

ผลของการใช้รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อ
มโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำ
และสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

นางสาวมาลีรัตน์ กระจ่างทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

EFFECTS OF USING FOUR-STEP CONSTRUCTIVIST TEACHING MODEL ON
CONCEPTS OF EARTH-SHAPING PROCESSES AND MANIPULATING AND
COMMUNICATING DATA SKILLS OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Maleerat Krataithong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2011

| | |
|---------------------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | ผลของการใช้รูปแบบการสอนที่ขึ้นต้นตามแนว คอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องกระบวนการ เปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและ สื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น |
| โดย | นางสาวมาลีรัตน์ กระจ่างทอง |
| สาขาวิชา | การศึกษาวิทยาศาสตร์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | อาจารย์ ดร.วัชรภรณ์ แก้วดี |

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.วัชรภรณ์ แก้วดี)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนศิริ)

มาลีรัตน์ กระต่ายทอง : ผลของการใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (EFFECTS OF USING FOUR-STEP CONSTRUCTIVIST TEACHING MODEL ON CONCEPTS OF EARTH-SHAPING PROCESSES AND MANIPULATING AND COMMUNICATING DATA SKILLS OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENT) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ.ดร.วัชรภรณ์ แก้วดี, 157 หน้า.

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างก่อนกับหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ 3) เปรียบเทียบทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างก่อนกับหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 4) เปรียบเทียบทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหัวหินวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 2 ห้อง โดยกำหนดเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มเปรียบเทียบ 1 ห้อง เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกซึ่งมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.92 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.49-0.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.23-0.67 และ 2) แบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.26-0.68 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.39-0.63 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบค่าที

ผลการวิจัยสรุปดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบ
3. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบ

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน.....

ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์.....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2554.....

5183372627 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS : FOUR-STEP CONSTRUCTIVIST TEACHING MODEL / CONCEPTS OF EARTH-SHAPING PROCESSES / MANIPULATING AND COMMUNICATING DATA SKILLS

MALEERAT KRATAITHONG : EFFECTS OF USING FOUR-STEP CONSTRUCTIVIST TEACHING MODEL ON CONCEPTS OF EARTH-SHAPING PROCESSES AND MANIPULATING AND COMMUNICATING DATA SKILLS OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: WATCHARAPORN KAEWDEE, Ph.D.,157 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this research were to 1) compare concepts of earth-shaping processes of lower secondary school students before and after learning by using four-step constructivist teaching model, 2) compare concepts of earth-shaping processes of lower secondary school students after learning between group learning by using four-step constructivist teaching model and conventional teaching method 3) compare manipulating and communicating data skills of lower secondary school students before and after learning by using four-step constructivist teaching model 4) compare manipulating and communicating data skills of lower secondary school students after learning between group learning by using four-step constructivist teaching model and conventional teaching method. The samples were 2 classes of eighth grade student in academic year 2011 in Huahin Vithayalia School. These samples were divided into two groups; one was an experimental group, and another was a comparative group. The research instruments were 1) earth-shaping processes concepts test with the level of reliability at 0.92, the level of difficulty between 0.49-0.77, and the level of discrimination between 0.23-0.67, 2) manipulating and communicating data skills test with the level of reliability at 0.85, the level of difficulty between 0.26-0.68, and the level of discrimination between 0.39-0.63. The collected data were analyzed by using arithmetic mean, standard deviation, and t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. The experimental group's average scores of posttest in concepts of earth-shaping processes were higher than pretest scores.
2. The experimental group's average scores of posttest in concepts of earth-shaping processes were higher than the comparative group.
3. The experimental group's average scores of posttest in manipulating and communicating data skills were higher than pretest scores.
4. The experimental group's average scores of posttest in manipulating and communicating data skills were higher than the comparative group.

Department : Curriculum and Instruction .. Student's Signature

Field of Study : Science Education .. Advisor's Signature

Academic Year :2011.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากความเมตตากรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร.วัชรภรณ์ แก้วดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการให้การอบรมสั่งสอน คำปรึกษา ข้อเสนอแนะและข้อคิดต่างๆ อันเป็นประโยชน์ และมีคุณค่ายิ่งต่อการวิจัย และการประกอบวิชาชีพครู ผู้วิจัยตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีที่ได้รับ จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ ประธานสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ที่ท่านได้กรุณาห่วงใยและให้คำแนะนำตลอดเวลาที่ศึกษา และรองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนาศิริ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ บาทหลวงประเสริฐ สมงาม บาทหลวงยะรัตน์ ไชยรา บาทหลวงสมิต แดงอำพันธ์ และบาทหลวงเกรียงศักดิ์ ชัยพรแก้ว ตลอดจนผู้บริหารโรงเรียนหัวหิน วิทยาลัย คณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกท่านที่กรุณาให้โอกาสในการทำงานวิจัย และให้กำลังใจจนสำเร็จลุล่วง และขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ทำให้ผู้วิจัยดำเนินการตามแผน และสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่สาวและพี่ชายที่ให้ความรัก ความห่วงใย ความเข้าใจ และกำลังใจ พร้อมทั้งให้โอกาสทางการศึกษาและสนับสนุนในทุกด้านเสมอมาจนการวิจัยในครั้งนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณบุคคลอันเป็นที่รัก พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้องๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือให้ความห่วงใย ความเข้าใจ และเป็นกำลังใจที่ดีให้กันเสมอมา

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญ..... | ช |
| สารบัญตาราง..... | ญ |
| สารบัญภาพ..... | ฎ |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ..... | 1 |
| 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 2. คำถามการวิจัย..... | 8 |
| 3. วัตถุประสงค์การวิจัย..... | 8 |
| 4. สมมติฐานการวิจัย..... | 9 |
| 5. ขอบเขตการวิจัย..... | 11 |
| 6. นิยามศัพท์..... | 11 |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 14 |
| 1. รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์..... | 15 |
| 1.1 ความเป็นมาของรูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์..... | 15 |
| 1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนว คอนสตรัคติวิสต์..... | 15 |
| 1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตาม แนวคอนสตรัคติวิสต์..... | 16 |
| 2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์..... | 17 |
| 2.1 ความหมายและประเภทของมโนทัศน์..... | 17 |
| 2.2 ความหมายและประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์..... | 22 |
| 2.3 กระบวนการสร้างมโนทัศน์..... | 24 |
| 2.4 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์..... | 27 |

