซ้ำ 57

ตาราง 6 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง..... 57

ตาราง 7 แผนการจัดกระบวนการทดลอง หน่วยที่ 1 ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน 60

ตาราง 8 แผนการจัดกระบวนการทดลอง หน่วยที่ 2 ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย 62

ตาราง 9 แผนการจัดกระบวนการทดลอง หน่วยที่ 3 ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก 64

ตาราง 10 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง 66

ตาราง 11 องค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก จำนวน 12 แผน 74

ตาราง 12 แสดงสรุปผลคะแนนบันทึกการเรียนรู้ แผนที่ 1 สะท้อน สมรรถนะด้านการระบุประเด็น 86

ตาราง 13 แสดงสรุปผลคะแนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ แผนที่ 2 สะท้อน ... 88

ตาราง 14 แสดงสรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แผนที่ 3 สะท้อนสมรรถนะด้าน..... 90

ตาราง 15 แสดงสรุปผลการนำเสนอการตกผลึกความรู้ แผนที่ 4 สะท้อนสมรรถนะด้าน..... 92

ตาราง 16 แสดงคะแนนเฉลี่ย (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การสะท้อนผลการเรียนรู้. 93

ตาราง 17 แสดงสรุปผลคะแนนบันทึกการเรียนรู้ แผนที่ 5 สะท้อน สมรรถนะด้านการระบุประเด็น 94

ตาราง 18 แสดงสรุปผลคะแนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ แผนที่ 6 สะท้อน 96

ตาราง 19 แสดงสรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แผนที่ 7 สะท้อนสมรรถนะด้านการ 98

ตาราง 20 แสดงสรุปผลการนำเสนอการตกผลึกความรู้ แผนที่ 8 สะท้อนสมรรถนะด้าน 100
ตาราง 21 แสดงคะแนนเฉลี่ย (*M*) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การสะท้อนผลการเรียนรู้ 101
ตาราง 22 แสดงสรุปผลคะแนนบันทึกการเรียนรู้ แผนที่ 9 สะท้อน สมรรถนะด้านการระบุประเด็น 102
ตาราง 23 แสดงสรุปผลคะแนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ แผนที่ 10 สะท้อน 104
ตาราง 24 แสดงสรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แผนที่ 11 สะท้อนสมรรถนะด้าน 106
ตาราง 25 แสดงสรุปผลการนำเสนอการตกผลึกความรู้ แผนที่ 12 สะท้อนสมรรถนะด้าน 108
ตาราง 26 แสดงคะแนนเฉลี่ย (*M*) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การสะท้อนผลการเรียนรู้ 109
ตาราง 27 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าความเบ้และ 110
ตาราง 28 ผลการตรวจสอบอิทธิพลของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสมรรถนะทาง 111
ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัด 112
ตาราง 30 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับ 113
ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามปฏิบัติการ..... 133
ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามปฏิบัติการ 135
ตาราง 33 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามปฏิบัติการของ..... 137
ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามปฏิบัติการ..... 139
ตาราง 35 ผลการวิเคราะห์ อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมันของแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 141
ตาราง 36 ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมันของแบบทดสอบ..... 142
ตาราง 37 ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมันของแบบทดสอบ..... 144
ตาราง 38 ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมันของแบบทดสอบ..... 145
ตาราง 39 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ : การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก 147

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 10
ภาพประกอบ 2 วงจรของการตกผลึกทางปัญญา 29
ภาพประกอบ 3 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการเรียนการสอนแบบตกผลึก 33
ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 70
ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบ การประเมินสภาพจริง 73
ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 76
ภาพประกอบ 7 แผนภูมิคะแนนประเมินบันทึกการเรียนรู้รายกลุ่ม 87
ภาพประกอบ 8 แผนภูมิสรุปผลคะแนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้รายกลุ่ม 89
ภาพประกอบ 9 แผนภูมิสรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายกลุ่ม 91
ภาพประกอบ 10 แผนภูมิแสดงคะแนนการประเมินบันทึกการเรียนรู้รายกลุ่ม 95
ภาพประกอบ 11 สรุปผลคะนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้รายกลุ่ม 97
ภาพประกอบ 12 สรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายกลุ่ม 99
ภาพประกอบ 13 คะแนนประเมินบันทึกการเรียนรู้รายกลุ่ม 103
ภาพประกอบ 14 แผนภูมิสรุปผลคะแนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้รายกลุ่ม . 105
ภาพประกอบ 15 สรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายกลุ่ม 107

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

การพัฒนาการเรียนจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของเยาวชนไทย ที่ผ่านมายังไม่ประสบผลสำเร็จตามที่ตั้งเป้าไว้ พิจารณาจากดัชนีสำคัญที่บ่งบอกคุณภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของเยาวชนไทยในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment) หรือ PISA ว่านักเรียนมีสมรรถนะที่จะใช้ความรู้และทักษะเพื่อเผชิญกับโลกในชีวิตจริงได้ดีเพียงไร ผลที่ได้จากการประเมินจะเป็นตัวบอกศักยภาพของการพัฒนาประเทศ โดยประเทศไทยมีการกำหนดเป้าหมายไว้ในแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 ให้เด็กไทยมีคะแนน PISA อยู่ในระดับมาตรฐานสากลหรือระดับค่าเฉลี่ยของประเทศ OECD (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, น. 79) ซึ่งการประเมินผลการเรียนรู้ PISA ในปี2015 เป็นรอบการประเมินที่เน้นการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ ภาพรวมนักเรียนไทยมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ย 421 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ OECD มากกว่าหนึ่งระดับ (ค่าเฉลี่ย OECD คือ 493 คะแนน) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2015, น. 5) จึงถือว่าไม่บรรลุเป้าหมายของแผนการศึกษาแห่งชาติตามที่ตั้งเป้าไว้ ดังนั้นการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จึงเปรียบเสมือนเป้าหมายหลักของการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ที่ต้องพัฒนาผู้เรียน เพื่อเตรียมให้เป็นพลโลกที่มีคุณภาพในอนาคต

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันพบว่า มุ่งเน้นการท่องจำ และสอบวัดความรู้เฉพาะในตำราเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่เพียงพอที่จะพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้พัฒนายิ่งขึ้น ทว่าการเรียนรู้ในรูปแบบที่เน้นการพัฒนากระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์และการพัฒนาทักษะในการหาความรู้นั้น จะส่งผลให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ สม สุจิรา (สม สุจีรา, 2558, น. 15) กล่าวว่า “คนมีทักษะจะขวนขวายหาความรู้เพิ่มเติมโดยอัตโนมัติ เป็นการหาที่ตรงจุด ตรงประเด็น ใช้ได้จริง ในขณะที่คนมีความรู้อาจไม่พยายามพัฒนาทักษะ และความรู้ที่มีอยู่ก็กว้าง เป็นนามธรรม ไม่สามารถนำไปใช้ได้จริง ดังนั้น การมีความรู้มากยังไม่อาจสรุปได้ว่าจะนำความรู้ไปใช้ได้ แต่หากเป็นผู้มีทักษะการเรียนรู้ความรู้ก็สามารถหาใหม่ได้โดยไม่สิ้นสุด” ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาให้บุคคลเป็นผู้ก้าวนำโลก โดยฝึกให้เป็นผู้มีความรู้ พร้อมทั้งฝึกทักษะการนำความรู้

ไปใช้ให้เกิดการเรียนรู้ที่จะทำให้เกิดความชำนาญ สามารถพัฒนาทั้งองค์ความรู้ ทักษะ และสมรรถนะไปพร้อมกัน (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2559, น. 90)

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก จึงเป็นเพียงผู้สนับสนุนการเรียนรู้ อำนวยความสะดวก กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานในการหาคำตอบที่สงสัย ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ดี จะต้องทำควบคู่กับการประเมินที่เหมาะสม จะเห็นได้ว่าการเรียนรู้ดังกล่าว เป็นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเน้นให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติจริง และเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งผู้เรียนได้แสดงออกถึงความรู้ ทักษะ สมรรถนะที่เกิดจากการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2555, น. 8) ซึ่งคุณภาพและพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ ต้องอาศัยกระบวนการที่เน้นกระบวนการสังเกตอย่างต่อเนื่อง และเครื่องมือการประเมินที่หลากหลาย

การวัดผลและประเมินผลที่สะท้อนพัฒนาการของการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมีการประเมินอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่เริ่มต้นจากประเด็นที่สนใจ ไปจนถึงการสร้างสรรค์ผลงานหรืออธิบายความรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การประเมินดังกล่าว เรียกว่า การประเมินสภาพจริง ซึ่งเป็นกระบวนการที่สะท้อนสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียน ในสภาพที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยใช้เรื่องราว เหตุการณ์ สภาพจริงหรือคล้ายจริงที่ประสบในชีวิตประจำวัน เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนตอบสนองโดยการแสดงออก ลงมือกระทำ หรือผลิต จากกระบวนการทำงานตามที่คาดหวังและผลผลิตที่มีคุณภาพ เพื่อลงข้อสรุปถึงความรู้ ความสามารถ และสมรรถนะของผู้เรียนว่ามีมากน้อยเพียงใด น่าพอใจหรือไม่ อยู่ในระดับความสำเร็จใด และจะส่งเสริมได้อย่างไร (สุวิมล ว่องวานิช, 2546, น. 13)

การจัดการเรียนรู้รูปแบบดังกล่าว ที่มีจุดเริ่มต้นจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง นั้นพบว่า นักเรียนที่มีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความชอบหลงใหล อยากรู้ และอยากหาคำตอบที่เป็นวิทยาศาสตร์ มักจะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้มากกว่านักเรียนที่ไม่มีความสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of Multiple Intelligences) ที่กล่าวว่า มนุษย์มีความถนัด ความสนใจที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าใครจะโดดเด่นในด้านไหนบ้าง แล้วแต่ละด้านผสมผสานกัน แสดงออกมาเป็นความสามารถในเรื่องใด เป็นลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละคน โดยหากรู้ว่า “เราเป็นใคร และเราจะสามารถทำอะไรได้บ้าง เมื่อพัฒนาตรงตามความถนัด ก็จะเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด” (เยาวพา เดชะคุปต์, 2553, น. 10) ดังนั้น นักเรียนที่มีความสนใจ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ก็จะสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็ว

กว่านักเรียนที่สนใจด้านอื่น นอกจากนั้นยังมีการศึกษาเกี่ยวกับ การทำนายการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ (อรพรรณ พงศ์ประยูร, 2559, น. 154 - 157) พบว่า ปัจจัยที่มีอำนาจในการทำนายการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ คือ 1. การรับรู้ของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งที่อยู่รอบตัว ตีความ และแสดงพฤติกรรมเพื่อปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่อยู่รอบตัว 2. จิตลักษณะเดิมที่สะสมมาตั้งแต่เด็กและติดตัวบุคคลกระทั่งแสดงออกชัดในสถานการณ์หนึ่ง ๆ 3.จิตลักษณะตามสถานการณ์ที่เป็นจิตลักษณะที่มีความเป็นพลวัตมีการเปลี่ยนแปลงได้ อันเป็นผลมาจากสถานการณ์ที่เกิดจากการรับรู้ ซึ่งทั้ง 3 ปัจจัยส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งอธิบายได้สอดคล้องตามแนวคิดของแบนดูรา (Bandura A, 1986, p. 391) ที่กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง เป็นการที่บุคคลตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนเองที่จะจัดการ และดำเนินการกระทำให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ แบนดูรา เชื่อว่า การรับรู้ความสามารถของตนมีความสำคัญและมีผลต่อการกระทำของบุคคล คนที่เชื่อว่าตนเองมีความสามารถ จะมีความอดทน อุตสาหะ ไม่ท้อแท้ง่าย และประสบความสำเร็จในที่สุด โดยการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น เป็นการที่นักเรียนตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนเอง ว่าสามารถจัดการและดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ผ่านการเรียนรู้ แบบวิทยาศาสตร์ ซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองขึ้นอยู่กับการตัดสินใจว่าเขาสามารถทำอะไรได้ด้วยทักษะที่เขามีอยู่ อันมีผลต่อการกระทำของบุคคล สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ (ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ, 2553, น. 234) กล่าวถึงเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบความเด่นของเอกลักษณ์ องค์ประกอบความสำคัญของเอกลักษณ์ และองค์ประกอบความภาคภูมิใจในบทบาท ซึ่งประยุกต์จากทฤษฎีเอกลักษณ์และพฤติกรรมตามบทบาทของ (Stryker, 1987, pp. 96-97)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก โดยควบคุมอิทธิพลของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้งานวิจัยมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น และข้อค้นพบจากการวิจัยในครั้งนี้ จะเป็นแนวทางในการพัฒนาแนวคิด พัฒนาการจัดการเรียนการสอน การประเมิน เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาตร์ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับบริบทการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และเพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 ที่มีเป้าหมายให้เด็กไทยมีคะแนน PISA อยู่ในระดับมาตรฐานสากล

คำถามการวิจัย

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง จากการวัดซ้ำ เมื่อควบคุมเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก โดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง จากการวัดซ้ำ เมื่อควบคุมเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ได้การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อควบคุมเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัย จะเป็นข้อสนเทศให้ผู้เกี่ยวข้องในด้านการจัดการศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปใช้วางแผนจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ในด้านผู้เรียนทำให้ได้ฝึกกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ฝึกทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งเป็นการดึงเอาศักยภาพของผู้เรียนออกมาให้ได้มากที่สุด เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์ จำนวนทั้งสิ้น 8,920 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษาที่ 2563 โรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 24 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 2 ชั่วโมง รวม 24 ชั่วโมง

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 3 หน่วย คือ

หน่วยที่ 1 : เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน

หน่วยที่ 2 : เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

หน่วยที่ 3 : เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวจัดกระทำ

การเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง

ตัวแปรตาม

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ

1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์
2. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปรร่วม

เอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้และทักษะที่ผู้เรียนนำมาใช้ในการปฏิบัติงานให้เกิดผลสำเร็จตามที่ต้องการ โดยการนำความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิด วางแผน ตัดสินใจ และใช้สื่อสารทางวิทยาศาสตร์ อันมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน ซึ่งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 สมรรถนะย่อย ดังนี้

1.1 การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identify Scientific Issues: ISI) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะประเด็น หรือเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ออกจากประเด็นในเรื่องอื่น ๆ โดยประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์คือ สิ่งที่ตอบได้ด้วยประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

ซึ่งในการที่จะรู้ว่าคำถามใดตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องสามารถบอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้า กระบวนการ/แผนการตรวจสอบว่าจะต้องใช้สาระข้อมูลใด ต้องค้นคว้าข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบ ควบคุม ทดสอบ หรืออธิบายปรากฏการณ์

1.2 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically : EPS) หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการการบรรยาย การตีความปรากฏการณ์ และคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น ศการประเมินจะรวมถึงการให้นักเรียนระบุว่าคำบรรยาย คำอธิบายใด สมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไรเป็นต้น เช่น ในสถานการณ์ที่ทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลาก ให้นักเรียนใช้ความรู้วิทยาศาสตร์มาระบุว่าคำบรรยายใด บรรยายหรืออธิบายได้ถูกต้อง โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมนำเสนอเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบการอธิบาย

1.3 การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence: USE) หมายถึง ความสามารถในการรู้ความหมาย ความสำคัญ แนวคิด หลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยจะต้องเลือกใช้ข้อมูล หรือเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ มาสนับสนุนข้อค้นพบ หรือประเด็นค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะต้องมีพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่า และการสื่อสาร และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเหตุเป็นผล มาสนับสนุนข้อค้นพบ เพื่อเป็นประจักษ์พยานสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ตามหลักการที่สามารถพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ได้

2. การเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หมายถึง การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ผลงาน ที่เกิดจากการตกผลึกความรู้หรือความคิดของตน โดยผู้เรียนมีบทบาทเชิงรุกในกระบวนการเรียนรู้ เริ่มตั้งแต่เลือกประเด็นที่สนใจ รวบรวมข้อมูล ทำความเข้าใจ ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม สรุป วิเคราะห์ และสังเคราะห์ความรู้ จนกระทั่งสามารถถ่ายทอดการตกผลึกความรู้ ออกมาในรูปผลงาน แนวคิด กลวิธี หรือชิ้นงาน ฯลฯ ซึ่งจะต้องถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ โดยวิธีการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อันเกิดจากการตกผลึกทางความคิด มีการประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง ระหว่างปฏิบัติกิจกรรมทุกขั้นของการเรียนรู้แบบตกผลึกเพื่อสะท้อนพัฒนาการ ความก้าวหน้าของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนรู้แบบตกผลึก โดยมีการประเมินจาก ตนเอง เพื่อน และครู และใช้เครื่องมือที่หลากหลายเหมาะกับลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริง ซึ่งกำหนดไว้ในแผนการเรียนรู้แบบตกผลึก ทั้ง 4 ขั้น

2.1 ขั้นการวางแผนและเรียนรู้ หมายถึง การเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเลือกประเด็นที่สนใจ วางแผนการเรียนรู้ และการวางโครงร่างในประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษา ซึ่งผู้เรียนจะต้อง

นำเสนอประเด็นปัญหาที่สนใจ คำสำคัญในการค้นคว้า และแผนการหรือโครงร่างประเด็นที่ต้องการศึกษาในขั้นนี้ โดยผู้เรียนจะต้องมีผลงานการระดมความคิด วางแผนการเรียนรู้ร่วมกิจกรรมกลุ่ม โดยมีการประเมินสภาพจริงโดยครู จากการ สังเกต สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ และประเมินการวางแผนการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนพัฒนาการสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identify Scientific Issues : ISI)

2.2 ขั้นการนำเสนอและการอภิปราย หมายถึง การเรียนรู้ที่ให้นักเรียนนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ที่เกิดจากขั้นวางแผนการเรียนรู้ เพื่อนำเสนอประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจหน้าชั้นเรียน โดยมีการอภิปรายร่วมกันระหว่างเพื่อนต่างกลุ่ม และครู เพื่อรับฟังข้อคำถาม ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประมวลและปรับแก้ในขั้นต่อไป ซึ่งถือได้ว่าเป็นรูปแบบการเรียน ที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการทำงานให้หลายด้านพร้อมกัน คือ ทักษะการนำเสนอและอภิปราย การตั้งคำถามและตอบคำถาม การแก้ปัญหา ในขั้นนี้มีการประเมินสภาพจริงโดยครูมีบทบาทในการ สังเกต สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ และเพื่อนต่างกลุ่มมีบทบาทในการประเมินการนำเสนอการวางแผน เพื่อสะท้อนพัฒนาการสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในด้าน การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically : EPS) และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence: USE)

2.3 ขั้นการประมวลและปรับแก้ หมายถึง การเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องประมวลรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ และข้อสงสัย จากการนำเสนอในขั้นการนำเสนอและอภิปรายก่อนหน้า เพื่อมาปรับแก้และอธิบายปรากฏการณ์ ประเด็นปัญหาให้ชัดเจน โดยใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน ในขั้นนี้มีการประเมินสภาพจริงโดยครูมีบทบาทในการสังเกตพฤติกรรม สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ เพื่อสะท้อนพัฒนาการสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในด้าน การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically : EPS) และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence: USE)

2.4 ขั้นการตกผลึก หมายถึง การเรียนรู้ที่ผู้เรียนนำเสนอผลงาน แนวคิด วิธีคิด นวัตกรรม ฯลฯ ที่เกิดจากการตกผลึกความรู้ หลังจากที่ได้ประมวลและปรับแก้ไข ในประเด็นปัญหาที่ตนศึกษา ตลอดจนสื่อสารองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น ในรูปแบบอิสระหน้าชั้นเรียน เพื่ออภิปรายร่วมกันกับเพื่อนและครู พร้อมทั้งสรุปผลการดำเนินการค้นคว้าตามแผนที่วางไว้ โดยในขั้นนี้มีการประเมินสภาพจริง โดยเพื่อนต่างกลุ่ม และครู มีบทบาทในการประเมินแบบประเมินการนำเสนอ การตกผลึกความรู้ และนักเรียนมีบทบาทในการประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้

ตนเอง เพื่อสะท้อนพัฒนาการสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในด้าน การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically : EPS) และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence: USE)

3. เอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรู้คิดเกี่ยวกับบทบาทและตำแหน่งของการเป็นนักเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อติดต่อสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในสังคม ซึ่งบทบาทเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์นั้น จะสะท้อนออกจากการเป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผล อยากรู้อยากเห็น ชอบหาเหตุผลของสิ่งต่าง ๆ มีความคิดที่เป็นระบบหรือคิดอย่างวิทยาศาสตร์ ชอบติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ ทั้งยังชอบติดต่อสัมพันธ์กับบุคคลที่มีความถนัดในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยจำแนกได้ 3 องค์ประกอบคือ

3.1 ความเด่นของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ออกมานำเสนอ หรือแสดงออกกับบุคคลอื่น ๆ ในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การแนะนำตนเองว่าเป็นผู้สนใจหรือชื่นชอบวิทยาศาสตร์ และชอบพูดคุยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กับบุคคลอื่น ๆ ในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น พูดคุยกับเพื่อน พ่อแม่ ครูอาจารย์ ฯลฯ หรือการแสดงออกถึงความถนัดทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ

3.2 ความรู้สึกสำคัญของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การตระหนักถึงความสำคัญ หรือการเห็นคุณค่าของกิจกรรม ที่แสดงออกถึงการมีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การรับรู้ต่อตนเองว่าเป็นผู้ชื่นชอบวิทยาศาสตร์ ชอบศึกษาหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ชอบทำกิจกรรมและหาประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน

3.3 ความภูมิใจในบทบาทความเป็นนักวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อตนเอง การนับถือตนเอง พอใจ เห็นคุณค่า ในความเป็นนักวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถที่จะทำประโยชน์ให้กับตนเองและผู้อื่นโดยใช้ความรู้ ทักษะ ทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยสังเกตได้จากการมีความเชื่อมั่น และชื่นชมในบทบาทของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ของตนเอง และชอบแสดงความถนัดทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างประโยชน์ทั้งต่อตนเองและต่อผู้อื่น

กรอบแนวคิดการวิจัย

การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกัน ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555, น. 59) ได้แบ่งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน

คือ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Idenyify Scientific Issue หรือ ISI) 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically หรือ EPS) 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence หรือ USE) โดยในการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกนั้น มีการประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริงระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสะท้อนพัฒนาการสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านของนักเรียน โดยเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือเรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยเป็นการฝึกคิดจากเรื่องใกล้ตัว คือ ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน และเรื่องที่พบเห็นได้บ่อย คือ ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย และขยายวงกว้างออกไปสู่เรื่องที่ใหญ่ขึ้น คือ ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก ซึ่งมีการประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง มาช่วยสะท้อนพัฒนาการของผู้เรียน เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดสภาพการณ์ เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ฝึกการเรียนรู้ด้วยตนเอง ฝึกการจัดระบบความคิด กำหนดโครงสร้างทางความรู้ ประยุกต์ใช้ความรู้ เพื่อให้ได้ความรู้ที่มีความกระจ่างชัดเจน โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ 4 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 : วางแผนการเรียนรู้ , ขั้นที่ 2 : นำเสนอและอภิปราย , ขั้นที่ 3 : ประมวลและปรับแก้ และ ขั้นที่ 4 : ขั้นตกผลึก ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนดังกล่าว จะทำให้เกิดการคิดแบบตกผลึกทางปัญญา ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึกพัฒนาขึ้นโดย ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (ไพฑูรย์ สินลารัตน์, 2550, น. 31)

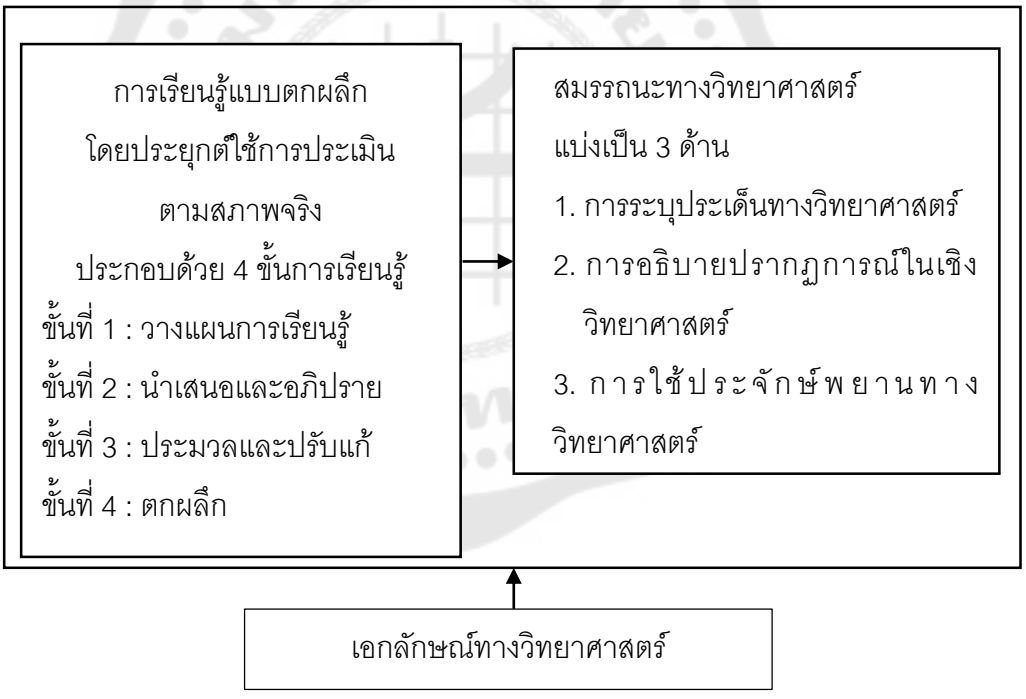
การประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง จะอยู่ระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดประเมินที่หลากหลาย ซึ่งครูมีบทบาทในการสังเกต ถามตอบระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ สนทนากลุ่ม เขียนบันทึกเหตุการณ์ ประเมินการวางแผน , การนำเสนอ , การประมวลและปรับแก้ และการตกผลึก และเพื่อนร่วมชั้นมีบทบาทในการตั้งคำถามในประเด็นที่สงสัย ประเมินการนำเสนอ และนักเรียนมีบทบาทในการประเมินการสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง

โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ (ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ, 2553, น. 234) ซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคลุมเครือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียน โดยพัฒนาจากทฤษฎีเอกลักษณ์ของสไตรเกอร์ (Stryker) ซึ่งกล่าวถึง นักเรียนที่มีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จะมีการรู้คิดหรือความสามารถที่สื่อถึงบทบาทของการเป็นนักเรียนวิทยาศาสตร์ แสดงออกโดยเป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผล อยากรู้อยากเห็น ชอบติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ และมีวิธีคิดแบบวิทยาศาสตร์ ทั้งยังสนใจและชอบติดต่อสัมพันธ์กับบุคคลที่มีความถนัดในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องตามแนวคิดของแบนดูรา (Bandura A, 1986, p. 391)

ที่กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง เป็นการที่บุคคลตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนเองที่จะจัดการ และดำเนินการกระทำให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

ในการวิจัยครั้งนี้จึงควบคุมอิทธิพลของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง โดยการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้น คือ 1. การวางแผนและเรียนรู้ 2. การนำเสนอและการอภิปราย 3. การประมวลและปรับแก้ 4. การตกผลึก ซึ่งการเรียนรู้ในรูปแบบดังกล่าวจะช่วยพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน คือ 1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3.การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

จากแนวคิดในการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สามารถแสดงดังภาพประกอบ 1 ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริงครั้งที่ 1 , 2 และ 3 แตกต่างกัน เมื่อควบคุมเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
    1.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
    1.2 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
    1.3 การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน
    1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบตกผลึก
    2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบตกผลึก
    2.2 ความสำคัญของรูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึก
    2.3 แนวคิด หลักการ และรูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึก
    2.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการในการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก
    2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตามสภาพจริง
    3.1 ความหมายของการประเมินตามสภาพจริง
    3.2 หลักการ/วิธีการ ในการประเมินตามสภาพจริง
    3.3 ขั้นตอนการประเมินตามสภาพจริง
    3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์
    4.1 ความหมายของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์
    4.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเอกลักษณ์
    4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555, น. 59); สุนีย์ คล้ายนิล และ อัมพลิกา ประโมจนีย์ (2551, น. 17) ให้ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า คือ การสำรวจ ตรวจสอบความสามารถของนักเรียนว่าทำสิ่งเหล่านี้ได้ดีเพียงใด โดยครอบคลุมทั้งความสามารถทางเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Idenyify Scientific Issue หรือ ISI) 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์(Explain Phenomena Scientifically หรือ EPS) 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence หรือ USE) ซึ่งสอดคล้องกับ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2546, น. 10-11); สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ (2547, น. 49) ได้กล่าวถึงความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า คือ ความสามารถที่แสดงออกมาในด้านการคิด การปฏิบัติ และคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในสาระวิทยาศาสตร์ ซึ่งความสามารถดังกล่าวเป็นศักยภาพทางการเรียนที่มีอยู่ในตัวบุคคล สามารถแสดงออกมาเป็นพฤติกรรม จำแนกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ หมายถึง ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบปรนัยและอัตนัย 2) ด้านปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการด้วยกระบวนการคิด การจัดการ และดำเนินการต่าง ๆ เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ 3) ด้านคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับการตระหนักถึงความรู้ของตนเองและของผู้อื่น เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และการแสวงหาความรู้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงออกทั้งในด้านองค์ความรู้และด้านการปฏิบัติการ ซึ่งเป็นศักยภาพทางการเรียนที่มีอยู่ในตัวบุคคล โดยในงานวิจัยนี้จำแนกตามความหมายของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555, น. 59); สุนีย์ คล้ายนิล และ อัมพลิกา ประโมจนีย์ (2551, น. 17) ซึ่งจำแนกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Idenyify Scientific Issue หรือ ISI) 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically หรือ EPS) และ 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence หรือ USE)

1.2 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2546, น. 10-11); สุนีย์ คล้ายนิล และ อัมพลิกา ประโมจนีย์ (2551, น. 18-20) กล่าวว่าความสำคัญของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ถือว่ามีบทบาทในการทำให้บุคคลสามารถใช้ความรู้เพื่อตัดสินใจ และสื่อสารสาระทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะเหล่านี้จะเกิดได้ย่อมต้องการความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน ซึ่งได้แก่ ความรู้วิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของกระบวนการหาความรู้ โดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 3 สมรรถนะย่อย ดังนี้

1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์

สิ่งสำคัญในการอยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์ คือความสามารถในการแยกแยะประเด็นหรือเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ ออกจากประเด็นในเรื่องอื่น ๆ ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์คือสิ่งที่ตอบได้ด้วยประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันว่าสำคัญมากอย่างหนึ่งคือ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ในที่นี้ใช้คำย่อว่า ISI (Identify Scientific Issues) ซึ่งมายรวมถึงความสามารถดังต่อไปนี้

1.1 รู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ คำถามการประเมินสมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนแยกแยะปัญหา / คำถามที่เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ออกจากปัญหาประเภทอื่น ๆ ที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนระบุว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ หรือคำถามใดที่สำรวจตรวจสอบไม่ได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนอาจเสนอแนะวิธีการที่จะใช้หาคำตอบต่อปัญหาที่มีอยู่

1.2 บอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้า ในการที่จะรู้ว่าคำถามใดตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องสามารถบอกคำสำคัญ สำหรับค้นคว้า และหาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบได้ นั่นคือจะต้องระบุได้ว่าจะต้องใช้สาระข้อมูล หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนตอบว่าในปัญหา / คำถามที่กำหนดให้นั้นนักเรียนจำเป็นต้องรู้สาระใดบ้างใช้ข้อมูลใด หรือต้องหาประจักษ์พยานหรือหลักฐานใดเพื่อที่จะได้ออกแบบวางแผนที่จะเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง

1.3 รู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ การแสดงความสามารถในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องรู้ลักษณะที่สำคัญของการตรวจสอบ เช่น รู้ว่าการทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไร จะต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุม

ตัวแปรและเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด จะต้องค้นคว้าและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีก จะต้องทำอะไร และทำอย่างไรจึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้

2. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะที่จำเป็นของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือ EPS (Explaining Phenomena Scientifically) นักเรียนแสดงสมรรถนะนี้โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์หนึ่ง ๆ สมรรถนะศนี้รวมถึงการบรรยาย การตีความปรากฏการณ์ และคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น การประเมินจะรวมถึงการให้นักเรียนระบุว่าคำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไรคำคาดการณ์จะเป็นได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไร เป็นต้น เช่น ในสถานการณ์ที่มีคดีฆาตกรรมและมีการตรวจ DNA ให้นักเรียนใช้ความรู้วิทยาศาสตร์มาระบุว่าตำบรรยายเกี่ยวกับ DNA ข้อใดบรรยายได้เหมาะสม เป็นต้น

3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ในที่นี้ใช้คำย่อว่า USE (Using Scientific Evidence) สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนรู้ความหมายและความสำคัญของสิ่งที่พบจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่า และการสื่อสาร ซึ่งต้องใช้ความรู้ทั้งความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือความรู้วิทยาศาสตร์ หรือทั้งสองอย่าง การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายรวมถึงความสามารถต่อไปนี้

3.1 รู้ว่าต้องใช้ประจักษ์พยานใด แสดงว่ามีความเข้าใจว่าต้องมีข้อมูลหรือหลักฐานใด จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูล รองรับหรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป หรือการพยากรณ์ หรือคาดการณ์ล่วงหน้า การสร้างข้อโต้แย้ง

3.2 สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ คำถามประเภทนี้อาจให้นักเรียนวิเคราะห์วิจารณ์ข้อสรุปที่ยกมาให้ โดยให้วิเคราะห์ว่าการสรุปนั้นได้ สรุปออกมาจากข้อมูลที่กำหนดให้หรือไม่ หรืออาจจะให้ข้อมูลหรือประจักษ์พยานมาแล้ว ให้นักเรียนเป็นผู้ลงข้อสรุปข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่มี หรืออาจจะให้นักเรียนใช้เหตุผลวิเคราะห์วิจารณ์ข้อสรุปทั้งในทางเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

3.3 สื่อสารข้อสรุป การสื่อสารข้อมูลเฉพาะหรือข้อสรุปจากประจักษ์พยาน และข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบาย และข้อโต้แย้งจากสถานการณ์และข้อมูลที่กำหนดให้โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้

3.4 การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในข้อนี้จะวัดว่านักเรียนแสดงว่ามีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยการนำแนวคิด (Concept) นั้น ๆ ไปใช้ได้ในสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่ มีการอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง หรืออาจจะให้นักเรียนคาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางอย่าง หรือให้ชี้บอกว่าตัวแปรหรือปัจจัยใด มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดผลตามที่กำหนดให้ โดยให้นำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (ที่ไม่ได้กำหนดให้) มาใช้ในการบอกนั้น ๆ

นอกจากนี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ยังอาจรวมถึง

- การเลือกข้อสรุปจากหลาย ๆ ตัวเลือก
- การให้เหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุป ในเชิงที่อ้างอิงถึงวิธีการได้มาถึงข้อสรุปนั้น ๆ
- การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่นำไปสู่ข้อสรุป
- การสะท้อนถึงความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม

จากแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการทำให้บุคคลสามารถใช้ความรู้เพื่อตัดสินใจและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะเหล่านี้จะเกิดได้ย่อมต้องการความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน แบ่งเป็น 3 สมรรถนะย่อย คือ 1. การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การวัดผลที่เน้นการมีส่วนร่วมระหว่างนักเรียนและครู

1.3 การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ปราณี มีกุล (2545, น. 53-54); สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, น. 60-75) กล่าวว่า การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเกิดในระหว่างที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการคิดและปฏิบัติ (Hand On, Mind on Active) สามารถทำได้ 2 ลักษณะคือ 1) การประเมินจากผลการตอบคำถามหรือปัญหาต่าง ๆ ด้วยข้อสอบแบบข้อเขียน และ 2) การประเมินจากผลการปฏิบัติงานต่าง ๆ ด้วยแบบวัดภาคปฏิบัติ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ

ข้อสอบเขียนตอบเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดสมรรถภาพด้านการคิดด้วยการเขียนตอบเกี่ยวกับการวางแผนงาน วิธีการ ขั้นตอนการปฏิบัติ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การวิเคราะห์ การคำนวณค่า การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูล การแสดงความคิดเห็น และการให้ข้อเสนอแนะการลงมือปฏิบัติจริงที่ผู้เรียนไม่สามารถทำได้เนื่องจากเกินระดับความสามารถของผู้เรียนทั้งด้านความปลอดภัยและความไม่เหมาะสมของสถานการณ์ข้อสอบข้อเขียนที่ใช้วัดสมรรถนะมีลักษณะเช่นเดียวกับข้อสอบเขียนตอบแบบอธิบาย ซึ่งครอบคลุมด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่เป็นทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นผสมผสาน แต่ลักษณะของข้อสอบเขียนตอบวัดสมรรถนะนั้นจะเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดระดับสูงเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ซับซ้อนหรือเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการ และมีความเชื่อมโยงกับสาระการเรียนรู้ในระดับชั้นของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดออกมาด้วยการเขียนแสดงกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นเป็นตอน และมีการให้คะแนนตามความถูกต้องของคำตอบร่วมกับส่วนของวิธีการที่ผู้เรียนเลือกใช้เพื่อแก้ปัญหาด้วย สถานการณ์และคำถามของข้อสอบเขียนตอบมีลักษณะ ดังนี้

1.1 สถานการณ์ : สถานการณ์ที่ใช้ในข้อสอบเขียนตอบจะใช้สถานการณ์จริง ที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เหตุการณ์ของสังคม หรือสถานการณ์จำลองที่สมมติ เหตุการณ์เลียนแบบจากสถานการณ์จริง หรือสมมติเรื่องราวขึ้นอย่างมีเหตุมีผล โดยเนื้อหาในสถานการณ์ต้องสอดคล้องกับความรู้ในบทเรียนซึ่งอาจเป็นข้อความ ตารางข้อมูล หรือ แผนภาพ

1.2 คำถาม : มีลักษณะเป็นคำถามประเภทปลายเปิดหรือคำสั่งให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความสามารถ การเขียนคำถามจึงต้องมีความชัดเจนในประเด็นสำคัญของการเขียนตอบ เช่น การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การเปรียบเทียบ การอธิบายวิธีการและขั้นตอนการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน การสร้างแบบจำลอง และการลงข้อสรุปการกำหนดสถานการณ์และคำถามมีผลต่อการแสดงสมรรถนะของผู้เรียนสถานการณ์ และคำถามของข้อสอบเขียนตอบ มีตัวอย่างดังนี้

ตาราง 1 การกำหนดสถานการณ์และแนวคำถามที่มีผลต่อการแสดงสมรรถนะของผู้เรียน
สถานการณ์และคำถามของข้อสอบเขียนตอบ

สถานการณ์ที่ให้	ตัวอย่างข้อคำถาม
1. กำหนดเหตุการณ์ บทความ แนวความคิด หรือข้อความ	ให้แปลความหมายเหตุการณ์ หรือให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้ง หรือให้แนวทางในการแก้ปัญหา
2. กำหนดตารางข้อมูลหรือกราฟ	ให้อธิบายความหมายข้อมูล หรือเพิ่มเติมข้อมูลที่มีความเป็นไปได้
3. กำหนดวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ	ให้ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. กำหนดภาพแสดงวิธีทดลองของผู้เรียนมากกว่า 1 กลุ่มที่มีวิธีปฏิบัติที่แตกต่างกัน	ให้เปรียบเทียบและเลือกวิธีทดลอง ให้เหตุการณ์เลือกวิธีการนั้น ๆ
5. กำหนดแบบจำลอง หรือแผนภาพ	ให้สร้างแบบจำลองที่ต่างจากที่กำหนดให้ และให้เหตุผลได้ ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นมีประโยชน์
6. กำหนดข้อมูลการทดลองที่ประกอบด้วยวิธีทดลอง บันทึกผลการทดลอง	ให้พิจารณาความเป็นไปได้ของข้อมูล หรือให้ทำนายผล

2. การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดภาคปฏิบัติ

ในขณะที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจะมีหลักฐานร่องรอยที่แสดงไว้ทั้งวิธีการปฏิบัติ และผลการปฏิบัติ ซึ่งหลักฐานร่องรอยเหล่านี้ใช้ในการประเมินความสามารถ ทักษะการคิดและทักษะปฏิบัติจากการกระทำได้เป็นอย่างดี โดยทั่วไปแบบวัดภาคปฏิบัติ จำแนกได้เป็น 2 ส่วน คือ 1) กิจกรรมการทดลอง 2) การเขียนรายงานการทดลอง แบบวัดภาคปฏิบัติจะมีลักษณะเช่นเดียวกับข้อสอบทั่ว ๆ ไปที่มีสถานการณ์และคำถาม โดยสถานการณ์มักกำหนดเงื่อนไขให้สามารถปฏิบัติการทดลองได้อย่างปลอดภัย คำถามและสถานการณ์ที่กำหนดให้ เน้นให้ผู้เรียนแสดงออกถึงสมรรถนะ ในด้านทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

สถานการณ์ : สถานการณ์ในแบบวัดภาคปฏิบัติมีลักษณะเป็นข้อมูลหรือข้อความที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่กระทำ หรือสถานการณ์จำลองที่สามารถปฏิบัติได้จริง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียนด้วย

คำถาม : คำถามในแบบวัดภาคปฏิบัติประกอบด้วยคำสั่ง คำชี้แจง หรือเงื่อนไข เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติหรือทำการทดลองโดยเน้นที่การแสดงความสามารถและทักษะปฏิบัติ คำถามในแบบวัดภาคปฏิบัติมักให้ผู้เรียนได้แสดงออกในด้านต่าง ดังนี้

ความสามารถและทักษะด้านการเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับการออกแบบการทดลองการปฏิบัติการทดลองที่ต้องอาศัยทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะการวัด ทักษะการสังเกต ทักษะการใช้เครื่องมือ

ความสามารถและทักษะด้านการบันทึกผลการทดลอง การบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจบันทึกลงในตารางข้อมูล

นอกจากนี้แบบวัดภาคปฏิบัติที่มีกิจกรรมให้เขียนรายงานผลการทดลองควรให้ครอบคลุมในด้านต่อไปนี้

การวางแผน เป็นการแสดงออกในด้านการกำหนดปัญหาการทดลอง การกำหนดจุดประสงค์ของการทดลอง การออกแบบวิธีการและขั้นตอนการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปรในการทดลอง

การวิเคราะห์และการแปลผล เป็นการแสดงออกในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง การจัดกระทำข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และการแปรความหมายข้อมูล

การนำความรู้ไปใช้ เป็นการแสดงออกในด้านการลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล การสร้างแบบจำลอง การถ่ายโอนความรู้ การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ การนำเสนอแนวคิดที่แตกต่างจากเดิมหรือการคิดสร้างสรรค์

สถานการณ์และคำถามของแบบวัดภาคปฏิบัติต้องสอดคล้องกับสมรรถนะที่ต้องการประเมิน หรือสอดคล้องกับความสามารถและทักษะต่าง ๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติงานนั้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตาราง 2 ตัวอย่างสถานการณ์และคำถามของแบบวัดภาคปฏิบัติที่สอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประเมิน หรือสอดคล้องกับความสามารถและทักษะต่าง ๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

สถานการณ์	ตัวอย่างคำถาม
1. สถานการณ์ที่ประกอบด้วยปัญหาและเงื่อนไขต่าง ๆ	- ให้ผู้เรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้เงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ - ให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานและออกแบบวิธีทดลอง รวมทั้งเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองด้วยตนเอง
2. สถานการณ์ที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้ และกำหนดวิธีการปฏิบัติให้	- ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดให้โดยเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ การทดลองด้วยตนเองและแสดงการรวบรวมข้อมูล
3. สถานการณ์ที่ประกอบด้วยวิธีปฏิบัติ และวัสดุ อุปกรณ์การทดลอง	- ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนโดยใช้วัสดุและอุปกรณ์การทดลองที่กำหนดให้ และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ด้วยตนเอง

ซึ่งสอดคล้องกับ สุนีย์ คล้ายนิล และ อัมพลิกา ประโมจนีย์ (2551, น. 22) กล่าวถึงลักษณะของเครื่องมือที่เคยใช้ในการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการสอบ PISA 2006 นั้นมีข้อสอบหลายลักษณะ เช่น อาจให้นักเรียนเลือกข้อสรุปที่สมเหตุสมผลกับประจักษ์พยานหรือข้อมูลจากตัวเลือกที่มีให้ อาจให้นักเรียนบอกเหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านการลงข้อสรุปที่ได้มาจากกระบวนการหนึ่ง ๆ อาจให้นักเรียนอธิบายหรือให้เหตุผลว่า กระบวนการนั้นควรนำมาสู่ข้อสรุปนั้นหรือไม่อย่างไร ให้คิดแบบวิพากษ์วิจารณ์ว่า ข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) ที่กำหนดไว้สำหรับการศึกษานั้น แล้วนำไปสู่ข้อสรุปนั้นเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

ตาราง 3 ลักษณะของข้อสอบที่เคยใช้ในการสอบ PISA 2006 เพื่อประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ข้อสอบทั้งหมด (ข้อ)	เลือกตอบ (ข้อ)	เลือกตอบเชิงซ้อน (ข้อ)	ตอบแบบอิสระ (ข้อ)	ตอบแบบปิด (ข้อ)
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI)	24	9	10	5	-
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS)	53	22	11	16	4
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)	31	7	8	15	1
รวม	108	38	29	36	5

การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบ่งได้ 2 ลักษณะคือ 1) การประเมินจากผลการตอบคำถามหรือปัญหาต่าง ๆ ด้วยข้อสอบแบบข้อเขียน และ 2) การประเมินจากผลการปฏิบัติงานต่าง ๆ ด้วยแบบวัดภาคปฏิบัติซึ่งเน้นการประเมินทั้งทักษะการคิดและการปฏิบัติควบคู่กัน โดยครูผู้สอนสามารถออกแบบการประเมินได้หลากหลายรูปแบบตามความเหมาะสม เช่น แบบวัดที่เป็นสถานการณ์จำลอง แบบวัดภาคปฏิบัติที่ให้ผู้เรียนได้แสดงการทดลองหรือสร้างผลงานชิ้นงาน

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เชาวน์ศิริ ธาระรัตน์ (2550, น. 42) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเผยแพร่ความรู้ด้วยหนังสือการ์ตูนวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการเผยแพร่ความรู้ด้วยหนังสือการ์ตูนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

รัชชานน์ เทพอาจ (2552, น. 93) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับ

การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัชฎา ศิลมั่น (2552, น. 134) ศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 69 (คลองหลวง) จังหวัดปทุมธานี ผลการวิจัยพบว่า คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในภาพรวมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิชามญช์ พันธุ์ยุลา (2554, น. 100) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาณุมาศ เสียระหัง (2558, น. 91-93) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลักเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า และเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนกับคะแนนจุดตัด เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุริยาวดี นึกรักษ์ (2559, น. 1322) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนสามารถพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนแสดงออกถึงการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทุกสมรรถนะ ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISE) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) โดย สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงที่สุด และการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI) มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

พิริยาภรณ์ พิลาชัย (2560, น. 112-113) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ การวิจัยมีจุดประสงค์คือ 1. เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 2. เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 4 อย่างน้อยร้อยละ 70 ของผู้เรียน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ 1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ 2. แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3. แบบสังเกตพฤติกรรม 4. แบบสัมภาษณ์ และ 5. แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 60.12 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 71.46 วงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.73 และ วงจรปฏิบัติการที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.96 โดยพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 2 – 4 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด 2. นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 วงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 63.16 วงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 78.95 และวงจรปฏิบัติที่ 4 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21 โดยพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 3

มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด และ 3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์อยู่ในระดับมาก

แซดเลอร์ (Sadler, 2009, p. 11) ได้ศึกษาเรื่อง การรู้วิทยาศาสตร์ , PISA และวาทกรรมการประเมินความก้าวหน้าของการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยสำรวจโครงการเพื่อการประเมินนักศึกษานานาชาติ (PISA) เกี่ยวกับการเรียนรู้มุมมองในการรับทราบการเคลื่อนไหวปัญหาสังคม (SSI) โดยผู้วิจัยพิจารณาคำจำกัดความตาม PISA ในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นอย่างไร โดยอภิปรายถกเถียงเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ และนำเสนอภาพรวมของ SSI เป็นกรอบที่ปรากฏในชุมชนการศึกษาวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางสำหรับการวิจัยและการปฏิบัติ จากนั้นใช้กรอบ SSI เป็นกรอบการทำงานเพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์แนวทางการประเมิน PISA ซึ่ง PISA และการเรียนรู้มุมมองในการรับทราบการเคลื่อนไหวปัญหาสังคม (SSI) มีเป้าหมายเดียวกัน ซึ่งทั้งสองวิธีล้วนมีเป้าหมายคือการเตรียมนักเรียนเพื่อเป็นพลเมืองที่ดี โดยการฝึกการให้เหตุผล การสื่อสาร สิ่งที่นักเรียนเข้าใจอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยเชื่อมโยงกับสิ่งที่เกิดขึ้นในสังคม โดยสรุปว่าการจัดการเรียนรู้มุมมองในการรับทราบการเคลื่อนไหวปัญหาสังคม (SSI) เป็นทางเลือกที่เหมาะสม เพื่อใช้พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ และเหมาะสมที่จะใช้ร่วมกับการประเมินทางวิทยาศาสตร์ PISA ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในการดำเนินชีวิต

แบริส (baris, 2014, p. 402) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาแนวคิดทางชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพบางประการในระดับมัธยมศึกษา: ในด้านการเรียนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากหนังสือเรียนของโรงเรียน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด เรื่อง เซลล์ โครโมโซม DNA ยีนจีเอ็มโอในหนังสือหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของระดับมัธยมศึกษา และหนังสือเรียนชีววิทยาระดับมัธยมปลาย พร้อมกับความสามารถสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และระดับความแม่นยำของแนวคิดเหล่านี้ ผลการศึกษาพบว่ามีความไม่เพียงพอของการสอนแนวคิดดังกล่าวอยู่ในหนังสือหลักสูตรการศึกษาและที่เกี่ยวข้อง ในแง่ความรู้ ความเม่นยำ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

กรีนฮาว (Greenhow, 2015, p. 593) ได้ศึกษาเรื่อง ความคิดใหม่เกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทนอกโรงเรียน: การพิจารณาประเด็นทางวิทยาศาสตร์ในแอปพลิเคชัน Facebook โดยงานวิจัยนี้กล่าวถึงเว็บไซต์เครือข่ายสังคม (SNSs) เช่น FACEBOOK เป็นกิจกรรมสันทนาการที่ใช้เทคโนโลยีเป็นสื่อกลางในหมู่วัยรุ่นในประเทศต่าง ๆ ซึ่งทำให้นักวิจัยสนใจศึกษาความเหมาะสมในการเรียนรู้ เมื่อใช้แอปพลิเคชั่นเครือข่ายสังคมใช้งานนอกบริบทของโรงเรียน

ในคนหนุ่มสาว (อายุ 16-25 ปี) การประเด็นเกี่ยวกับการโต้วาทีประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์ วิธีการหลายมิติเพื่อวิเคราะห์การสร้างความรู้เชิงโต้แย้งในแอปพลิเคชัน Facebook ความหมายของการค้นพบเหล่านี้สำหรับทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมกันที่สนับสนุนโดยคอมพิวเตอร์ (CSCL) โดยผลการวิจัยคือ ได้การออกแบบแอพพลิเคชั่นที่คล้ายกันซึ่งพยายามเสริมการเรียนรู้อย่างเป็นทางการหรือเชื่อมแบบเป็นทางการ การสร้างการวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นบทเว็บไซต์เครือข่ายสังคม

กอง (Gong, 2018, p. 498) ได้ศึกษาเรื่อง แนวทางในการปรับปรุงและปลูกฝังการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาชนกลุ่มน้อย โดยกล่าวถึง การปลูกฝังการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นและปลายทางของการศึกษาระดับอุดมศึกษาในปัจจุบัน งานวิจัยนี้ศึกษาในกลุ่ม นักศึกษาวิทยาลัยชนกลุ่มน้อยของ Nanchang Institute of Technology เครื่องมือคือ การสนทนาระหว่างครูกับนักเรียนแบบสอบถาม และแบบวัดสถานการณ์ปัจจุบันของการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาชนกลุ่มน้อยในวิทยาลัย ผลของการวิเคราะห์พบว่าการรู้วิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ควรเริ่มจากโรงเรียนทั้งสาม ทั้งแต่อนุบาล การศึกษาในโรงเรียน และการศึกษาในมหาวิทยาลัย ซึ่งจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมของชนกลุ่มน้อยซึ่งเกิดจากการเรียนรู้แบบไม่ต่อเนื่อง

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นว่า แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ครูควรจัดรูปแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน ออกแบบการเรียนรู้เสริมการค้นคว้า หรือสร้างองค์ความรู้และพัฒนาในด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย รวมทั้งพัฒนาทักษะกระบวนการและมีการบูรณาการไปพร้อมกัน ซึ่งจะต้องมีวิธีการสอนที่เข้าใจง่าย หลากหลาย เหมาะกับลักษณะของผู้เรียน

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบตกผลึก (Crystal-based Learning)

2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบตกผลึก

ไพฑูรย์ สินราราัตน์ (2550, น. 30); นฤมล จันทร์สุข, จีระภา นะแส, สิริมาส วงศ์ใหญ่, และ ชวนนท์ จันทร์สุข (2560, น. 327-333); บุญเลี้ยง ทุมทอง (2559, น. 92) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้แบบตกผลึกไว้ว่า คือ การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ผลงาน อันเกิดจากการตกผลึกความรู้และความคิดของตนเอง การเรียนรู้รูปแบบดังกล่าวผู้เรียนจะมีบทบาทเชิงรุกในกระบวนการเรียนรู้ เริ่มตั้งแต่กำกับตนเอง ในการเลือกประเด็นที่

สนใจศึกษา ซึ่งผู้เรียนจะต้องเป็นผู้รวบรวมข้อมูล ทำความเข้าใจ สรุป วิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้ จนกระทั่งสามารถถ่ายทอดออกมาเป็นผลงาน งานเขียน สื่อ หรือวิธีการ ที่สามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อนและครูในชั้นเรียน โดยครูจะทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเป็นผู้นำเสนอประเด็นทั้งหมดในกรอบของรายวิชา เสนอแนะข้อมูลเพิ่มเติม ให้คำปรึกษา และให้ข้อมูลป้อนกลับโดยวิเคราะห์จากผลงานที่นำเสนอร่วมกับเพื่อนในชั้น ทั้งยังคอยสอดแทรกทักษะการคิด ค่านิยม และคุณธรรมให้เกิดแก่ผู้เรียน นอกจากนั้น ในกรณีที่มีการบริหารชั้นเรียนโดยทำงานเป็นกลุ่ม ผู้เรียนจะได้ฝึกการอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคม และฝึกการทำงานเป็นทีมด้วย

ความหมายของการเรียนรู้แบบตกผลึก สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบตกผลึก คือ วิธีการเรียนที่ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ผลงานอันเกิดจากการตกผลึกทางความคิด และมีบทบาทตั้งแต่การรวบรวมข้อมูล ทำความเข้าใจ สรุป วิเคราะห์ และสังเคราะห์ รวมไปถึงการประเมินค่าผลงาน สกัดออกมาเป็นความรู้ที่ผู้ศึกษาถ่ายทอดออกมาให้เป็นงานเขียน แนวคิด ผลงานชิ้นงาน หรือผลงานทางวิชาการได้

2.2 ความสำคัญของรูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึก

ไพฑูรย์ สินราวัตน์ (2550, น. 30) กล่าวถึง ความสำคัญของรูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึกไว้ ดังนี้ เป็นการสอนที่สอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาในปัจจุบันที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้แบบตกผลึกสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถสร้างนวัตกรรม ชิ้นงาน หรือผลงานแนวคิด ทฤษฎี ที่เกิดจากการตกผลึกทางความคิด ทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทักษะ และสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่จากการเรียนรู้โดยผู้เรียนได้มีส่วนวางแผน รวบรวมข้อมูล ทำความเข้าใจด้วยตนเอง วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าความรู้ ที่ค้นพบด้วยตนเอง แล้วสรุปออกมา ถ่ายทอดให้แก่ผู้อื่นผ่านบทความ ผลงานชิ้นงาน ฯลฯ ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมืออย่างดีในการถ่ายทอดความคิด ความรู้สึกและประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ นฤมล จันทร์สุข และคนอื่น ๆ (2560, น. 247) กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนรู้แบบตกผลึกไว้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ๆ เกิดจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ในการหากระบวนการและวิธีการต่าง ๆ เพื่อหาความรู้

2. การเรียนจากการปฏิบัติจริง ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ทำให้เกิดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้

3. บรรยากาศในชั้นเรียนจะเป็นแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนจะต้องแสดงความคิดเห็นและรับผิดชอบต่องานของตนเองและของกลุ่ม

4. การเรียนรู้ในลักษณะที่ทำให้ผู้เรียนไม่เคร่งเครียด ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้

5. เปิดโอกาสในการนำปัญหาต่าง ๆ มาให้ผู้เรียนคิด โดยอาศัยสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย เป็นเครื่องช่วยให้เกิดการวิเคราะห์ สังเคราะห์ หาเหตุผล และสร้างสรรค์การแก้ปัญหานั้น

6. ช่วยเร้าให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหาด้วยตนเองและกระบวนการกลุ่ม

ความสำคัญของรูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึก สรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึกมีความสำคัญในฐานะที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดและสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านการวางแผน รวบรวมข้อมูล ทำความเข้าใจ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ซึ่งถือได้ว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนในยุคศตวรรษที่ 21

2.3 แนวคิด หลักการ และรูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึก

ไพฑูรย์ สินราวัตน์ (2550, น. 35); ทิศนา แขมมณี (2560, น. 26); บุญเลี้ยง ทุมทอง (2559, น. 91) รูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึก พัฒนาขึ้นโดยไพฑูรย์ สินราวัตน์ (2550, น. 31) จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำการวิจัยพัฒนา โดยเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการจากฐานแนวคิดทางการศึกษา 4 แนวคิดเข้าด้วยกัน คือ

1. การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-Regulated Learning)

Bandura (1986) อ้างถึงใน สาลินี จงใจสุรธรรม (2015, น. 16) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง เป็นแนวคิดที่มีพื้นฐานมากทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญาสังคม (social cognitive theory) ซึ่ง ประกอบขึ้นด้วยคำว่า การกำกับตนเอง (Self-regulation) และ การเรียนรู้ (Learning) การกำกับตนเอง คือ พฤติกรรมควบคุมความคิด ความรู้สึก และการกระทำของตนเองด้วยความตั้งใจฝึกฝน ดังนั้นจุงเป็นการเรียนรู้ที่มีจุดเริ่มต้นจากแรงจูงใจที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งจะศึกษาในสิ่งที่ผู้เรียนต้องการหรือมีความสนใจที่จะเรียนรู้ โดยมีการกำหนดเป้าหมาย วางแผน ติดตามและประเมินผลการเรียนรู้ อย่างเป็นระบบด้วยตนเองซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น และรู้จักเรียนรู้ที่จะรับผิดชอบในการศึกษาหาความรู้ของตน ซึ่งการกำกับตนเองประกอบด้วย 3 กระบวนการย่อย คือ

1. การสังเกตตนเอง (self-observation)
2. การตัดสินตนเอง (self-judgement)

3. การแสดงปฏิกิริยาต่อตนเอง (self-reaction)

การดำเนินการของกระบวนการย่อยดังกล่าวเป็นปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (Bandura. 1986) ซึ่งการกำกับตนเองในการเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่มีความสำคัญในการเรียนรู้ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เช่นเดียวกัน เพราะจะช่วยฝึกวินัยในการเรียนรู้ ฝึกการกำกับ ควบคุมตนเองให้เป็นผู้ใฝ่รู้ ศึกษาเรียนรู้นอกเวลาเรียน ได้พัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และทักษะที่จำเป็นต่าง ๆ รวมทั้งพัฒนาศักยภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตนเองในยุคของการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้สะดวกรวดเร็วและใช้สื่อเทคโนโลยีได้ไร้ข้อจำกัดของเวลาและสถานที่

2. การเรียนรู้แบบนำตนเอง (Self-Directed Learning)

Hiemstra. R. (1994, p. 156); Taylor (1995, p. 88); บุญเลี้ยง ทุมทอง (2559, น. 20) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนรู้จะต้องวางแผน เพื่อตั้งเป้าหมายเลือกวิธีการเรียนรู้ แสวงหาข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และประเมินการเรียนรู้ของตนเอง ทั้งนี้ผู้สอนมีหน้าที่ให้คำปรึกษา และสนับสนุนที่เอื้อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ เนื่องจากผู้เรียนมีความแตกต่างระหว่างบุคคล จึงมีรูปแบบการเรียนรู้ (learning style) ที่แตกต่างกัน การให้ผู้เรียนได้นำตนเอง และเลือกวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดี โดยพื้นฐานแนวคิดประกอบด้วยตัวบ่งชี้ดังนี้

1. ผู้เรียนมีการวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. ผู้เรียนมีการวินิจฉัยความต้องการในการเรียนรู้ของตนเอง (Learning needs)

3. ผู้เรียนมีการตั้งเป้าหมายในการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Learning Strategies)

4. ผู้เรียนมีการแสวงหาความรู้ (Learning resources) รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง

5. ผู้เรียนมีการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Learning evaluation)

6. ผู้สอนมีการสนับสนุน ส่งเสริม ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือแกผู้เรียนในขั้นตอนต่าง ๆ ตามความเหมาะสม

7. ผู้สอนมีการวัดและประเมินผลโดยใช้ผลการประเมินตนเองของผู้เรียนประกอบกัน

3. การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

ทิศนา แขมมณี (2560, น. 98); ลักขณา สริวัฒน์ (2557, น. 139-126) ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือมาจากนักการศึกษาคนสำคัญที่เผยแพร่แนวคิดของการเรียนรู้รูปแบบนี้ คือ สลาวิน (Slavin) , เดวิน จอห์นสัน (David Johnson) และ รอเจอร์ จอนห์สัน (Rojer Johnson) ซึ่งมีเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนรู้ตั้งแต่ 4 คนขึ้นไป ร่วมกันทำกิจกรรมซึ่งแต่ละคนจะมีบทบาทที่ชัดเจน

และมีความมุ่งมั่นตั้งใจในการทำงานร่วมกัน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อนำไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม ทั้งนี้สมาชิกในกลุ่มอาจมีความสนใจ ระดับสติปัญญา หรือเพศที่แตกต่างกัน การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้ เชื่อว่าจะฝึกการเรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น เรียนรู้การพัฒนาสัมพันธภาพที่ดีระหว่างสมาชิกทำให้ผู้เรียนเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และพร้อมที่จะสนับสนุนและให้กำลังใจแก่กัน นอกจากนี้ การทำงานกลุ่มยังเอื้อ ให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญซึ่งกันและกัน เพราะเชื่อว่าทุกคนคือส่วนหนึ่งของความสำเร็จ ซึ่งองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือไม่ได้หมายความเพียงว่า มีการจัดให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มแล้วบอกให้ผู้เรียนช่วยกันทำงานเท่านั้น การเรียนรู้จะเป็นแบบร่วมมือได้ ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการ (Johnson Roger ; Johnson Holubec, 1993, pp. 31-37)

1. การพึ่งพาเกื้อกูลกัน (Positive interdependence)

2. การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด (face-to-face promotion interaction)

3. ความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (Individual accountability)

4. การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานของกลุ่มย่อย (interpersonal and small-group skills)

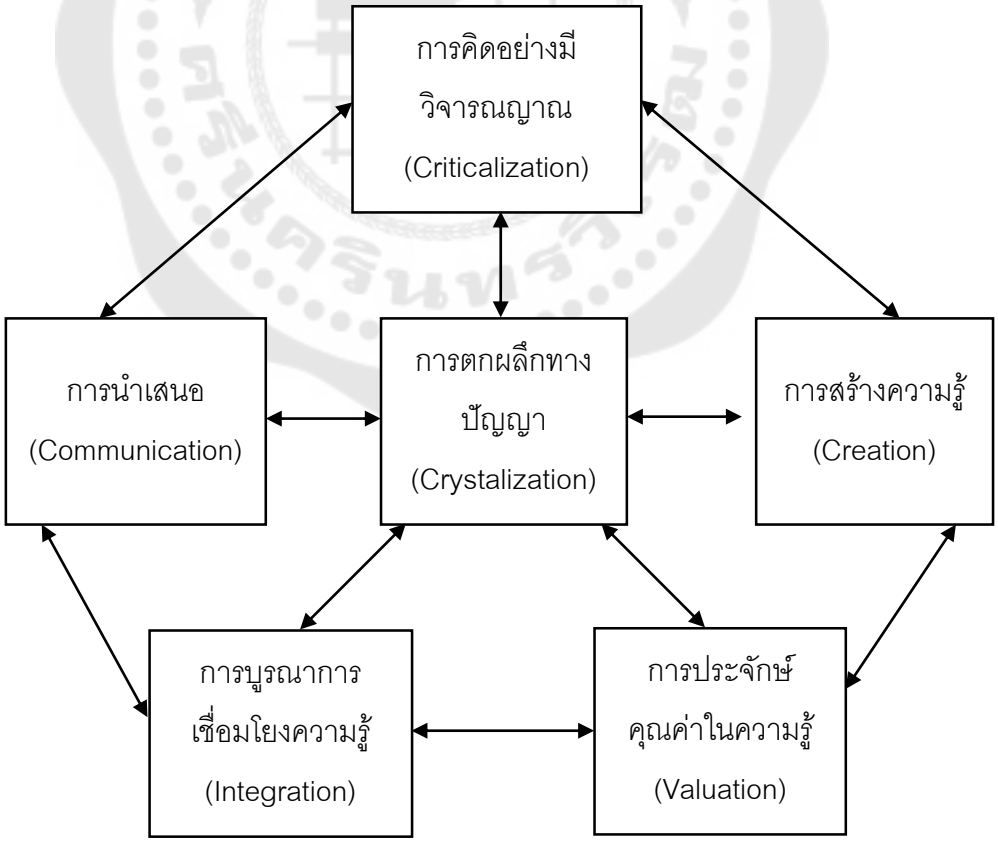
5. การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (Group prosessing)

4. การเรียนรู้แบบร่วมแรง ร่วมพลัง (Collaborative Learning)

ไพฑูรย์ สินราวัตน์ (2550, น. 36); บุญเลี้ยง ทุมทอง (2559, น. 30) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมแรง ร่วมพลัง เป็นการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ร่วมกันศึกษาในประเด็นที่กลุ่มสนใจ เป็นการเรียนแบบช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยใช้ประสบการณ์ของผู้เรียน รวมถึงแหล่งข้อมูลจากภายนอก เพื่อร่วมกันหาคำตอบ หรือสร้างชิ้นงาน และนำเสนอผลของการศึกษาร่วมกัน มีการแสดงความคิดเห็น การอภิปราย การวิจารณ์ เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มผู้เรียนในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เหมาะสำหรับการเรียนรู้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหา การสร้างสรรค์ความรู้ร่วมกัน ซึ่งการเรียนรู้แบบนี้สามารถสร้างความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (Internal Relationship) ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์กันเองภายในกลุ่ม และ สร้างความสัมพันธ์ภายนอกกลุ่ม (External Relationship) ซึ่งเกิดจากการสร้างงานที่ต้องอาศัยการช่วยเหลือจากบุคคลต่าง ๆ รอบข้าง เพื่อทำงานให้สำเร็จ ซึ่งการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันและกัน เป็นจุดเด่นที่เป็นพื้นฐานของการทำงานที่ต้องร่วมกันกระทำ

และเข้าใจในงานของกันและกัน และฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการทำงานของแต่ละคน ซึ่งจะมีวิธีการคิด การแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ซึ่งในชีวิตจริงวิธีในการแก้ปัญหาไม่ได้มีเพียงหนทางหรือคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

นฤมล จันทร์สุข และคนอื่น ๆ (2560, น. 249-250) กล่าวถึง พื้นฐานแนวคิดของการเรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญานั้น นอกจากต้องใช้กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Criticalization) เป็นหลักเบื้องต้นแล้ว ยังต้องใช้กระบวนการสร้างความรู้ (Creation) การประจักษ์คุณค่าในความรู้ (Valuation) ตลอดจนการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับชีวิตประจำวันและสังคมได้ (Integration) และในขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งผู้เรียนจะต้องนำเสนอผลงานอย่างชัดแจ้งตรงตามที่คิดและสร้างขึ้น (Communication) ด้วยเหตุนี้ การสอนให้ผู้เรียนตกผลึกทางปัญญาจึงเป็นกระบวนการที่ผู้สอนจัดสภาพการณ์ เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ฝึกการเรียนรู้ด้วยตนเอง ฝึกการจัดระบบความคิด กำหนดโครงสร้างทางความรู้ ประยุกต์ใช้ความรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ที่มีความกระจ่างชัดเจนซึ่งทำเกิดการคิดแบบตกผลึกทางปัญญา วงจรของการตกผลึกทางปัญญาจึงประกอบไปด้วยองค์ประกอบดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบ 2 วงจรของการตกผลึกทางปัญญา

ที่มา: ไพฑูรย์ สินราวัตน์ (2550, น. 35)

ดังนั้น การที่ผู้เรียนจะมีความสามารถในการสร้างผลึกทางปัญญา จึงจะต้องมีความเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Criticalization) หรือบางครั้งเรียกว่า การคิดวิเคราะห์ นั้นเป็นความสามารถที่สำคัญที่จะต้องสร้างให้เกิดแก่ผู้เรียน กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถที่จะแยกแยะสิ่งที่ได้อ่าน ได้ฟัง ได้เห็น ว่ามีรายละเอียดอย่างไรบ้าง เชื่อมโยงกันอย่างไร มีที่มาที่ไปอย่างไร ครบถ้วนทุกด้านหรือไม่ ดีไม่ดีอย่างไร เหมาะสมไม่เหมาะสม ใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใด โดยไม่เชื่อหรือยอมรับไปทั้งหมด โดยไม่มีการกลั่นกรองก่อนการรับรู้ข้อมูล หรือตีความใดของผู้เรียนจึงจำเป็นที่จะต้องฝึกการกลั่นกรองก่อนเสมอ

การสร้างความรู้ใหม่ (Creation) เป็นกระบวนการที่จะแสวงหาความรู้ใหม่หลังจากที่ได้วิเคราะห์ความรู้ที่ได้รับมา การสร้างความรู้ใหม่จะประกอบไปด้วยการอ่านเพิ่มเติม การฟังเพิ่มเติม การเก็บรวบรวมข้อมูลของตนเอง การค้นคว้าหรือการวิจัยใหม่ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

การประจักษ์คุณค่าในความรู้ (Valuation) คือการพัฒนาข้อความรู้ ที่ได้จากการวิเคราะห์ หรือสร้างใหม่ เพิ่มเติมโดยพิจารณาถึงคุณค่าความเหมาะสม การใช้ประโยชน์ของความรู้ใหม่นั้นว่าเป็นลักษณะใด การพิจารณาดังกล่าวจะต้องมองในเชิงประเมิน และการมองคุณค่าพร้อมกัน ควบคู่กับการเหมาะสมของความรู้เหล่านั้นในเหตุการณ์และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กัน

การบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ (Integration) เป็นการนำความรู้ด้านต่าง ๆ เชื่อมโยงเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปใช้พัฒนาและต่อยอดองค์ความรู้อื่น ๆ ต่อไป

ส่วนประการสุดท้าย การสื่อสารการนำเสนอ (Communication) เมื่อบูรณาการความรู้เข้าด้วยกันแล้วจะต้องสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน ซึ่งผู้เรียนจะต้องเข้าใจหลักคิดต่าง ๆ เหล่านี้มาอย่างดีเสียก่อน เมื่อความรู้ตกผลึกแล้วจึงจะสามารถสื่อสารได้อย่างสมบูรณ์แบบ

จากแนวคิด หลักการ และรูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญา พอสรุปได้ว่าเป็นการบูรณาการแนวคิดทางการศึกษา 4 แนวคิดเข้าด้วยกัน ได้แก่ 1. การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง 2. การเรียนรู้แบบนำตนเอง 3. การเรียนรู้แบบร่วมมือ และ 4. การเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมพลัง โดยการที่ผู้เรียนจะมีความสามารถในการสร้างผลึกทางปัญญา จึงจะต้องมีความเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ โดยใช้แนวคิดพื้นฐานทางการเรียนรู้คือ การฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสร้างความรู้ใหม่ การประจักษ์คุณค่าในความรู้ การบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ และการสื่อสารการนำเสนอ

2.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการในการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก

ไพฑูรย์ สินราวัตน์ (2550, น. 39); นฤมล จันทร์สุข และคนอื่น ๆ (2560, น. 250-252); บุญเลี้ยง ทุมทอง (2559, น. 93) ได้กล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการในการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกไว้ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 วางแผนการเรียนรู้ : การเรียนแบบกำกับตนเองและการเรียนแบบนำตนเอง (Plan and Learn: Self-Regulated Learning/Self-Directed Learning)

วางแผน (Plan) ซึ่งผู้เรียนจะต้องกำหนดประเด็นหลักของการเรียนในแต่ละหน่วย เพื่อวางแผนการเรียนรู้ตามความสนใจของตนเอง ภายใต้คำแนะนำของครูผู้สอน

เลือก (Choose) ผู้เรียนเลือกประเด็นหรือหัวข้อที่ตนเองสนใจ และวางโครงร่างของหัวข้อย่อยให้ชัดเจน ร่วมกับการกำหนดระยะเวลาเพื่อการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

ค้นคว้า (Search) ผู้เรียนค้นคว้าตามหัวข้อย่อยที่ได้วางแผนไว้ โดยมีผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านแหล่งเรียนรู้ และแนวทางในการสืบค้นข้อมูล

เขียน (Write) ผู้เรียนเขียนรายงานการศึกษาค้นคว้าในประเด็นที่สืบค้นมาในรูปแบบงานเขียนเชิงวิชาการ แผนผังความคิด ฯลฯ

ขั้นที่ 2 นำเสนอและอภิปราย : การเรียนรู้แบบร่วมมือและเรียนรู้ร่วมกัน (Present and Discuss: Cooperative Learning / Collaborative Learning)

นำเสนอ (Present) ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่ตนไปศึกษาค้นคว้าในรูปแบบการเขียนเชิงวิชาการและการบรรยาย

อภิปราย (Discuss) ผู้เรียนร่วมอภิปรายถึงสิ่งที่ได้ไปศึกษาค้นคว้ากับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อรับฟังข้อคำถาม ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขงานเขียนเชิงวิชาการต่อไป

ขั้นที่ 3 ประมวลและปรับแก้ : การเรียนแบบกำกับตนเองและการเรียนแบบนำตนเอง (Gather and Revise: Self-Regulated Learning / Self-Directed Learning)

ประมวล (Gather) ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลจากการอภิปรายในชั้นเรียน และหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อสร้างความสมบูรณ์ของผลงาน

ปรับแก้ (Revise) ผู้เรียนปรับแก้งานผลงาน ชิ้นงาน แนวคิด ฯลฯ การตามข้อมูลที่ได้รวบรวม ประมวล และสืบค้น เพื่อสร้างสรรค์ผลงานออกมาให้ดีที่สุด

ขั้นที่ 4 ตกผลึก : การเรียนแบบกำกับตนเองและการเรียนแบบนำตนเอง (Crystalize: Self Regulated Learning / Self-Directed Learning)