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| 3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์..... | 30 |
| 3.1 ความหมายและประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์..... | 30 |
| 3.2 แนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์..... | 36 |
| 3.3 ความหมายทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล..... | 38 |
| 3.4 พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล..... | 41 |
| 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 43 |
| 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 48 |
| 1. รูปแบบวิจัย..... | 48 |
| 2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย..... | 49 |
| 3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 50 |
| 4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 63 |
| 5. การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 65 |
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 66 |
| 1. ผลการวิเคราะห์คะแนนในทัศนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก..... | 68 |
| 2. ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล..... | 68 |
| 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... | 70 |
| 1. สรุปผลการวิจัย..... | 71 |
| 2. อภิปรายผลการวิจัย..... | 71 |
| 3. ข้อเสนอแนะ..... | 74 |
| รายการอ้างอิง..... | 76 |
| ภาคผนวก..... | 87 |
| ภาคผนวก ก รายงานผู้ทรงคุณวุฒิ..... | 88 |
| ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 91 |
| ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... | 118 |
| ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 146 |
| ภาคผนวก จ ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนว คอนสตรัคติวิสต์..... | 152 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... | 157 |
|---------------------------------|-----|

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|--|------|
| 1 | จำนวนข้อของมโนทัศน์ย่อยในแต่ละหัวข้อเรื่องของมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก..... | 52 |
| 2 | จำนวนข้อจำแนกตามตัวบ่งชี้พฤติกรรมตามนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล..... | 56 |
| 3 | การจำแนกจำนวนแผนตามจำนวนคาบของในแต่ละสาระในแผนการจัด การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก..... | 59 |
| 4 | ลักษณะการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขึ้นต้นตามแนว คอนสตรัคติวิสต์กับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ | 62 |
| 5 | ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ย มโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนของนักเรียนกลุ่ม ทดลองระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน..... | 67 |
| 6 | ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ย มโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนของนักเรียนระหว่าง กลุ่มทดลองกับกลุ่มเปรียบเทียบ..... | 68 |
| 7 | ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ย ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่าง ก่อนเรียนกับหลังเรียน..... | 68 |
| 8 | ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ย ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนของนักเรียนระหว่าง กลุ่มทดลองกับกลุ่มเปรียบเทียบ..... | 69 |
| 9 | ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของ แบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก..... | 147 |
| 10 | ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัด มโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก..... | 149 |
| 11 | ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของ | |

| | | |
|-----------------|--|-------------|
| | แบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล..... | 150 |
| ตารางที่ | | หน้า |
| 12 | ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล..... | 151 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|---|------|
| 1 | กรอบแนวคิดในการวิจัยผลของการใช้รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น..... | 47 |
| 2 | รูปแบบการวิจัยแบบ Two - Group Pretest-Posttest Design..... | 48 |

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในสังคมโลกยุคปัจจุบันและอนาคต โดยเฉพาะสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) เพื่อที่จะมีความรู้ ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี และช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน ที่สำคัญการรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มความสามารถในการพัฒนาสังคม เศรษฐกิจกับนานาชาติประเทศได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548: 4; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1) การรู้วิทยาศาสตร์จึงถือเป็นหัวใจสำคัญที่ใช้ในการแข่งขันกับเวทีระดับโลก และใช้เป็นดัชนีวัดระดับการพัฒนาของประเทศ

การรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) เป็นความสามารถในการเข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม วิทยาศาสตร์กับมนุษยชาติ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ จริยธรรมในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเข้าใจความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี (Pella et al., 1996 cited in Laugksch, 1999: 76) ซึ่งบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์จะเป็นบุคคลที่ (1) มีความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (2) ใช้มโนทัศน์ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ อธิบายปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปบนพื้นฐานของประจักษ์พยานได้อย่างเหมาะสม (3) ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับตนเอง (4) มีความตระหนักว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นตัวกำหนดรูปแบบของสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ ทั้งในด้านวัสดุ สถาปัตยกรรม และวัฒนธรรม (5) มีความตั้งใจและเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับความคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างพลเมืองที่มีความคิดและรับผิดชอบ และ (6) มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และให้คุณค่าต่อวิทยาศาสตร์ (Pella et al., 1996 cited in Laugksch, 1999: 76; OECD, 2007: 12) รวมถึงมีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและ

คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ ความสามารถในการแก้ปัญหา มีทักษะในการสื่อสาร มีความสามารถในการตัดสินใจ และสามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 28)

ดังที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในการรู้วิทยาศาสตร์ หากพัฒนาผู้เรียนให้มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง จะช่วยให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่มีความสามารถในการคิด มีความเข้าใจโลกธรรมชาติ สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ สามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต ตลอดจนมีส่วนร่วมการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจของประเทศในระดับนานาชาติได้ การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติที่สำคัญคือ องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Cooperation and Development: OECD) ดำเนินการโดยผ่านโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA (Program for International Student Assessment) การประเมินของ PISA มีการประเมินมโนทัศน์และเนื้อหาสาระที่ใช้ได้สำหรับการใช้ชีวิตในอนาคตที่มีส่วนช่วยให้เข้าใจโลกที่อยู่ใต้มุมของวิทยาศาสตร์ เนื้อหาที่โครงการ PISA ทำการประเมินความรู้ที่ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ และวิทยาศาสตร์ในเทคโนโลยี เนื้อหาดังกล่าวเป็นเรื่องที่พบเห็นในชีวิตจริงของประชาชน ซึ่งเป็นวิถีชีวิตปกติของชีวิตในสังคมปัจจุบันและอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553: 15) มโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกจึงเป็นมโนทัศน์หนึ่งที่ได้รับการประเมินตามโครงการ PISA เนื่องจากเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องและพบเห็นในชีวิตจริง

มโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกมีสาระสำคัญเกี่ยวกับโครงสร้างของโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนเปลือกโลก ดิน หิน แร่และเชื้อเพลิงธรรมชาติ และแหล่งน้ำ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 127) จากผลงานวิจัยของ Barnett et al. (2006: 181-182) พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไปจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลก รูปแบบของการเกิดภูเขาและภูเขาไฟ ทฤษฎีการเกิดแผ่นดินโลก สาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหว โดยเชื่อว่าแผ่นดินเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแรงโน้มถ่วงของโลก เกิดจากปรากฏการณ์ฟ้าร้อง และเชื่อว่าการเกิดแผ่นดินไหวเกิดขึ้นเฉพาะ

บริเวณแนวรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกเท่านั้น โดยที่นักเรียนได้รับข้อมูลจากข่าวในหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ หรือจากการบอกเล่าของผู้ปกครองเท่านั้น