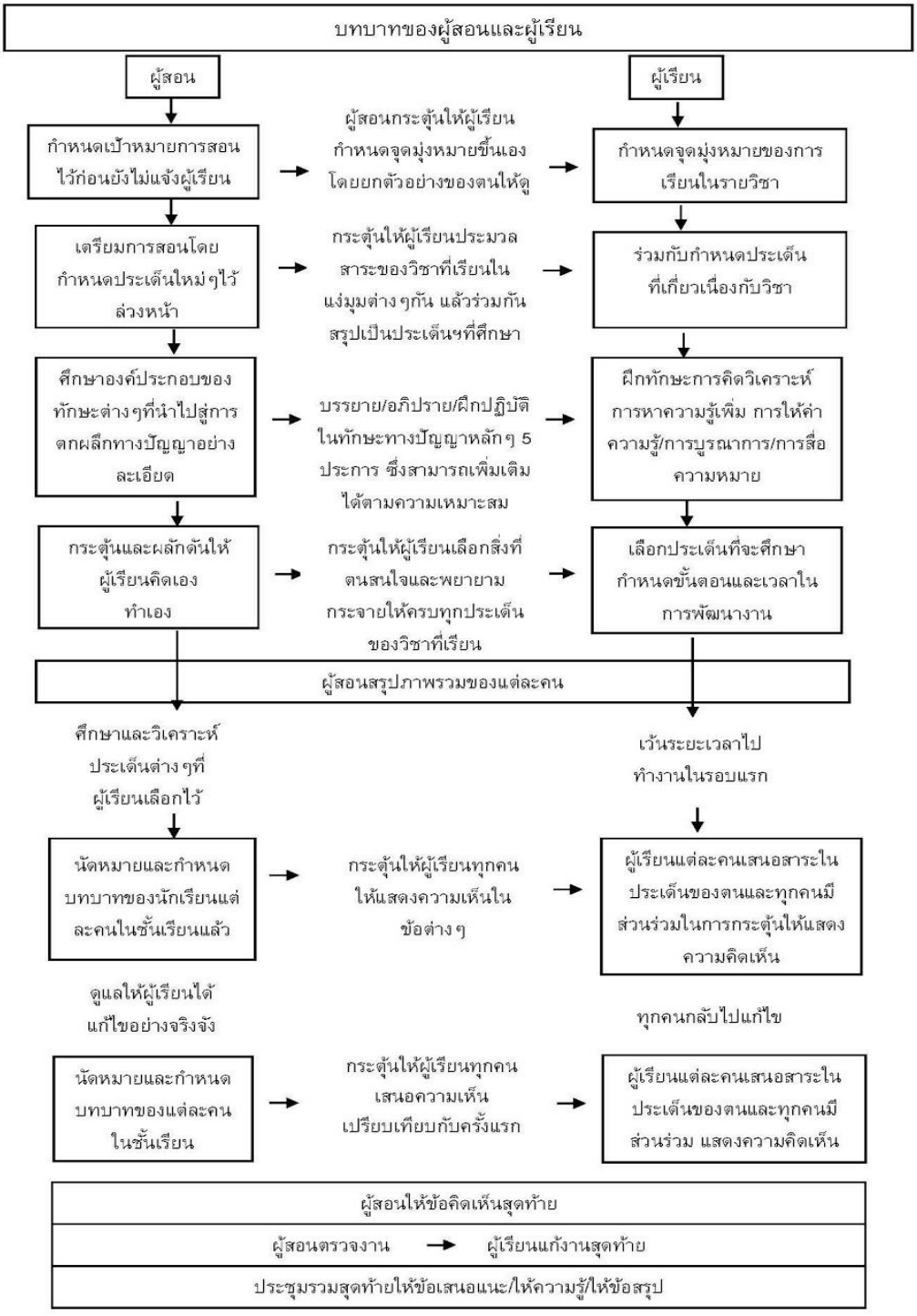
นำเสนอ (Present) ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่ผ่านการปรับแก้แล้ว ต่อชั้นเรียน เพื่อรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน และอภิปรายร่วมกัน

ประเมิน (Assess) ผู้เรียนประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง ตามโครงร่างที่กำหนดไว้

สรุป (Conclude) ผู้เรียนสรุปผลการทำงาน ในลักษณะของการนำเสนอต่อสาธารณะ

การเรียนการสอนแบบตกผลึก ผู้สอนจะต้องกำหนดเป้าหมายและต้องทำความเข้าใจผู้เรียนอย่างละเอียดจึงจะกำหนดจุดมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ได้ชัดเจน จากนั้นจึงชี้แนวทางการสร้างผลงานในรูปแบบหรือวิธีการต่าง ๆ

ในส่วนของผู้เรียน การเรียนการสอนแบบตกผลึก ผู้เรียนจะได้กำกับและนำตนเอง ด้วยการแสวงหา คิด และพัฒนาความคิดของตนครั้งแล้วครั้งเล่าจนเป็นภาพรวมของตนเอง แล้วจึงถ่ายทอดความคิดนั้นออกมาให้ชัดเจนพร้อมที่จะนำเสนอและรับฟังความคิดของคนอื่นเพื่อรับมาปรับแก้ให้งานมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นด้วย ดังนั้น บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนจึงแสดงเป็นแผนภาพได้ ดังภาพประกอบที่ 3



ภาพประกอบ 3 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการเรียนการสอนแบบตกผลึก

ที่มา: ไพฑูรย์ สินราวัตน์ (2550, น. 39)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิธรา จุฑารัตน์ (2549, น. 84) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวรรณคดีไทย และความสามารถทางการอ่านอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวรรณคดีไทย และความสามารถทางการอ่านอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 ห้อง ห้องละ 47 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึก และกลุ่มควบคุมใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวรรณคดีไทย และแบบทดสอบความสามารถในการอ่านอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวรรณคดีไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาสูงขึ้นกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวรรณคดีไทยสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2550, น. 105) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ CRP โดยนำรูปแบบการเรียนการสอน 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกทางปัญญา รูปแบบการเรียนการสอนด้วยวิธีการวิจัย และรูปแบบการเรียนการสอนเชิงมุ่งผลิตภาพ ไปพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ใน 5 จังหวัด ในภูมิภาคทั่วประเทศ คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ให้มีคุณลักษณะ 4ร คือ เป็นผู้รู้ทัน รู้นำโลก เรียนรู้ชำนาญ เชี่ยวชาญปฏิบัติ รวมพลังสร้างสรรค์สังคม และรักษ์วัฒนธรรมไทย ในส่วนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกทางปัญญา พบว่า เป็นรูปแบบที่มีความเหมาะสมกับรายวิชาที่เน้นเนื้อหาสาระใช้การบรรยายเป็นหลัก และให้งานเป็นการทำรายงานทางวิชาการ กระบวนการเรียนรู้จึงเน้นการแสวงหาความรู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย การมุ่งฝึกให้นักเรียนเลือกประเด็นที่ตนสนใจศึกษา รวมทั้งการวิเคราะห์ สังเคราะห์และถ่ายทอดความรู้ที่รวบรวมได้ ผ่านทักษะการใช้ภาษาพูดและภาษาเขียน รวมทั้งการฝึกการรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนและยอมรับแก้ไขผลงาน เพื่อให้มีความสมบูรณ์เพิ่มขึ้นจนทำให้นักเรียนเกิดการตกผลึกทางความรู้

วรนุช ธรรมมงคงเดช (2553, น. 104) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการสอนการออกแบบผ้าพิมพ์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกที่มีต่อผลการเรียนรู้ของนักศึกษาในหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ในวิชาการออกแบบผ้าพิมพ์หลังเรียนของนักศึกษาในหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิตที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านพุทธิพิสัยสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในด้านทักษะพิสัยและด้านจิตพิสัยมีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้อาจสืบเนื่องมาจากการที่นักศึกษาได้มีการพัฒนาการเรียนรู้ในด้านกระบวนการทางความคิดที่เป็นระบบจนเกิดความรู้และความสามารถในการปฏิบัติงานออกแบบผ้าพิมพ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดทั้งด้านเทคนิคในการออกแบบลายผ้าพิมพ์ การจัดการ การวางแผนและการตัดสินใจในการทำงานและพฤติกรรมในชั้นเรียนได้อย่างสมบูรณ์

สุรัสวดี นราพงศ์เกษม (2557, น. 61) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการเขียนบทความโดยใช้วิธีสอนแบบสร้างผลงานจากการตกผลึกทางปัญญา สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบสร้างผลงานจากการตกผลึกทางปัญญามีความสามารถในการเขียนบทความสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อวิธีการสอนแบบสร้างผลงานจากการตกผลึกทางปัญญาในระดับมาก

อนุชา เฟื่องศรี (2561, น. 77-79) ได้ทำการศึกษาเรื่อง รูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญาบนระบบการเรียนรู้แบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความจริงเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การวิจัยมีจุดประสงค์ คือ 1. พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญาบนระบบการเรียนรู้แบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความจริงเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ 2. พัฒนาการเรียนรู้แบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ 3. ประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนจากการเรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญาบนระบบการเรียนรู้แบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม และการเรียนการสอนแบบปกติ 4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนที่เรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญาบนระบบการเรียนรู้แบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม และการเรียนการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเสนา “เสนาประสิทธิ์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญาบนระบบการเรียนรู้แบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ

หลักดังนี้ 1. ปัจจัยนำเข้า 2. กระบวนการเรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญา ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการวางแผน ขั้นการสร้างผลงาน ขั้นการนำเสนอ ขั้นการคิดวิเคราะห์ ขั้นการตกผลึก และขั้นการปรับปรุง 3. ระบบการเรียนรู้แบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ 4. ผลผลิต 5. ข้อมูลป้อนกลับ สำหรับการประเมินรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า ค่าความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนที่พัฒนาขึ้นโดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด (M =4.97, SD = 0.16)

2. ผลการพัฒนาการเรียนรู้แบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยเนื้อหาในรายวิชาเขียนโปรแกรม ได้แก่ 1. การเขียนโปรแกรมรับค่าและแสดงผล 2. การเขียนโปรแกรมการทำงานแบบมีเงื่อนไข และ 3. การเขียนโปรแกรมการทำงานแบบวนซ้ำ โดยผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนรู้แบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ พบว่าผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมระดับมากที่สุด (M =4.93, SD = 0.24)

3. ผลการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนจากการเรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญาบนระบบการเรียนรู้แบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ เท่ากับ ร้อยละ 93.21 ซึ่งนักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มนักเรียนที่เรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญาบนระบบการเรียนรู้แบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลอยด์เยนด์ (Loyens, 2008, p. 411) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเรียนรู้แบบนำตนเอง (SDL) ร่วมกับการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (PBL) และความสัมพันธ์ของการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (SRL) โดยกล่าวถึง การตรวจสอบบทบาทของการเรียนรู้แบบนำตนเอง (SDL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (PBL) และตรวจสอบการเรียนรู้แบบนำตนเองเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการเรียนรู้แบบกำกับตนเองอย่างไร (SRL) ในขั้นแรกกล่าวถึง การอธิบายวิธีการนำการเรียนรู้แบบนำตนเอง (SDL) ไปใช้ในสภาพแวดล้อมร่วมกับการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (PBL) ความคล้ายคลึงกันระหว่างการเรียนรู้แบบนำตนเอง (SDL) และ การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (SRL) อย่างไรก็ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบนำตนเอง (SDL) และการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (SRL) แตกต่างกันดังนี้คือ การเรียนรู้แบบนำตนเองนักเรียนมีส่วนสำคัญในการเลือกสิ่งที่

สนใจและการประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้แบบนำตนเอง สามารถรวมกับการเรียนรู้แบบกำกับตนเองได้ หลังจากการศึกษาเชิงประจักษ์เกี่ยวกับ SDL และ SRL ใน PBL ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า SDL และ SRL เป็นกระบวนการพัฒนาที่ "ตัวตน" และเป็นสิ่งสำคัญที่ควรใช้ร่วมกับการเรียนรู้แบบ PBL ซึ่งจะส่งเสริมการเรียนรู้แบบ SDL สรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวจะมีความชัดเจนขึ้นเมื่อมีครูทำหน้าที่ให้คำแนะนำ ให้นักเรียนได้ศึกษาสิ่งที่สนใจ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถศึกษาจากการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน PBL ที่จะสนับสนุนให้ผู้เรียนแสดงบทบาทการนำตนเองและกำกับตนเองออกมา

ดักลาส (Douglass, 2014, น. 13-25) ได้ทำการศึกษาเรื่อง มุมมองของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบนำตนเอง โดยกล่าวถึง มุมมองของนักศึกษาระดับปริญญาตรีเกี่ยวกับปัจจัยเฉพาะเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบนำตนเองได้ถูกรวบรวมผ่าน จำนวน 80 คน เป็นผู้ให้ข้อมูล โดยมี 3 กลุ่มเป้าหมาย 1. ผู้เรียน 2. ผู้ที่ทำหน้าที่จัดการเรียนรู้ และ 3. ผู้อำนวยการและผู้ดูแลระบบควบคุมดูแลเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบนำตนเอง ซึ่งผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับว่าอยู่ภายใต้การควบคุมในด้านการจัดการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามพวกเขาทราบว่าคณะและผู้บริหารมีความสำคัญ ส่งผลกระทบต่อความสนใจและความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนในความพยายามที่จะช่วยให้นักเรียน ควบคุมกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้ได้รับการนำไปบูรณาการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ และการนำการเรียนรู้แบบนำตนเองเข้าสู่การริเริ่มการประเมินความสามารถของมหาวิทยาลัยในการพัฒนานักศึกษา และเพื่อสนับสนุนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและข้อกังวลเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้และการประเมินการเรียนรู้ของพวกเขา

อัลทัม (Altun, 2015, pp. 451-468) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการเรียนแบบร่วมมือร่วมพลังที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและมุมมองของนักเรียนที่มีต่อต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการนำแผนการเรียนรู้ไปใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมพลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมพลังที่มีต่อความสำเร็จของนักเรียนและมุมมองของพวกเขาเกี่ยวกับการเรียนในหน่วย “ระบบในร่างกายของเรา” ซึ่งเป็นบทเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การศึกษานี้ดำเนินการในภาคเรียนที่สอง โดยแบ่งเป็นกลุ่มการศึกษาประกอบด้วยเด็กหญิง 7 คนและเด็กชาย 13 คน โดยใช้กระบวนการวิจัยแบบผสมผสาน มีการใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ สำหรับข้อมูลเชิงปริมาณและการสัมภาษณ์กลุ่มสนทนาเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยผลการวิจัยพบว่าวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมพลังมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ โดยด้านสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนมีส่วนสำคัญในการสนับสนุนการเรียนรู้

ให้เกิดโอกาสประสบความสำเร็จ ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ และมีส่วนร่วมในการพัฒนาทักษะทางสังคมและบุคคล

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ฝึกการคิดอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งผลการวิจัยสนับสนุนว่าการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก ช่วยพัฒนากระบวนการทางความคิดที่เป็นระบบ และความสามารถในการสร้างงาน สร้างองค์ความรู้ หรือค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มาจาก ฐานแนวคิดทางการศึกษา การเรียนรู้แบบกับตนเอง , นำตนเอง , ร่วมมือ และร่วมแรงร่วมพลัง ซึ่งช่วยพัฒนาความรู้ ทักษะ และการทำงานร่วมกับผู้อื่นไปพร้อมกัน

3.เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสภาพจริง

3.1 ความหมายของการประเมินสภาพจริง

ไพฑูรย์ โพธิสาร (2549, น. 6); Meyer (1992) อ้างถึงใน บุญเลี้ยง ทุมทอง (2559); ศิริชัย กาญจนวาสี (2546, น. 13); สุวิมล ว่องวานิช (2546, น. 7) ได้ให้ความหมายของ การประเมินสภาพจริงไว้ว่า คือการประเมินโดยอาศัยกระบวนการสังเกต การบันทึก และรวบรวมข้อมูลของครู จากผลงานของผู้เรียน และกระบวนการที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ครูจัดการเรียนรู้ในสภาพสถานการณ์ที่คล้ายจริงหรือสถานการณ์จริง โดยการแสดงออกของผู้เรียนจะสะท้อนความสามารถหรือทักษะต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีมากน้อยเพียงใด น่าพอใจหรือไม่ อยู่ในความสำเร็จระดับใด

ความหมายของการประเมินสภาพจริง สรุปได้ว่า คือกระบวนการประเมินความรู้ ความสามารถ ทักษะของผู้เรียน อันเกิดจากการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง โดยการประเมินอาศัยกระบวนการสังเกต บันทึก และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลงานชิ้นงานหรือพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน

3.2 หลักการ/วิธีการ ในการประเมินสภาพจริง

ไพฑูรย์ โพธิสาร (2549, น. 7-8); กรมวิชาการ (2544, น. 4-5); สมนึก นนทิจันทร์ (2544, น. 4-5); สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์ (2544, น. 98-99) ได้กล่าวถึงหลักการของการประเมินสภาพจริงไว้ว่า การประเมินสภาพจริง เน้นการเก็บข้อมูลที่ต้องการให้ได้ข้อมูลครอบคลุมตามสภาพจริงของการจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้สอน เพื่อข้อมูลที่ได้มาประกอบการพิจารณาปรับปรุงการเรียนการสอน และสำหรับผู้เรียนก็จะสามารถนำไปปรับปรุงการเรียนของตนเองตามศักยภาพของตน ดังนั้น การประเมินจะบูรณาการไปกับการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1.1 ด้านการเรียนการสอน

1.1.1 เนื้อหาจัดให้สอดคล้องกับสภาพการณ์จริงในชีวิต หรือเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน

1.1.2 ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติการ แสวงหาความรู้ ภายใต้การดูแลและสนับสนุนจากคุณครู

1.1.3 พัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะให้ด้านการคิดที่ซับซ้อน การแสดงความคิดเห็น การคิดขั้นสูง มีวิธีการเรียนรู้ของตนเอง สร้างความรู้ด้วยตนเอง เห็นคุณค่าในตนเอง มีความรับผิดชอบต่อการเรียน ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และประเมินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ได้

1.2 ด้านการประเมิน

1.2.1 ใช้วิธีการหลากหลาย เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่ครอบคลุมกับสภาพการเรียนการสอนที่แท้จริง

1.2.2 เป็นการกระทำที่ต่อเนื่องในกระบวนการเรียนการสอน

1.2.3 เป็นเป้าหมายเพื่อการพัฒนาผู้เรียนมากกว่าตัดสินถูกผิด

1.2.4 มีการให้ข้อมูลย้อนกลับผลการประเมินสม่ำเสมอ เพื่อนำผลไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนของครูและเพื่อพัฒนาการเรียนของนักเรียน

1.2.5 ประเมินความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน ตามศักยภาพ

1.2.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

โดยการประเมินสภาพจริงนั้นมีคุณลักษณะสำคัญของการประเมินสภาพจริงที่เน้นการส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพของผู้เรียน เพื่อให้สามารถนำความรู้ ทักษะไปใช้ได้ในชีวิตจริง โดยมีคุณลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้คิดริเริ่มลงมือปฏิบัติผลิตหรือทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
2. เกี่ยวข้องกับการใช้การคิดขั้นสูงและทักษะการแก้ปัญหา
3. คำนึงถึงความสามารถ ความพอใจ และรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน
4. งานที่ให้ผู้เรียนปฏิบัตินั้นมีความหมายต่อผู้เรียน
5. จัดสภาพแวดล้อมของการเรียนหรือห้องเรียน ให้ผู้เรียนรู้สึกปลอดภัยและไม่เครียด
6. จัดระบบการให้คะแนน โดยพิจารณาจากหลายองค์ประกอบที่เกิดจากผู้เรียน
7. จัดระบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ครูและผู้เรียนเป็นระยะ ๆ
8. ครูต้องวางแผน ทั้งแผนการสอนและแผนการประเมินก่อนทำการสอน

โดยเมื่อมองในมิติของงานประเมินสภาพจริงนั้น ประกอบด้วยมิติการประเมิน 4 มิติ

มิติที่ 1 คือ : การปฏิบัติจริง เน้นประเมินการแสดงออกของผู้เรียนในภาคปฏิบัติ เช่น การให้อ่านออกเสียง ทดลอง ประดิษฐ์ ร้องเพลง เป็นต้น

มิติที่ 2 คือ : กระบวนการเรียน เน้นประเมินกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยวิธีการหลากหลาย เช่น การสังเกตขั้นตอนการทำงาน สังเกต/ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาขณะทำกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รับมอบหมาย เป็นต้น

มิติที่ 3 คือ : ผลผลิต/ผลงาน เน้นประเมินผลผลิตที่ผู้เรียนจัดทำขึ้น เช่น ผลงานทางศิลปะ รายงานการค้นคว้า งานประดิษฐ์ บทความ เป็นต้น

มิติที่ 4 คือ : แฟ้มสะสมผลงาน เน้นประเมินความก้าวหน้าและพัฒนาการของผู้เรียนในแต่ละช่วงการเรียน จากการที่ผู้เรียนรวมรวบ หรือเก็บสะสมผลงานต่าง ๆ ของตน และจัดกระทำเป็นแฟ้มสะสมผลงาน โดยมีองค์ประกอบสำคัญ 3 องค์ประกอบ คือ

1. เกณฑ์การให้คะแนน มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนซึ่งอาจเป็นการให้คะแนนแบบภาพรวม หรือแยกส่วน

2. มาตรฐานความสามารถ คือการกำหนดความสามารถที่คาดหวังของผู้เรียนไว้ เพื่อการเทียบเคียงจากผลการให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่วางไว้

3. การตัดสินระดับความสามารถ มีการลงสรุปความสามารถผู้เรียน และสิ่งที่ต้องปรับปรุง/พัฒนาโดยความเห็นร่วมกัน ระหว่างเพื่อน ผู้ปกครอง และครู

จากหลักการ/วิธีการ ในการประเมินสภาพจริงข้างต้น พอสรุปได้ว่า การประเมินสภาพจริง เน้นข้อมูลสภาพจริงที่ได้จากการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปปรับปรุงการเรียนการสอน และเน้นการส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพเพื่อให้สามารถนำความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยการประเมินจะต้องใช้มีการกำหนดเป้าหมายเพื่อการพัฒนาผู้เรียนมากกว่าตัดสินถูกผิด โดยจะต้องใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย กระทำต่อเนื่องในกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนตามศักยภาพ

3.3 วิธีการ เครื่องมือในการประเมินสภาพจริง

ไพฑูรย์ โพธิสาร (2549, น. 7-8); กรมวิชาการ (2544, น. 19-20); บุญเลี้ยง ทุมทอง (2553, น. 37) กล่างถึงวิธีการและเครื่องมือวัดต่าง ๆ ประกอบกันในการประเมินสภาพจริง มีรายละเอียดดังนี้

1. การสังเกตโดยครู ซึ่งครูจะต้องสังเกตผู้เรียนเป็นระยะ ๆ ระหว่างการจัดการเรียนการสอน โดยกำหนดเครื่องมือที่ใช้ประกอบการสังเกตไว้ล่วงหน้า ได้แก่

1.1 แบบบันทึกเหตุการณ์ โดยครูบันทึกข้อมูลสำคัญ เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน เพื่อชี้ให้เห็นความก้าวหน้าของผู้เรียน

1.2 แบบตรวจสอบรายการ โดยครูมีรายการที่ต้องสำรวจไว้ล่วงหน้าในด้านต่างๆ เพื่อชี้ให้เห็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นและความถี่ของพฤติกรรม

1.3 แบบประเมินค่า โดยครูมีแบบบันทึกความสามารถที่คาดหวังเป็นมาตราส่วนประมาณค่า เพื่อวัดระดับพฤติกรรมและความสามารถของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ

2. การสัมภาษณ์ ซึ่งครูจะใช้การสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลจากผู้เรียนว่าได้รับรู้หรือเกิด การเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนไปหรือไม่ รวมถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้

3. การประเมินตนเองของผู้เรียน ซึ่งครูใช้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับรู้ความก้าวหน้าของตนเองจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งเป็นข้อมูลให้ครูปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนมากที่สุดได้ โดยเครื่องมือประเมินตนเองของผู้เรียนอาจเป็นการจดบันทึกประจำวันของผู้เรียน การใช้เกณฑ์การให้คะแนน การสรุปเรื่องที่อ่าน และแสดงความเห็นจากการอ่าน เป็นต้น

4. การประเมินโดยเพื่อน เป็นการให้เพื่อนที่ได้เรียนร่วมกัน เป็นผู้ให้ข้อมูลตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้วางเกณฑ์ไว้แล้ว

5. การประเมินภาคปฏิบัติ โดยครูให้ผู้เรียนได้กระทำจริง โดยสร้างชิ้นงานต่าง ๆ เช่น การนำเสนอปากเปล่า การวาดภาพ การเล่าเรื่องหรือให้นำเสนอโดยการจัดนิทรรศการ ซึ่งผลงานที่แสดงนี้จะถูกประเมินโดยครู เพื่อน และตัวผู้เรียนเอง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้

6. การทดสอบด้วยเครื่องมือวัด โดยการใช้แบบทดสอบที่วัดได้ครอบคลุมผลการเรียนรู้อาจเป็นแบบทดสอบอัตนัยหรือแบบทดสอบปรนัย

7. การประเมินแฟ้มสะสมผลงาน เป็นการให้ผู้เรียนเก็บสะสมผลงานต่าง ๆ ที่แสดงถึงความก้าวหน้าของการเรียนในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ในแฟ้มสะสมผลงานอาจประกอบไปด้วยตัวอย่างใบงาน ชิ้นงาน หรือภาระงานที่กำหนดไว้ ภาพถ่าย หรือผลงานจากการเข้าร่วมภารกิจหรืองานใด ๆ ของผู้เรียน โดยได้ยกตัวอย่างวิธีการวัดและตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริงไว้ ดังตารางที่ 4

ตาราง 4 ตัวอย่างวิธีการวัดและตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัด

วิธีการวัด	ตัวอย่างเครื่องมือ
การทดสอบ (Testing)	แบบสอบข้อเขียน (Written Test) แบบสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test) แบบวัด (Scale)
การสัมภาษณ์ (Interview)	แบบสัมภาษณ์ (Interview guide)
การสอบถาม (Inquiry)	แบบสอบถาม (Questionnaire)
การสังเกต (Observation)	แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) แบบมาตรประเมินค่า (Rating Scale) แบบบันทึก (Record)
การตรวจผลงาน	แบบประเมินผลงาน
แบบใช้แฟ้มสะสมงาน (Portfolio)	แบบบันทึก (Record) แบบประเมินผลงาน แบบประเมินตนเอง

วิธีการและเครื่องมือในการประเมินสภาพจริง สรุปได้ว่า การประเมินผลสภาพจริงในการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือหน่วยใดหน่วยหนึ่งนั้น จำเป็นต้องใช้วิธีการหรือเครื่องมือที่หลากหลาย เหมาะสมกับวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการวัด เพื่อจะทำให้การวัดประเมินผลได้ครอบคลุมจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการประเมิน

3.4 ขั้นตอนในการประเมินสภาพจริง

ไพฑูรย์ โพธิสาร (2549, น. 7-8) กล่าวถึงขั้นตอนการประเมินสภาพจริง แบ่งเป็น 4 ขั้น ตามลำดับดังนี้

1. กำหนดมาตรฐานของวิชา เป็นการกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หรือมาตรฐานของรายวิชา และรายการประเมินของผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หรือดัชนีที่ระบุให้ครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหาความรู้ ทักษะและกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้

2. กำหนดชิ้นงาน/ผลงาน โดยครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดชิ้นงานหรือผลงานที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตลอดการเรียนในรายวิชานั้น ๆ เพื่อแสดงถึงความรู้ความสามารถตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ของรายวิชา

3. กำหนดเกณฑ์ประเมินผลงาน โดยครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน หรือครูให้ผู้เรียนรับทราบเกณฑ์การประเมินผลงานแต่ละชิ้น เพื่อให้ผู้เรียนทราบล่วงหน้า จะได้คิดสร้างสรรค์ผลงานที่มีมาตรฐานตามเกณฑ์ที่วางไว้ได้

4. สร้างหรือคัดเลือกเครื่องมือวัด เพื่อใช้ประเมินผลงานของผู้เรียน ซึ่งอาจเป็นการประเมินผลงานโดยครู เพื่อน ผู้เรียน หรือร่วมกันประเมินก็ได้

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2559, น. 44); ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์ (2544, น. 36) กล่าวถึงการประเมินสภาพจริง มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการประเมิน : ต้องสอดคล้องกับสาระมาตรฐาน จุดประสงค์การเรียนรู้ และสะท้อนพัฒนาการด้วย

2. กำหนดขอบเขตในการประเมิน : ต้องพิจารณาเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน เช่น ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ความรู้สึก คุณลักษณะ เป็นต้น

3. กำหนดผู้ประเมิน : โดยพิจารณาผู้ประเมินว่าจะมีใครบ้าง เช่น เพื่อนประเมิน นักเรียนประเมินตนเอง ครูประจำวิชา ผู้ปกครอง ครูประจำชั้น เป็นต้น

4. เลือกใช้เทคนิคและเครื่องมือในการประเมิน : ควรมีความหลากหลายและเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่มุ่งวัด มีวิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การบันทึกพฤติกรรม แบบสำรวจความคิดเห็น บันทึกจากผู้เกี่ยวข้อง และแฟ้มสะสมงาน

5. กำหนดเวลาและสถานที่ที่จะประเมิน : เช่น ประเมินระหว่างนักเรียนทำกิจกรรมระหว่างทำงานกลุ่ม/โครงการ วันใดวันหนึ่งของสัปดาห์ เวลาว่าง/พักกลางวัน หรือระหว่างคาบเรียน ฯลฯ

6. วิเคราะห์ผลและวิธีการจัดการข้อมูลการประเมิน : เป็นการนำข้อมูลการประเมินมาวิเคราะห์โดยกำหนดสิ่งที่จะวิเคราะห์ เช่น เอกสารจากแฟ้มสะสมงาน ชิ้นงาน หรือกระบวนการทำงาน เป็นต้น

7. กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน : เป็นการกำหนดรายละเอียดในการให้คะแนนผลงานว่าผู้เรียนทำอะไรได้สำเร็จหรือว่ามีระดับความสำเร็จในระดับใด คือ มีผลงานเป็นอย่างไร การให้คะแนนอาจจะให้เป็นภาพรวม หรือแยกเป็นรายด้าน ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับงานและจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นตอนในการประเมินสภาพจริง สรุปได้ว่า จะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ในการประเมิน กำหนดขอบเขตโดยพิจารณาจากเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เลือกใช้เทคนิค

และเครื่องมือที่ใช้การประเมินให้เหมาะสมกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอน กำหนดรูปแบบเกณฑ์ ที่สอดคล้องกับงาน หรือจุดประสงค์การเรียนรู้

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กชรัตน์ วิกล (2550, น. 291) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคู่การประเมินสภาพจริง เรื่องการแยกสารและสารละลายกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคู่การประเมินสภาพจริง มีประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคู่การประเมินแบบเดิม 2. นักเรียนที่มีพื้นฐานทางการเรียน กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ มีประสิทธิผลการ เรียนรู้ด้านพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนไม่แตกต่างกัน 3. วิธีการจัดการเรียนรู้และพื้นฐานทางการเรียนไม่ส่งผลรวมกันให้เกิดผลปฏิสัมพันธ์ต่อประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการมีส่วนร่วมในการเรียน นอกจากนั้นยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคู่กับการประเมินสภาพจริงมีพัฒนาการการมีส่วนร่วมในการเรียนสูงขึ้นตามระยะเวลาจากช่วงต้น ช่วงกลาง และช่วงปลายของการทดลอง ตามลำดับ และสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการประเมินแบบเดิม

สุปราณี เพชรา (2553, น. 81) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กรุงเทพมหานคร จากการศึกษาประสิทธิผล 3 ด้าน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า

1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2) นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสารและการนำเสนอ ทักษะการเชื่อมโยง และทักษะความคิดสร้างสรรค์

3) นักเรียนมีความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุบล หอมชู (2554, น. 89) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบประเมินตามสภาพจริงในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการสอน

แบบโครงงาน กรุงเทพมหานคร หลังจากการนำแบบประเมินตามสภาพจริงในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการสอนแบบโครงงานไปใช้ ผลปรากฏว่า

1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากได้รับการสอนแบบโครงงานอยู่ในระดับดี

2) นักเรียนมีความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี

3) นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงานคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี

4) นักเรียนมีพฤติกรรมทางการเรียน พัฒนาขึ้นจากระดับพอใช้ ไปอยู่ในระดับดี

5) นักเรียนมีผลการตรวจใบงาน พัฒนาขึ้นจากระดับพอใช้ ไปอยู่ในระดับดี

สุภาณี ธรรมะ, กฤช สินธนะกุล, และ จรัญ แสนราช (2561, น. 235-242) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ร่วมกับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม และการประเมินตามสภาพจริง โดยมีวัตถุประสงค์ได้แก่ 1. สังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ร่วมกับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมและการประเมินตามสภาพจริง และ 2. ประเมินรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ร่วมกับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมและการประเมินตามสภาพจริง วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่ 1. การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ร่วมกับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมและการประเมินตามสภาพจริง 2. การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ร่วมกับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม และการประเมินตามสภาพจริง โดยใช้การสนทนากลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.12 แสดงว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้

นัจรีภรณ์ สิมมารุณ (2559, น. 237-239) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมสร้างเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยบูรณาการการประเมินตามสภาพจริง : การวิจัยผสานวิธี โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1. ศึกษาสภาพปัญหา สาเหตุ ความต้องการจำเป็นในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์ 2. พัฒนาโปรแกรม และ 3. ทดลองโปรแกรม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบประเมินทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ และ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเข้าร่วมโปรแกรม ผลวิจัยพบว่า

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ ส่วนจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี สาเหตุสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนา ได้แก่ การขาดความตั้งใจในการเรียนรู้ การขาดทักษะพื้นฐานในการใช้อุปกรณ์ การขาดการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนในการพัฒนา การจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นกระบวนการทดลอง เครื่องมือวัดผลส่วนใหญ่ยังเป็นข้อสอบ และการขาดแคลนอุปกรณ์และสารเคมี ความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสูงสุดคือ ด้านการออกแบบการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้

2.โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมที่มุ่งพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ความสามารถในการวิเคราะห์ และ จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการทดลองโดยอาศัยเนื้อหาและสื่อที่ใกล้ตัวนักเรียน การจัดการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรมจะบูรณาการการประเมินตามสภาพจริง เข้ากับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5 ขั้น เกิดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนฝึกปฏิบัติ และมีบทบาทสำคัญในการประเมินผลเพื่อพัฒนาตนเอง ประกอบด้วย ขั้นประเมินตนเองและกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ ขั้นวางแผน ปฏิบัติตามแผนและตรวจสอบ ขั้นวิเคราะห์ สังเคราะห์และต่อยอดประสบการณ์ ขั้นนำเสนอ อภิปราย ซักถาม ขั้นสรุปและประเมินตนเอง และขั้นสร้างชิ้นงาน

3. ผลการทดลองโปรแกรม พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ความสามารถในการวิเคราะห์ และจิตวิทยาศาสตร์ หลังการเข้าร่วมโปรแกรมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อการเข้าร่วมโปรแกรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก

บำเพ็ญ หนูกลับ (2560, น. 201) ได้ทำการวิจัยเรื่อง รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะครูด้านการวัดและประเมินตามสภาพจริงสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะครูด้านการวัดและประเมินตามสภาพจริงสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาความต้องการจำเป็น การฝึกอบรม การตรวจสอบนิเทศติดตามประเมินประสิทธิภาพความก้าวหน้าผลการปฏิบัติงาน และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนครูอย่างกัลยาณมิตร โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ มีความเห็นว่า รูปแบบดังกล่าวมีความเป็นประโยชน์ ความ

เป็นไปได้ ความเหมาะสม และความถูกต้อง อยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งในภาพรวมและรายด้าน และผลการประเมินผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะครูด้านการวัดและประเมินตามสภาพจริงสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้พบว่า ครูผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจ ด้านการวัดและประเมินตามสภาพจริงสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้หลังการใช้รูปแบบสูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Nulty (2009, pp. 565-577) ได้ศึกษาเกี่ยวกับหลักการในการออกแบบหลักสูตรการเรียนรู้และการประเมินสภาพจริง 5 ประการ ในด้านวิธีการคิดของนักเรียน โดยประยุกต์ในการออกแบบหลักสูตร ในการเรียนการสอนของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 หลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษาด้วยการสร้างบรรยากาศที่เหมาะสมแก่การเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริง โดยกิจกรรมมีโครงสร้างและลำดับขั้นตอน 5 นั้นของการประเมินแบบบูรณาการและการประเมินตามสภาพจริง ซึ่งสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ชั้นทักษะหลายด้าน และฝึกการใช้ความคิดที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการศึกษา พบว่าการประเมินช่วยให้ได้เห็นการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่รอบด้าน

Preus (2012, pp. 59) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่ประยุกต์ใช้การประเมินตามสภาพจริง ที่เหมาะกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อพัฒนาความคิดระดับสูงในโรงเรียนเรียนรวม โดยผู้วิจัยศึกษาในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนที่ประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง โดยเน้นการพัฒนาทักษะการคิดระดับสูงของนักเรียนที่มีความผิดปกติทางร่างกายและมีผิดปกติทางร่างกายในโรงเรียนเรียนรวม ที่กำลังศึกษาในเกรด 7-9 โดยการใช้การสังเกต การสัมภาษณ์ การประเมินภาระงาน และตรวจสอบตัวอย่างชิ้นงานจากการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และภาษาอังกฤษ โดยครูจะใช้คำถามเพื่อวัดความคิดระดับสูงอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ โดยใช้กลยุกต์ให้ความคิดย้อนกลับ รวมทั้งการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของผู้เรียน โดยครูจะกำหนดภาระงานการเขียนที่ให้นักเรียนถ่ายทอดชีวิตจริงที่เกิดขึ้นนอกโรงเรียน ในการประเมินภาระงาน ครูใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริค และผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความผิดปกติทางกายสามารถทำงานที่ได้รับมอบหมายตามสภาพจริงได้อย่างสมบูรณ์ได้เช่นเดียวกับนักเรียนที่ไม่มีความผิดปกติทางดาย แต่ในบางรายกายพบว่าอาจจะมีคะแนนต่ำกว่าเพียงเล็กน้อย และพบว่าวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ประยุกต์ใช้การประเมินตามสภาพจริงส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดระดับสูงของผู้เรียน

Barber (2015, pp. 59-67)ศึกษาการเรียนรู้ด้วยปัญหาเป็นฐานประยุกต์การประเมินตามสภาพจริงร่วมกับการเรียนรู้ด้วยระบบดิจิตอล: แฝงบทบาทการเรียนรู้แบบร่วมมือกับ

ชุมชน งานวิจัยชิ้นนี้ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน การประเมินสภาพจริง และการเรียนรู้แบบร่วมมือกับชุมชนในการเรียนรู้ด้วยระบบดิจิตอล จากนั้นผู้วิจัยพัฒนากลยุทธ์และเครื่องมือการประเมินสภาพจริงโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อแสดงถึงพัฒนาการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในการเรียนรู้ด้วยระบบดิจิตอล 1. นักเรียนจะต้องได้รับการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เพื่อเลือกประเด็นที่สนใจในโลกแห่งความเป็นจริงเพื่อแสดงความรู้ 2.นักเรียนได้รับอนุญาตให้เลือกรูปแบบเพื่อแสดงความรู้นั้นและมีส่วนร่วมในการออกแบบเครื่องมือสำหรับประเมินความรู้ของตนเอง 3.ผู้เรียนแสดงการนำเสนอประเด็นที่สนใจในชุมชนออนไลน์ซึ่งสร้างขึ้นผ่านการแบ่งปันในระบบชุมชนดิจิทัลผลการศึกษาพบว่าการประเมินตามสภาพจริงช่วยให้เกิดการพัฒนาอย่างอิสระของผู้เรียน ช่วงแสดงข้อปรับปรุงของนักเรียน และสร้างแรงจูงใจจากการประเมินตนเอง นอกจากนั้นยังช่วงให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ร่วมกัน นอกจากนี้ยังสร้างรากฐานซึ่งการประเมินตามสภาพจริงสามารถเกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่องในขณะที่ผู้เรียนทำให้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการเรียนรู้

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การประเมินตามสภาพจริงช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ชั้นทักษะหลายด้าน และฝึกการใช้ความคิดที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา ซึ่งผลการประเมินที่ได้จะสะท้อนสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งผลที่ได้จากการประเมินจะช่วยให้ได้เห็นการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่รอบด้าน ช่วยให้เกิดการพัฒนาอย่างอิสระของผู้เรียน ช่วยชี้ข้อความปรับปรุงแก้ไขของนักเรียน และสร้างแรงจูงใจจากการประเมินตนเอง และยังเป็นการประเมินที่ต่อเนื่องสะท้อนผลการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวที่เกิดจากการเรียนรู้

4.เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

พิภพ จิรภิญโญ (2553, น. 100); ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และ ขวัญ เพียซ้าย (2544, น. 165); ระพินทร์ ฉายวิมล (2545, น. 58); สมศักดิ์ สีดากุลฤทธิ์ (2545, น. 16) กล่าวถึงความหมายของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า คือ ตัวตน หรือลักษณะเฉพาะตัวที่เป็นข้อบ่งชี้หรือแสดงออกถึงความถนัด ภาพพจน์ของตนเองที่แสดงออกถึงความชื่นชอบวิทยาศาสตร์ โดยสังเกตจากการรู้คิดเกี่ยวกับบทบาทและตำแหน่งของการเป็นผู้ชื่นชอน สนใจ มีกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ถนัดในวิทยาศาสตร์ หรือเป็นผู้ชอบแสดงออก หรือติดต่อสัมพันธ์กับบุคคลในสังคมที่มีความชื่นชอบวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน โดยการวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์จะวัดจาก 3 องค์ประกอบ คือ 1) องค์ประกอบความเด่นของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

2) องค์ประกอบของความรู้สึกสำคัญของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 3) องค์ประกอบของความภูมิใจในบทบาทความเป็นนักวิทยาศาสตร์

จากความหมายของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ว่า เอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรู้คิดหรือความสามารถที่สื่อถึงบทบาทและของการเป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผล อยากรู้อยากเห็น ชอบติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ มีใจรักและมีวิธีคิดแบบวิทยาศาสตร์ ทั้งยังสนใจและชอบติดต่อสัมพันธ์กับบุคคลที่มีความถนัดในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งได้ 3 องค์ประกอบคือ 1) องค์ประกอบความเด่นของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 2) องค์ประกอบของความรู้สึกสำคัญของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 3) องค์ประกอบของความภูมิใจในบทบาทความเป็นนักวิทยาศาสตร์

4.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ประสิทธิ์ ลีปรีชา (2547, น. 32-33) กล่าวถึงที่มาของคำว่า อัตลักษณ์ (Identity) ไว้ว่ามีรากศัพท์มาจากภาษาลาติน คือ Identitas เดิมใช้คำว่า Idem ซึ่งมีความหมายว่า เหมือนกัน (The same) อย่างไรก็ตามโดยพื้นฐานภาษาอังกฤษแล้ว อัตลักษณ์ (Identity) มีความหมายสองนัยยะด้วยกันคือ ความเหมือนและความเป็นลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันออกไป นั่นคือการตีความหมายบนพื้นฐานของความสัมพันธ์ และอีกหนึ่งความหมายคือ การเปรียบเทียบระหว่างคนหรือสิ่งของในสองแง่มุม คือความคล้ายคลึงและความต่าง นอกจากนั้นแล้ว Richard Jenkins (1996) อ้างถึงในประสิทธิ์ ลีปรีชา (2547, น. 33) ยังชี้ให้เห็นว่า อัตลักษณ์มิใช่เป็นสิ่งที่มีอยู่แล้วในตัวของมันเอง หรือ กำเนิดขึ้นมาพร้อมคนหรือสิ่งของ หากแต่เป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาและมีลักษณะเป็นพลวัตอยู่ตลอดเวลา โดยถูกสร้างขึ้นจากกระบวนการทางสังคม ครั้งเมื่อตกผลึกแล้วอาจมีความคงที่ หรือปรับเปลี่ยนขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ทางสังคมเป็นหลัก โดยอีกนัยหนึ่งอัตลักษณ์ เป็นเรื่องของความเข้าใจและรับรู้ว่าเราเป็นใคร และคนอื่นเป็นใคร คือความเข้าใจในการดำรงอยู่ว่าเรารับรู้เกี่ยวกับตัวเราเองอย่างไร และรับรู้เกี่ยวกับผู้อื่นอย่างไร Stryker (1992) อ้างถึงใน ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ (2553, น. 72) ได้กล่าวถึงการพัฒนาทฤษฎีเอกลักษณ์ของบุคคล (Personal Identity Theory) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า ทฤษฎีเอกลักษณ์ (Identity Theory) โดยได้พัฒนาขึ้นมาจากมุมมองปฏิสัมพันธ์สัญลักษณ์เชิงโครงสร้าง (Structural Symbolic Interactionist Perspective) ในการอธิบายพฤติกรรม การเลือกพฤติกรรมของบุคคล โดยกล่าวถึงเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งงานวิจัยเล่มนี้ได้นำมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางโดยมีองค์ประกอบของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความเด่นของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเป็นไปได้ที่จะนำเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ออกมานำเสนอ หรือแสดงออกกับบุคคลอื่น ๆ ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ การแนะนำตนเองว่าเป็นผู้สนใจหรือชื่นชอบวิทยาศาสตร์ และชอบพูดคุยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กับบุคคลอื่น ๆ ในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น พูดคุยกับเพื่อน พ่อแม่ ครูอาจารย์ ฯลฯ สำหรับการวัดความเด่นเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์นั้น

2. ความสำคัญของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การตระหนักถึงความสำคัญหรือการเห็นคุณค่าของกิจกรรมที่แสดงออกถึงการมีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การแนะนำตนเองว่าเป็นผู้ชื่นชอบวิทยาศาสตร์ การพูดคุย ทำกิจกรรม มีชอบหาประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน

3. ความภาคภูมิใจในบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อตนเอง การนับถือตนเอง พอใจ เห็นคุณค่า ในความเป็นนักวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถที่จะทำประโยชน์ให้กับตนเองและผู้อื่นโดยใช้ความรู้ ทักษะ ทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยสังเกตได้จากการมีความเชื่อมั่น และชื่นชมในบทบาทของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ของตนเอง

จากแนวคิดเกี่ยวกับเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น สรุปว่า เอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์นั้นคือการที่บุคคลแสดงออก ในเรื่องที่เกี่ยวข้อกับวิทยาศาสตร์ โดยเอกลักษณ์นั้นต้องใช้เวลาหล่อหลอม ผ่านประสบการณ์มาพอสมควร โดยเบื้องต้นสังเกตได้จาก 3 ได้แก่ 1) ความเด่นของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 2) ความรู้สึกสำคัญของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 3) ความภูมิใจในบทบาทความเป็นนักวิทยาศาสตร์

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ (2553, น.226-234) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อบทบาท เอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และความคลุมเครือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อบทบาท เอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคลุมเครือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่ มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์หลังจากปรับโมเดล โดยพบว่า ในด้านเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางตรงจาก ความผูกพันต่อบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจาก 1. การถ่ายทอดทางสังคมจากโรงเรียนผ่านความผูกพันต่อบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ การถ่ายทอดทางสังคม

จากครอบครัว 2. การถ่ายทอดทางสังคมจากครอบครัวผ่านความผูกพันต่อบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ โดยตัวแปรเหล่านี้ ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของเอกลักษณ์นักเรียนวิทยาศาสตร์ ได้ร้อยละ 79

อรพรรณ พงศ์ประยูร (2559, น. 135-144) ได้ทำการศึกษาเรื่อง สถานการณ์ในการเรียนและลักษณะทางจิตที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐและโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วไป โดยมีจุดประสงค์คือ 1.เพื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ของนักเรียนที่มีลักษณะภูมิหลังแตกต่างกัน 2. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรสถานการณ์ในโรงเรียน และกลุ่มตัวแปรจิตลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ทั้งด้านรวมและด้านย่อย ในกลุ่มนักเรียนที่มีลักษณะภูมิหลังต่าง ๆ 3. เพื่อค้นหาตัวทำนายที่สำคัญ และศึกษาอำนาจในการทำนายการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ทั้งด้านรวมและด้านย่อย ด้วยกลุ่มตัวแปรสถานการณ์ในการเรียน กลุ่มตัวแปรจิตลักษณะเดิม และกลุ่มตัวแปรจิตลักษณะตามสถานการณ์ ในกลุ่มนักเรียนที่มีลักษณะภูมิหลังต่าง ๆ โดยอาศัยรูปแบบทฤษฎีปฏิสัมพันธ์นิยมเป็นกรอบในการศึกษา โดยผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐมีการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์มากกว่านักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนทั่วไป 2. นักเรียนชายมีการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์มากกว่านักเรียนหญิง 3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 4 มีการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ มากกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางพบว่า 1. ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างความพร้อมของโรงเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ และความมีเหตุผล ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ทั้งในด้านรวมและด้านย่อย 3 ด้าน

2. พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างสัมพันธภาพที่ดีกับบุคคลรอบข้าง และความมีเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ทั้งในด้านรวมและด้านย่อย 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความสนใจใฝ่รู้ และด้านการประยุกต์ใช้และพัฒนาให้เกิดประโยชน์

3. พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสนับสนุนทางสังคมจากผู้ปกครอง และความมีเหตุมีผลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ทั้งในด้านรวมและด้านย่อย 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความสนใจใฝ่รู้ และด้านการประยุกต์ใช้และการพัฒนาให้เกิดประโยชน์

ส่วนผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบมาตรฐาน พบว่า ตัวแปรทั้ง 7 ตัวแปร ได้แก่ การสนับสนุนทางสังคมจากผู้ปกครอง สัมพันธภาพที่ดีระหว่างนักเรียนกับบุคคลรอบข้าง

ความพร้อมของโรงเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ การกำกับตนเอง ความมีเหตุ-มีผล การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ สามารถร่วมกันทำนายการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ได้ร้อยละ 55

ส่วนผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน พบว่า ตัวแปรสำคัญที่ทำนายการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ การกำกับตนเอง เจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ความมีเหตุผล การสนับสนุนทางสังคมจากผู้ปกครอง และความพร้อมของโรงเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ สามารถร่วมทำนายการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ได้ร้อยละ 55

ชัชฐนันท์ วงศ์กาฬสินธุ์ (2558, น. 67-69) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการให้การปรึกษาแบบกลุ่มเพื่อพัฒนาเอกลักษณ์แห่งตนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาเทศบาล ๓ "ยุติธรรมวิทยา" จังหวัดสกลนคร มีจุดประสงค์เพื่อ 1. เปรียบเทียบระดับเอกลักษณ์แห่งตนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังได้รับการปรึกษาแบบกลุ่ม และ 2. เปรียบเทียบระดับเอกลักษณ์แห่งตนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ 1. แบบวัดเอกลักษณ์แห่งตน 2. ข้อสนเทศการแนะแนว 3. โปรแกรมการให้คำปรึกษาแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีระดับเอกลักษณ์แห่งตนสูงขึ้นภายหลังจากการให้คำปรึกษาแบบกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีระดับเอกลักษณ์แห่งตนสูงกว่าของกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธิดารัตน์ แย้มนิ่ม (2558, น. 112) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยทางชีวจิตสังคมที่สัมพันธ์กับเอกลักษณ์แห่งตนของวัยรุ่นตอนปลายและวัยผู้ใหญ่ตอนต้น โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถาม 5 ด้าน ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ตัวแปรต้นทั้ง 4 ตัว ได้แก่ การทำหน้าที่ของครอบครัว การเห็นคุณค่าในตนเอง สัมพันธภาพกับเพื่อนและลักษณะมุ่งอนาคต มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามเอกลักษณ์แห่งตนของกลุ่มวัยรุ่นตอนปลายและกลุ่มวัยผู้ใหญ่ตอนต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีทิศทางความสัมพันธ์เป็นบวก

2. เพศชายและหญิงทั้งกลุ่มวัยรุ่นตอนปลายและวัยผู้ใหญ่ตอนต้น มีเอกลักษณ์แห่งตนไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

3. ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ พบว่า การเห็นคุณค่าในตนเอง สัมพันธภาพกับเพื่อนและลักษณะมุ่งอนาคต มีอิทธิพลต่อเอกลักษณ์แห่งตนของกลุ่มวัยรุ่นตอนปลายและวัยผู้ใหญ่ตอนต้น

4. ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรระหว่างกลุ่มวัยรุ่นตอนปลาย และวัยผู้ใหญ่ตอนต้น ด้วยการทดสอบค่า z-test พบว่าไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

สุรัตยา คำศรี (2558, น. 341) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโมเดลคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมเขต 2 : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ โดยใช้เครื่องมือในการวิจัยเป็น แบบวัดคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ข้อคำถาม 42 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และการวิเคราะห์กลุ่มพหุ ผลการวิจัยพบว่าโมเดลคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ได้แก่ ความใจกว้างมีเหตุผล การสำรวจสืบค้น ความคิดสร้างสรรค์ ความมุ่งมั่นพยายาม ความซื่อสัตย์ ความละเอียดรอบคอบ และความสนใจใฝ่รู้ โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง 0.36-0.77 อธิบายความแปรปรวนในตัวแปรทั้ง 42 ตัว ได้ร้อยละ 58.25

โคซอล์ (KOZOLL, 2004, pp. 157-181) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การค้นหาความหมายในเชิงวิทยาศาสตร์: มุมมองต่อโลก , อัตลักษณ์ , และ ตัวตน ผู้วิจัยกล่าวว่า แม้ว่านักเรียนจะทุ่มเทเวลาในการเรียนวิทยาศาสตร์วันละหลายชั่วโมง แต่พบว่ามีเพียงไม่ชั่วโมงที่ใช้ไปในการเรียนรู้จะกลายเป็นส่วนหนึ่งของมุมมองทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของพวกเขา ซึ่งยกระดับการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้กว้างขึ้น ซึ่งสิ่งหนึ่งที่ผู้เรียนเชื่อมโยงกับหัวข้อที่สนใจ เพื่อที่จะกลายเป็นแหล่งที่มาของแรงบันดาลใจและบทบาทในการดำเนินชีวิต โดยผู้วิจัยใช้คำถามเกี่ยวกับอัตลักษณ์ในการสอนและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งคำถามที่ใช้ยังคงไว้ซึ่งตัวตนของผู้เรียน และอัตลักษณ์ที่ผู้เรียนเลือก เช่น เขาอยากเป็นอย่างไร เขาสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตอย่างไร มุมมองต่อตนเองเกี่ยวกับการมองวิทยาศาสตร์คืออะไร เป็นต้น ซึ่งประชากร คือนักเรียนนี้อาศัยอยู่ในวัฒนธรรมที่แตกต่าง และเป็นกลุ่มนักเรียนที่เสี่ยงแก่การลาออกกลางคัน เช่น กลุ่มที่ต้องย้ายถิ่นฐานตามแหล่งทำการเกษตรของผู้ปกครอง กลุ่มเร่รอน ที่กำหนดลักษณะของสถานการณ์และความปรารถนาที่จะทิ้งชีวิตการย้ายถิ่นของพวกเขาไว้เบื้องหลัง ผลของการศึกษาคือนักเรียนเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการรับรู้ทางวิทยาศาสตร์ของพวกเขาฝังอยู่ในประเด็นเฉพาะของโลกใบนี้อย่างไร อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และตัวตน

แสดงความสัมพันธ์กัน หากเกิดประเด็นที่สนใจจะเรียนรู้ การย้ายถิ่นไม่เป็นผลให้ลดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ และการเรียนในปริมาณชั่วโมงมาก ก็ไม่สามารถช่วยเพิ่มความสนใจให้มากขึ้น

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า เอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการมองวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงกับการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่สนใจ และพบว่านักเรียนวิทยาศาสตร์จะมีจิตวิญญาณ เจตคติและคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย นักประดิษฐ์คิดค้น และมีความสามารถในการวิเคราะห์สังเคราะห์ มีวิจารณญาณและมีความรู้ความสามารถที่จะประดิษฐ์คิดค้นด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ และศึกษาค้นคว้า ทดลอง สืบค้นหาความรู้ใหม่ๆเพิ่มเติมด้วยตนเองอยู่เสมอ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. กระบวนการทดลอง
    2.1 แบบแผนการทดลอง
    2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง
    2.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง
    2.4 แผนการจัดกระบวนการทดลอง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4. การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. วิธีดำเนินการทดลอง
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์ จำนวนทั้งสิ้น 8,920 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษาที่ 2563 โรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 24 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling) โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สุ่มสหวิทยาเขต โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) จากโรงเรียนในกลุ่มสหวิทยาเขตโรงเรียนมัธยม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์ ประกอบด้วย 9 กลุ่มสหวิทยาเขต ได้แก่ สหวิทยาเขตเมืองบุรีรัมย์ สหวิทยาเขตหนองกี่ สหวิทยาเขตนางรอง สหวิทยาเขตกระสัง สหวิทยาเขตสตึก สหวิทยาเขตประโคนชัย สหวิทยาเขต

ลำปลายมาศ สหวิทยาเขตละหานทราย และ สหวิทยาเขตพุทไธสง โดยสุ่มได้กลุ่มโรงเรียนในสหวิทยาเขตเมืองบุรีรัมย์

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มโรงเรียน โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) จากโรงเรียนในสหวิทยาเขตเมืองบุรีรัมย์ ซึ่งประกอบไปด้วย 10 โรงเรียน คือ โรงเรียนบุรีรัมย์-พิทยาคม โรงเรียนภัทรบพิตร โรงเรียนบัวหลวงวิทยาคม โรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม โรงเรียนสองห้องพิทยาคม โรงเรียนพระครูพิทยาคม โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม โรงเรียนหนองตาดพิทยาคม โรงเรียนสวายจีกพิทยาคม โรงเรียนกลันทาพิทยาคม โดยสุ่มได้โรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม

ขั้นตอนที่ 3 สุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มมาก กลุ่มปานกลาง และกลุ่มน้อย เป็นตัวแบ่งชั้นภูมิ ทำการทดสอบเพื่อแบ่งกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ศึกษาในปีการศึกษา 2563 จำนวน 87 คน ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์มาก 20 คน กลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง 34 คน และกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์น้อย 33 คน โดยสุ่มนักเรียนจากแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 8 คน ได้เป็นนักเรียนกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์มาก 8 คน นักเรียนกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง 8 คน และนักเรียนกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์น้อย 8 คน รวมนักเรียนทั้งหมด 24 คน

2. กระบวนการทดลอง

2.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง แบบวิจัยกลุ่มเดียวที่มีการวัดซ้ำหลายครั้ง แบบ One – Shot Repeated Measured Design ดัดแปลงมาจากแบบแผนการทดลอง One – Shot Case Study (วรรณี แกมเกตุ, 2551, น. 128) โดยทดสอบซ้ำกับกลุ่มทดลองเดิม 3 ครั้ง ภายใต้สภาพแวดล้อมที่คล้ายเดิม ทำการวัดผลภายหลังจากทำการทดลองแต่ละครั้ง แล้วจึงนำผลไปเปรียบเทียบกัน (ซึ่งแบบวัดที่ทำการวัดทั้ง 3 ครั้ง เป็นแบบวัดที่มีคุณภาพของเครื่องมือใกล้เคียงกัน) เพื่อศึกษาพัฒนาการของกลุ่มทดลอง พร้อมทั้งศึกษาความเชื่อมั่นของการทดลอง ถ้าหากการวัดผลหลังการทดลองแต่ละครั้ง ดีกว่าครั้งก่อนหน้า อาจสรุปได้ว่ากลุ่มทดลองมีพัฒนาการที่ก้าวหน้า เป็นผลมาจากการทดลองที่ทำซ้ำ ๆ กัน

ตาราง 5 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวที่มีการวัดซ้ำ

กลุ่ม	ทดลอง	ทดสอบ	ทดลอง	ทดสอบ	ทดลอง	ทดสอบ
E	X_1	O_1	X_2	O_2	X_3	O_3

โดย

E แทน กลุ่มทดลอง

X_1 แทน การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน

X_2 แทน การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

X_3 แทน การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก

O_1 แทน การทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1

O_2 แทน การทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 2

O_3 แทน การทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 3

2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ระยะเวลา 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 2 ชั่วโมง รวม เวลา 24 ชั่วโมง ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

สัปดาห์ที่	**เวลาที่ใช้**	**กิจกรรม**
1	2 ชม.	จัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ขั้นที่ 1 : วางแผนการเรียนรู้
2	2 ชม.	จัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ขั้นที่ 2 : นำเสนอและอภิปราย

ตาราง 6 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	เวลาที่ใช้	กิจกรรม
3	2 ชม.	จัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ขั้นที่ 3 : ประมวลและปรับแก้
4	2 ชม.	จัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ขั้นที่ 4 : ตกผลึก
		ทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1
5	2 ชม.	จัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ขั้นที่ 1 : วางแผนการเรียนรู้
6	2 ชม.	จัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ขั้นที่ 2 : นำเสนอและอภิปราย
7	2 ชม.	จัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ขั้นที่ 3 : ประมวลและปรับแก้
8	2 ชม.	จัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ขั้นที่ 4 : ตกผลึก
		ทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 2
9	2 ชม.	จัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก ขั้นที่ 1 : วางแผนการเรียนรู้
10	2 ชม.	จัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก ขั้นที่ 2 : นำเสนอและอภิปราย

ตาราง 6 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	เวลาที่ใช้	กิจกรรม
11	2 ชม.	จัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก ขั้นที่ 3 : ประมวลและปรับแก้
12	2 ชม.	จัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก ขั้นที่ 4 : ตกผลึก
		ทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 3

2.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดและสร้างองค์ความรู้ใหม่ ผ่านขั้นตอนการวางแผน นำเสนอและอภิปราย ประมวลและปรับแก้ จนกระทั้งสามารถตกผลึกความรู้ได้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าว เกิดจากการฝึกฝนลองผิดลองถูกโดยการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ ฝึกการค้นคว้า วิเคราะห์ สังเคราะห์และสร้างสรรค์ข้อมูลด้วยตนเอง เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือเรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยฝึกการคิดจากเรื่องใกล้ตัวคือปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน และเรื่องที่พบเห็นได้บ่อยคือปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย และขยายวงกว้างออกไปสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองจึง ประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่

หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน

หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก

2.4 แผนการจัดกระบวนการทดลอง

ตาราง 7 แผนการจัดกระบวนการทดลอง หน่วยที่ 1 ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน

หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน				
แผนที่	1	2	3	4
การเรียนรู้แบบตกผลึกขั้น	วางแผนการเรียนรู้	นำเสนอและอภิปราย	ประมวลและปรับแก้	ตกผลึก
กิจกรรมการเรียนรู้	1.นักเรียนเลือกประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนที่สนใจ 1 ประเด็น 2.วางแผนการเรียนรู้ในประเด็นปัญหาที่สนใจ (กำหนดคำค้นคว้า/วิธีตรวจสอบ/สาระข้อมูล หรือประจักษ์พยานที่ต้องการใช้เพื่ออธิบาย)	1. นำเสนอประเด็นปัญหาและการวางแผนเพื่อตรวจสอบหรือหาคำตอบ 2. แต่ละกลุ่มผลัดกันถามตอบในประเด็นที่ตนสงสัย	1.ปรับแก้จากข้อแนะนำและคำถามจากเพื่อนและครูในการนำเสนอก่อนหน้า โดยใช้ประจักษ์พยาน/หลักฐาน เพื่ออธิบายคำตอบ	1. อธิบายการตกผลึกการเรียนรู้จากประเด็นปัญหาที่สนใจ โดยใช้ประจักษ์พยาน/หลักฐาน

หมายเหตุ/หนังสือ	ยืม	หนังสือที่ไม่อนุญาตให้ยืมออกนอกห้องสมุด	ยืม	หนังสือที่ไม่อนุญาตให้ยืมออกนอกห้องสมุด
(งานเด็ก) ผู้ใหญ่	ผู้ใหญ่	- หนังสือที่ไม่อนุญาตให้ยืมออกนอกห้องสมุด	ผู้ใหญ่	- หนังสือที่ไม่อนุญาตให้ยืมออกนอกห้องสมุด

ตาราง 8 แผนการจัดกระบวนการทดลอง หน่วยที่ 2 ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย				
แผนที่	5	6	7	8
การเรียนรู้แบบตกผลึกขั้น	วางแผนการเรียนรู้	นำเสนอและอภิปราย	ประมวลและปรับแก้	ตกผลึก
กิจกรรมการเรียนรู้	1.นักเรียนเลือกประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนที่สนใจ 1 ประเด็น 2.วางแผนการเรียนรู้ในประเด็นปัญหาที่สนใจ (กำหนดคำค้นคว้า/วิธีตรวจสอบ/สาระข้อมูล หรือประจักษ์พยานที่ต้องการใช้เพื่ออธิบาย)	1. นำเสนอประเด็นปัญหาและการวางแผนเพื่อตรวจสอบหรือหาคำตอบ 2. แต่ละกลุ่มผลัดกันถามตอบในประเด็นที่ตนสงสัย	1.ปรับแก้จากข้อแนะนำและคำถามจากเพื่อนและครูในการนำเสนอก่อนหน้า โดยใช้ประจักษ์พยาน/หลักฐาน เพื่ออธิบายคำตอบ	1. อธิบายการตกผลึกการเรียนรู้จากประเด็นปัญหาที่สนใจ โดยใช้ประจักษ์พยาน/หลักฐานสนับสนุนข้อค้นพบ

หมายเลขโทรศัพท์	ชื่อ	ที่อยู่	ชื่อ	หมายเลขโทรศัพท์
(อาจารย์) ผู้ใหญ่			(อาจารย์) ผู้ใหญ่	
นางสาวสุดารัตน์ -	ศาสตราจารย์ -	นางสาวสุดารัตน์ -	นางสาวสุดารัตน์ -	นางสาวสุดารัตน์ -
(นักเรียน) เด็กชาย	ผู้ใหญ่	(นักเรียน) เด็กชาย	ผู้ใหญ่	(นักเรียน) เด็กชาย
ผู้ใหญ่		ผู้ใหญ่		ผู้ใหญ่
(นักเรียน) เด็กชาย	ผู้ใหญ่	(นักเรียน) เด็กชาย	ผู้ใหญ่	(นักเรียน) เด็กชาย
ผลงาน/หลักฐาน	**ชื่อ**	**ที่อยู่**	**ชื่อ**	**ผลงาน/หลักฐาน**

(ต่อ) 8 กรกฎ

ตาราง 9 แผนการจัดกระบวนการทดลอง หน่วยที่ 3 ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก

หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก				
แผนที่	9	10	11	12
การเรียนรู้แบบตกผลึกขั้น	วางแผนการเรียนรู้	นำเสนอและอภิปราย	ประมวลและปรับแก้	ตกผลึก
กิจกรรมการเรียนรู้	1.นักเรียนเลือกประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนที่สนใจ 1 ประเด็น 2.วางแผนการเรียนรู้ในประเด็นปัญหาที่สนใจ (กำหนดคำค้นคว้า/วิธีตรวจสอบ/สาระข้อมูล หรือประจักษ์พยานที่ต้องการใช้เพื่ออธิบาย)	1. นำเสนอประเด็นปัญหาและการวางแผนเพื่อตรวจสอบหรือหาคำตอบ 2. แต่ละกลุ่มผลัดกันถามตอบในประเด็นที่ตนสงสัย	1.ปรับแก้จากข้อแนะนำและคำถามจากเพื่อนและครูในการนำเสนอก่อนหน้า โดยใช้ประจักษ์พยาน/หลักฐาน เพื่ออธิบายคำตอบ	1. อธิบายการตกผลึกการเรียนรู้จากประเด็นปัญหาที่สนใจ โดยใช้ประจักษ์พยาน/หลักฐานสนับสนุนข้อค้นพบ

หมายถึงใช้	ใช้	กลุ่มบุคคลที่	ใช้	ใช้/ถูกใช้โดย
หมายถึงใช้ในการ	ผู้ใช้งาน	ผู้ใช้งานทั่วไป	ผู้ใช้งาน	ผู้ใช้งานทั่วไป
ผู้ใช้ต้องอยู่	- ผู้ใช้งานที่มีสิทธิ์ใช้งานระบบ	- ผู้ดูแลระบบ	- ผู้ใช้งานที่มีสิทธิ์ใช้งานระบบ	- ผู้ใช้งานที่มีสิทธิ์ใช้งานระบบ
ระหว่างการ	- ผู้ดูแลระบบ	- ผู้ใช้งานที่มีสิทธิ์ใช้งานระบบ	- ผู้ดูแลระบบ	- ผู้ดูแลระบบ
ระหว่างการใช้งานระบบ	(ผู้ดูแลระบบ)	(ผู้ใช้งานที่มีสิทธิ์ใช้งานระบบ)	(ผู้ดูแลระบบ)	(ผู้ดูแลระบบ)

(ต่อ) 6 ตาราง

ตาราง 10 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง

	แผนที่	การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก				ประยุกต์การประเมินสภาพจริง	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์		
		ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 4		ISI	EPS	USE
แผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง	1 : วางแผนการเรียนรู้	✓				- ประเมินบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ - สังเกต สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ (ISI)	✓		
	2 : นำเสนอและอภิปราย		✓			- ประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ - สังเกต สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE)		✓	✓
	3 : ประมวลและปรับแก้			✓		- สังเกตพฤติกรรม - สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE)		✓	✓
	4 : ตกผลึก				✓	- แบบประเมินการนำเสนอการตกผลึกความรู้ - แบบประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง		✓	✓

ตาราง 10 (ต่อ)

	แผนที่	การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก				ประยุกต์การประเมินสภาพจริง	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์		
		ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 4		ISI	EPS	USE
แผนที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกร่วมกับการประเมินสภาพจริง	5 : วางแผนการเรียนรู้	✓				- ประเมินบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ - สังเกต สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ (ISI)	✓		
	6 : นำเสนอและอภิปราย		✓			- ประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ - สังเกต สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE)		✓	✓
	7 : ประมวลและปรับแก้			✓		- สังเกตพฤติกรรม - สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE)		✓	✓
	8 : ตกผลึก				✓	- แบบประเมินการนำเสนอการตกผลึกความรู้ - แบบประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง		✓	✓

ตาราง 10 (ต่อ)

	แผนที่	การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก				ประยุกต์การประเมินสภาพจริง	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์		
		ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 4		ISI	EPS	USE
ขั้นที่ 3 ประยุกต์การประเมินสภาพจริง	9 : วางแผนการเรียนรู้	✓				- ประเมินบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ - สังเกต สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ (ISI)	✓		
	10 : นำเสนอและอภิปราย		✓			- ประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ - สังเกต สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE)		✓	✓
	11 : ประมวลและปรับแก้			✓		- สังเกตพฤติกรรม - สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE)		✓	✓
	12 : ตกผลึก				✓	- แบบประเมินการนำเสนอการตกผลึกความรู้ - แบบประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง		✓	✓

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือ 3 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มเอกลักษณ์ เพื่อใช้ในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

- แบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง 3 หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

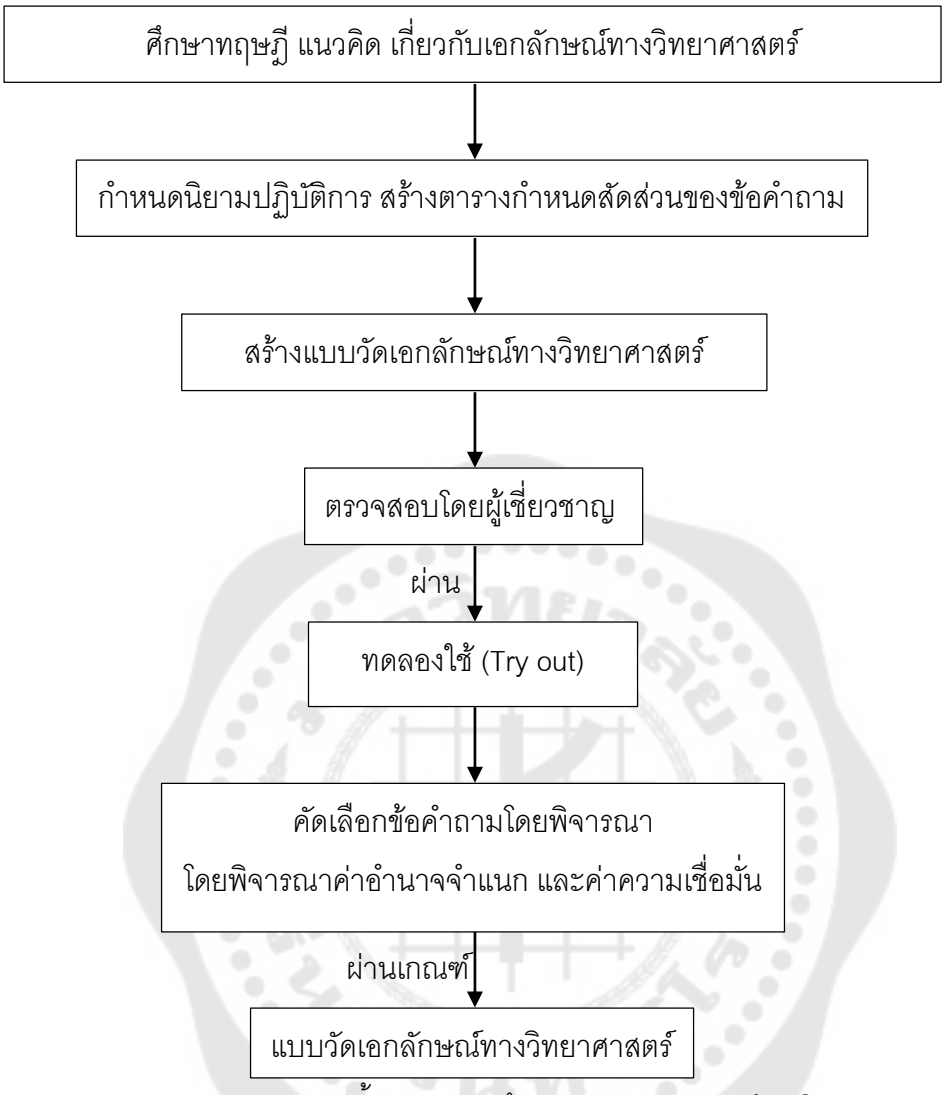
- แบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

4. การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพ

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มเอกลักษณ์

แบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีการดำเนินการสร้างเครื่องมือ ดังนี้



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาทฤษฎีเอกลักษณ์ของบุคคล , เอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. กำหนดนิยามปฏิบัติการของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3. สร้างตารางการกำหนดลักษณะเฉพาะ โดยจำแนกสัดส่วนของข้อคำถาม ตามนิยามปฏิบัติการ แล้วจึงดำเนินการสร้างข้อคำถาม

4. นำแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของนิยามปฏิบัติการ จากนั้นดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุม

5. นำแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาจำนวน 5 คน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน และเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบในเรื่องของการใช้ภาษา และความครอบคลุมของข้อคำถาม ว่าสามารถวัดได้ถูกต้องตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้เพียงไร โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 สำหรับนำมาใช้ในแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

6. คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ซึ่งแสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) พบว่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6-1.0 ซึ่งได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข ข้อคำถามในบ้างข้อที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด คำผิด และการใช้ภาษาที่ไม่ชัดเจน

7. นำแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน ที่กำลังศึกษาในโรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม ภาคเรียนที่ 1/2563 ซึ่งมีลักษณะบริบทของโรงเรียนคล้ายกัน จากนั้นนำผลที่ได้จากแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item total Corralation) ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกข้อคำถามตามเกณฑ์ของฟริสบี Frisbie (1986, 243) คือ 1) มีความสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.40 ขึ้นไป แปลว่า จำแนกได้ดีมาก 2) มีความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.39 แปลว่าจำแนกได้ค่อนข้างดี สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ 3) ความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.29 แปลว่าจำแนกได้พอใช้ และจำเป็นต้องปรับปรุงให้ดีขึ้น 4) มีความสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.19 ลงไป แปลว่า จำแนกได้ไม่ดีต้องคัดทิ้งหรือปรับปรุงใหม่ก่อนนำไปใช้ โดยพบว่าผลการวิเคราะห์การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล แบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.8

8. นำวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการพิจารณาค่าอำนาจจำแนก มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Realiability) ทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟ่า (α-Coefficient) ของครอนบัค ซึ่งจากผลการวิเคราะห์การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94

9. ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จนได้แบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพดี แล้วจึงนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

ตัวอย่าง แบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ว่าตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากน้อยเพียงใด และทำเครื่องหมาย √ ในช่องหมายเลขที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนเพียงช่องเดียวในแต่ละข้อ โดย 1 = น้อยที่สุด , 2 = น้อย , 3 = ค่อนข้างน้อย , 4 = ค่อนข้างมาก , 5 = มาก , 6 = มากที่สุด

ทั้งนี้คำว่า “วิทยาศาสตร์” ในที่นี้จะหมายถึง ความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

ข้อ	รายการ	น้อยที่สุด ◄► มากที่สุด					
		1	2	3	4	5	6
1	ฉันชอบพูดคุย เล่าเรื่องราว เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์						
2	ฉันชอบหาโอกาสพูดคุยเกี่ยวกับเรื่องราวที่สนใจ หรือข้อสงสัยด้านวิทยาศาสตร์กับคุณครู						
3	ฉันชอบแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อน						
4	เมื่ออยู่ในวงสนทนากับบุคคลอื่น ฉันมักจะชวนพูดคุย หรือเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์						
5	.....						