ในปัจจุบันพบว่ามีปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลายเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ก่อให้เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติบ่อยครั้งและทวีความรุนแรงขึ้น เช่น สถานการณ์การเกิดแผ่นดินไหวใต้ท้องทะเลบริเวณเกาะสุมาตราส่งผลให้เกิดสึนามิขนาดใหญ่กับหลายประเทศบริเวณมหาสมุทรอินเดีย รวมทั้งประเทศไทยมีผู้คนเสียชีวิตประมาณ 220,000 คน (สำนักข่าวประชาสัมพันธ์, 2553: ออนไลน์) สถานการณ์แผ่นดินไหว ประเทศญี่ปุ่น ทำให้เกิดเพลิงไหม้ ดินถล่ม และเกิดคลื่นสึนามิทำให้อาคารบ้านเรือน รถยนต์ เรือที่บรรทุกผู้โดยสาร ถูกคลื่นซัดหายไป (ผู้จัดการ, 2554: ออนไลน์) และสถานการณ์แผ่นดินไหวที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2546 เกิดแผ่นดินไหว 2 ครั้ง ขนาด 5.6 และ 4.5 ริกเตอร์ ความรุนแรงของแรงสั่นสะเทือนทำให้เตียงนอนสั่น ผับบ้านร้าง บ้านเรือนบางส่วนเกิดความเสียหาย (เดลินิวส์, 2555: ออนไลน์)

นอกจากนี้ปรากฏการณ์ธรรมชาติยังมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ และได้สร้างธรรมชาติที่สวยงามเกิดเป็นแหล่งธรรมชาติเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ เป็นแหล่งต้นแบบสำหรับการเรียนรู้ เช่น ถ้ำหินงอกหินย้อย ภูเขาที่มีรูปทรงแปลกตา และเกิดทรัพยากรทางธรณีธรรมชาติขึ้น ทำให้มนุษย์ได้นำทรัพยากรแร่และหินมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นปัจจัยพื้นฐานต่อการดำรงชีวิต เช่น ก่อสร้างที่อยู่อาศัย ทำยารักษาโรค และสร้างสิ่งสาธารณูปโภคพื้นฐาน ได้แก่ ถนน โรงเรียน และวัด รวมทั้งพลังงานที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่ก็มาจากเชื้อเพลิงธรรมชาติ เช่น ใช้ถ่านหินในการผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติในรถยนต์ และเครื่องจักรกลต่างๆ (กรมทรัพยากรธรณี, 2553: 1) ดังนั้นหากนักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในการปฏิบัติตนเมื่อเกิดภัยต่างๆ รวมทั้งมีวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรให้มีใช้อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคตได้

เมื่อพิจารณาสภาพปัญหาด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education testing: O-NET) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ในปีการศึกษา 2553 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยของวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับประเทศเพียงร้อยละ 29.17 และในระดับจังหวัด

ประจวบคีรีขันธ์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของวิชาวิทยาศาสตร์เพียงร้อยละ 28.18 และเมื่อพิจารณาคะแนนสอบจำแนกตามสาระ สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในระดับจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของวิชาวิทยาศาสตร์เพียงร้อยละ 15.07 (ทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2553: ออนไลน์) สอดคล้องกับการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ.2550 (Trends in International Mathematics and Science Study 2007;TIMSS 2007) เป็นโครงการที่สมาคมนานาชาติทำหน้าที่ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement ; IEA) ร่วมกับประเทศสมาชิก รวมทั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาของนักเรียนชั้นเกรด 4 หรือชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ เกรด 8 หรือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประเทศที่เข้าร่วมโครงการ 59 ประเทศ และรัฐที่เข้าร่วมประเมินเปรียบเทียบกับอีก 7 รัฐ ประเทศไทยได้ร่วมประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใน ค.ศ. 2007 จำนวน 5,412 คน โดยกำหนดค่ากลางของคะแนนเฉลี่ยการประเมินเท่ากับ 500 คะแนน โดยมีขอบเขตของการประเมิน 2 ด้านคือ 1)เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (content domain) ประกอบด้วย 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต เคมี ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกและ 2) พฤติกรรมการเรียนรู้หรือการใช้สติปัญญา (cognitive domain) ประเมินครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ด้าน คือ ความรู้ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เหตุผล ซึ่งผลการประเมินของประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 471 คะแนน ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยจัดอยู่ในลำดับที่ 22 ของประเทศที่เข้าร่วมประเมิน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553: 1-4)

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งโดยจัดเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 2 ทักษะได้แก่ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลเป็นทักษะการคิดเบื้องต้นที่ช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต พิจารณาความแตกต่างและความเป็นเหตุเป็นผลของสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนที่จะตัดสินใจสรุปสิ่งใดออกไป โดยนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองมาหาความถี่ เรียงลำดับ คำนวณค่าใหม่ หรือเป็นการจำแนก เปรียบเทียบข้อมูล แล้วพิจารณาความสัมพันธ์เพื่อจัดกลุ่มข้อมูลอย่างเป็นระบบ (คณะกรรมการการพัฒนาระบบและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525: 70; Bloom, 1965: 467) ส่วนทักษะการสื่อความหมายข้อมูลเป็นความสามารถในการนำเสนอความคิดหรือข้อมูลให้

ผู้อื่นเข้าใจโดยนำเสนอในรูปแบบการสร้างตาราง กราฟ แผนผัง แผนภาพ แผนผัง แบบจำลอง สัญลักษณ์ สมการ หรือบรรยาย (Harlen, 1996: 34; วรรณทิพา รอดแรงคำและจิต นวนแก้ว, 2532: 4) การนำเสนอเพื่อสื่อความหมายมีหลายรูปแบบ แบบจำลองเป็นรูปแบบหนึ่งของการสื่อความหมายข้อมูล สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ได้ดียิ่งขึ้น (Leager, 2007: 104) นอกจากนี้ผังกราฟฟิก เช่น ตารางเปรียบเทียบ วงจรหรือแผนผังก็เป็นรูปแบบของการนำเสนออีกรูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ในการนำเสนอความคิด ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็ว เกิดทักษะการคิด ทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ เพราะผู้เรียนจะเห็นความสัมพันธ์ของเรื่องที่เรียน และใช้เป็นเครื่องมือสำหรับผู้สอนในการตรวจสอบมโนทัศน์ของผู้เรียนได้ด้วย (Simmons, Griffin and Kameemui 1998: 15)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาสติปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ของตนเอง การสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการใช้ประสาทสัมผัส และมีการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ผู้เรียนจะต้องพยายามเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ด้วยการอธิบายให้เหตุผล โดยใช้การเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสอดคล้องและความขัดแย้งกันระหว่างข้อมูลใหม่กับข้อมูลหรือความเข้าใจเดิมแล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ ซึ่งความพยายามในการค้นหาคำตอบเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาทำให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมในการสืบสอบ ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนเป็นโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีความซับซ้อนและมีความคงทนยิ่งขึ้น การจัดการเรียนการสอนจึงต้องพยายามให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิมจึงจะเป็นการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ (Martin et al., 1994: 44; Ormdo, 1995: 35; Abruscato., 1996: 30)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์นั้นสามารถช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ซึ่งได้มีผู้ศึกษาวิธีการ หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีการวิจัยกันอย่างแพร่หลาย ตัวอย่างเช่น ชูติมา รอดสูง (2550) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์ทางชีววิทยาเฉลี่ยร้อยละ 74.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เช่นเดียวกับ เมธา สีหานาท (2546) ได้ทำการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสร้าง