เกณฑ์การให้คะแนน

ผู้วิจัยมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนดังนี้

ข้อคำถามทางบวก

ตอบ 6 หมายถึง มากที่สุด	ให้ 6 คะแนน
ตอบ 5 หมายถึง มาก	ให้ 5 คะแนน
ตอบ 4 หมายถึง ค่อนข้างมาก	ให้ 4 คะแนน
ตอบ 3 หมายถึง ค่อนข้างน้อย	ให้ 3 คะแนน
ตอบ 2 หมายถึง น้อย	ให้ 2 คะแนน
ตอบ 1 หมายถึง น้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

<u>ถ้าข้อคำถามทางลบให้คะแนนกลับกัน</u> โดยผู้ที่ตอบได้คะแนนจากแบบวัดมากกว่าแสดงว่ามีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าผู้ที่ตอบได้คะแนนจากแบบวัดน้อยกว่า

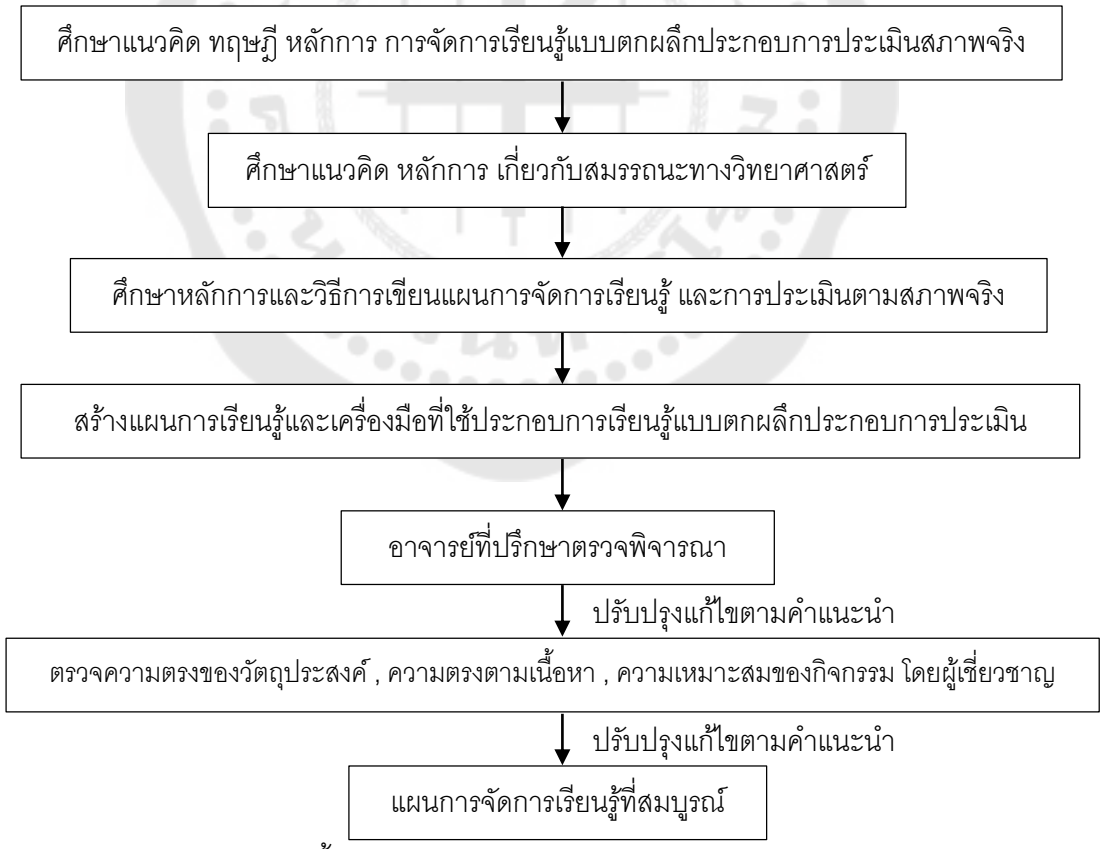
สำหรับเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนรวมทั้งฉบับของแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 180 คะแนน มีดังนี้

ระดับคะแนนรวมทั้งฉบับ	**ความหมาย**
130.01 - 180.00	นักเรียนมีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก
80.01 - 130.00	นักเรียนมีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
30.00 - 80.00	นักเรียนมีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อย

4.2 **เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง**

1. **แผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง 3 หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน**

แผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง ที่ใช้ในการทดลอง มีการดำเนินการสร้างเครื่องมือดังนี้



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง

ขั้นตอนการสร้างแผนการเรียนรู้แบบตกผลึก

1. ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี หลักการและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง

2. ศึกษาแนวคิด หลักการ เกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3. ศึกษาหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และการประเมินตามสภาพจริง

4. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ประเมินตามสภาพจริง ประกอบการเรียนรู้แบบตกผลึก โดยกำหนดประเด็นที่ศึกษา คือ “ ปัญหาสิ่งแวดล้อม” มี 3 หน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน ดังนี้

ตาราง 11 องค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก จำนวน 12 แผน

แผนที่	หน่วยที่	ขั้น	เรื่อง
1	1	ขั้นที่ 1 : วางแผนการเรียนรู้	ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน
2		ขั้นที่ 2 : นำเสนอและอภิปราย	ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน
3		ขั้นที่ 3 : ประมวลและปรับแก้	ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน
4		ขั้นที่ 4 : ตกผลึก	ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน
5	2	ขั้นที่ 1 : วางแผนการเรียนรู้	ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย
6		ขั้นที่ 2 : นำเสนอและอภิปราย	ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย
7		ขั้นที่ 3 : ประมวลและปรับแก้	ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย
8		ขั้นที่ 4 : ตกผลึก	ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย
9	3	ขั้นที่ 1 : วางแผนการเรียนรู้	ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก
10		ขั้นที่ 2 : นำเสนอและอภิปราย	ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก
11		ขั้นที่ 3 : ประมวลและปรับแก้	ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก
12		ขั้นที่ 4 : ตกผลึก	ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก

โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) ผลการเรียนรู้ (Learning Outcome)

2) ความคิดรวบยอด (Main Concept)

3) ขั้นตอนการเรียนรู้ (Learning Process)

4) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

5) จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน

6) จุดประสงค์การเรียนรู้

7) ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน/ร่องรอยแสดงความรู้)

8) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

9) การวัดและประเมินผล

10) บันทึกผลหลังการสอน

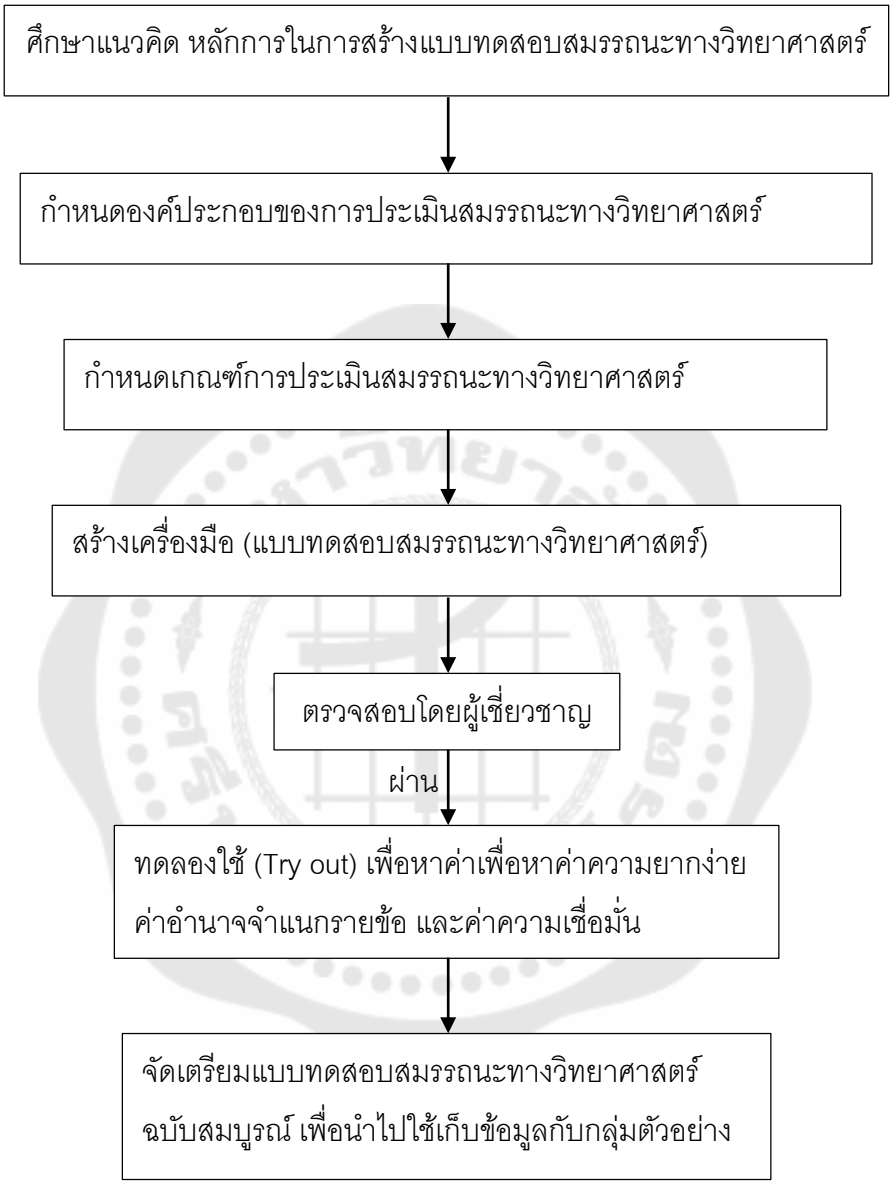
5. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริงที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจน และถูกต้องของกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจนการใช้ภาษาที่ถูกต้อง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง ไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน ด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 คน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ชนิดมาตรส่วนประมาณค่า (Rating scale) เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ความชัดเจนและถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีคะแนนระหว่าง 73 – 100 คะแนน อยู่ในระดับ ดี และ ดีมาก โดยแสดงข้อมูลดังตาราง 38 ในภาคผนวก

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป ดังภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง

2. แบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ กำหนดขั้นตอนการดำเนินการสร้างดังนี้



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาแนวคิด หลักการ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2. กำหนดองค์ประกอบของแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะและจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ

2.1 การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically หรือ EPS)

2.2 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence หรือ USE)

2.3 การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Idenyify Scientific Issue หรือ ISI)

3. กำหนดเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

4. สร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 13 ข้อ ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบสมรรถะทางวิทยาศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนต้องเขียนตอบอย่างละเอียดลงในกระดาษคำตอบ

5. นำแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์-ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและขอคำชี้แนะ

6. นำแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, น. 117) ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

โดยการพิจารณาข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีค่าดัชนีตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปไว้ โดยพบว่าแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6-1.0

7. นำแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแล้ว เสนอต่ออาจารย์-ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำ

8. นำแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำผลที่ได้มาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความเชื่อมั่น ซึ่งจากผลการวิเคราะห์การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล โดยพบว่า

8.1 แบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.367 - 0.700 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.213 - 0.743 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่า 0.905

8.2 แบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 2 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.411 - 0.700 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.271 - 0.728 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่า 0.906

8.3 แบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 3 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.278 - 0.767 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.362 - 0.822 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่า 0.943

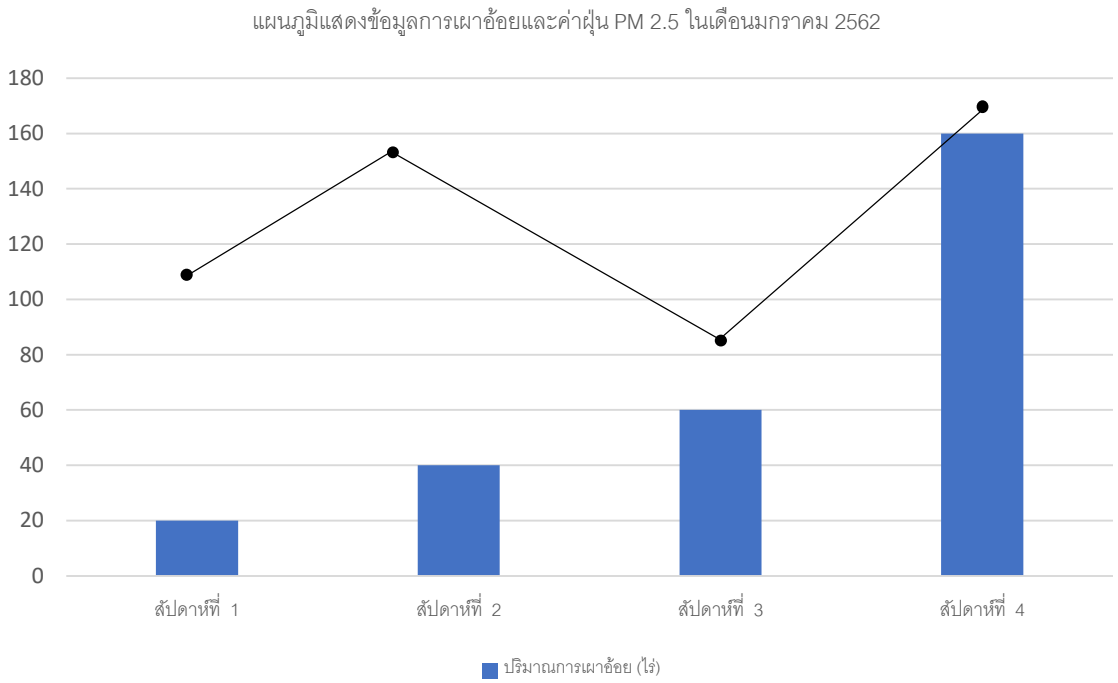
9. จัดเตรียมแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

ตัวอย่าง แบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 1
เรื่อง การเผาอ้อย

ประเทศไทยสามารถส่งออกอ้อยในรูปน้ำตาลและกากน้ำตาลเป็นอันดับ 4 ของโลก โดยทำเงินตราเข้าประเทศปีละไม่ต่ำกว่า 35,000 ล้านบาท แต่ในขณะเดียวกัน เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยก็ยังประสบปัญหาในเรื่องราคาอ้อยตกต่ำและมีปริมาณที่ล้นตลาด และที่สำคัญคือ ปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยวอ้อย และปัญหาค่าจ้างแรงงานสูง โดยคิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 50 ของต้นทุนการผลิตอ้อยทั้งหมด ต่อฤดูปลูก ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการขยายพื้นที่ปลูกอ้อยและการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ ทำให้เกษตรกรบางส่วนหันมาใช้วิธีการเผาใบอ้อยทั้งก่อนการเตรียมดิน และก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวอ้อย เพื่อลดปัญหาด้านแรงงานและสามารถตัดอ้อยได้เร็วทันฤดูเปิดหีบของโรงงานน้ำตาล แต่วิธีการนี้ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมาทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เช่น ปัญหาการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกที่ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น ปัญหาฝุ่นละอองในระดับอันตรายต่อสุขภาพ โครงสร้างของดินถูกทำลาย การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ฯลฯ โดยเฉพาะในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ได้มีการเก็บข้อมูลการเผาอ้อยในอำเภอสตึก เปรียบเทียบกับค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ไว้ ดังแผนภูมิ

เกณฑ์แปลความหมายค่าฝุ่น PM 2. 5



เกณฑ์การแปลความหมาย

ดัชนีค่า PM 2.5	แปลค่า
0 - 50	อากาศดี ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน
51 – 100	อากาศพอใช้ อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ที่เป็นโรคภูมิแพ้รุนแรง
101-150	เป็นอันตรายต่อสุขภาพของกลุ่มเสี่ยง เด็ก คนชรา และผู้ป่วยภูมิแพ้
150-200	เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนทั่วไป
มากกว่า 200	ระดับเตือนภัย เป็นอันตรายรุนแรงต่อสุขภาพของประชาชนทั่วไป

ที่มาดัดแปลงจาก : หน่วยป้องกันและรักษาป่าที่ บร.5. ปัญหาป่าไม้. วารสารหน่วยป้องกันและรักษาป่าที่ บร.5. หน้า 15

คำถามที่ 1.1 : จากบทความข้างต้น ประเด็นปัญหาใด คือประเด็น**<u>ปัญหาสิ่งแวดล้อม</u>** ที่อธิบายหรือตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์

(3 คะแนน)

<u>ตอบ</u>

คำถามที่ 1.2 : การเผาอ้อยส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไร

(3 คะแนน)

<u>ตอบ</u>

คำถามที่ 1.3 : จากบทความ “ในช่วงเดือนมกราคม สัปดาห์ใดค่าดัชนีฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และควรมีมาตรการป้องกันปัญหาฝุ่น”

(3 คะแนน)

<u>ตอบ</u>

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำหนังสือราชการขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย ถึงผู้บริหารโรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูล

2. ผู้วิจัยนำส่งจดหมายราชการจากบัณฑิตวิทยาลัย ถึงผู้บริหารโรงเรียนกนกศิลป์พิทยา-คม เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งชี้แจงรายละเอียดระยะเวลาในการเก็บข้อมูล และวิธีในการใช้เครื่องมือของงานวิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ผู้วิจัยมอบหนังสือรับรอง ยืนยันการพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ถึงผู้บริหารโรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม รหัสโครงการวิจัย : SWUEC-G-174/2562X หมายเลขรับรอง SWUEG/X/G-174/2562 ยืนยันโดย คณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตามแบบแผนการทดลองที่วางไว้

5. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาดำเนินการจัดกระทำข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

6. วิธีดำเนินการทดลอง

1. ให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม ทำแบบวัดอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแบ่งชั้นภูมิ เป็นกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ มาก ปานกลาง และน้อย เพื่อสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ชั้นภูมิละ 8 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 24 คน

2. นัดหมายเวลาและขออนุญาตเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง โดยชี้แจงรายละเอียดรูปแบบการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ดังตารางที่ 7 โดยมีกำหนดการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ครั้งที่ 1 วันอังคารที่ 8 ธันวาคม พ.ศ 2563 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง
ครั้งที่ 2 วันอังคารที่ 15 ธันวาคม พ.ศ 2563 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง
ครั้งที่ 3 วันอังคารที่ 22 ธันวาคม พ.ศ 2563 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง
ครั้งที่ 4 วันอังคารที่ 29 ธันวาคม พ.ศ 2563 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง
ทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 วันพุธที่ 30 ธันวาคม พ.ศ 2563
ครั้งที่ 5 วันอังคารที่ 5 มกราคม พ.ศ 2564 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง
ครั้งที่ 6 วันอังคารที่ 12 มกราคม พ.ศ 2564 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง
ครั้งที่ 7 วันอังคารที่ 19 มกราคม พ.ศ 2564 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

ครั้งที่ 8 วันอังคารที่ 26 มกราคม พ.ศ 2564 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

ทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 2 วันพุธที่ 27 มกราคม พ.ศ 2564

ครั้งที่ 9 วันอังคารที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ 2564 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

ครั้งที่ 10 วันอังคารที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ 2564 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

ครั้งที่ 11 วันอังคารที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ 2564 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

ครั้งที่ 12 วันอังคารที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ 2564 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

ทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 3 วันพุธที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ 2564

3. นำคะแนนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อจะได้ทราบผลสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

7.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean)

7.1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

7.1.3 ความเบ้ (Kurtosis)

7.1.4 ความโด่ง (Skewness)

7.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

7.2.1 ค่าความเที่ยงตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) โดยใช้สูตรของโรวิเนลลี และ แฮมเบลตัล

7.2.2 ดัชนีความยากของแบบทดสอบรายข้อ (Difficulty Index)

7.2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยการหาค่าสหสัมพันธ์พ้อยท์ไบซีเรียส (Point biserial Correlation : $r_{p.bis}$)

7.2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยสูตรสัมประสิทธิแอลฟ่า (Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

7.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

7.3.1 สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อมีการวัดซ้ำ One – way Repeated Measures ANCOVA

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

K แทน คะแนนเต็ม

M แทน ค่าเฉลี่ย (Mean)

F แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบค่า F

p แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

* แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

SD แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

SS แทน ผลบวกกำลังสองของค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลและค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูล (The Sum of square of devation from the sample mean)

MS แทน ค่าเฉลี่ยของผลบวกยกกำลังสอง (The mean square devation)

df แทน ระดับความอิสระ (degree of freedom)

Sk แทน ความเบ้ (Skewness)

Ku แทน ความโด่ง (Kurtosis)

MIN แทน ค่าต่ำสุด

MAX แทน ค่าสูงสุด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริงที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง

1.1 ผลการศึกษาการประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 1 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน

1.2 ผลการศึกษาการประเมินตามสภาพจริง หน่วยที่ 2 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

1.3 ผลการศึกษาการประเมินตามสภาพจริง หน่วยที่ 3 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน, หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย และ หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก เมื่อปรับอิทธิพลของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยสถิติการวิเคราะห์แบบ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อมีการวัดซ้ำ One-way Repeated Measures ANCOVA

2.1 ข้อมูลพื้นฐาน

2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริงระหว่างจัดการเรียนรู้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริงระหว่างจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก ประกอบการประเมินสภาพจริง โดยมีแผนการเรียนรู้ ทั้งหมด 12 แผนการเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ (3 ระยะ) มีการวัดประเมินสภาพจริงด้วยเครื่องมือที่หลากหลาย โดยในหนึ่งหน่วยการเรียนรู้จะประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริงดังนี้ แบบประเมินบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ , แบบบันทึกเหตุการณ์ , แบบประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ , แบบสังเกตพฤติกรรม , แบบประเมินการนำเสนอการตกผลึกความรู้ และ แบบประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง ซึ่งมีผลการศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ผลการศึกษาการประเมินสภาพจริง

หน่วยที่ 1 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน จำนวน 8 ชั่วโมง ซึ่งมีผลการศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

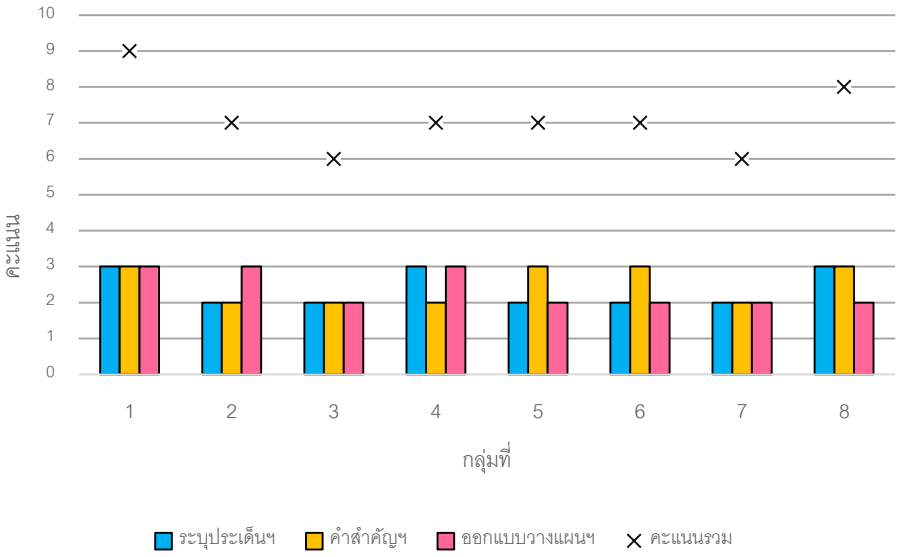
หน่วยที่ 1 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน แผนที่ 1 : ขั้นการวางแผนการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริง : แบบบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ , แบบบันทึกเหตุการณ์ (ISI)

ตาราง 12 แสดงสรุปผลคะแนนบันทึกการเรียนรู้ แผนที่ 1 สะท้อน สมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI)

สมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI)	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
1. สามารถระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 5)	2	3	2.38	0.52	0.64	-2.24
2. สามารถบอกคำสำคัญสำหรับการค้นคว้า/ตรวจสอบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 5)	2	3	2.50	0.54	0.00	-2.80
3. สามารถออกแบบวางแผนการตรวจสอบประเด็นปัญหา (คะแนนเต็ม 5)	2	3	2.38	0.52	0.64	-2.24

จากตารางที่ 12 แสดงผลคะแนนประเมินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ซึ่งสะท้อนสมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI) ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1. ด้านการระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ 2. ด้านการบอกคำสำคัญสำหรับการค้นคว้า/ตรวจสอบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 3. ด้านการออกแบบวางแผนการตรวจสอบประเด็นปัญหา โดยระบุหลักฐานเชิงประจักษ์/พยานในการตรวจสอบ ปรากฏผลดังนี้ ด้านที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 2.38 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 , ด้านที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 2.50 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.54 และด้านที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 2.38 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 โดยคะแนนของแต่ละกลุ่ม ปรากฏดังแผนภูมิแสดงคะแนนบันทึกการเรียนรู้รายกลุ่ม



ภาพประกอบ 7 แผนภูมิคะแนนประเมินบันทึกการเรียนรู้รายกลุ่ม

จากการประเมินการวางแผนการเรียนรู้ โดยการสังเกต สนทนาซักถาม โดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ พบว่า นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่ยังไม่สามารถอธิบายให้สอดคล้องกับการวางแผนตรวจสอบประเด็นปัญหา และนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่คุ้นเคยกับแนวทางการเรียนรู้แบบตกผลึก เนื่องจากเป็นการเรียนครั้งแรก ทำให้เกิดคำถามระหว่างการจัดการเรียนรู้ค่อนข้างมาก ผู้วิจัยได้แก้ไขโดยการตั้งคำถามกระตุ้นการคิดสะท้อนกลับเป็นคำถามที่สนับสนุนให้นักเรียนค้นหาความรู้ในประเด็นปัญหาของตนเพิ่มขึ้นอีก เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการ และในการเรียนครั้งแรก นักเรียนต้องอยู่กลุ่มที่ครูจัดให้ ทำให้รู้สึกไม่สนิทสนมกับเพื่อนเท่าที่ควร การทำงานเป็นทีมจึงไม่ค่อยคล่องแคล่วนัก ครูได้แก้ปัญหาโดยการกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีบทบาทให้มากที่สุด และสนับสนุนการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน และในที่สุดทุกกลุ่มก็ได้ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนที่ ตนสนใจจะไปศึกษาค้นคว้า เพื่อนำไปเตรียมค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมมานำเสนอในครั้งต่อไป

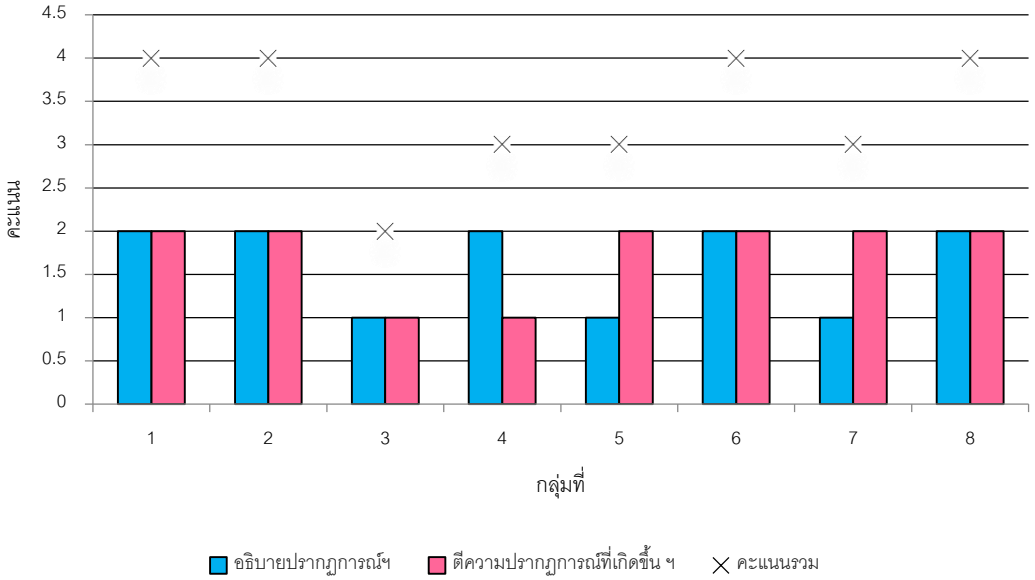
หน่วยที่ 1 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน แผนที่ 2 : ขั้นการนำเสนอและอภิปราย

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริง : แบบบันทึกการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ , แบบบันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE)

ตาราง 13 แสดงสรุปผลคะแนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ แผนที่ 2 สะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)

สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
1. สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้/หลักการทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 5)	1	2	1.63	0.52	-0.64	-2.24
2. สามารถตีความปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยระบุว่าคำบรรยาย/คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน (คะแนนเต็ม 5)	1	2	1.75	0.46	-1.44	0.00

จากตารางที่ 13 แสดงผลคะแนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ซึ่งสะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1. ด้านความสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้/หลักการทางวิทยาศาสตร์ 2. ด้านความสามารถตีความปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยระบุว่าคำบรรยาย/คำอธิบายใด สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน ปรากฏผลดังนี้ ด้านที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 1.63 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 , ด้านที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 1.75 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 โดยคะแนนของแต่ละกลุ่ม ปรากฏดังแผนภูมิแสดงผลประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้รายกลุ่ม



ภาพประกอบ 8 แผนภูมิสรุปผลคะแนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้รายกลุ่ม

จากการประเมินการวางแผนการเรียนรู้ โดยการสังเกต สนทนาซักถาม โดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ แต่พบว่ามีส่วนน้อยที่สามารถการนำความรู้/หลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบการอธิบายได้ละเอียดครบทุกประเด็น และทุกกลุ่มสามารถตีความปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทุกประเด็น แต่มีเพียงบางกลุ่มที่สามารถอธิบายให้สอดคล้องกับการวางแผนตรวจสอบประเด็นปัญหาที่ตนออกแบบไว้ ในการเรียนครั้งนี้มีการสลับถามตอบระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ได้ใช้ข้อมูลที่เป็นหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการตอบคำถาม ฝึกการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล และฝึกการตั้งคำถามที่จะต่อยอดองค์ความรู้ ในครั้งนี้หากนักเรียนไม่สามารถตอบคำถามที่เพื่อนหรือครูถามได้ ก็จะนำไปสืบค้นหาคำตอบ เพื่อนำมาเรียนรู้ร่วมกันในครั้งต่อไป

หน่วยที่ 1 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน แผนที่ 3 : ขั้นประมวลและปรับแก้

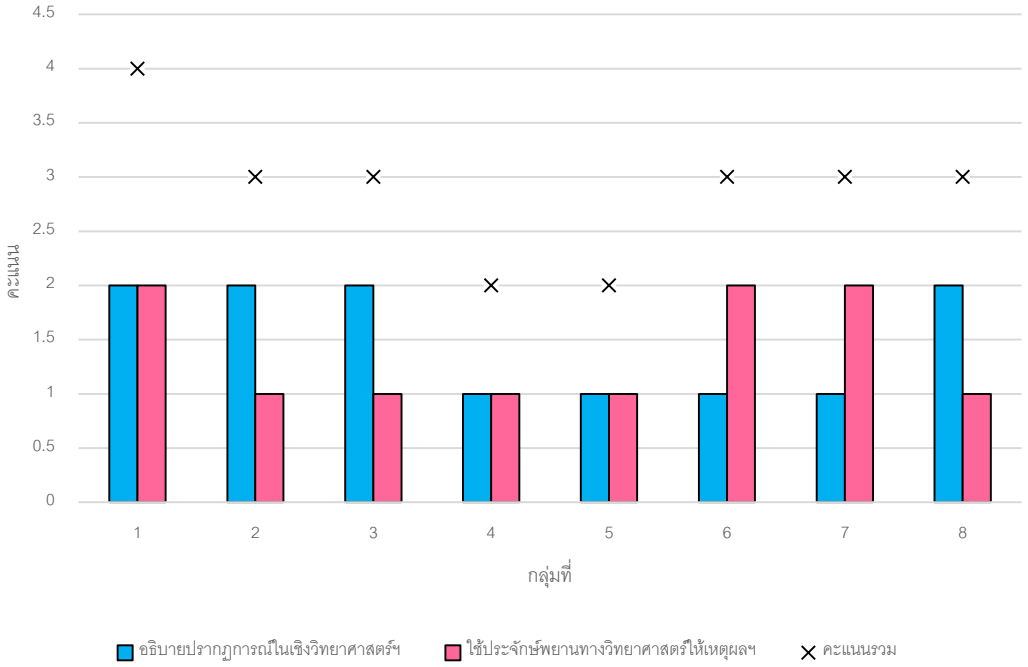
เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริง : แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ , แบบบันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE)

ตาราง 14 แสดงสรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แผนที่ 3 สะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)

สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
1. สามารถปรับแก้หัวข้อที่ตนไปศึกษาค้นคว้าโดยอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตอบข้อโต้แย้งที่ได้รับจากการเรียนครั้งก่อน (คะแนนเต็ม 3)	1	2	1.50	0.54	0.00	-2.80
2. สามารถปรับแก้หัวข้อที่ตนไปศึกษาค้นคว้าโดยใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ให้เหตุผล เพื่อตอบข้อโต้แย้งที่ได้รับจากการเรียนครั้งก่อน (คะแนนเต็ม 3)	1	2	1.38	0.52	0.64	-2.24

จากตารางที่ 14 แสดงสรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ซึ่งสะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) ในด้านต่างๆ ได้แก่ 1. ด้านความสามารถในการปรับแก้หัวข้อที่ตนไปศึกษาค้นคว้า โดยอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบข้อโต้แย้งที่ได้รับจากการเรียนครั้งก่อน 2. ด้านความสามารถในการปรับแก้หัวข้อที่ตนไปศึกษาค้นคว้า โดยใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ให้เหตุผล เพื่อตอบข้อโต้แย้งที่ได้รับจากการเรียนครั้งก่อน ปรากฏผลดังนี้ ด้านที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 1.50 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน 0.54 , ด้านที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 1.38 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 โดยคะแนนของแต่ละกลุ่ม ปรากฏดังแผนภูมิ แสดงผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายกลุ่ม



ภาพประกอบ 9 แผนภูมิสรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายกลุ่ม

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยการสังเกต สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE) โดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ พบว่า นักเรียนได้มีการศึกษาหาข้อมูลเชิงลึกที่เพื่อนำมาใช้ประกอบการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ แต่พบว่านักเรียนยังไม่สามารถอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ เนื่องจากความรู้ในหลายส่วน เกินระดับเนื้อหาของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ครูได้แก้ไขโดยช่วยชี้แนะว่านักเรียนควรเริ่มจากศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากส่วนไหนก่อน เพื่อที่จะสามารถค้นคว้าข้อมูลที่ยากขึ้นได้เข้าใจ และพบว่าทุกกลุ่มสามารถปรับแก้หัวข้อประเด็นปัญหาของตนเองได้ดีขึ้น เพราะนำประเด็นที่เพื่อนและครูสอบถาม ไปเป็นแนวทางในการค้นคว้าหาคำตอบ ในครั้งนี้ทุกกลุ่มมีการเตรียมตัวสรุปข้อมูล และหารูปแบบในการนำเสนอที่แตกต่างกันไป เพื่อช่วยให้การถ่ายทอดองค์ความรู้น่าสนใจยิ่งขึ้น เช่น การนำเสนอโดยแผนผัง , บทละครสั้น , การเล่าข่าว เป็นต้น

หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน แผนที่ 4 : ขั้นการตกผลึก

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริง : แบบประเมินการนำเสนอการตกผลึกความรู้ (EPS,USE) , แบบประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง

ตาราง 15 แสดงสรุปผลการนำเสนอการตกผลึกความรู้ แผนที่ 4 สะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)

สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
1. สามารถนำเสนอปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนโดยใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ (คะแนนเต็ม 5)	2	3	2.75	0.46	-1.44	0.00
2. สามารถสรุปผลการศึกษาค้นคว้าของตนเองที่ได้ตกผลึกการเรียนรู้ ในรูปแบบงานเขียน แผนผัง บทความวิชาการ ภาพวาด คลิปวิดีโอ ฯลฯ (รูปแบบตามความสนใจ) (คะแนนเต็ม 5)	2	3	2.63	0.52	-0.64	-2.24

จากตารางที่ 15 แสดงสรุปผลการนำเสนอการตกผลึกความรู้ หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ซึ่งสะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1. ด้านความสามารถนำเสนอปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน โดยใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ 2. ด้านความสามารถสรุปผลการศึกษาค้นคว้าของตนเองที่ได้ตกผลึกการเรียนรู้ ในรูปแบบงานเขียน แผนผัง บทความวิชาการ ภาพวาด คลิปวิดีโอ ฯลฯ ปรากฏผลดังนี้ ด้านที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 2.75 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 , ด้านที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 2.63 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52

** ผลการศึกษาการประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง ครั้งที่ 1 ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้

ผลการศึกษาการประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง ครั้งที่ 1 ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโดยให้นักเรียนทุกคนทำแบบประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง โดยมีการกำหนดเกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ เป็น 5 ระดับ ดังนี้

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน	การแปลความหมาย
97 - 120	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**มาก**
73 - 96	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**ค่อนข้างมาก**
25 - 72	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**ปานกลาง**
25 - 48	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**ค่อนข้างน้อย**
1- 24	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**น้อย**

ตาราง 16 แสดงคะแนนเฉลี่ย (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน

หน่วยการเรียนรู้ที่	n	K	*M*	SD	การแปลความหมาย
1	28	120	89.29	4.03	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**ค่อนข้างมาก**

จากการวิเคราะห์การสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง ในการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ปรากฏผลดังนี้ นักเรียนมีผลคะแนนการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง มีค่าเฉลี่ย 89.29 แสดงว่า นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเองว่า มีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**ค่อนข้างมาก**

1.2 **ผลการศึกษาการประเมินสภาพจริง**

หน่วยที่ 2 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยจำนวน 8 ชั่วโมง ซึ่งมีผลการศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย แผนที่ 5 : ขั้นการวางแผนการเรียนรู้