ปัญหาที่มีต่อมโนคติเรื่องตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนคติเรื่องสมบัติของธาตุตามตารางธาตุสูงขึ้น และสุจินต์ เลี้ยงจรรยาวัฒน์ (2543) ได้ทำการศึกษากิจการจัดการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์และการใช้แฟ้มผลงานในการสอนเรื่องพลังงานกับชีวิต และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์กับแฟ้มผลงานมีมโนทัศน์และเจตคติสูงกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ส่วนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อพัฒนาทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูลได้แก่ เกียรติสุดา รวยดี (2551) ได้พัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยการจัดประสบการณ์ปฏิบัติการทดลองประกอบอาหารเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการวัด ทักษะการลงความเห็นและทักษะพยากรณ์เพิ่มขึ้น

รูปแบบการสอนที่ขึ้นต้นตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ Calik, Ayas and Coll (2007: 257-270) ได้พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2006 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขึ้นต้นตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เสนอว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ของตนเอง การเรียนรู้เกิดขึ้นภายในตัวเอง ความรู้สร้างขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น แล้วพยายามเชื่อมโยงข้อมูลใหม่เข้ากับความรู้เดิม ด้วยการอธิบายให้เหตุผลโดยการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความขัดแย้งข้อมูลใหม่กับความเข้าใจเดิม ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนเป็นโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น (Matthews, 2002: 130; Freedman, 1998 cited in Ipek and Calik, 2008: 144-145)

รูปแบบการสอนที่ขึ้นต้นตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสืบสอบหาความรู้จากการได้ลงมือปฏิบัติ และผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการเรียนรู้ และได้สะท้อนความคิดหรือประสบการณ์กับบุคคลอื่น เพื่อนำไปสู่มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

(Calik, Ayas and Coll, 2007: 257-270) รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (eliciting students' pre-existing ideas) เป็นขั้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมในเรื่องที่จะเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย หรือเกิดประเด็นปัญหา และนำไปสู่การค้นหาคำตอบ

2) ขั้นมุ่งมโนทัศน์เป้าหมาย (focusing on the target concept) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมุ่งศึกษาค้นคว้าข้อมูล ทดลอง เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบประเด็นที่สนใจ นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม โดยนำข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าหรือการทดลองมาจัดกระทำ ด้วยวิธี การจัดเรียงลำดับ หาความถี่ คำนวณหาค่าใหม่ หรือจัดแยกประเภทข้อมูล แล้วเชื่อมโยง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการทำความเข้าใจ และ ออกแบบการนำเสนอข้อมูลเพื่อเตรียมนำเสนอต่อไป

3) ขั้นท้าทายความคิด (challenging student's ideas) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการศึกษาหรือผลการทดลองที่ได้จัดกระทำ และออกแบบการนำเสนอไว้นำเสนอ แก่เพื่อนกลุ่มอื่นและครู รวมทั้งมีการท้าทายความรู้ ความคิด โดยการอภิปรายซักถามร่วมกัน เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นมโนทัศน์ของบทเรียน

4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (applying newly constructed ideas to similar situation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำมโนทัศน์ หรือทักษะที่เกี่ยวข้องกับการจัดกระทำและการออกแบบ การนำเสนอข้อมูลไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่มีความคล้ายคลึงกับบทเรียนหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดังงานวิจัยของ Calik, Ayas and Coll (2007: 257-270) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียน การสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่องการสลายตัวของแก๊สในของเหลวและความคงทนในการเรียน ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์ และความคงทนในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ การเรียนการสอนแบบปกติ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Ipek and Calik (2008) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อการเปลี่ยนมโนทัศน์เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ และมีแรงจูงใจในการเรียนสูงขึ้น และผลงานวิจัยของ Calik et al. (2009) ได้ศึกษาผลของเทคนิค

แนวเทียบร่วมกับรูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องอัตรา การละลายของสาร และการสร้างคำอธิบายทางเคมี ของนักเรียนศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมี คະแนนมโนทัศน์และสามารถสร้างคำอธิบายทางเคมีได้สูงขึ้น

จากสภาพปัญหาของการศึกษาวิทยาศาสตร์ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยของ รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจนำรูปแบบ การสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

2. คำถามการวิจัย

นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มี มโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ และเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอน แบบปกติ นักเรียนกลุ่มทดลองจะมีมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบหรือไม่

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างก่อนกับหลังเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนว คอนสตรัคติวิสต์
2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนว คอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างก่อนกับหลังเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนว คอนสตรัคติวิสต์

4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขึ้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

4. สมมติฐานงานวิจัย

รูปแบบการสอนที่ขึ้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ Calik, Ayas and Coll (2007: 257-270) ได้พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2006 ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่อธิบายว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ของตนเอง การเรียนรู้เกิดขึ้นภายในตัวเอง ความรู้สร้างขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น แล้วพยายามเชื่อมโยงข้อมูลใหม่เข้ากับความรู้เดิม ด้วยการอธิบายให้เหตุผล โดยการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความขัดแย้งระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนเป็นโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น (Matthews, 2002: 130; Freedman, 1998 cited in Ipek and Calik, 2008: 144-145)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้นสามารถช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ซึ่งได้มีผู้ศึกษาวิธีการ หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น ชูติมา รอดสุก (2550) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์ทางชีววิทยาเฉลี่ยร้อยละ 74.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อพัฒนาทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลตัวอย่างเช่น เกียรติสุดา รวยดี (2551) ได้พัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยการจัดประสบการณ์ปฏิบัติการทดลองประกอบอาหารเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการวัด ทักษะการลงความเห็น และทักษะพยากรณ์เพิ่มขึ้น

รูปแบบการสอนที่ขึ้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสืบสอบหาความรู้จากการได้ลงมือปฏิบัติ และผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการเรียนรู้ และได้สะท้อนความคิดหรือประสบการณ์กับบุคคลอื่น เพื่อนำไปสู่มีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Calik, Ayas and Coll, 2007: 257-270) ดังงานวิจัยของ Calik, Ayas and Coll (2007: 257-270) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขึ้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมีโนทัศน์เรื่องการสลายตัวของแก๊สในของเหลวและความคงทนในการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนมีโนทัศน์และความคงทนในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ipek and Calik (2008) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขึ้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อการเปลี่ยนมีโนทัศน์เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน พบว่า นักเรียนมีมีโนทัศน์และมีแรงจูงใจในการเรียนสูงขึ้น และผลงานวิจัยของ Calik et al. (2009) ได้ศึกษาผลของเทคนิคแนวเทียบร่วมกับรูปแบบการสอนที่ขึ้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมีโนทัศน์เรื่องอัตราการละลายของสาร และการสร้างคำอธิบายทางเคมีของนักเรียนศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนมีโนทัศน์และสามารถสร้างคำอธิบายทางเคมีได้สูงขึ้น

จากทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขึ้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะมีคะแนนเฉลี่ยมีโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขึ้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะมีคะแนนเฉลี่ยมีโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขึ้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
2. ตัวแปรในการวิจัยประกอบด้วยที่ศึกษามีดังนี้
 - 2.1 ตัวแปรจัดกระทำ (treatment variable) คือ
 - 1) การเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
 - 2) การเรียนการสอนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ
 - 2.2 ตัวแปรตาม (dependent variable) คือ
 - 1) มโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
 - 2) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

6. นิยามศัพท์

1. รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนของรูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน
 - 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (eliciting students' pre-existing ideas) เป็นขั้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมในเรื่องที่จะเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย หรือเกิดประเด็นปัญหา และนำไปสู่การค้นหาคำตอบ
 - 2) ขั้นมุ่งมโนทัศน์เป้าหมาย (focusing on the target concept) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมุ่งศึกษาค้นคว้าข้อมูล ทดลอง เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบประเด็นที่สนใจ นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม โดยนำข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าหรือการทดลองมาจัดกระทำด้วยวิธี การจัดเรียงลำดับ หาความถี่ คำนวณหาค่าใหม่ หรือจัดแยกประเภทข้อมูล แล้วเชื่อมโยง

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการทำความเข้าใจ และ ออกแบบการนำเสนอข้อมูลเพื่อเตรียมนำเสนอต่อไป

3) ขั้นท้าทายความคิด (challenging student's ideas) เป็นขั้นที่ให้นักเรียน แต่ละกลุ่มนำผลการศึกษาหรือผลการทดลองที่ได้จัดทำ และออกแบบการนำเสนอไว้มา นำเสนอแก่เพื่อนกลุ่มอื่นและครู รวมทั้งมีการท้าทายความรู้ ความคิด โดยการอภิปรายซักถาม ร่วมกัน เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นมโนทัศน์ของบทเรียน

4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (applying newly constructed ideas to similar situation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำมโนทัศน์ หรือทักษะที่เกี่ยวกับการจัดทำและการออกแบบ การนำเสนอข้อมูลไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่มีความคล้ายคลึงกับบทเรียนหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

2. การจัดการเรียนการสอนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึง

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสืบสอบประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน โดยครูเป็นผู้นำอภิปรายทำให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น และมีการตรวจสอบความรู้เดิมของ เรื่องที่เรียนต่อไป

2) ขั้นกิจกรรม เป็นขั้นที่มีการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบ ให้นักเรียน ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

3) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูนำนักเรียนอภิปราย โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียน สามารถสรุปผลการศึกษาค้นคว้าหรือทดลองซึ่งนำไปสู่การสรุปบทเรียนหรือความคิดหลัก

3. มโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หมายถึง ความคิด

สำคัญเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกประกอบด้วยเรื่อง 1) โครงสร้างของโลก 2) กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนเปลือกโลก 3) ดิน 4) หิน 5) แร่และเชื้อเพลิง ธรรมชาติ และ 6) แหล่งน้ำ วัดโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์เป็นแบบอัตนัย ที่พัฒนาตามแนวทางของ Jenkin and Deno (1971 cited in Nitko, 2007) และ Huseyin and Sabri (2007) แบบวัดนี้เป็น ข้อสอบแบบอัตนัย มีจำนวน 25 ข้อ

4. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองหรือจากการรวบรวมจากแหล่งข้อมูลต่างๆ มาวิเคราะห์จัดเรียงลำดับ เพื่อจัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่แล้วนำเสนอข้อมูลออกมาในรูปแบบที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ทักษะนี้วัดโดยใช้แบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลที่พัฒนาตามแนวคิดของ Beaumont and Soyibo (2001) มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัยให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบ มีจำนวน 5 ข้อ

5. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลของการใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาดำรง เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีประเด็นการนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
 - 1.1 ความเป็นมาของรูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
 - 1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
 - 1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายและประเภทของมโนทัศน์
 - 2.2 ความหมายและประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 กระบวนการสร้างมโนทัศน์
 - 2.4 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายและประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 แนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ความหมายทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
 - 3.4 พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

1.1 ความเป็นมาของรูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ Calik, Ayas and Coll (2007: 257-270) ได้พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2006 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ของตนเอง การเรียนรู้เกิดขึ้นภายในตัวเอง ความรู้สร้างขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นแล้วพยายามเชื่อมโยงข้อมูลใหม่เข้ากับความรู้เดิม ด้วยการอธิบายให้เหตุผลโดยการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความขัดแย้งข้อมูลใหม่กับความเข้าใจเดิม ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนเป็นโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น (Matthews, 2002: 130; Freedman, 1998 cited in Ipek and Calik, 2008: 144-145) รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีนิทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสืบสอบหาความรู้จากการได้ลงมือปฏิบัติ และผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการเรียนรู้ และได้สะท้อนความคิดหรือประสบการณ์กับบุคคลอื่น เพื่อนำไปสู่มนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Calik, Ayas and Coll., 2007: 257-270)

1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่อธิบายถึงกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ของบุคคล ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม โดยบุคคลจะพยายามปรับตัวโดยใช้กระบวนการพื้นฐาน 2 ประการคือ กระบวนการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง (assimilation) และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (accomodation) โดยกระบวนการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างเป็นความสามารถในการตีความหรือการรับเอาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเข้ามารวมไว้ในโครงสร้างทางปัญญาของตนเองที่มีอยู่ หรือการปรับสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ของตนเอง หากไม่สัมพันธ์กันจะเกิดภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) เพราะเกิดความขัดแย้งระหว่างประสบการณ์เดิมกับ