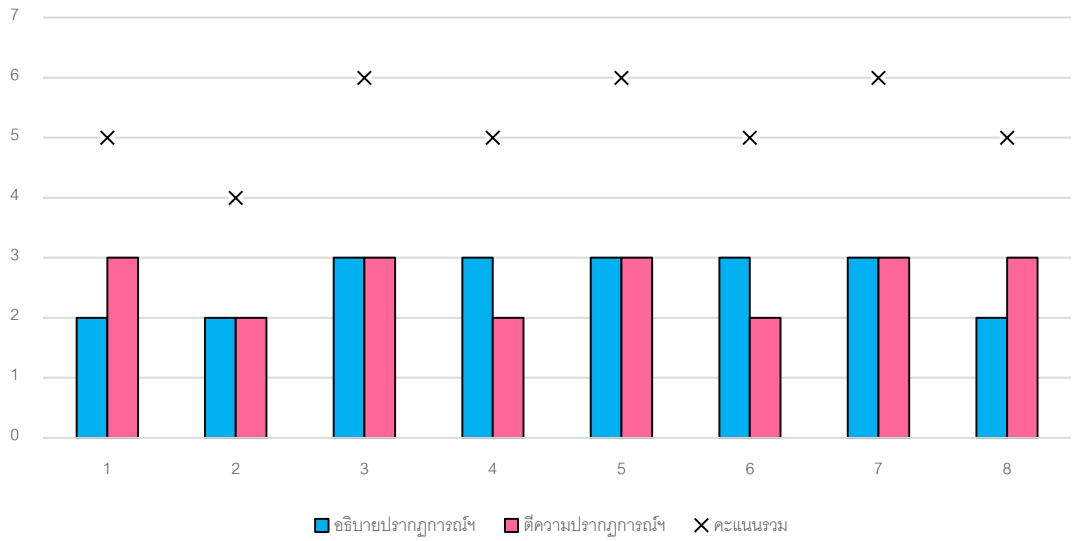
เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริง : แบบบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ , แบบบันทึกเหตุการณ์ (ISI)

ตาราง 17 แสดงสรุปผลคะแนนบันทึกการเรียนรู้ แผนที่ 5 สะท้อน สมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI)

สมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI)	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
1. สามารถระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 5)	2	4	3.38	0.74	-0.82	-0.15
2. สามารถบอกคำสำคัญสำหรับการค้นคว้า/ตรวจสอบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 5)	2	4	3.25	0.71	-0.40	-0.23
3. สามารถออกแบบวางแผนการตรวจสอบประเด็นปัญหา (คะแนนเต็ม 5)	3	4	3.63	0.52	-0.64	-2.24

จากตารางที่ 17 แสดงผลคะแนนประเมินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ซึ่งสะท้อนสมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI) ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1. ด้านการระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ 2. ด้านการบอกคำสำคัญสำหรับการค้นคว้า/ตรวจสอบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 3. ด้านการออกแบบวางแผนการตรวจสอบประเด็นปัญหา โดยระบุหลักฐานเชิงประจักษ์/พยานในการตรวจสอบ ปรากฏผลดังนี้ ด้านที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 3.38 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.74 , ด้านที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 3.25 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 และด้านที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 3.63

มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 โดยคะแนนของแต่ละกลุ่ม ปรากฏดังแผนภูมิ แสดงคะแนนบันทึกการเรียนรู้ รายกลุ่ม



ภาพประกอบ 10 แผนภูมิแสดงคะแนนการประเมินบันทึกการเรียนรู้รายกลุ่ม

จากการประเมินการวางแผนการเรียนรู้ โดยการสังเกต สนทนาซักถาม โดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ พบว่า นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ และสามารถอธิบายได้ว่าเป็นประเด็นวิทยาศาสตร์อย่างไร ในบางกลุ่มสามารถอธิบายให้สอดคล้องกับแผนการตรวจสอบได้ และในการเรียนรู้ครั้งนี้นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มเกิดความคุ้นเคยกับรูปแบบการเรียนรู้แบบตกผลึกเนื่องจากเป็นรูปแบบที่คล้ายกับการเรียนในหน่วยที่ 1 แต่แตกต่างกันในด้านเนื้อหา ทำให้นักเรียนใช้เวลาน้อยลงในการหาประเด็นที่สนใจ มีความคุ้นเคยกับเพื่อนในกลุ่ม เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน ครูได้ช่วยให้คำแนะนำ เสริมแรง และกระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อยอดองค์ความรู้เพิ่มขึ้น

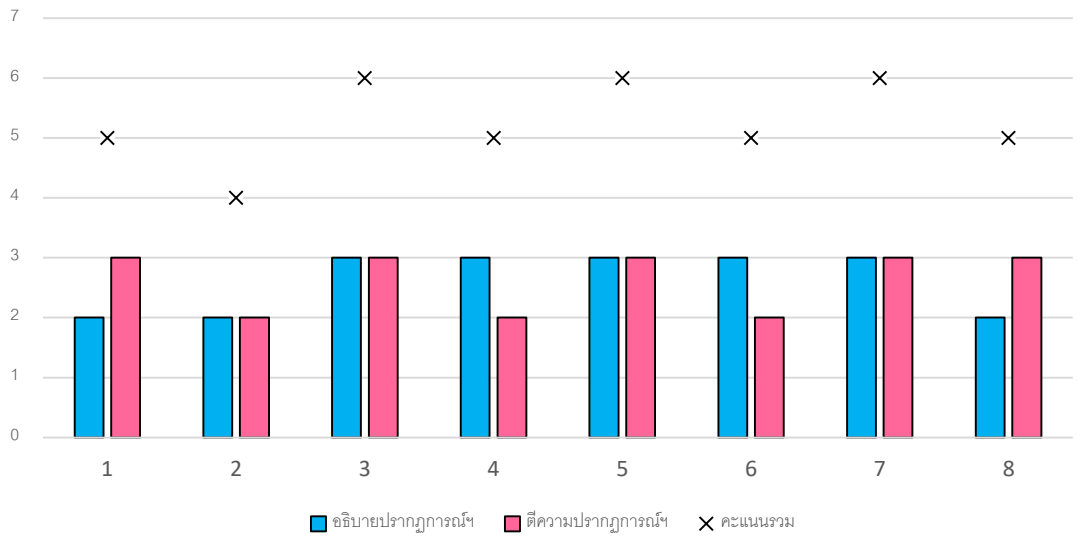
หน่วยที่ 2 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศ แผนที่ 6 : ขั้นการนำเสนอและอภิปราย

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริง : แบบบันทึกการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ , แบบบันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE)

ตาราง 18 แสดงสรุปผลคะแนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ แผนที่ 6 สะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)

สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
1. สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้/หลักการทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 5)	2	3	2.63	0.52	-0.64	-2.24
2. สามารถตีความปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยระบุว่าคำบรรยาย/คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน(คะแนนเต็ม 5)	2	3	2.63	0.52	-0.64	-2.24

จากตารางที่ 18 แสดงผลคะแนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ซึ่งสะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)ในด้านต่างๆ ได้แก่ 1. ด้านความสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้/หลักการทางวิทยาศาสตร์ 2. ด้านความสามารถตีความปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยระบุว่าคำบรรยาย/คำอธิบายใด สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน ปรากฏผลดังนี้ ด้านที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 2.63 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 , ด้านที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 2.63 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 โดยคะแนนของแต่ละกลุ่ม ปรากฏดังแผนภูมิ แสดงผลประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้รายกลุ่ม



ภาพประกอบ 11 สรุปผลคะนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้รายกลุ่ม

จากการประเมินการวางแผนการเรียนรู้ โดยการสังเกต สนทนาซักถาม โดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ แต่พบว่านักเรียนสามารถนำความรู้/หลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบการอธิบายได้ และทุกกลุ่มสามารถตีความปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทุกประเด็น แต่การนำหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนประกอบการอธิบาย ถือว่ายังทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร ในการเรียนครั้งนี้มีการสลับถามตอบระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน นักเรียนแสดงออกถึงการฝึกการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล ได้ดีกว่าการเรียนในหน่วยที่หนึ่ง การตอบคำถามมีการใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ มาสนับสนุนคำตอบได้ แต่ยังไม่ถูกต้องทั้งหมด ในครั้งนี้หากนักเรียนไม่สามารถตอบคำถามที่เพื่อนหรือครูถามได้ ก็จะนำไปสืบค้นหาคำตอบ เพื่อนำมาเรียนรู้ร่วมกันในครั้งต่อไป

หน่วยที่ 2 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย แผนที่ 7 : ขั้นประมวลและปรับแก้

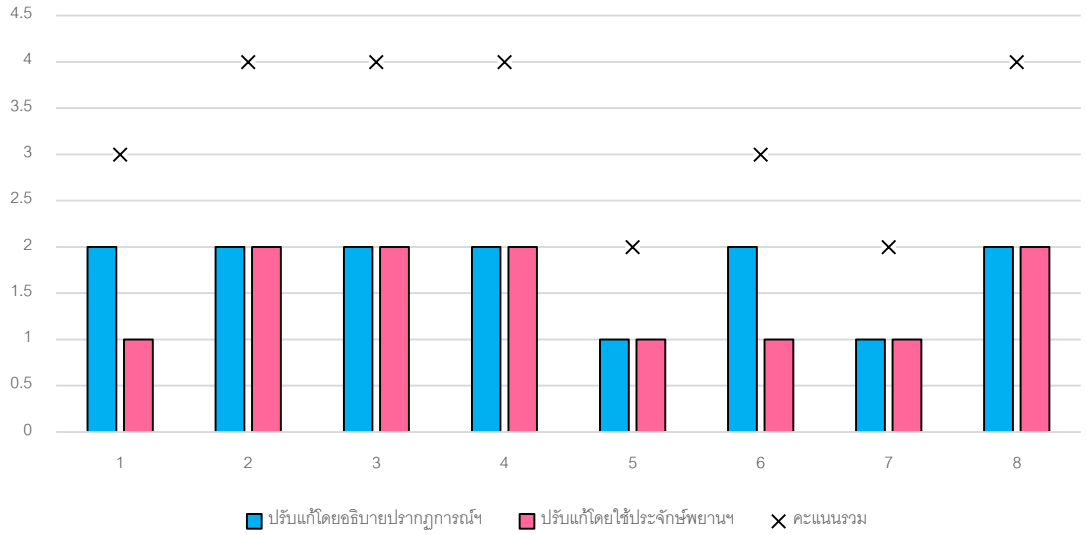
เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริง : แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ , แบบบันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE)

ตาราง 19 แสดงสรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แผนที่ 7 สะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)

สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
1. สามารถปรับแก้หัวข้อที่ตนไปศึกษาค้นคว้า โดยอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบข้อโต้แย้งที่ได้รับจากการเรียนครั้งก่อน (คะแนนเต็ม 3)	1	2	1.75	0.46	-1.44	0.00
2. สามารถปรับแก้หัวข้อที่ตนไปศึกษาค้นคว้า โดยใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ให้เหตุผล เพื่อตอบข้อโต้แย้งที่ได้รับจากการเรียนครั้งก่อน (คะแนนเต็ม 3)	1	2	1.50	0.54	0.00	-2.80

จากตารางที่ 19 แสดงสรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ซึ่งสะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1. ด้านความสามารถในการปรับแก้หัวข้อที่ตนไปศึกษาค้นคว้า โดยอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบข้อโต้แย้งที่ได้รับจากการเรียนครั้งก่อน 2. ด้านความสามารถในการปรับแก้หัวข้อที่ตนไปศึกษาค้นคว้า โดยใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ให้เหตุผล เพื่อตอบข้อโต้แย้งที่ได้รับจากการเรียนครั้งก่อน ปรากฏผลดังนี้ ด้านที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 1.75 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน 0.46 , ด้านที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 1.50 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.54 โดยคะแนนของแต่ละกลุ่ม ปรากฏดังแผนภูมิ แสดงผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายกลุ่ม



ภาพประกอบ 12 สรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายกลุ่ม

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยการสังเกต สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE) โดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ พบว่า นักเรียนสามารถปรับแก้หัวข้อประเด็นปัญหาของตนเอง โดยมีการหาข้อมูลมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ถ้าถูกต้องในหลายประเด็น นักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน มีการช่วยเหลือ เช่น การช่วยอธิบายเพื่อนที่ยังไม่เข้าใจ ช่วยกันสรุปความรู้ เพื่อตกผลึกความรู้ ให้พร้อมแก่การออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และยังพบว่านักเรียนค้นหาข้อมูล หรือความรู้ในหลายส่วน เกินระดับเนื้อหาของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ดีขึ้น โดยยังคงมีครูค่อยช่วยชี้แนะบางส่วน เพื่อที่จะสามารถค้นคว้าข้อมูลที่ยากเกินระดับความรู้พื้นฐานของนักเรียนได้เข้าใจ และพบว่าทุกกลุ่มสามารถปรับแก้หัวข้อประเด็นปัญหาของตนเองได้ดีขึ้น ในครั้งนี้ทุกกลุ่มมีการเตรียมตัวสรุปข้อมูล และหารูปแบบในการนำเสนอที่แตกต่างกันไป เพื่อช่วยให้การถ่ายทอดองค์ความรู้น่าสนใจยิ่งขึ้น เช่น สรุปเป็นนิทาน ,การนำเสนอโดยแผนผัง , บทละครสั้น , บทการ์ตูน เป็นต้น

หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย แผนที่ 8 : ขั้นการตกผลึก

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริง : แบบประเมินการนำเสนอการตกผลึกความรู้ (EPS,USE) , แบบประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง

ตาราง 20 แสดงสรุปผลการนำเสนอการตกผลึกความรู้ แผนที่ 8 สะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)

สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
1. สามารถนำเสนอปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน โดยใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ (คะแนนเต็ม 5)	2	4	3.13	0.64	-0.07	0.74
2. สามารถสรุปผลการศึกษาค้นคว้าของตนเองที่ได้ตกผลึกการเรียนรู้ ในรูปแบบงานเขียน แผนผัง บทความวิชาการ ภาพวาด คลิปวิดีโอ ฯลฯ (รูปแบบตามความสนใจ) (คะแนนเต็ม 5)	3	4	3.63	0.52	-0.64	-2.24

จากตารางที่ 20 แสดงสรุปผลการนำเสนอการตกผลึกความรู้ หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ซึ่งสะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) ในด้านต่างๆ ได้แก่ 1. ด้านความสามารถนำเสนอปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน โดยใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ 2. ด้านความสามารถสรุปผลการศึกษาค้นคว้าของตนเองที่ได้ตกผลึกการเรียนรู้ ในรูปแบบงานเขียน แผนผัง บทความวิชาการ ภาพวาด คลิปวิดีโอ ฯลฯ ปรากฏผลดังนี้ ด้านที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 3.13 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 , ด้านที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 3.63 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 โดยคะแนนของแต่ละกลุ่ม

** ผลการศึกษาการประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง ครั้งที่ 2 ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้

ผลการศึกษาการประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง ครั้งที่ 2 ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโดยให้นักเรียนทุกคนทำแบบประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง โดยมีการกำหนดเกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ เป็น 5 ระดับ ดังนี้

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน	การแปลความหมาย
97 - 120	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**มาก**
73 - 96	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**ค่อนข้างมาก**
49 - 72	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**ปานกลาง**
25 - 48	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**ค่อนข้างน้อย**
1- 24	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**น้อย**

ตาราง 21 แสดงคะแนนเฉลี่ย (*M*) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

หน่วยการเรียนรู้ที่	n	K	*M*	SD	การแปลความหมาย
2	28	120	94.61	4.10	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**ค่อนข้างมาก**

จากการวิเคราะห์การสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง ในการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ปรากฏผลดังนี้ นักเรียนมีผลคะแนนการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง มีค่าเฉลี่ย 94.61 แสดงว่า นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเองว่า มีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**ค่อนข้างมาก**

1.3 ผลการศึกษาการประเมินตามสภาพจริง

หน่วยที่ 3 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก จำนวน 8 ชั่วโมง ซึ่งมีผลการศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

หน่วยที่ 3 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก แผนที่ 9 : ขั้นการวางแผนการเรียนรู้

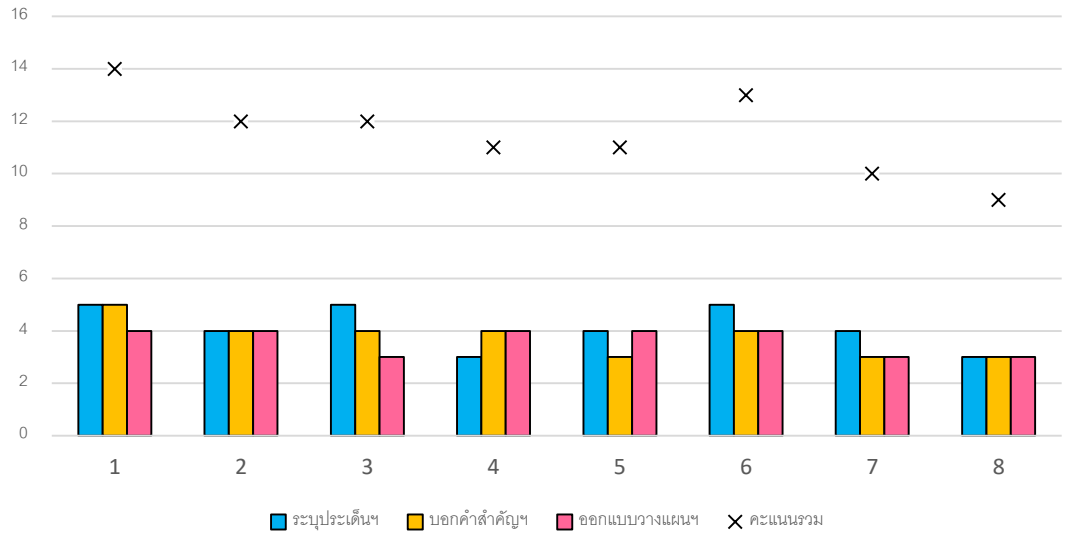
เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริง : แบบบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ , แบบบันทึกเหตุการณ์ (ISI)

ตาราง 22 แสดงสรุปผลคะแนนบันทึกการเรียนรู้ แผนที่ 9 สะท้อน สมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI)

สมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI)	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
1. สามารถระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 5)	3	5	4.13	0.84	-0.28	-1.39
2. สามารถบอกคำสำคัญสำหรับการค้นคว้า/ตรวจสอบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 5)	3	5	3.75	0.71	0.40	-0.23
3. สามารถออกแบบวางแผนการตรวจสอบประเด็นปัญหา (คะแนนเต็ม 5)	3	4	3.62	0.52	-0.64	-2.24

จากตารางที่ 22 แสดงผลคะแนนประเมินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก ซึ่งสะท้อนสมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI) ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1. ด้านการระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ 2. ด้านการบอกคำสำคัญสำหรับการค้นคว้า/ตรวจสอบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 3. ด้านการออกแบบวางแผนการตรวจสอบประเด็นปัญหา โดยระบุหลักฐานเชิงประจักษ์/พยานในการตรวจสอบ ปรากฏผลดังนี้ ด้านที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 4.13 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.84 , ด้านที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 3.75 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 และด้านที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 3.62

มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 โดยคะแนนของแต่ละกลุ่ม ปรากฏดังแผนภูมิ แสดงคะแนนบันทึกการเรียนรู้รายกลุ่ม



ภาพประกอบ 13 คะแนนประเมินบันทึกการเรียนรู้รายกลุ่ม

จากการประเมินการวางแผนการเรียนรู้ โดยการสังเกต สนทนาซักถาม โดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ พบว่า นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ นักเรียนบางกลุ่มสามารถอธิบายได้ว่าเป็นประเด็นวิทยาศาสตร์อย่างไร นักเรียนระบุคำสำคัญสำหรับการค้นคว้าได้ และอธิบายได้สอดคล้องกับการวางแผนการตรวจสอบประเด็นปัญหาที่ตนสนใจเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการ นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้อย่างคล่องแคล่ว และมีการเสนอความคิดเห็น ตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบซึ่งกันและกันไปมา ทำให้ในครั้งนี้การวางแผนเลือกประเด็นที่สนใจ ใช้เวลาในการตัดสินใจเลือกประเด็นได้รวดเร็ว นักเรียนแต่ละคนมีการค้นคว้าข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต เพื่อนำมาอภิปรายภายในกลุ่ม โดยสามารถเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผล

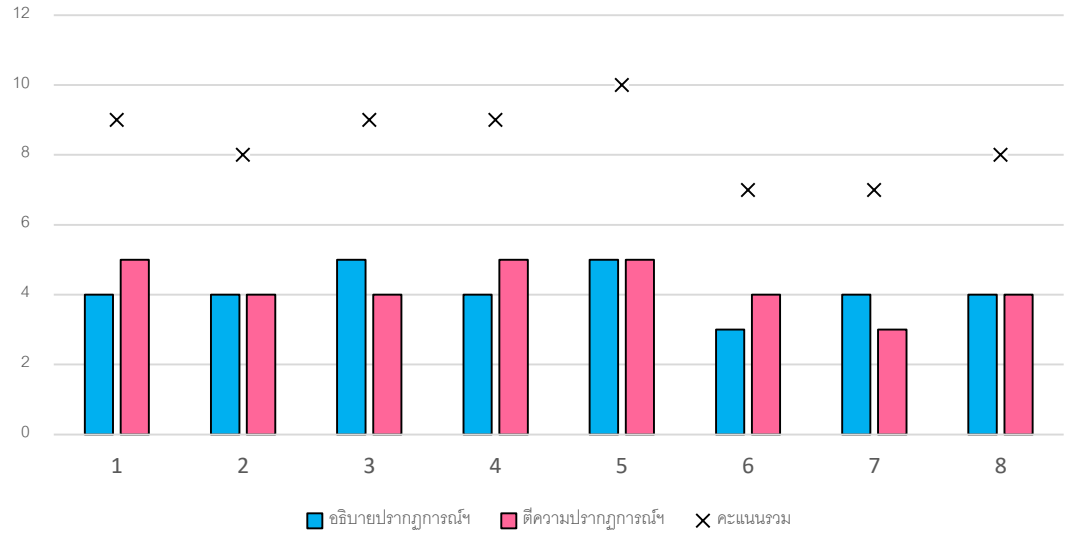
หน่วยที่ 3 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก แผนที่ 10 : ขั้นการนำเสนอและอภิปราย

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริง : แบบประเมินบันทึกการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ , แบบบันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE)

ตาราง 23 แสดงสรุปผลคะแนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ แผนที่ 10 สะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)

สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
1. สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้/หลักการทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 5)	3	5	4.13	0.64	-0.07	0.74
2. สามารถตีความปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยระบุว่าคำบรรยาย/คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน (คะแนนเต็ม 5)	3	5	4.25	0.71	-0.41	-0.23

จากตารางที่ 23 แสดงผลคะแนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก ซึ่งสะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1. ด้านความสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้/หลักการทางวิทยาศาสตร์ 2. ด้านความสามารถตีความปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยระบุว่าคำบรรยาย/คำอธิบายใด สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน ปรากฏผลดังนี้ ด้านที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 4.13 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 , ด้านที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 4.25 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 โดยคะแนนของแต่ละกลุ่ม ปรากฏดังแผนภูมิ แสดงผลประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้รายกลุ่ม



ภาพประกอบ 14 แผนภูมิสรุปผลคะแนนประเมินการนำเสนอการวางแผนการเรียนรู้รายกลุ่ม

จากการประเมินการวางแผนการเรียนรู้ โดยการสังเกต สนทนาซักถาม โดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ พบว่า นักเรียนสามารถส่วนใหญ่มีพัฒนาการในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายได้ถูกต้อง และสามารถตีความปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ และอธิบายหรือโต้แย้งด้วยข้อมูลที่สมเหตุสมผล มีการค้นหาข้อมูลที่เชื่อถือได้ เพื่อมาอธิบายให้เพื่อนและครูเข้าใจ และมีการตั้งคำถามชวนคิด เพื่อต่อยอดให้การตกผลึกความรู้ เป็นไปอย่างกระชับและถูกต้อง

หน่วยที่ 3 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก แผนที่ 11 : ขั้นประมวลและปรับแก้

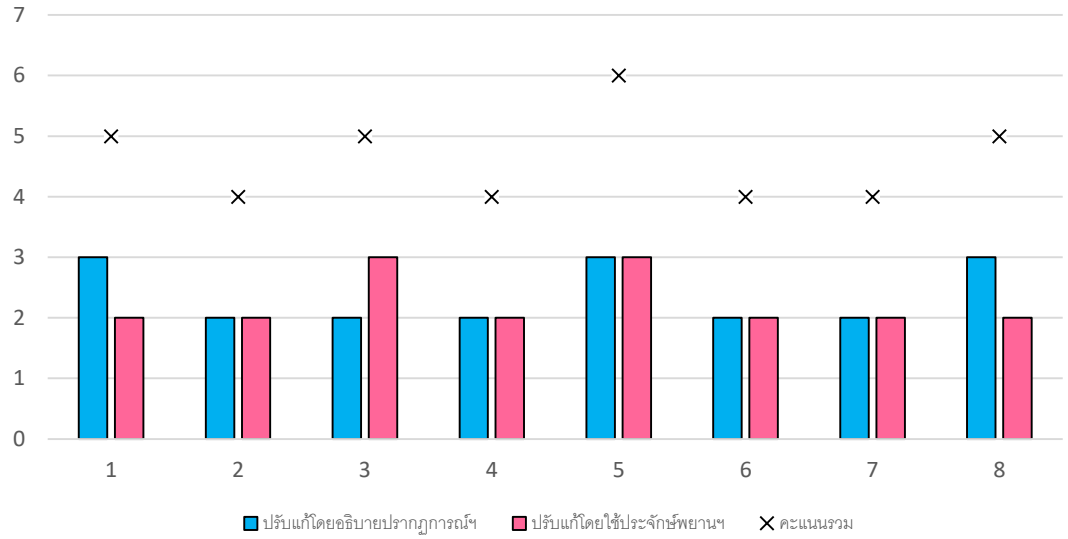
เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริง : แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ , แบบบันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE)

ตาราง 24 แสดงสรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แผนที่ 11 สะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)

สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
1. สามารถปรับแก้หัวข้อที่ตนไปศึกษาค้นคว้า โดยอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบข้อโต้แย้งที่ได้รับจากการเรียนครั้งก่อน (คะแนนเต็ม 3)	2	3	2.38	0.52	0.64	-2.24
2. สามารถปรับแก้หัวข้อที่ตนไปศึกษาค้นคว้า โดยใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ให้เหตุผล เพื่อตอบข้อโต้แย้งที่ได้รับจากการเรียนครั้งก่อน (คะแนนเต็ม 3)	2	3	2.25	0.46	1.44	0.00

จากตารางที่ 24 แสดงสรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลกซึ่งสะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1. ด้านความสามารถในการปรับแก้หัวข้อที่ตนไปศึกษาค้นคว้า โดยอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบข้อโต้แย้งที่ได้รับจากการเรียนครั้งก่อน 2. ด้านความสามารถในการปรับแก้หัวข้อที่ตนไปศึกษาค้นคว้า โดยใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ให้เหตุผล เพื่อตอบข้อโต้แย้ง

ที่ได้รับจากการเรียนครั้งก่อน ปรากฏผลดังนี้ ด้านที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 2.38 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 , ด้านที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 2.25 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 โดยคะแนนของแต่ละกลุ่ม ปรากฏดังแผนภูมิ แสดงผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายกลุ่ม



ภาพประกอบ 15 สรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายกลุ่ม

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยการสังเกต สนทนาซักถาม บันทึกเหตุการณ์ (EPS,USE) โดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ พบว่า นักเรียนได้มีการศึกษาหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ เพื่อใช้ในการปรับแก้ประเด็นปัญหา จากที่ได้รับคำแนะนำในครั้งที่แล้ว และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ โดยมีการศึกษาข้อมูลมาอย่างดี แม้ความรู้ที่ศึกษาจะเกินระดับเนื้อหาของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และพบว่าทุกกลุ่มสามารถปรับแก้หัวข้อประเด็นปัญหาของตนเองได้ดีขึ้น เพราะนำประเด็นที่เพื่อนและครูสอบถาม ไปเป็นแนวทางในการค้นคว้าหาคำตอบ ในครั้งนี้ทุกกลุ่มมีการเตรียมตัวสรุปข้อมูล และหารูปแบบในการนำเสนอที่แตกต่างกันไป เพื่อช่วยให้การถ่ายทอดองค์ความรู้น่าสนใจยิ่งขึ้น เช่น การนำเสนอโดยแผนผัง , ภาพวาดการ์ตูนประกอบการบรรยาย , การเล่าข่าว , นิทาน เป็นต้น

หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก แผนที่ 12 : ขั้นการตกผลึก

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสภาพจริง : แบบประเมินการนำเสนอการตกผลึกความรู้ (EPS,USE) , แบบประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง

ตาราง 25 แสดงสรุปผลการนำเสนอการตกผลึกความรู้ แผนที่ 12 สะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)

สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
1. สามารถนำเสนอปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน โดยใช้ประจักษ์พยานทางวิทยา-ศาสตร์ได้ (คะแนนเต็ม 5)	3	5	3.87	0.84	0.28	-1.39
2. สามารถสรุปผลการศึกษาค้นคว้าของตนเองที่ได้ตกผลึกการเรียนรู้ ในรูปแบบงานเขียน แผนผัง บทความวิชาการ ภาพวาด คลิปวิดีโอ ฯลฯ (รูปแบบตามความสนใจ) (คะแนนเต็ม 5)	3	5	4.00	0.76	0.00	-0.70

จากตารางที่ 25 แสดงสรุปผลการนำเสนอการตกผลึกความรู้ หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลกซึ่งสะท้อนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) ในด้านต่างๆ ได้แก่ 1. ด้านความสามารถนำเสนอปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน โดยใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ 2. ด้านความสามารถสรุปผลการศึกษาค้นคว้าของตนเองที่ได้ตกผลึกการเรียนรู้ ในรูปแบบงานเขียน แผนผัง บทความวิชาการ ภาพวาด คลิปวิดีโอ ฯลฯ ปรากฏผลดังนี้ ด้านที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 3.87 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.84 , ด้านที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 4.00 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.76 โดยคะแนนของแต่ละกลุ่ม

** ผลการศึกษาการประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง ครั้งที่ 3 ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้

ผลการศึกษาการประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง ครั้งที่ 3 ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโดยให้นักเรียนทุกคนทำแบบประเมินการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง โดยมีการกำหนดเกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ เป็น 5 ระดับ ดังนี้

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน	การแปลความหมาย
97 - 120	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**มาก**
73 - 96	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**ค่อนข้างมาก**
49 - 72	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**ปานกลาง**
25 - 48	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**ค่อนข้างน้อย**
1- 24	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**น้อย**

ตาราง 26 แสดงคะแนนเฉลี่ย (*M*) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก

หน่วยการเรียนรู้ที่	n	K	*M*	SD	การแปลความหมาย
3	28	120	98.61	3.78	นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**มาก**

จากการวิเคราะห์การสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง ในการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก ปรากฏผลดังนี้ นักเรียนมีผลคะแนนการสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเอง มีค่าเฉลี่ย 98.61 แสดงว่า นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ตนเองว่า มีความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาในระดับ**มาก**

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง เมื่อปรับอิทธิพลของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยสถิติการวิเคราะห์แบบ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อมีการวัดซ้ำ One-way Repeated Measures ANCOVA

2.1 ข้อมูลพื้นฐาน

2.1.1 ผลสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน , หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย และ หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก เป็นดังนี้

ตาราง 27 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าความเบ้และค่าความโด่ง ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก โดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน , หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย และ หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก (n = 24คน)

ตัวแปร	K	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
ผลสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์							
หน่วยที่ 1 : เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน	90	18	70	46.83	16.18	-0.13	-1.14
หน่วยที่ 2 : เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย	90	28	77	55.46	16.26	-0.13	-1.40
หน่วยที่ 3 : เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก	90	31	86	63.88	16.28	-0.15	-1.09

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง พบว่า หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน นักเรียนมีผลสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ต่ำสุดเท่ากับ 18 คะแนน สูงสุดเท่ากับ 70 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.83 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 16.18 , หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน นักเรียนมีผลสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ต่ำสุดเท่ากับ 28 คะแนน สูงสุดเท่ากับ 77 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.46 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 16.26 และ

หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน นักเรียนมีผลสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ต่ำสุดเท่ากับ 31 คะแนน สูงสุดเท่ากับ 86 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.88 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 16.28 เมื่อพิจารณาค่าลักษณะการกระจายของข้อมูล พบว่าข้อมูลส่วนใหญ่มีลักษณะเบ้ซ้าย และโด่งน้อยกว่าปกติเล็กน้อย หรืออาจกล่าวได้ว่ามีการแจกแจงแตกต่างจากโค้งปกติเล็กน้อย

2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

ตาราง 28 ผลการตรวจสอบอิทธิพลของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง เมื่อได้รับการวัดซ้ำ

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
เอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์	13949.10	1	13949.10	86.85*	0.00
error	3533.35	22	160.61		
Mauchly's Test of Sphericity:	Mauchly's W = 0.81		df = 2		
	Approx. Chi-Square = 4.32		p = 0.12		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง เมื่อได้รับการวัดซ้ำ 3 ครั้ง ด้วย Mauchly's test พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากการวัดซ้ำในแต่ละหน่วย มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Mauchly's W = 0.81 , Approx. Chi-Square = 4.32 , df = 2 , p = 0.12) แสดงว่าคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากการวัดซ้ำใน 3 ครั้ง มีความแปรปรวนเท่า ๆ กัน (Compound Symmetry) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มแบบวัดซ้ำ

ผลการตรวจสอบอิทธิพลของเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จากการวัดซ้ำ 3 ครั้ง พบว่า เอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อสมรรถนะ

ทางวิทยาศาสตร์จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (F= 86.85 , p =0.00) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำตัวแปรเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ มาเป็นตัวแปรร่วมในการวิจัยในครั้งนี้

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง เมื่อได้รับการวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	สถิติทดสอบ	SS	df	MS	F	Sig.
test	Sphericity Assumed	152.00	2	76.00	4.81*	.01
	Greenhouse-Geisser	152.00	1.69	90.12	4.81*	.02
	Huynh-Feldt	152.00	1.89	80.24	4.81*	.02
	Lower-bound	152.00	1.00	152.00	4.81*	.04
test * identity	Sphericity Assumed	17.52	2	8.76	.55	.58
	Greenhouse-Geisser	17.52	1.69	10.39	.55	.55
	Huynh-Feldt	17.52	1.89	9.25	.55	.57
	Lower-bound	17.52	1.00	17.52	.55	.47
Error(test)	Sphericity Assumed	695.95	44	15.82		
	Greenhouse-Geisser	695.95	37.11	18.76		
	Huynh-Feldt	695.95	41.68	16.70		
	Lower-bound	695.95	22.00	31.63		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง เก็บข้อมูลจากการวัดซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง ผลการทดสอบความแปรปรวนระหว่างการวัดซ้ำ โดยใช้ Sphericity Assumed วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำพบว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จากการวัดซ้ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = 4.81 , df = 2 , Sig = .01) และ ค่าเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จากการวัดซ้ำ เมื่อควบคุมเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (F = .55 , df = 2 , Sig = .58)

2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

2.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง เมื่อวัดในหน่วยการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยมีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม

ตาราง 30 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง โดยมีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม

การจัดการเรียนรู้ฯ	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ครั้งที่ 1	(46.83)	-	8.63*	17.04*
ครั้งที่ 2	(55.46)		-	8.42*
ครั้งที่ 3	(63.88)			-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง (3 หน่วยการเรียนรู้) โดยมีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม ผลการเปรียบเทียบรายคู่พบว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 และ หน่วยที่ 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหน่วยที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าหน่วยที่ 1 เท่ากับ 8.63 (หน่วยที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 46.83 , หน่วยที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 55.46) คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 2 และ หน่วยที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหน่วยที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าหน่วยที่ 2 เท่ากับ 8.42 (หน่วยที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 63.88 , หน่วยที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 55.46) คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 และ หน่วยที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหน่วยที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าหน่วยที่ 1 เท่ากับ 17.04 (หน่วยที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 63.88, หน่วยที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 46.83)

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก โดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง จากการวัดซ้ำเมื่อควบคุมเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษาที่ 2563 โรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 24 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling) โดยมีขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 สุ่มกลุ่มสหวิทยาเขต โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) จากโรงเรียนในกลุ่มสหวิทยาเขตโรงเรียนมัธยม เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์ ประกอบด้วย 9 กลุ่มสหวิทยาเขต ได้แก่ สหวิทยาเขตเมืองบุรีรัมย์ สหวิทยาเขตหนองกี่ สหวิทยาเขตนางรอง สหวิทยาเขตกระสัง สหวิทยาเขตสตึก สหวิทยาเขตประโคนชัย สหวิทยาเขตลำปลายมาศ สหวิทยาเขตละหานทราย และ สหวิทยาเขตพุทไธสง โดยสุ่มได้กลุ่มโรงเรียนในสหวิทยาเขตเมืองบุรีรัมย์ ขั้นตอนที่ 2 สุ่มสหวิทยาเขต โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) จากโรงเรียนในสหวิทยาเขตเมืองบุรีรัมย์ ซึ่งประกอบไปด้วย 10 โรงเรียน คือ โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม โรงเรียนภัทรบพิตร โรงเรียนบัวหลวงวิทยาคม โรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม โรงเรียนสองห้องพิทยาคม โรงเรียนพระครูพิทยาคม โรงเรียนรมย์บุรีพิทยาคม โรงเรียนหนองตาดพิทยาคม โรงเรียนสวายจีกพิทยาคม โรงเรียนกลันทาพิทยาคม โดยสุ่มได้โรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม และ ขั้นตอนที่ 3 สุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มมาก กลุ่มปานกลาง และกลุ่มน้อย เป็นตัวแบ่งชั้นภูมิ ทำการทดสอบเพื่อแบ่งกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ศึกษาในปีการศึกษา 2563 จำนวน 87 คน ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์มาก 20 คน กลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง 34 คน และกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์น้อย 33 คน โดยสุ่มนักเรียนจากแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 8 คน ได้เป็นนักเรียนกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์มาก 8 คน นักเรียนกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง 8 คน และนักเรียนกลุ่มเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์น้อย 8 คน รวมนักเรียนทั้งหมด 24 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มเอกลักษณ์คือ แบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง 3 หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน และ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ฉบับ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง แบบวิจัยกลุ่มเดียวที่มีการวัดซ้ำหลายครั้งแบบ One – Shot Repeated Measured Design ดัดแปลงมาจากแบบแผนการทดลอง One – Shot Case Study โดยเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ,หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย และ หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย (M) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ความเบ้ (Sk) ความโด้ง (Ku) ของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ส่วนสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อมีการวัดซ้ำ One – way Repeated Measures ANCOVA สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าความเที่ยงตรง ,ความยาก, ค่าอำนาจจำแนก และ ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ

สรุปผลการวิจัย

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง ที่มีผลต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลได้ดังนี้

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง หน่วยที่ 1, หน่วยที่ 2 และ หน่วยที่ 3 แตกต่างกัน เมื่อควบคุมเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ผลการตรวจสอบอิทธิพลหลักของการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริงมีผลต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันนั้น เป็นผลเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง เมื่อได้รับการวัดซ้ำ พบว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จากการวัดซ้ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 4.81$, $df = 2$, $Sig = .01$) และ ค่าเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จากการวัดซ้ำ

เมื่อควบคุมเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (F = .55 , df = 2 , Sig = .58)

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง โดยมีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม ผลการเปรียบเทียบรายคู่พบว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 และ หน่วยที่ 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยหน่วยที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าหน่วยที่ 1 เท่ากับ 7.13 (หน่วยที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 45.96 , หน่วยที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 53.08) คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 2 และ หน่วยที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยหน่วยที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าหน่วยที่ 2 เท่ากับ 8.250 (หน่วยที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 61.33, หน่วยที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 53.08) คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 และ หน่วยที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยหน่วยที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าหน่วยที่ 1 เท่ากับ 15.38 (หน่วยที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 61.33, หน่วยที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 45.96)

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริงที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

การตรวจสอบอิทธิพลหลัก พบว่าคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันนั้น เป็นผลเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง เนื่องจาก รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดและสร้างองค์ความรู้ใหม่ ผ่านการวางแผน รวบรวมข้อมูล ทำความเข้าใจ จนสกัดออกมาเป็นความรู้ที่ผู้ศึกษาถ่ายทอดออกให้แก่ผู้อื่นได้ ซึ่งถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้น คือความสามารถในการแสดงออกทั้งในด้านองค์ความรู้ และด้านการปฏิบัติการ ซึ่งเป็นศักยภาพที่มีอยู่ในตัวบุคคล โดยการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก ขั้นตอนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ที่ช่วยเปิดกว้างให้นักเรียนสร้างข้อค้นพบด้วยตนเอง จากความสนใจใฝ่รู้ของตนเอง และนอกจากนั้นยังสามารถเลือกวิธีการหาความรู้และรูปแบบในการนำเสนอหรือถ่ายทอดความรู้ได้อย่างอิสระ มีเพื่อนและครูคอยสนับสนุน

และให้คำปรึกษาระหว่างการเรียนรู้ ซึ่งมีการนำมานำเสนอ เพื่อปรับแก้และรับฟังความคิดเห็นจากเพื่อนและครูเพื่อพัฒนางาน และเป็นการเรียนรู้ที่มีรูปแบบการประเมินที่ค่อนข้างยืดหยุ่น เพราะเป็นการประเมินตามสภาพจริง ระหว่างที่นักเรียนกำลังเรียนรู้ และภายหลังการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยสะท้อนพัฒนาการ และความก้าวหน้า รวมถึงสะท้อนข้อที่ควรพัฒนาเพิ่มเติม ให้ผู้เรียนได้รับทราบ โดยไม่เน้นตัดสินผลการเรียน นอกจากนั้นยังพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง เห็นได้ชัดว่านักเรียนเกิดความรู้ที่แม่นยำ คงทน เพราะได้ศึกษาและค้นคว้า ลองผิดลองถูกด้วยตนเอง รวมถึงลงมือทำ และออกมานำเสนอด้วยตนเอง เมื่อให้อธิบายหน้าชั้นเรียน หรือพูดในที่สาธารณะ นักเรียนจะมีความมั่นใจ เนื่องจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ได้ลงมือทำด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ พิริยาภรณ์ พิลาชัย (2560, น. 112-113) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 60.12 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 71.46 วงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.73 และ วงจรปฏิบัติการที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.96 โดยพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 2 – 4 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด 2. นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มในวงจรปฏิบัติการที่ 1จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 วงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 63.16 วงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 78.95 และวงจรปฏิบัติที่ 4 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21 โดยพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด และ 3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์อยู่ในระดับมาก และงานวิจัยของ ภาณุมาศ เสียระหัง (2558, น. 91-93) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่มีการฝึกพัฒนาความคิดและสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านการวางแผน รวบรวมข้อมูล ทำความเข้าใจ จนสกัดออกมาเป็นความรู้ที่ผู้ศึกษาถ่ายทอดออกให้แก่ผู้อื่น จะช่วยส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

การตรวจสอบอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ของตัวแปร พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง จะมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน เนื่องจาก นักเรียนที่มีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง จะมีความถนัด ความสนใจ หรือบุคลิกที่แสดงท่าทางสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกนั้น เปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีความถนัด ความชื่นชอบในวิทยาศาสตร์ได้แสดงออกซึ่งศักยภาพอย่างเต็มที่ ซึ่งจะนำมาซึ่งการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้สูงตามไปด้วย โดยเห็นได้ชัดเจนว่า นักเรียนกลุ่มที่มีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูง จะมีความใฝ่รู้ อยากหาคำตอบ และเมื่อพบเจอปัญหาหรืออุปสรรค์ จะพยายามหาทางแก้ไข และมักจะมีความกล้าคิดกล้าทำ เพราะรู้สึกสนุกที่ได้เรียนรู้ได้ค้นพบ และมีความสุขเมื่อสามารถศึกษาในประเด็นปัญหาที่ตนเลือกเอง เพราะว่าเป็นสิ่งที่นักเรียนรู้สึกว่า เขาอยากทราบในเรื่องนั้น ไม่ได้มีใครบังคับให้ต้องเรียนรู้ การเรียนรู้ในรูปแบบนี้จึงมีความสนุกสนาน สังเกตได้ชัดว่านักเรียนกลุ่มนี้จะมีความพร้อมทางการเรียนสูง เข้าห้องเรียนเร็ว ออกจากห้องเรียนช้าแม้จะหมดเวลาแล้ว และชอบหาเวลามาปรึกษาครู เพื่อให้ได้ทราบแนวทางการค้นหาคำตอบที่ตนต้องการ และเมื่อมีการประเมินสภาพจริง ก็พบว่านักเรียนรับฟังการสะท้อนผล และนำไปปรับแก้ไขในข้อบกพร่องของตนเอง ทำให้นักเรียนกลุ่มที่มีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูง มีพัฒนาการทางการเรียนสูงตามไปด้วย และแตกต่างจากกลุ่มที่มีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำอย่างชัดเจน เนื่องจากนักเรียนที่มีเอกลักษณ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ รู้สึกว่าตนไม่ได้มีความต้องการ หรือความใฝ่รู้ในเรื่องนี้ที่มากพอ และนอกจากนั้นยังพบว่า เกิดความแตกต่างระหว่างพัฒนาการทางการเรียนกับเพื่อนอย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนในกลุ่มเอกลักษณ์ทางการเรียนต่ำ รู้สึกถูกเปรียบเทียบและมีความมุมานะ พยายามในการเรียนลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ (2553, น.226-234) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อบทบาท เอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และความคลุมเครือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อบทบาท เอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และ

ความคลุมเครือในบทบาทที่ผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์หลังจากปรับโมเดล โดยพบว่า ในด้านเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางตรงจาก ความผูกพันต่อบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจาก 1. การถ่ายทอดทางสังคมจากโรงเรียนผ่านความผูกพันต่อบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ การถ่ายทอดทางสังคมจากครอบครัว 2. การถ่ายทอดทางสังคมจากครอบครัวผ่านความผูกพันต่อบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ โดยตัวแปรเหล่านี้ ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของเอกลักษณ์นักเรียนวิทยาศาสตร์ ได้ร้อยละ 79

และงานวิจัยของ อรพรรณ พงศ์ประยูร (2559, น. 135-144) ได้ทำการศึกษาเรื่อง สถานการณ์ในการเรียนและลักษณะทางจิตที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐและโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วไป ผลการวิจัยส่วนหนึ่งพบว่า 1. พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างสัมพันธภาพที่ดีกับบุคคลรอบข้าง และความมีเหตุผล ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ทั้งในด้านรวมและด้านย่อย 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความสนใจใฝ่รู้ และด้านการประยุกต์ใช้และพัฒนาให้เกิดประโยชน์ 2. พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสนับสนุนทางสังคมจากผู้ปกครอง และความมีเหตุมีผลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ทั้งในด้านรวมและด้านย่อย 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความสนใจใฝ่รู้ และด้านการประยุกต์ใช้และการพัฒนาให้เกิดประโยชน์

ส่วนผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบมาตรฐาน พบว่า ตัวแปรทั้ง 7 ตัวแปร ได้แก่ การสนับสนุนทางสังคมจากผู้ปกครอง สัมพันธภาพที่ดีระหว่างนักเรียนกับบุคคลรอบข้าง ความพร้อมของโรงเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ การกำกับตนเอง ความมีเหตุ-มีผล การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ สามารถร่วมกันทำนายการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ได้ร้อยละ 55 ส่วนผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน พบว่า ตัวแปรสำคัญที่ทำนายการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ การกำกับตนเอง เจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ความมีเหตุผล การสนับสนุนทางสังคมจากผู้ปกครอง และความพร้อมของโรงเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ สามารถร่วมทำนายการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ได้ร้อยละ 55 และนอกจากนี้ สไตร์เกอร์ (Stryker. 1987: 96-97) ได้กล่าวว่า เมื่อบุคคลได้แสดงพฤติกรรมตามบทบาทออกไป บุคคลจะมี

การประเมินตนเองและการประเมินโดยบุคคลสำคัญอื่น ๆ กระบวนการประเมินนี้จะสะท้อนกลับมาให้บุคคลเกิดความภูมิใจในบทบาทที่เฉพาะของตน และการมีความภาคภูมิใจในบทบาทที่เฉพาะตนนี้จะสะท้อนอยู่ภายใต้ความเด่นของเอกลักษณ์ตามบทบาทนั้นเพิ่มขึ้นด้วย

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง พบว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 และ หน่วยที่ 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($p = 0.000$) โดยคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หน่วยที่ 3 มากกว่าหน่วยที่ 2 และหน่วยที่ 1 ตามลำดับ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริงเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด และสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านการวางแผน รวบรวมข้อมูล ทำความเข้าใจ จนสกัดออกมาเป็นความรู้และมีการวัดประเมินสภาพจริง ที่เน้นสะท้อนพัฒนาการในการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เพราะต้องฝึกคิด และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งความรู้ที่ได้จะเป็นความรู้ที่ยั่งยืน และยังพบว่าการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเอง ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง จะเป็นความรู้ที่คงทน และนักเรียนสามารถนำไปปรับประยุกต์ในการตอบคำถาม ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้ โดยใช้หลักคิดเดียวกัน ซึ่งการเรียนรู้แบบตกผลึกในครั้งนี้ มุ่งเน้นเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม จากประเด็นที่เล็กไปใหญ่ และมีการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มที่แตกต่างกัน ทำให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสามารถนำข้อค้นพบของเพื่อนต่างกลุ่ม รวมทั้งของกลุ่มตนเอง ไปใช้ตอบคำถามในแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ดี โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม , การค้นพบด้วยตนเอง และการฟังเพื่อนต่างกลุ่มนำเสนอ ซึ่งทำให้เป็นความรู้ที่นำไปปรับใช้ได้การทำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างดี ซึ่งประกอบกับคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1) กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องเน้นให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้าและสร้างความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน และลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรัสวดี นราพงศ์เกษม (2557) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาความสามารถในการเขียนบทความโดยใช้วิธีสอนแบบสร้างผลงานจากการตกผลึกทางปัญญา สำหรับนักเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยวิธีการสอนแบบสร้างผลงานจากการตกผลึกทางปัญญามีความสามารถในการเขียนบทความ

สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อวิธีการสอนแบบสร้างผลงานจากการตกผลึกทางปัญญาในระดับมาก

ข้อค้นพบจากการวิจัยพบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นจากเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง โดยการวัด 3 ครั้ง ใน 3 หน่วยการเรียนรู้ มีพัฒนาการสูงขึ้น เนื่องมากจากเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนรู้ มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนพบเห็นได้ในชีวิต และจากที่นักเรียนพบเห็นในสื่อต่างๆ และนอกจากนั้น รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก เป็นการเรียนรู้ที่เปิดกว้าง เริ่มตั้งแต่ให้ผู้เรียนได้เลือกหัวข้อที่สนใจด้วยตนเอง ศึกษาหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เลือกเอก นำข้อมูลที่ได้มา นำเสนอให้เพื่อนและครู ช่วยกันตั้งคำถามเพื่อต่อยอดการค้นหาคำตอบที่ต้องการ เมื่อนักเรียนได้ค้นหาคำตอบในสิ่งที่สนใจ จะรู้สึกท้าทาย อยากเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริงนั้น เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า วางแผนการเรียนรู้ จนกระทั่งตกผลึกความรู้ สามารถอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ซึ่งสิ่งที่ครูต้องคำนึกถึงเป็นอย่างสูงคือ ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน เนื่องจาก นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานเดิมสูง จะทำให้มีความสุขในการเรียน เพราะนักเรียนรู้สึกประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้เดิมไม่สูง อาจจะรู้สึกเปรียบเทียบกับเพื่อนในชั้นและไม่สนุกกับการเรียน ดังนั้นครูอาจแก้ไข โดยการพยายามออกแบบการเรียนรู้ให้ทุกคนได้มีโอกาสมีส่วนร่วมให้มากที่สุด , สลับบทบาทกันในการออกมานำเสนอ หรือใช้วิธีเสริมแรงเพื่อให้นักเรียนที่มีพื้นฐานเดิมไม่สูง รู้สึกว่าตนเองมีส่วนร่วมในการเรียน และเรียนรู้อย่างมีความสุข

2. นักเรียนที่มีเอกลักษณ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง จะมีพัฒนาการทางการเรียนที่ค่อนข้างรวดเร็ว เนื่องจากนักเรียนรู้สึกมีความถนัด มีความสุขเมื่อสามารถแก้ปัญหาหรือพบเจอข้อค้นพบใหม่ๆ แต่นักเรียนในกลุ่มนี้จะเบื่อหน่าย หากประเด็นปัญหาไม่ท้าทาย และไม่น่าสนใจ ดังนั้นครูควรสนับสนุนให้นักเรียนได้เลือกประเด็นปัญหาตามที่นักเรียนสนใจ จะทำให้นักเรียนรู้สึกท้าทายและมีความสุขในการเรียน ในทางตรงข้าม นักเรียนที่มีเอกลักษณ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ หากเขาได้รับประเด็นปัญหาที่ยากเกินไป นักเรียนกลุ่มนี้จะแสดงออกถึงความย่อท้อ ไม่สนุกกับการเรียนรู้ ครูควรแนะให้นักเรียนได้เลือกประเด็นปัญหาที่จะศึกษาตามความถนัดและความเหมาะสม และใช้การประเมินสภาพจริงช่วยสะท้อนพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อช่วยให้นักเรียนทราบว่าจะพัฒนาเพิ่มเติมในทิศทางไหนได้บ้าง

3. การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกโดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริงนั้น มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่คุ้นเคย ผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีการอธิบายการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนเข้าใจ เพื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก โดยประยุกต์ใช้การประเมินสภาพจริง ทำให้นักเรียนได้สร้างข้อค้นพบด้วยตนเอง หรือในนักเรียนที่มีความถนัดหรือมีความโดดเด่นเป็นพิเศษ โรงเรียนที่มีความพร้อมในด้านทรัพยากร จะทำให้ได้สิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม ดังนั้นสามารถนำไปพัฒนาสู่การผลิตนวัตกรรม หรือการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบตกผลึก เพื่อพัฒนานวัตกรรมสำหรับนักเรียน

2. ควรมีการพัฒนาเพิ่มเติมเรื่องแรงจูงใจในการเรียนรู้ หรือความสุขในการเรียนของนักเรียนที่มีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง

3. ควรมีการศึกษาเรื่องทักษะในการแก้ปัญหา หรือการเผชิญปัญหา ของนักเรียนที่มีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง

บรรณานุกรม

Altun, S. (2015). The Effect of Cooperative Learning on Students' Achievement and Views on the Science and Technology Course. *International Electronic Journal of Elementary Education,* 7(3), 451-468.

Bandura A. (1986). *Social Foundation of Thought and Action: A Social Cognitive Theoty.* NewJersy: Prentice-Hall.

Barber, W. (2015). Problem Based Learning and Authentic Assessment in Digital Pedagogy: Embracing the Role of Collaborative Communities. *Electronic Journal of e-Learning,* 2015, 13(2), 59-67.

baris, C. C. (2014). A study of certain bioligy and biotechnology concepts in secondary school and high school course book in terms of scientific competency. *ScienceDirect,* 174, 420-426.

Douglass, C. (2014). Student Perspective on Self-Directed Learning. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning,* 14(1), 13-25.

Frisbie, E. a. (1986). *Essentials of Educational Measurement*. New Jersey: Prentice-Hall,Inc.

Gong, C. (2018). Way to Improve and Cultivate Scientific Literacy of Minority College Students. *Advance in Science ,Education and Humanuties Research,* 294.

Greenhow, C. (2015). Re-think scientific literacy out-of-school : Arguing science issue in a niche Facebook application. *Computers in Human Behavior,* 53.

Hiemstra. R. . (1994). *Self - directed learning*. In T. Husen and T.N. Postlethwaite: Oxford : Pergamon Press.

Johnson Roger ; Johnson Holubec. (1993). *Cooperative in the Classroom*. Minnesota: Interaction Book.

KOZOLL, R. H. (2004). Finding Meaning in Science: Lifeworld, Identity, and Self. *Science Education,* 88(2), 157-181.

Loyens, S. M. M. (2008). Self-Directed Learning in Problem-Based Learning and its Relationships with Self-Regulated Learning. *Educ Psychol Rev,* 20.

Nulty, M. (2009). How to use (five) curriculum design principles to align authentic learning environments, assessment, students' approaches to thinking and learning outcomes. *Assessment & Evaluation in Higher Education,* 34(5), 565-577.

Preus. (2012). Authentic Instruction for 21st Century Learning: Higher Order Thinking in an Inclusive School. *American Secondary Education,* 40(3), 59-79.

Sadler, T. D. (2009). Scientific Literacy, PISA , and Socioscientific Discourse : Assessment for Progressive Aims of Science Education *Journal of Research in science teacher*.

Stryker. (1987). *Identity Theory : Developments and Extension. In self and Identity : Psychosocial perspectives.* Chichester: John Wiley & Sons.

Taylor, M. B. (1995). Orientation to Self-directed Learning: Paradox or Paradigm? *Studies in Higher Education,* 20(1), 87-96.

เชาวน์ศิริ ธาระรัตน์. (2550). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเผยแพร่ความรู้ด้วยหนังสือการ์ตูนวิทยาศาสตร์. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เยาวพา เดชะคุปต์. (2553). พหุปัญญาในทศวรรษใหม่,. วารสารการศึกษาปฐมวัย, 13(1), 10-11.

ไพฑูรย์ โพธิสาร. (2549). การประเมินตามสภาพจริง. สารานุกรมศึกษาศาสตร์, 36(2).

ไพฑูรย์ สินรารัตน์. (2550). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ *CRP*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2550). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ *CRP*. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

กชรัตน์ วิกล. (2550). ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคู่การประเมินตามสภาพจริงเรื่อง การแยกสารและสารละลายกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพ.

กรมวิชาการ. (2544). แนวทางการประเมินผลสภาพจริงโดยใช้แฟ้มผลงานวิชาคณิตศาสตร์ ค 013 ค 014. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 10). นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจอินเตอร์โปรเกรสซิฟ จำกัด.

ทิศนา แขมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นฤมล จันทร์สุข, จีระภา นะแส, สิริมาส วงศ์ใหญ่, และ ชวนนท์ จันทร์สุข. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกทางปัญญา. วารสารการแพทย์โรงพยาบาลอุดรธานี, 25(3).

นัจรีภรณ์ สิมมารุณ. (2559). การพัฒนาโปรแกรมสร้างเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยบูรณาการการประเมินตามสภาพจริง : การวิจัยผสานวิธี. (ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2544). การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนพับลิชชิ่ง.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2553). แนวทางการพัฒนาการสอนกระบวนการคิด. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาสารคาม.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2559). ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ทริปเพิ้ลเอ็ดดูเคชั่น.

ประสิทธิ์ ลีปรีชา. (2547). การสร้างและสืบทอดอัตลักษณ์ของกลุ่มชาติพันธ์ม้ง ในวาทกรรมอัตลักษณ์. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้งเฮ้าส์.

ปราณี มีกุล. (2545). การวัดผลและประเมินผลสมรรถภาพของผู้เรียนด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี, 30(18), 52-55.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิชามญช์ พันธุ์ยุลา. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7*E*) (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

พิภพ จิรภิญโญ. (2553). ครูแพทย์กับความเป็นนักวิทยาศาสตร์. เวชบันทึกศิริราช, 3(2).

พิริยาภรณ์ พิลาชัย. (2560). การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ภาณุมาศ เสียระหัง. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาสมรรถนะ

ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้าสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ. (2553). ปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อบทบาท เอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคลุมเคลือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์. (ปริญญานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ, และ ขวัญ เพียซ้าย. (2544). เอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 2(2).

ระพินทร์ ฉายวิมล. (2545). จิตวิทยาการศึกษา. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

รัชชานน์ เทพอาจ. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

รัชฎา ศิลมั่น. (2552). การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5 *E* เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 69 (คลองหลวง) จังหวัดปทุมธานี. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ลักขณา สริวัฒน์. (2557). จิตวิทยาสำหรับครู = *Psychology for teacher*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

วรนุช ธรรมมงคงเดช. (2553). ผลของการสอนการออกแบบผ้าพิมพ์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกที่มีต่อการเรียนรู้ของนักศึกษาในหลักสูตรศิลปกรรมศาสตร์บัณฑิต. (วิทยานิพนธ์ (ค.ม.)). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วรรณี แกมเกตุ. (2551). วิธีวิทยาการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิธรา จุฑารัตน์. (2549). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวรรณคดีไทยและความสามารถทางการอ่านอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ (ค.ม.)). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2546). "นโยบายการประเมินผลการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษา

แห่งชาติ" ในการประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์. (2544). หลักการและเทคนิคการประเมินทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์ กรุ๊ฟ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2015). สรุปผลการวิจัย *PISA* 2015. กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ *PISA* 2009. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). การวัดผลการประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สม สุจีรา. (2558). ทักษะสำคัญกว่าความรู้. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2546). การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์ เอกสารประกอบการสอน. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมนึก นนทิจันทร์. (2544). การเรียนการสอน การวัดประเมินผลจากสภาพจริงของผู้เรียน โดยใช้ *Portfolio*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2553). ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมศักดิ์ สีดากุลฤทธิ์. (2545). ปัจจัยการถ่ายทอดทางสังคมเชิงวิชาชีพครูที่ส่งผลต่อเอกลักษณ์วิชาชีพและพฤติกรรมการปฏิบัติหน้าที่ตามบทบาทของครูแนะแนว. (ปริญญานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์. (2544). การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง. เชียงใหม่: แสงศิลป์.

สาลินี จงใจสุรธรรม. (2015). กลวิธีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *Journal of Behavioral Science for Devalopment,* 7(1), 16-25.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.

สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ. (2547). Competency : เครื่องมือการบริหารที่ปฏิเสธไม่ได้. *Productivity World,* 9(53), 45-49.

สุนีย์ คล้ายนิล, และ อัมพลิกา ประโมจนีย์. (2551). ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับ

โลกวันพรุ่งนี้. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท.).

สุปราณี เพชรา. (2553). การพัฒนารูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุพัฒน์ สุกมลสันต์. (2547). การวิเคราะห์ข้อทดสอบแบบอัตนัยรายข้อ. ภาษาปริทัศน์(21), 50.

สุรัตยา คำศรี. (2558). การพัฒนาโมเดลคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 : การวิเคราะห์กลุ่ม พหุ. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุรัสวดี นราพงศ์เกษม. (2557). การพัฒนาความสามารถในการเขียนบทความโดยใช้วิธีการสอนแบบสร้างผลงานจากการตกผลึกทางปัญญา สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. วารสารปาริชาต, 27(3), 61.

สุริยาวดี นึกรักษ์. (2559). การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE). *Veridian E-juornal Silpakorn University*, 9(2), 1322-1332.

สุวิมล ว่องวานิช. (2546). "การประเมินการปฏิบัติงาน" ในการประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรพรรณ พงศ์ประยูร. (2559). สถานการณ์ในการเรียนและลักษณะทางจิตที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐและโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วไป. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

อุบล หอมชู. (2554). การพัฒนาแบบประเมินตามสภาพจริงในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการสอนแบบโครงงาน. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก	อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวัฒน์ พรหมเด่น	อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข	อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัย-การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตา ตุลย์เมธาการ	อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัย-การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนิดา ศกุนตนาค	อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัย-การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ภาคผนวก ข

- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามปฏิบัติการของแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามปฏิบัติการของแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการวิเคราะห์ อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมันของแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมันของแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน
- ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมันของแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 2 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย
- ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมันของแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 3 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก
- ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามปฏิบัติการของแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	-1	0	+1	+1	+1	0.4
2	+1	+1	+1	+1	+1	1
3	+1	+1	+1	+1	+1	1
4	+1	0	0	+1	+1	0.6
5	+1	+1	+1	+1	+1	1
6	+1	+1	+1	+1	+1	1
7	+1	+1	+1	+1	+1	1
8	0	+1	+1	+1	+1	0.8
9	+1	0	+1	+1	+1	0.8
10	+1	0	+1	0	+1	0.6
11	+1	+1	+1	+1	+1	1
12	0	-1	+1	0	+1	0.2
13	-1	+1	+1	+1	+1	0.6
14	-1	+1	+1	+1	0	0.4
15	+1	+1	+1	+1	+1	1
16	+1	+1	0	+1	+1	0.8
17	+1	+1	+1	+1	0	0.8
18	0	+1	+1	0	+1	0.6
19	0	+1	0	+1	+1	0.6
20	+1	0	+1	0	+1	0.6
21	+1	+1	0	+1	+1	0.8
22	+1	+1	0	+1	+1	0.8
23	+1	+1	+1	+1	+1	1
24	+1	+1	0	+1	+1	0.8

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
25	0	+1	+1	+1	0	0.6
26	+1	+1	0	+1	+1	0.8
27	+1	+1	+1	+1	+1	1
28	+1	+1	+1	+1	+1	1
29	+1	+1	0	0	+1	0.6
30	+1	+1	0	+1	+1	0.8
31	0	+1	+1	0	+1	0.6
32	+1	0	+1	+1	+1	0.8
33	+1	+1	+1	+1	+1	1
34	-1	0	+1	0	0	0
35	+1	0	+1	0	0	0.4
36	+1	+1	+1	+1	+1	1
37	+1	+1	0	+1	+1	0.8
38	+1	+1	+1	0	+1	0.8
39	+1	+1	0	0	+1	0.6
40	+1	+1	0	+1	+1	0.8
41	-1	0	+1	0	0	0
42	-1	0	+1	0	0	0
43	+1	+1	+1	+1	+1	1
44	+1	+1	+1	+1	+1	1
45	+1	+1	+1	+1	+1	1

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามปฏิบัติการของแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.การเผาอ้อย							
1.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
1.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
1.3	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
2. การฝังกลบขยะ							
2.1	+1	+1	+1	-1	+1	0.6	คัดไว้
2.2	+1	+1	0	-1	0	0.2	ปรับปรุง
2.3	+1	+1	0	-1	+1	0.4	ปรับปรุง
3. ดินเค็ม							
3.1	+1	+1	+1	+1	0	0.8	คัดไว้
3.2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
3.3	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
4. เผาตอซังข้าง							
4.1	+1	0	+1	+1	+1	0.8	คัดไว้
4.2	+1	+1	+1	+1	0	0.8	คัดไว้
4.3	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
5. หมูหลุม							
5.1	+1	-1	0	-1	+1	0	ปรับปรุง
5.2	+1	-1	0	+1	+1	0.4	ปรับปรุง
5.3	+1	-1	0	+1	+1	0.4	ปรับปรุง
6. ผักผลไม้ตรา Organic Thailand พบสารเคมีตกค้างเกินมาตรฐาน 25%							
6.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
6.2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
6.3	0	0	0	+1	+1	0.4	ปรับปรุง

ตารางที่ 32 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
7. นานาสาระสารเคมีกำจัดศัตรูพืช							
7.1	+1	+1	+1	-1	+1	0.6	คัดไว้
7.2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
7.3	+1	+1	0	-1	+1	0.4	ปรับปรุง
8. มลพิษทางเสียง							
8.1	+1	+1	0	-1	+1	0.4	ปรับปรุง
8.2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
8.3	+1	+1	0	0	0	0.4	ปรับปรุง
9. สารมลพิษทางน้ำ							
9.1	+1	-1	+1	+1	+1	0.6	คัดไว้
9.2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
9.3	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
10. ผลกระทบของป่าที่ลดลง							
10.1	+1	0	0	+1	+1	0.6	คัดไว้
10.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
10.3	+1	0	0	+1	+1	0.6	คัดไว้
11. สภาวะน้ำเสียในปัจจุบัน							
11.1	+1	0	+1	+1	+1	0.8	คัดไว้
11.2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
11.3	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
12. เมื่อร้านค้าเลิกให้ถุงพลาสติกหูหิ้ว							
12.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
12.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
12.3	+1	+1	+1	+1	0	0.8	คัดไว้

ตาราง 33 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามปฏิบัติการของแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. สารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในสิ่งแวดล้อม							
1.1	+1	+1	0	0	+1	0.6	คัดไว้
1.2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
1.3	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
2. ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น (Alien Species)							
2.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
2.2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
2.3	+1	+1	0	0	+1	0.6	คัดไว้
3. สัตว์ทะเลหายากเกยตื้น							
3.1	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
3.2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
3.3	+1	+1	0	+1	-1	0.4	คัดไว้
4. ธรรมนูญสุขภาพ							
4.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
4.2	+1	+1	+1	0	+1	0.8	คัดไว้
4.3	+1	+1	+1	+1	-1	0.6	คัดไว้
5. ประเทศไทยกับขยะพลาสติก							
5.1	+1	+1	+1	0	+1	0.8	คัดไว้
5.2	+1	+1	+1	0	+1	0.8	คัดไว้
5.3	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
6. สถานการณ์โลมาและวาฬ							
6.1	+1	+1	0	0	+1	0.6	คัดไว้
6.2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
6.3	+1	+1	0	0	-1	0.2	ปรับปรุง

ตารางที่ 33 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
7 ล้านคนสังเวยอากาศพิษ							
7.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
7.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
7.3	+1	+1	+1	+1	-1	0.6	คัดไว้
8. ถอดรหัสน้ำท่วมซ้ำซาก							
8.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
8.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
8.3	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
9. ข้อมูลดัชนีคุณภาพอากาศ							
9.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
9.2	+1	0	+1	+1	+1	0.8	คัดไว้
9.3	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
10. ปัญหาน้ำเน่าเสียในประเทศไทย							
10.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
10.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
10.3	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
11. การตกสะสมของกรดในพื้นที่แม่เมาะ							
11.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
11.2	+1	0	+1	+1	+1	0.8	คัดไว้
11.3	+1	+1	0	+1	-1	0.4	ปรับปรุง
12. กระทงแบบไหนที่คุณเลือกจะลอย							
12.1	+1	0	+1	+1	+1	0.8	คัดไว้
12.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
12.3	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้

ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามปฏิบัติการของแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ไฟไหม้ป่าแอมะซอน							
1.1	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
1.2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
1.3	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
2. ป่าไม้อาจไม่เหลือถึงศตวรรษหน้า							
2.1	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	คัดไว้
2.2	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	คัดไว้
2.3	+1	+1	-1	-1	+1	0.2	ปรับปรุง
3. โลกต้องการต้นไม้อีก 5 แสนล้านต้น							
3.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
3.2	+1	0	0	+1	+1	0.6	คัดไว้
3.3	+1	0	0	-1	+1	0.2	ปรับปรุง
4. เปลี่ยนขยะอาหารให้เป็นพลังงาน							
4.1	+1	+1	+1	-1	+1	0.6	คัดไว้
4.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
4.3	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
5. การลดอุณหภูมิโลกยังห่างเป้า							
5.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
5.2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
5.3	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
6. ภาวะเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของสัตว์โลก							
6.1	+1	+1	+1	-1	+1	0.6	คัดไว้
6.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
6.3	+1	0	0	+1	+1	0.6	คัดไว้

ตารางที่ 34 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
7. เขม่าดำ...มลพิษต่อทารกในครรภ์							
7.1	+1	+1	+1	-1	+1	0.6	คัดไว้
7.2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	คัดไว้
7.3	+1	0	+1	+1	+1	0.8	คัดไว้
8. ขยะพลาสติกชิ้นเล็ก ๆ ที่ถูกสะสมมาอย่างยาวนานบริเวณผิวมหาสมุทร							
8.1	+1	+1	+1	-1	+1	0.6	คัดไว้
8.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
8.3	+1	+1	+1	-1	+1	0.6	คัดไว้
9. สายพันธุ์ของพืชและสัตว์ กำลังสูญพันธุ์เนื่องจากมนุษย์							
9.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
9.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
9.3	+1	+1	+1	-1	+1	0.6	คัดไว้
10. ขยะพลาสติกในส่วนลึกที่สุดของมหาสมุทร							
10.1	+1	+1	+1	-1	+1	0.6	คัดไว้
10.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
10.3	+1	+1	+1	-1	+1	0.6	คัดไว้
11. เรือนกระจก							
11.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
11.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
11.3	+1	+1	+1	-1	+1	0.6	คัดไว้
12. เมื่อน้ำแข็งขั้วโลกละลาย อะไรจะเกิดขึ้น							
12.1	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
12.2	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้
12.3	+1	+1	+1	+1	+1	1	คัดไว้

ตาราง 35 ผลการวิเคราะห์ อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมันของแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.743	ใช้ได้
2	0.769	ใช้ได้
3	0.581	ใช้ได้
4	0.468	ใช้ได้
5	0.697	ใช้ได้
6	0.416	ใช้ได้
7	0.537	ใช้ได้
8	0.772	ใช้ได้
9	0.583	ใช้ได้
10	0.597	ใช้ได้
11	0.611	ใช้ได้
12	0.569	ใช้ได้
13	0.638	ใช้ได้
14	0.661	ใช้ได้
15	0.670	ใช้ได้
16	0.629	ใช้ได้
17	0.564	ใช้ได้
18	0.305	ใช้ได้
19	0.495	ใช้ได้
20	0.880	ใช้ได้
21	0.779	ใช้ได้
22	0.639	ใช้ได้
23	0.566	ใช้ได้
24	0.593	ใช้ได้

ตาราง 35 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
25	0.595	ใช้ได้
26	0.705	ใช้ได้
27	0.560	ใช้ได้
28	0.440	ใช้ได้
29	0.847	ใช้ได้
30	0.688	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ Alpha = 0.940

ตาราง 36 ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมันของแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1.1	0.544	0.608	ใช้ได้
1.2	0.556	0.723	ใช้ได้
1.3	0.489	0.572	ใช้ได้
2.1	0.367	0.213	ใช้ได้
2.2	0.544	0.263	ใช้ได้
2.3	0.489	0.345	ใช้ได้
3.1	0.600	0.275	ใช้ได้
3.2	0.522	0.544	ใช้ได้
3.3	0.478	0.657	ใช้ได้
4.1	0.633	0.572	ใช้ได้
4.2	0.544	0.469	ใช้ได้

ตาราง 36 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
4.3	0.578	0.350	ใช้ได้
5.1	0.511	0.421	ใช้ได้
5.2	0.478	0.555	ใช้ได้
5.3	0.600	0.279	ใช้ได้
6.1	0.700	0.743	ใช้ได้
6.2	0.622	0.348	ใช้ได้
6.3	0.689	0.533	ใช้ได้
7.1	0.478	0.732	ใช้ได้
7.2	0.544	0.616	ใช้ได้
7.3	0.589	0.727	ใช้ได้
8.1	0.444	0.688	ใช้ได้
8.2	0.544	0.579	ใช้ได้
8.3	0.567	0.509	ใช้ได้
9.1	0.478	0.428	ใช้ได้
9.2	0.511	0.657	ใช้ได้
9.3	0.600	0.599	ใช้ได้
10.1	0.644	0.426	ใช้ได้
10.2	0.589	0.503	ใช้ได้
10.3	0.611	0.419	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ Alpha = 0.905

ตาราง 37 ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมันของแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1.1	0.633	0.640	ใช้ได้
1.2	0.622	0.597	ใช้ได้
1.3	0.700	0.557	ใช้ได้
2.1	0.544	0.459	ใช้ได้
2.2	0.533	0.517	ใช้ได้
2.3	0.456	0.496	ใช้ได้
3.1	0.544	0.514	ใช้ได้
3.2	0.567	0.271	ใช้ได้
3.3	0.489	0.538	ใช้ได้
4.1	0.500	0.600	ใช้ได้
4.2	0.511	0.495	ใช้ได้
4.3	0.489	0.641	ใช้ได้
5.1	0.433	0.670	ใช้ได้
5.2	0.411	0.479	ใช้ได้
5.3	0.433	0.561	ใช้ได้
6.1	0.556	0.566	ใช้ได้
6.2	0.567	0.534	ใช้ได้
6.3	0.489	0.467	ใช้ได้
7.1	0.500	0.432	ใช้ได้
7.2	0.489	0.466	ใช้ได้
7.3	0.522	0.728	ใช้ได้
8.1	0.422	0.526	ใช้ได้
8.2	0.433	0.446	ใช้ได้
8.3	0.478	0.582	ใช้ได้

ตาราง 37 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
9.1	0.533	0.457	ใช้ได้
9.2	0.544	0.449	ใช้ได้
9.3	0.578	0.405	ใช้ได้
10.1	0.467	0.491	ใช้ได้
10.2	0.500	0.351	ใช้ได้
10.3	0.411	0.571	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ Alpha = 0.906

ตาราง 38 ผลการวิเคราะห์ ความยากง่าย อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมันของแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 3 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1.1	0.622	0.782	ใช้ได้
1.2	0.622	0.737	ใช้ได้
1.3	0.556	0.573	ใช้ได้
2.1	0.589	0.398	ใช้ได้
2.2	0.644	0.524	ใช้ได้
2.3	0.711	0.375	ใช้ได้
3.1	0.389	0.718	ใช้ได้
3.2	0.722	0.597	ใช้ได้
3.3	0.556	0.822	ใช้ได้
4.1	0.444	0.685	ใช้ได้
4.2	0.444	0.800	ใช้ได้
4.3	0.456	0.410	ใช้ได้

ตาราง 38 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
5.1	0.533	0.760	ใช้ได้
5.2	0.422	0.522	ใช้ได้
5.3	0.589	0.627	ใช้ได้
6.1	0.622	0.837	ใช้ได้
6.2	0.500	0.362	ใช้ได้
6.3	0.522	0.791	ใช้ได้
7.1	0.389	0.769	ใช้ได้
7.2	0.444	0.725	ใช้ได้
7.3	0.411	0.524	ใช้ได้
8.1	0.456	0.622	ใช้ได้
8.2	0.400	0.549	ใช้ได้
8.3	0.500	0.389	ใช้ได้
9.1	0.656	0.707	ใช้ได้
9.2	0.767	0.638	ใช้ได้
9.3	0.600	0.638	ใช้ได้
10.1	0.556	0.516	ใช้ได้
10.2	0.278	0.474	ใช้ได้
10.3	0.567	0.622	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ Alpha = 0.943

ตาราง 39 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ : การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก ประกอบการประเมินสภาพจริง

ผู้เชี่ยวชาญ	คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้		
	หน่วยที่ 1 เรื่อง : ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน	หน่วยที่ 2 เรื่อง : ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย	หน่วยที่ 3 เรื่อง : ปัญหาสิ่งแวดล้อมโลก
คนที่ 1	89 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดี	89 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดี	89 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดี
คนที่ 2	90 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดีมาก	89 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดี	85 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดี
คนที่ 3	73 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดี	77 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดี	73 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดี
คนที่ 4	78 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดี	79 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดี	78 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดี
คนที่ 5	100 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดีมาก	100 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดีมาก	100 คะแนน ระดับคุณภาพ : ดีมาก

ภาคผนวก ค

- แบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบตกผลึกประกอบการประเมินสภาพจริง
- ตัวอย่างแบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
  เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1

ลำดับที่ .....

แบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอให้นักเรียนตอบแบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ให้ครบทุกข้อด้วยความจริงใจ เพื่อความสมบูรณ์ของข้อมูลวิจัย ข้อมูลของนักเรียนที่ได้ตอบมาจะถูกเก็บรักษาเป็นความลับ และการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการนำเสนอในภาพรวม ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อผู้ตอบเป็นรายบุคคลแต่อย่างใด ผู้วิจัยเชื่อว่าความร่วมมือของนักเรียนในครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ในการได้สารสนเทศสำหรับพัฒนานักเรียนรุ่นต่อไป

ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนเป็นอย่างยิ่งที่ได้สละเวลาอันมีค่า และให้ความร่วมมือมา ณ โอกาสนี้

นางสาวจุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ (เบอร์ติดต่อ 089-6291525)
นิสิตปริญญาโท สาขาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์

1. ฉันกำลังศึกษาอยู่ระดับมัธยมศึกษาปีที่ :
   .....
2. ฉันกำลังศึกษาอยู่โรงเรียน : .....
3. เพศ : ☐ หญิง ☐ ชาย
4. เกิดวันที่ : .....

ตอนที่ 2 : แบบวัดเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ว่าตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากน้อยเพียงใด และทำเครื่องหมาย √ ในช่องหมายเลขที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียน ***<u>เพียงช่องเดียวในแต่ละข้อ</u>***
โดยให้ค่า 1 = น้อยที่สุด , 2 = น้อย , 3 = ค่อนข้างน้อย , 4 = ค่อนข้างมาก , 5 = มาก และ 6 = มากที่สุด

ทั้งนี้คำว่า “วิทยาศาสตร์” ในที่นี้จะหมายถึง ความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

ข้อ	รายการ	น้อยที่สุด ⟷ มากที่สุด					
		1	2	3	4	5	6
1	ฉันชอบพูดคุย เล่าเรื่องราว เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์						
2	ฉันชอบหาโอกาสพูดคุยเกี่ยวกับเรื่องราวที่สนใจ หรือข้อสงสัยด้านวิทยาศาสตร์กับคุณครู						
3	ฉันชอบแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อน						
4	เมื่ออยู่ในวงสนทนากับบุคคลอื่น ฉันมักจะชวนพูดคุย หรือเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์						
5	ฉันมักแสดงออกถึงความสนใจในวิทยาศาสตร์ ให้คนสนิทหรือคนในครอบครัวรับรู้						
6	เมื่อจำเป็นต้องพูดหน้าชั้นเรียนเรื่องอะไรก็ได้ ฉันมักจะหยิบยกเนื้อหาสาระเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ออกมาเล่าให้เพื่อนๆฟัง						
7	ฉัน<u>**ไม่**</u>ชอบตั้งคำถาม หรือข้อสงสัยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน						
8	ฉันชอบเล่นเกมส์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์						
9	เมื่อมีเวลาว่าง ฉันจะติดตามสื่อออนไลน์ ที่นำเสนอข้อมูลทางวิทยาศาสตร์						
10	ฉันชอบแสดงความคิดเห็นในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายหลักการ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในวงสนทนา						
11	ฉันตั้งใจเรียนในคาบเรียนวิทยาศาสตร์						

มีต่อหน้าถัดไป

ข้อ	รายการ	น้อยที่สุด ⟷ มากที่สุด					
		1	2	3	4	5	6
12	เมื่อได้รับมอบหมายให้ทำการทดลองหรือโครงงานวิทยาศาสตร์กับเพื่อน ฉันจะมีส่วนร่วมในงานทุกขั้นตอนกับเพื่อน						
13	ฉันรู้สึกว่าการได้ศึกษาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ทั้งในและนอกห้องเรียน **ไม่มี**ความสำคัญต่อฉัน						
14	ฉัน**ไม่**สนใจติดตามข่าวสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์						
15	ฉันค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากอินเตอร์เน็ตเมื่อมีเวลาว่าง						
16	เมื่อได้พบหรือได้สังเกตการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ หรือความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ฉันตั้งคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น ๆ						
17	ฉันรู้สึกตื่นตาตื่นใจเมื่อได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีหรือวิทยาการใหม่ๆ จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ						
18	ฉันมีความสุขเมื่อได้ไปยังสถานที่ หรือแหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์						
19	ฉันอ่านหนังสือวิทยาศาสตร์ เฉพาะเล่มที่อาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์ มอบหมายให้อ่านประกอบการเรียน						
20	ฉันมีความต้องการที่จะมีโอกาสเข้าร่วมแข่งขัน เพื่อแสดงความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์						
21	เมื่อมีคนถามว่าฉันมีความสนใจเกี่ยวกับสิ่งใด ฉันจะตอบว่า มีความสนใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์						
22	ฉันอาสาเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ด้วยความเต็มใจ						
23	ฉันมีความใฝ่ฝันที่จะประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้อง หรือมีการใช้ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์						
24	ฉันรู้สึกภาคภูมิใจเมื่อสามารถอธิบาย หรือบรรยายเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้อื่นฟังได้						

มีต่อหน้าถัดไป

ข้อ	รายการ	น้อยที่สุด ⟷ มากที่สุด					
		1	2	3	4	5	6
25	ฉันรู้สึกว่าตนเองสามารถที่จะนำความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาช่วยเหลือหรือทำประโยชน์ให้กับผู้อื่นได้						
26	ฉันภูมิใจในผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของตนเอง						
27	ฉันภูมิใจที่จะบอกให้ผู้อื่นทราบว่า ฉันมีความถนัด และสนใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์						
28	ฉันภูมิใจเมื่อสามารถตอบคำถาม หรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้						
29	ฉันชอบนำทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับการดำเนินชีวิต						
30	ฉันภูมิใจในตนเอง ที่สามารถคิดอย่างเป็นระบบ หรือนำการคิดอย่างวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้						

*********ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งที่ได้สละเวลาอันมีค่า และให้ความร่วมมือมา ณ โอกาสนี้******

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2563
หน่วยการเรียนที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน เวลา 2 ชั่วโมง
การจัดการเรียนรู้แบบตกผลึก : ขั้นที่ 1 การวางแผนการเรียนรู้

---

1. ผลการเรียนรู้ (Learning Outcome)

นักเรียนสามารถวางแผนการเรียนรู้ ในหัวข้อ *ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน* ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ ในรูปแบบ กำกับตนเองและการเรียนรู้แบบนำตนเอง (Plan and Learn: Self-Regulated Learning/Self-Directed Learning) อันประกอบด้วยการวางแผนการเรียนรู้ และการเลือกประเด็นที่สนใจ

2. ความคิดรวบยอด (Main Concept)

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน หมายถึง ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชุมชน หรือในหมู่บ้านของนักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถพบเห็นได้ทั่วไป โดยปัญหานั้นส่งกระทบต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์และสัตว์

3. ขั้นตอนการเรียนรู้ (Learning Process)

3.1 วางแผน (Plan) ผู้เรียนจะต้องกำหนดประเด็นหลักที่ต้องการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เพื่อวางแผนการเรียนรู้ ตามความสนใจของตนเอง ภายใต้คำแนะนำของครูผู้สอน

3.2 เลือก (Choose) ผู้เรียนเลือกหัวข้อที่สนใจ และวางโครงร่างของหัวข้อที่สนใจให้ชัดเจน ร่วมกับการกำหนดระยะเวลาเพื่อการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

3.3 ค้นคว้า (Search) ผู้เรียนค้นคว้าตามหัวข้อที่ตนเองสนใจ และวางโครงร่างของหัวข้อให้ชัดเจน ร่วมกับการกำหนดระยะเวลาเพื่อการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

1.4 เขียน (Write) ผู้เรียนเขียนรายงานแผนการในการศึกษาค้นคว้า

4. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

4.1 การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Idenyify Scientific Issue หรือ ISI)

5. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน

- การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Criticalization)
- การนำเสนอ (Communication)

6. จุดประสงค์การเรียนรู้

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1) สามารถระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์

2) สามารถบอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้า/ตรวจสอบ โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3) สามารถระบุสาระข้อมูล/หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูล เพื่อออกแบบวางแผนตรวจสอบประเด็นปัญหา

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน/ร่องรอยแสดงความรู้)

1. บันทึกการวางแผนการเรียนรู้

8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

<u>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)</u>

- ครูและนักเรียนกล่าวทักทายกัน ครูยกตัวอย่างลักษณะของชุมชนในบริเวณโรงเรียน และถามถึงลักษณะของชุมชน หรือหมู่บ้านของนักเรียนว่ามีลักษณะอย่างไรบ้าง

<u>แนวคำตอบของนักเรียน</u> : *เด็กหญิง ก* : เป็นชุมชนที่มีบ้านเรือนไม่มาก มีทุ่งนา และชาวบ้านส่วนใหญ่นิยมปลูกพืชไร่ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง , *เด็กชาย ข* : เป็นชุมชนเมือง บ้านเรือนติดกันหนาแน่น มีรถเยอะ การจราจรติดขัด อากาศไม่ดี ฯลฯ

- คุณครูกล่าวชื่นชมในการแสดงออกทางความคิดของนักเรียน และอธิบายว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน คือ ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชุมชน หรือในหมู่บ้านของนักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถพบเห็นได้ทั่วไป โดยปัญหานั้นส่งกระทบต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์และสัตว์

<u>จัดกลุ่มนักเรียน</u>

- ครูจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม โดยกำหนดให้ 1 กลุ่ม ประกอบด้วยสมาชิก 3 คน (ได้แก่ นักเรียนที่มีเอกลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์สูง 1 คน , ปานกลาง 1 คน และ น้อย 1 คน)

- จากนั้นครูให้นักเรียนทุกคนช่วยกันระดมความคิด ยกตัวอย่างปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนให้ได้มากที่สุด <u>แนวคำตอบ</u> : น้ำเน่าเสีย , ควันจากการเผาไร่อ้อยและตอซัง-ฟางข้าว , ขยะที่ย่อยสลายช้าและมีปริมาณมาก , การขาดแคลนน้ำดื่มน้ำใช้ ฯลฯ

- ครูเปิดภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนของประเทศเพื่อนบ้าน 3 ภาพตัวอย่าง พร้อมทั้งตั้งคำถามชวนคิด เช่น นักเรียนทราบหรือไม่ว่าภาพดังกล่าวคืออะไร แล้วจะส่งผลอย่างไรต่อชุมชน

- จากนั้นครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ และรูปแบบการเรียนรู้ ว่าการเรียนรู้แบบตกผลึกนั้นมีขั้นตอนการเรียนรู้ 4 ขั้น โดยในคาบนี้ คือ ขั้นที่ 1: ขั้นการวางแผนการเรียนรู้

ขั้นดำเนินกิจกรรม (95 นาที)

- ครูชี้แจงหัวข้อการเรียนรู้แบบตกผลึก เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน โดยนักเรียนทุกกลุ่มจะได้รับ ใบกิจกรรมและอุปกรณ์สำหรับการบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ (กระดาษกระดาษปรู๊ฟและเครื่องเขียน)

- ครูอธิบายจุดประสงค์การเรียนรู้ ของการเรียนในคาบนี้ โดยนักเรียนจะสามารถระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ ,สามารถบอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้า/ตรวจสอบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถระบุสาระข้อมูล/หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูล เพื่อออกแบบวางแผนตรวจสอบประเด็นปัญหา

- ครูอธิบายความหมายของคำว่าประเด็นวิทยาศาสตร์ ,คำสำคัญสำหรับการค้นคว้า , การวางแผนตรวจสอบประเด็นปัญหา

- ประเด็นวิทยาศาสตร์นั้น คือการที่นักเรียนรู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์คำถามการประเมินสมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนแยกแยะปัญหา / คำถามที่เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ออกจากปัญหาประเภทอื่น ๆ ที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนระบุว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ หรือคำถามใดที่สำรวจตรวจสอบไม่ได้ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนอาจเสนอแนะวิธีการที่จะใช้หาคำตอบต่อปัญหาที่มีอยู่

- คำสำคัญสำหรับค้นคว้านั้นคือ ในการที่จะรู้ว่าคำถามใดตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องสามารถบอกคำสำคัญ สำหรับค้นคว้า และหาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบได้ นั่นคือจะต้องระบุได้ว่าจะต้องใช้สาระข้อมูล หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ สมรรถนะนี้ต้องการให้นักเรียนตอบว่าในปัญหา / คำถามที่กำหนดให้นั้น นักเรียนจำเป็นต้องรู้สาระใดบ้างใช้ข้อมูลใด หรือต้องหาประจักษ์พยานหรือหลักฐานใด เพื่อที่จะได้ออกแบบวางแผนที่จะเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง

- การวางแผนการตรวจสอบประเด็นปัญหา คือการวางแผนการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ การแสดงความสามารถในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องรู้ลักษณะที่สำคัญของการตรวจสอบ เช่น รู้ว่าการทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไร จะต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรและเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด จะต้องค้นคว้าและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีก จะต้องทำอะไรและทำอย่างไรจึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้

- ครูยกตัวอย่างประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และคำสำคัญของการค้นคว้า/ตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- ครูอธิบาย ลักษณะของกิจกรรมคือ ให้ทุกกลุ่มระดมความคิด และตอบคำถามจากใบกิจกรรม โดยบทบาทของครูคือคอยอำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนมีข้อสงสัย บทบาทของผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อระดมความคิด ร่วมอภิปราย ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เสนอความคิดเห็น รับฟังหาเพื่อคำตอบจากกิจกรรม

- ขั้นดำเนินกิจกรรม ครูประเมินผลผู้เรียนโดยใช้การประเมินสภาพจริง โดยครูมีบทบาทในการสังเกต ถามตอบผู้เรียนระหว่างทำกิจกรรมกลุ่ม การพบปะพูดคุย และการเขียนบันทึกเหตุการณ์ เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องในขณะที่ผู้เรียนกำลังปฏิบัติกิจกรรม และนำผลที่ได้มาสะท้อนในการปรับบทบาทครู บทบาทผู้เรียน และสะท้อนสิ่งที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนขณะร่วมกิจกรรม

ขั้นสรุป (15นาที)

- นักเรียนถกประเด็นที่สนใจ และสรุปแผนการทำงานที่ออกแบบไว้ ภายในกลุ่มของตนเอง

- ครูสรุปการเรียนรู้และให้การสะท้อนผลร่วมกับเพื่อนนักเรียนในห้องเรียน และข้อสังเกตที่พบจากการเรียนรู้ในคาบเรียนนี้

- ครูชี้แจงนัดหมายภาระงานที่ต้องนำเสนอในคาบต่อไป

ในขั้นสรุป ครูประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง โดยการประเมินบันทึกการเรียนรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมกลุ่ม ของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อตรวจสอบการระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ , การบอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้า/ตรวจสอบ โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ การระบุสาระข้อมูล/หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูล เพื่อออกแบบวางแผนตรวจสอบประเด็นปัญหา และสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตั้งแต่เริ่มจนสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบตกผลึกในขั้นที่ 1 คือ ขั้นการวางแผนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทั้งผู้เรียนและบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งต่อไป

- นักเรียนถามคำถาม หรือข้อสงสัย

9. การวัดและประเมินผล

9.1 การประเมินตามจุดประสงค์/ตัวชี้วัด

จุดประสงค์	วิธีวัดการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัด
1. สามารถระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์	- ตรวจบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ - สังเกต สนทนาซักถาม	- แบบประเมินบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ - แบบบันทึกเหตุการณ์ (ISI : การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์)
2. สามารถบอกคำสำคัญสำหรับค้นคว้า/ตรวจสอบ โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- ตรวจบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ - สังเกต สนทนาซักถาม	- แบบประเมินบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ - แบบบันทึกเหตุการณ์ (ISI : การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์)
3. สามารถระบุสาระข้อมูล/หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูล เพื่อออกแบบวางแผนตรวจสอบประเด็นปัญหา	- ตรวจบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ - สังเกต สนทนาซักถาม	- แบบประเมินบันทึกการวางแผนการเรียนรู้ -แบบบันทึกเหตุการณ์ (ISI : การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์)

10. บันทึกผลหลังการสอน

สิ่งที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

วิธีการแก้ไข

.....

.....

.....

พัฒนาการของผู้เรียน

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางสาวจุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ)

ผู้สอน

ใบกิจกรรมที่ 1

การวางแผนการเรียนรู้

1. ให้เลือกประเด็นปัญหา “สิ่งแวดล้อมในชุมชนที่สนใจ” 1 ประเด็น
2. ให้อธิบายว่าประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนที่สนใจ เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร และสามารถมีตรวจสอบ/อธิบายได้อย่างไร
3. ให้ระบุคำสำคัญของการค้นคว้า
4. ให้ระบุสาระข้อมูล/หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูล เพื่อออกแบบวางแผนตรวจสอบประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนที่สนใจ
5. ภาระงานในคาบต่อไป : ให้นักเรียนนำเสนอประเด็นที่สนใจ คำสำคัญของการค้นคว้า กระบวนการวางแผนเพื่อตรวจสอบ/อธิบายประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนที่สนใจ ในรูปแบบอิสระประกอบการอธิบาย (Oral presentation)

แบบประเมินบันทึกการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 1

ที่	ชื่อกลุ่ม	ประเด็นการประเมิน			รวมคะแนน 15
		1.ระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์	2.บอกคำสำคัญสำหรับการค้นคว้า/ตรวจสอบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3.ออกแบบวางแผนการตรวจสอบประเด็นปัญหา โดยระบุหลักฐานเชิงประจักษ์/พยานในการตรวจสอบ	
		5	5	5	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับคะแนน / ประเด็นการประเมิน	5	4	3	2	1	0
1.ระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์	ระบุประเด็นปัญหาที่เป็นวิทยาศาสตร์ได้และอธิบายได้ว่าสามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และสามารถระบุแผนการดำเนินการเพื่อตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับประเด็นปัญหา	ระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถอธิบายได้ว่าเป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์อย่างไร แต่ไม่สามารถระบุแผนการดำเนินการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์	ระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่อธิบายได้ไม่ชัดเจน	ระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเป็นประเด็นวิทยาศาสตร์อย่างไร	ระบุประเด็นปัญหาได้ แต่ประเด็นนั้นไม่เป็นวิทยาศาสตร์	ไม่ระบุคำตอบหรือระบุคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้อง
2.บอกคำสำคัญสำหรับการค้นคว้า/ตรวจสอบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สามารถระบุคำสำคัญได้ถูกต้องทุกคำ อธิบายได้สอดคล้องกับแผนการตรวจสอบทุกประเด็น อย่างละเอียดสมบูรณ์	สามารถระบุคำสำคัญได้ถูกต้องทุกคำ และอธิบายให้สอดคล้องกับแผนการตรวจสอบได้ทุกประเด็น แต่ยังไม่ละเอียดสมบูรณ์	สามารถระบุคำสำคัญได้ถูกต้องทุกคำ และอธิบายให้สอดคล้องกับแผนการตรวจสอบได้บางประเด็น	สามารถระบุคำสำคัญได้ถูกต้องทุกคำ แต่ไม่สามารถอธิบายให้สอดคล้องกับแผนการตรวจสอบได้	สามารถระบุคำสำคัญสำหรับการค้นคว้าได้บางคำ และในบางคำไม่ใช่คำค้นคว้า	ไม่ระบุคำตอบหรือระบุคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้อง

ระดับคะแนน / ประเด็นการประเมิน	5	4	3	2	1	0
3.ออกแบบวางแผนการตรวจสอบประเด็นปัญหาโดยระบุหลักฐานเชิงประจักษ์/พยานในการตรวจสอบ	สามารถอธิบายแผนการตรวจสอบได้อย่างละเอียดครบถ้วน อธิบายเชื่อมโยงคำสำคัญ วิธีการตรวจสอบได้ถูกต้อง	สามารถอธิบายแผนการตรวจสอบและอธิบายเชื่อมโยงคำสำคัญได้บางคำ แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	สามารถอธิบายแผนการตรวจสอบและเชื่อมโยงคำสำคัญได้ แต่มีบางประเด็นที่ไม่ถูกต้อง	ออกแบบวางแผนการตรวจสอบได้แต่ไม่สามารถอธิบายเชื่อมโยงคำสำคัญ	อธิบายคำสำคัญ/หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้ในการตรวจสอบได้แต่ไม่สามารถออกแบบวางแผนการตรวจสอบได้	ไม่ระบุคำตอบหรือระบุคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้อง

แบบบันทึกเหตุการณ์

ขั้นที่ 1 : วางแผนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

: การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Idenyify Scientific Issue หรือ ISI)

กลุ่มที่ _____ ครั้งที่ _____ วันที่_____

โรงเรียน_____ชั้น_____

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่สังเกตได้จากการทำกิจกรรม **: สมรรถนะด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ISI**	การปรับกิจกรรมและบทบาทครู
<u>1.ระบุประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์</u>	 ....
<u>2.บอกคำสำคัญสำหรับการค้นคว้า/ตรวจสอบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>	 ....
<u>3.ออกแบบวางแผนการตรวจสอบประเด็นปัญหา โดยระบุหลักฐานเชิงประจักษ์/พยานในการตรวจสอบ</u>	 ....

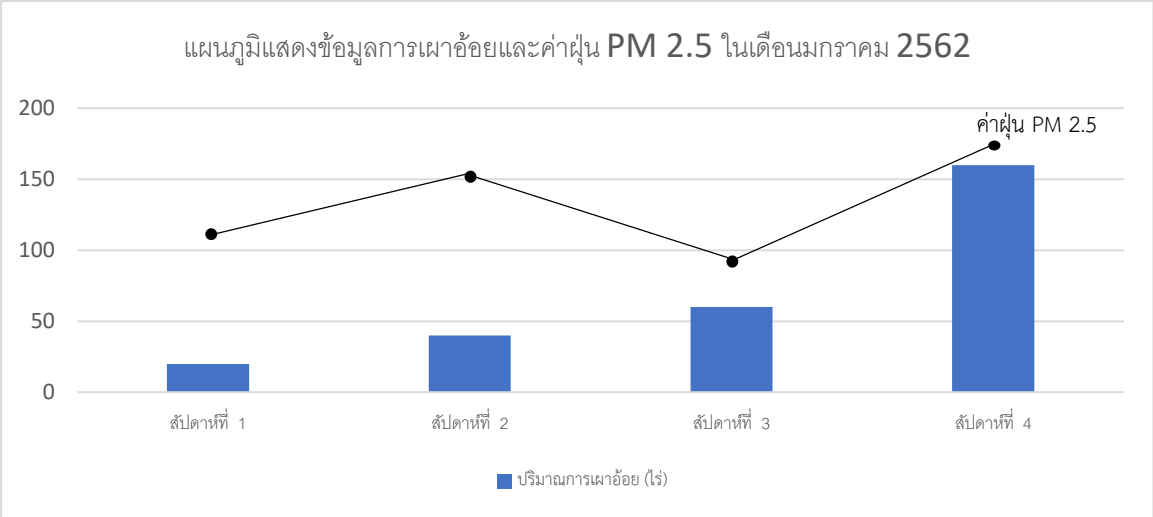
แบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน

คำชี้แจง : ขอให้นักเรียนอ่านบทความอย่างตั้งใจ และตอบคำถามให้ถูกต้อง โดยอธิบายเหตุผลประกอบโดยละเอียด

ข้อที่ 1
เรื่อง การเผาอ้อย

ประเทศไทยสามารถส่งออกอ้อยในรูปน้ำตาลและกากน้ำตาลเป็นอันดับ 4 ของโลก โดยทำเงินตราเข้าประเทศปีละไม่ต่ำกว่า 35,000 ล้านบาท แต่ในขณะเดียวกัน เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยก็ยังประสบปัญหาในเรื่องราคาอ้อยตกต่ำและมีปริมาณที่ล้นตลาด และที่สำคัญ คือ ปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยวอ้อยและปัญหาค่าจ้างแรงงานสูง โดยคิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 50 ของต้นทุนการผลิตอ้อยทั้งหมดต่อฤดูปลูก ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการขยายพื้นที่ปลูกอ้อยและการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ ทำให้เกษตรกรบางส่วนหันมาใช้วิธีการเผาใบอ้อยทั้งก่อนการเตรียมดิน และก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวอ้อย เพื่อลดปัญหาด้านแรงงานและสามารถตัดอ้อยได้เร็วทันฤดูเปิดหีบของโรงงานน้ำตาล แต่วิธีการนี้ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมาทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เช่น ปัญหาการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกที่ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น ปัญหาฝุ่นละอองในระดับอันตรายต่อสุขภาพ โครงสร้างของดินถูกทำลาย การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ฯลฯ โดยเฉพาะในช่วงเดือนมกราคมพ.ศ. 2562 ได้มีการเก็บข้อมูลการเผาอ้อยในอำเภอสตึก เปรียบเทียบกับค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ไว้ ดังแผนภูมิ

เกณฑ์แปลความหมายค่าฝุ่น PM 2. 5



เกณฑ์การแปลความหมาย

ดัชนีค่า PM 2.5	แปลค่า
0 - 50	อากาศดี ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน
51 – 100	อากาศพอใช้ อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ที่เป็นโรคภูมิแพ้รุนแรง
101-150	เป็นอันตรายต่อสุขภาพของกลุ่มเสี่ยง เด็ก คนชรา และผู้ป่วยภูมิแพ้
150-200	เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนทั่วไป
มากกว่า 200	ระดับเตือนภัย เป็นอันตรายรุนแรงต่อสุขภาพของประชาชนทั่วไป

ที่มาดัดแปลงจาก : หน่วยป้องกันและรักษาป่าที่ บร.5. ปัญหาป่าไม้. วารสารหน่วยป้องกันและรักษาป่าที่ บร.5. หน้า 15

คำถามที่ 1.1 : จากบทความข้างต้น ประเด็นปัญหาใด คือประเด็น**<u>ปัญหาสิ่งแวดล้อม</u>**ที่อธิบายหรือตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ **(3 คะแนน)**

<u>ตอบ</u> .....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 1.2 : การเผาอ้อยส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไร **(3 คะแนน)**

<u>ตอบ</u> .....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 1.3 : จากบทความ “ในช่วงเดือนมกราคม สัปดาห์ใดค่าดัชนีฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และควรมีมาตรการป้องกันปัญหาฝุ่น” **(3 คะแนน)**

<u>ตอบ</u> .....

.....

.....

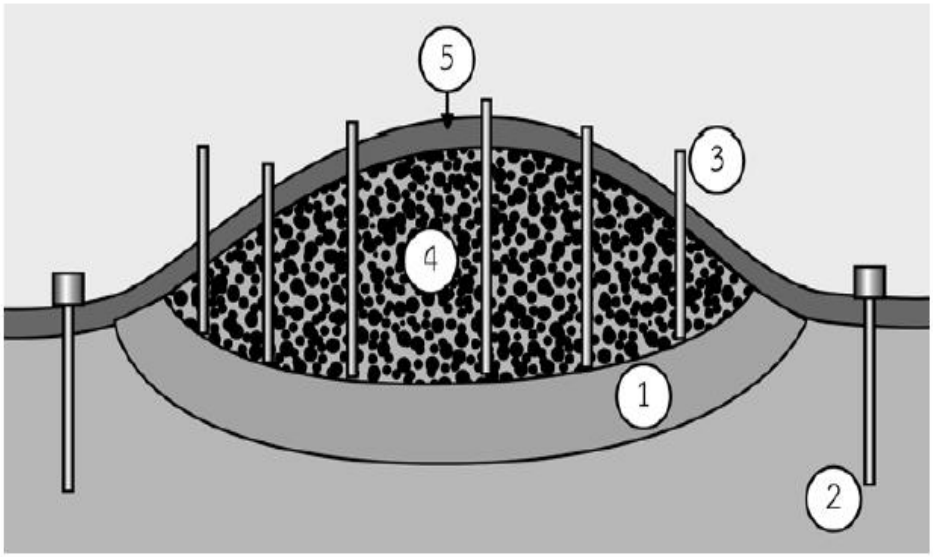
.....

.....

ข้อที่ 2

เรื่อง การฝังกลบขยะ

ในปัจจุบัน การกำจัดขยะในเมืองที่มีราคาที่ดินไม่สูง มักนิยมใช้การกำจัดโดยการฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งเป็นการนำขยะมูลฝอยมาเทกองในพื้นที่ ที่จัดเตรียมไว้สำหรับการฝังกลบโดยเฉพาะ แล้วใช้เครื่องจักรกลเกลี่ยและบดอัดให้แน่นอีกครั้ง จนเต็มพื้นที่ฝังกลบ ซึ่งมีการวางระบบต่าง ๆเพื่อป้องกันมิให้มีการปลดปล่อยมลพิษต่างๆ ออกสู่พื้นที่ภายนอก และป้องกันปัญหาด้านกลิ่น แมลง สัตว์พาหะ น้ำที่ชะล้างขยะมูลฝอย และเหตุรำคาญอื่นๆ สารอินทรีย์ที่อยู่ในขยะมูลฝอยจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลาย ทำให้ขยะมูลฝอยยุบตัว เกิดก๊าซมีเทนและน้ำเสียในชั้นของขยะมูลฝอย จึงต้องมีการศึกษาพื้นที่ที่จะใช้ในการฝังกลบ และมีการออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรมที่เหมาะสม



<u>แผนผังบ่อกลบขยะอย่างถูกหลักสุขาภิบาล</u>

1. ชั้นดินเหนียวบดอัดแน่น
2. ท่อรวมน้ำชะขยะ
3. ท่อระบายก๊าซ
4. ขยะมูลฝอย
5. ดินกลบขยะมูลฝอย

ที่มาดัดแปลงจาก : โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศด้านการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ทม.บุรีรัมย์. วารสาร ทม.บุรีรัมย์ หน้า 22

คำถามที่ 2.1 : จากบทความ เรื่อง การกำจัดขยะด้วยการฝังกลบ พื้นที่ต่อไปนี้เหมาะสมกับการนำมาใช้เป็นพื้นที่ฝังกลบขยะหรือไม่ เพราะเหตุใด

1. อยู่ใกล้แหล่งน้ำ **2. พื้นที่ราบลุ่ม**

3. ห่างจากแหล่งชุมชน **4.พื้นที่ที่มีอัตราการซึมผ่านของน้ำต่ำ**

(3 คะแนน)

ตอบ .....

.....

.....

.....

คำถามที่ 2.2 : ในทางวิชาการ สถานที่ที่จะใช้ในการฝังกลบขยะ ควรมีพื้นที่มากเพียงพอ ที่จะสามารถรองรับปริมาณขยะที่นำเข้ามากำจัดได้นานไม่น้อยกว่า 15-20 ปี ขนาดพื้นที่สำหรับฝังกลบขยะของแต่ละชุมชนจึงมีขนาดแตกต่างกัน การกำหนด**ขนาดพื้นที่ฝังกลบขยะ**ที่เหมาะสมของแต่ละชุมชน ผู้กำหนดจะต้องศึกษาข้อมูลในเรื่องใดประกอบบ้าง (ระบุมาอย่างน้อย 5 ปัจจัย) **(3 คะแนน)**

ตอบ .....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 2.3 : จากบทความเรื่องการกำจัดขยะด้วยการฝังกลบ ถ้าไม่มีท่อระบายก๊าซมีเทนจะเกิดผลอย่างไร และก๊าซมีเทนที่เกิดจากบ่อกลบขยะสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

(3 คะแนน)

ตอบ .....

.....

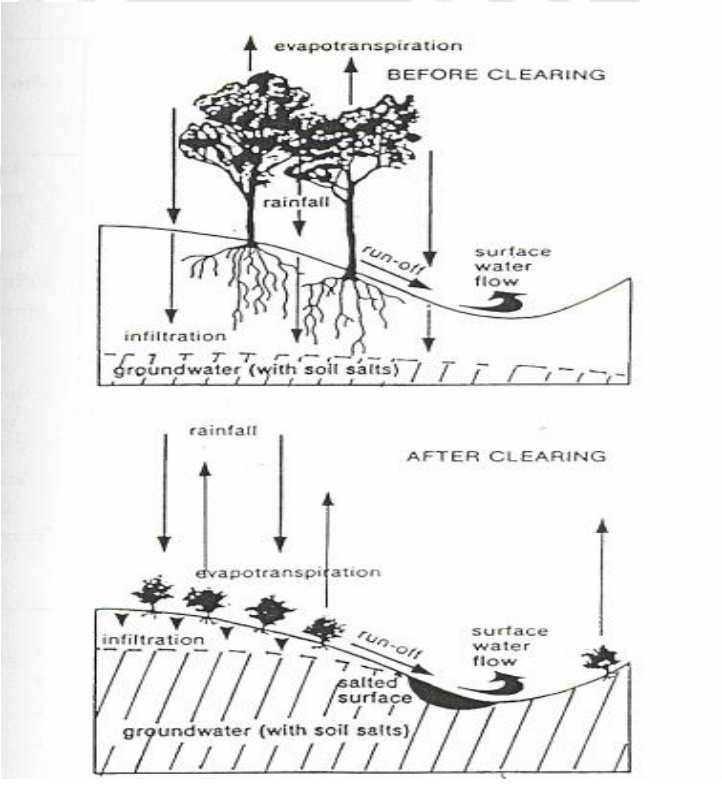
.....

.....

ข้อที่ 3
เรื่อง ดินเค็ม

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ประมาณ 106.4 ล้านไร่ ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร ประสบปัญหาผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำ เนื่องมาจากมีปัญหาความแห้งแล้งและดินมีความสมบูรณ์ต่ำ โดยเฉพาะปัญหาดินเค็มซึ่งมีอยู่ทั่วไปประมาณ 37.2 ล้านไร่ คิดเป็น 35% ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด โดยแบ่งเป็นพื้นที่ดินเค็มและพื้นที่ที่มีเกลือสะสมอยู่ในระดับต่าง ๆ ประมาณ 17.8 ล้านไร่ และพื้นที่แพร่กระจายความเค็มได้ง่าย 194.4 ล้านไร่ ซึ่ง\จังหวัดบุรีรัมย์นั้นถือว่าอยู่ในกลุ่มของพื้นที่ดินเค็ม

ดินเค็มที่เกิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนมากอยู่ในรูปของโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ซึ่งคล้ายคลึงกับดินเค็มชายทะเล ยกเว้นดินเค็มชายทะเลมีแมกนีเซียมอยู่ในรูปคลอไรด์และซัลเฟตมากกว่าดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยแหล่งเกลือส่วนใหญ่มาจากหมวดหินมหาสารคามทำให้แหล่งน้ำบาดาลที่อยู่ในหมวดหินดังกล่าว มักเป็นน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม



ภาพ ผลกระทบต่อการแพร่กระจายของเกลือจากการตัดไม้ทำลายป่า

ที่มาดัดแปลงจาก : กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. (2563). ดินเค็ม. สืบค้นเมื่อ 27 มีนาคม 2563. จาก http://app.dnp.go.th/opac/multimedia/research/1090_43/chapter3.pdf

คำถามที่ 3.1 : ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในบทความนี้คือเรื่องใด **(3 คะแนน)**

ตอบ .....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3.2 : จากประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนตอบไป ให้นักเรียนอธิบายผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น และผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในพื้นที่จะเป็นอย่างไร **(3 คะแนน)**

ตอบ .....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3.3 : จากประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมข้างต้น จงเสนอวิธีการแก้ปัญหาและนำหลักการวิทยาศาสตร์มาอธิบายประกอบ **(3 คะแนน)**

ตอบ .....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวจุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ	
วัน เดือน ปี เกิด	29 สิงหาคม 2535	
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา	
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2553	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสุรนารีวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
	พ.ศ. 2559	ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	50 ถ.สรรพกิจโกศล ต.นางรอง อ.นางรอง จ.บุรีรัมย์ 31110	