ประสบการณ์ใหม่ ทำให้บุคคลพยายามจะปรับสภาพให้อยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium) ส่งผลให้สมองมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาโดยกระบวนการที่เรียกว่า กระบวนการปรับให้เหมาะสม บุคคลที่อยู่ในภาวะสมดุลทางปัญญา จะสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ และเกิดโครงสร้างทางปัญญาหรือที่เรียกว่า “schema” ขึ้นมา (Sutherland, 1992: 25-26; ทิศนา แคมมณี, 2551: 90-91)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยปรับโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยสร้างสถานการณ์ขัดแย้งให้เกิดภาวะไม่สมดุล ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาวี ยินดีสุข, 2548: 24) Llewellyn (2005: 28) ได้อธิบายเกี่ยวกับการสร้างความรู้ของบุคคลโดยสรุปได้ว่า การสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม ขณะที่สังคมเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งพัฒนาโดย Calik, Ayas and Coll (2007: 257-270) ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (eliciting students' pre-existing ideas) เป็นขั้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมในเรื่องที่จะเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย หรือเกิดประเด็นปัญหา และนำไปสู่การค้นหาคำตอบ
- 2) ขั้นมุ่งมโนทัศน์เป้าหมาย (focusing on the target concept) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมุ่งศึกษาค้นคว้าข้อมูล ทดลอง เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบประเด็นที่สนใจ
- 3) ขั้นท้าทายความคิด (challenging student's ideas) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้สร้างความรู้ความเข้าใจหรือสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีการท้าทายความรู้ ความคิด และผู้สอนทำการตรวจสอบความรู้ของผู้เรียน

- 4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (applying newly constructed ideas to similar situation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำมโนทัศน์ หรือทักษะที่เกี่ยวข้องต่างๆไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่มีความคล้ายคลึงกับบทเรียนหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายและประเภทของมโนทัศน์

ความหมายของมโนทัศน์

มโนทัศน์ (concept) เป็นคำมาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า conceptus หรือ concipere (conceive) ซึ่งคำในภาษาไทยมีชื่อเรียกต่าง ๆ กันออกไป เช่น ความคิดรวบยอด สังกัป มโนภาพ มโนคติ หรือ มโนมติ เป็นต้น สำหรับการศึกษาวิชาลัยครั้งนี้ขอใช้คำว่า “มโนทัศน์” ซึ่งนักจิตวิทยาการศึกษาและนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศ ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Morse และ Wingo (1955: 249) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ภาพทางสติปัญญาหรือนามธรรมที่ถูกสร้างขึ้นโดยการขยายความรู้จากประสบการณ์ต่างๆ ที่มีความคล้ายคลึงกัน

Good (1959: 90) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 2 ประการ คือ

1. การแสดงความหมายขององค์ประกอบที่มีลักษณะต่างๆหรือคุณสมบัติร่วมกัน หรือแตกต่างกัน โดยการจำแนกประเภท
2. แนวคิดทั่วไปหรือนำเสนอเชิงนามธรรมของวัตถุ สัญลักษณ์ หรือสถานการณ์

McDonald (1960: 134) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง การจำแนกหรือจัดระบบของสิ่งเร้า หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน

Collette (1973: 169-170) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่ได้จากประสบการณ์ต่างๆ เพื่อใช้ในการกำหนดประเภทของวัตถุหรือเหตุการณ์ เป็นผลมาจากการสร้างจินตนาการ การหยั่งรู้ และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล หรือ

การจัดประเภทวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เหมือนกันไว้ในกลุ่มเดียวกันโดยอาศัยคุณลักษณะร่วมกัน
อย่างไรใด

De Cecco and Crawford (1974: 388) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์สรุปได้ว่า
มโนทัศน์ หมายถึง กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะต่าง ๆ ร่วมกัน สิ่งเร้าเหล่านี้อาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์
หรือบุคคล

Jacobsen et al. (1985: 36) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์สรุปได้ว่า มโนทัศน์
หมายถึง แนวคิดที่กล่าวถึงการจัดกลุ่มหรือการจำแนกประเภทของสิ่งต่างๆที่มีลักษณะเหมือนกัน

Feldmad (1990: 259) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์สรุปได้ว่า มโนทัศน์
หมายถึง การจัดกลุ่มบุคคล วัตถุ หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะคล้ายกัน ทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย
และทำให้จำแนกสิ่งใหม่ให้อยู่ในรูปที่สามารถเข้าใจตามพื้นฐานของประสบการณ์เดิมได้

Martorella (1994: 186) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 2 ความหมายสรุปได้
ว่า มโนทัศน์ หมายถึง 1) การจัดลำดับของประสบการณ์ที่เป็นระเบียบ และ 2) ความเกี่ยวพันทาง
ปัญญาที่นำมาจัดลำดับหรือจัดประเภท และสามารถนำประสบการณ์ใหม่กับประสบการณ์เก่ามา
เชื่อมสัมพันธ์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

Woolfolk (1995: 286) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์สรุปได้ว่า มโนทัศน์
หมายถึง กลุ่มประเภทของเหตุการณ์ ความคิด วัตถุ หรือบุคคลโดยใช้ลักษณะคล้ายคลึง

Goodwin and Klausmeier (1995: 246) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์สรุปได้
ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจถึงคุณลักษณะของสิ่งต่างๆ เช่น วัตถุ เหตุการณ์
หรือกระบวนการ ทำให้แยกสิ่งต่างๆออกจากสิ่งอื่นได้ และสามารถเชื่อมโยงเข้ากับกลุ่มที่เป็น
ประเภทเดียวกันได้

Lind (2000: 2) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง
การสร้างกลุ่มของความรู้ ซึ่งเกิดจากการรวบรวมและการแยกแยะข้อมูลของมนุษย์

Nitko (2007: 209) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง
การจำแนกประเภทหรือหาความสัมพันธ์ของวัตถุ บุคคล หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเหมือนกัน

สุวัฒน์ นิยมคำ (2532: 17) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง แนวคิดหลักที่เรามีต่อสิ่งนั้น เป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น เป็นจินตภาพที่เกิดขึ้นในใจของเราต่อสิ่งนั้น เป็นจุดสำคัญของสิ่งนั้น เป็นคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ซึ่งแต่ละคน อาจสร้างมโนทัศน์ของสิ่งเดียวกันได้แตกต่างกัน

ธีระชัย ปุรณโชติ (2537: 40-41) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วนำคุณลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่งนั้น

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2540: 62) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง การจัดลักษณะที่เหมือนกันจากประสบการณ์หรือสิ่งของเข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบ ทำให้เกิดความคิดหรือประสบการณ์ มโนทัศน์เป็นความคิดหรือความเข้าใจขั้นสุดท้ายที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่ง มโนทัศน์เปลี่ยนแปลงได้ เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์มากขึ้นหรือมีวุฒิภาวะเพิ่มขึ้น

ประเภทของมโนทัศน์

นักจิตวิทยา และนักการศึกษาหลายท่าน ได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ไว้หลากหลายโดยมีรายละเอียดดังนี้

Gagne (1970; cited in Nitko, 2007: 209-210) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concept) หมายถึง กลุ่มหรือสมาชิกภายในกลุ่มที่มีลักษณะทางกายภาพสามารถสัมผัสได้โดยใช้ประสาทสัมผัส คล้ายคลึงกันตั้งแต่หนึ่งลักษณะหรือมากกว่า เช่น การได้ยิน เห็น การลิ้มรส ความรู้สึก หรือการได้กลิ่น

2. มโนทัศน์เชิงคำอธิบาย (defined concept) หมายถึง กลุ่มหรือสมาชิกภายในกลุ่มที่มีลักษณะเป็นการกำหนดนิยามหรือคำจำกัดความโดยใช้ลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งลักษณะเหล่านี้ไม่สามารถสัมผัสได้โดยใช้ประสาทสัมผัส และมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์อื่นๆ บางครั้งจึงเรียกว่า มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (relation concept) เช่น มุมตรงกันข้าม มิตรไมตรี ลุง

DeCecco (1974: 390-393) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงเชื่อมโยง (conjunctive concepts) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากการมีลักษณะร่วมกันของลักษณะเฉพาะตั้งแต่ 2 ลักษณะขึ้นไป เช่น การจำแนกสัตว์ออกเป็นกลุ่มเฉพาะ
2. มโนทัศน์เชิงแยกแยะ (disjunctive concepts) คือ คุณค่าของสิ่งที่เหมาะสมของลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือทั้งสองลักษณะที่ปรากฏอยู่ ตัวอย่างเช่น การสไตร์ในกีฬาเบสบอล การยิงจุดโทษในกีฬาฟุตบอล และการวอลเลย์ในกีฬาบาสเกตบอล ซึ่งเป็นพฤติกรรมของนักกีฬาพฤติกรรมหนึ่ง หรือหลายพฤติกรรมที่แสดงออกขณะแข่งขัน
3. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (relational concepts) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์อย่างจำเพาะระหว่างลักษณะ เช่น ระยะทางและทิศทาง เป็นต้น

Gibson (1980: 276) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) คือ ความคิดที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่กลุ่มของวัตถุที่สามารถสังเกตได้
2. มโนทัศน์เชิงนามธรรม (abstract concepts) คือ ความคิดที่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปสู่วัตถุได้โดยตรง

Jacobsen et al. (1985:38) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ลำดับสูง (superordinate concepts) คือ การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ด้วยกัน โดยจำแนกลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ จากใหญ่ที่สุดไปเล็กที่สุดได้ จัดว่าเป็นมโนทัศน์ที่ความสัมพันธ์จัดอยู่ในลำดับสูงสุด

เช่น สัตว์จำพวกนก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และสัตว์เลื้อยคลาน แม้ว่าจะจัดอยู่ในกลุ่มต่างกัน แต่โดยรวมแล้วทั้ง 3 ชนิดนี้จัดอยู่ในกลุ่มสัตว์เหมือนกัน

2. มโนทัศน์ร่วม (coordinate concepts) คือ มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน แม้ว่าจะจัดอยู่คนละกลุ่ม แต่ก็ยังมีบางส่วนของเหมือนกันอยู่ เช่น เมื่อพิจารณา สัตว์จำพวกนก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและสัตว์เลื้อยคลานทั้ง 3 กลุ่มนี้ยังมีลักษณะคล้ายกันอยู่
3. มโนทัศน์ลำดับรอง (subordinate concepts) คือ มโนทัศน์ที่ความสัมพันธ์จัดอยู่ในลำดับรองลงมา เช่น สัตว์จำพวกนก จัดอยู่ในลำดับย่อยของกลุ่มสัตว์ ดังนั้นสัตว์จึงเป็นลำดับรองของสัตว์จำพวกนก

Smith and Ragan (2005: 80) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) คือ มโนทัศน์ที่จำแนกจากลักษณะทางกายภาพของสิ่งนั้นด้วยตนเอง เช่น การมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส หรือการได้กลิ่น
2. มโนทัศน์เชิงนิยาม (defined concepts) คือ มโนทัศน์ที่จำแนกจากสิ่งโดยตรงกับคำนิยามหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งที่มีคนรู้มาก่อน

กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ (2528: 235) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ชนิดเชื่อมโยง (Conjunctive concepts) คือ มโนทัศน์ที่มีการจัดประเภทของสิ่งต่างๆ โดยใช้กฎเกณฑ์บางอย่างร่วมกัน มักเชื่อมโยงด้วยคำว่า “และ”
2. มโนทัศน์ชนิดแยกแยะ (disjunctive concepts) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากการจัดประเภทของสิ่งต่างๆ โดยใช้กฎเกณฑ์บางอย่างเพื่อแยกแยะกันออกไปตามความแตกต่างที่ปรากฏ มโนทัศน์ชนิดนี้มักใช้คำว่า “หรือ” เข้าไปเกี่ยวข้องกับการจัดประเภทของสิ่งต่างๆนั้นด้วย

2.2 ความหมายและประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้
ดังนี้

Carin (1989: 7) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรวมจิตใจเกี่ยวกับโลกบนพื้นฐานของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

Jacobson and Bergman (1999: 120) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทางธรรมชาติ สามารถพัฒนาผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย โดยผู้เรียนจะพัฒนามโนทัศน์เมื่อเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่เขาสำรวจตรวจสอบปฏิบัติการทดลอง และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ และเชื่อมโยงสัมพันธ์ความเข้าใจนี้ไปยังประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

Yao (2006: 257) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจเชิงลึกของความคิดสำคัญที่นักเรียนจะต้องเข้าใจเมื่อได้ศึกษาเรียนรู้ โดยนักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในมโนทัศน์พื้นฐานมาก่อนแล้ว

ผดุงยศ ดวงมาลา (2543: 5) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักของสิ่งนั้นหรือความคิดโดยสรุปของสิ่งนั้น เกิดจากการนำข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องมาผสมผสานเป็นความรู้ในรูปแบบใหม่ อาจเกิดจากจินตนาการหรือมโนภาพของนักวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2550: 11) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง องค์ความรู้หนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

ดังนี้

ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Sund and Trowpridge (1973: 17-18) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) เช่น เซลล์ แม่เหล็ก คอลลอยด์
2. มโนทัศน์เชิงกระบวนการพลวัต (dynamic process concepts) เช่น ออสโมซิส ทฤษฎี พลังงานจลน์ของสาร การสังเคราะห์ด้วยแสง

Lawson (2000: 996-1018) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (theoretical concepts) คือ มโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยใช้ประสาทสัมผัส แต่รับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอ
2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย (descriptive concepts) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากการสังเกตวัตถุหรือเหตุการณ์โดยตรงหลายๆครั้ง แล้วเชื่อมโยงลักษณะร่วมกันที่สำคัญของวัตถุหรือเหตุการณ์เข้าด้วยกันเกิดเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น
3. มโนทัศน์เชิงสอดแทรก (intermediate concepts) คือ มโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่สามารถรับรู้ได้ แต่มีระยะเวลาและสถานการณ์เป็นข้อจำกัด

Andrew (2006: 2) ได้จำแนกมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์พื้นฐาน (basic concept) คือ ความเข้าใจเริ่มต้นหรือเป็นความเข้าใจแรกเริ่มของนักเรียนที่ได้ผ่านการเรียนรู้มาแล้ว และเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ต่อไป
2. มโนทัศน์หลัก (concept) คือ ความเข้าใจต่อเนื้อหาที่มีความซับซ้อนขึ้นในระดับต่อไป

Ontario (2007: 6) ได้จำแนกมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์พื้นฐาน (fundamental concept) คือ ความคิดที่สำคัญที่ทำให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่จะเรียนรู้ ก่อนที่จะเรียนรู้เรื่องต่อไป
2. มโนทัศน์หลัก (big idea) คือ ความคิดหลักที่จะศึกษาโดยอาศัยความรู้ย่อยๆ ที่ได้ผ่านการเรียนมาแล้ว ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจเกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531: 76) ได้จำแนกมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับการแบ่งประเภท เป็นการกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่างๆ ว่าเป็นพวกๆ หรือใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้นให้เข้าใจตรงกัน
2. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ย่อยที่เกี่ยวข้องกันซึ่งช่วยในการพยากรณ์หรือคาดการณ์ล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้นได้
3. มโนทัศน์ทางทฤษฎี เป็นการกำหนดสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่รู้ว่สิ่งนั้นมีจริง เพราะมีหลักฐานสนับสนุน

2.3 กระบวนการสร้างมโนทัศน์

นักวิชาการและนักการศึกษา ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

Ausubel (1968: 63-67) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนตั้งสมมติฐานและทำการทดสอบสมมติฐานของข้อมูล ด้วยการศึกษาค้นคว้าข้อมูล หรือปฏิบัติการทดลอง
2. ผู้เรียนวิเคราะห์ แยกแยะองค์ประกอบของข้อมูล และพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้นเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจขึ้น
3. ผู้เรียนหาลักษณะสำคัญของข้อมูลเพื่อนำมาสัมพันธ์กับความคิดที่มีอยู่เดิม เพื่อสร้างความคิดใหม่ และสรุปเป็นความคิดหลักที่ครอบคลุมลักษณะต่างๆ ทั้งหมด และเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับการนำเสนอ

Dececco (1968: 112-113) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. การสัมผัส ผู้เรียนอาจเกิดมโนทัศน์ได้เมื่อสัมผัสสิ่งเร้าโดยใช้อวัยวะสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
2. การรับรู้ เมื่อผู้เรียนได้สัมผัสในสิ่งเร้าแล้วย่อมมีการแปลความหมายในสิ่งที่สัมผัสนั้น เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ขึ้น
3. การจำ หลังจากผู้เรียนได้สัมผัสสิ่งเร้าแล้วย่อมจะจำสิ่งเร้านั้นได้ว่ามีลักษณะอย่างไร

4. การจำแนกแยกแยะ เมื่อผู้เรียนจำสิ่งเร้าได้แล้ว ย่อมจะพินิจพิจารณาเพื่อจำแนกสิ่งเร้านั้นว่าคืออะไร
5. การสรุปครอบคลุม หลังจากที่อยู่เรียนพินิจพิจารณาเพื่อจำแนกสิ่งเร้านั้นแล้ว จะเกิดความรู้ความเข้าใจในสิ่งเร้านั้น เรียกว่าเป็นมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับสิ่งเร้านั้นๆ

Weil and Joyce (1978: 30) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. การสร้างประเภท (category formation) เป็นกิจกรรมแรกที่เกิดขึ้น โดยที่มนุษย์จะสร้างมโนทัศน์ของบางสิ่งก่อนที่จะรู้ว่ามีมโนทัศน์นั้นคืออะไร ซึ่งกิจกรรมส่วนนี้เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้า แยกประเภทสิ่งต่างๆ เช่น การแบ่งสิ่งต่างๆ ออกเป็นกลุ่มๆ โดยใช้ลักษณะร่วมกันและต่างกันเป็นเกณฑ์ในการแบ่งถือเป็นการก่อรูปมโนทัศน์ขึ้นมา
2. การเกิดมโนทัศน์ (concept attainment) เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนบอกได้ว่ามโนทัศน์ของสิ่งนั้นๆ คืออะไร โดยใช้วิธีการยกตัวอย่าง และบอกสมบัติพื้นฐานและสมบัติเฉพาะของมโนทัศน์นั้นได้ ซึ่งตัวอย่างที่ผู้เรียนยกมาประกอบนี้ต้องเป็นตัวอย่างที่สร้างขึ้นใหม่ ไม่ได้ยกตามบทเรียนจึงเกิดมโนทัศน์ขึ้นมา

Lapp et al. (1975: 178) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. การระบุหรือเขียนรายการ เป็นขั้นที่ทำให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยใช้คำถามว่าสังเกตเห็นอะไร ได้ยินอะไรบ้าง
2. การจัดกลุ่ม เป็นขั้นที่มีการระบุลักษณะทั่วไป โดยใช้คำถามว่าอะไรจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน
3. การจัดประเภท เป็นขั้นที่ทำให้นักเรียนเห็นการจำแนกลำดับของสิ่งที่ศึกษาว่าสิ่งใดเป็นหลักสำคัญ และสิ่งใดรองลงมา โดยใช้คำถามว่า เราจะเรียกกลุ่มนี้ว่าอย่างไร อะไรที่เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งนี้

Gunter, Ester and Sduvad (1995: 98-105) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนจะต้องเลือกมโนทัศน์ที่เหมาะสมกับบทเรียนและให้นิยามของมโนทัศน์ที่ชัดเจน
2. ผู้สอนต้องกำหนดลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์
3. ผู้สอนต้องเตรียมตัวอย่างเชิงบวกให้มากพอและครอบคลุมลักษณะทั้งหมดของมโนทัศน์ และมีตัวอย่างเชิงลบด้วย
4. ผู้สอนต้องอธิบายให้นักเรียนทราบว่านักเรียนจะต้องทำอะไรบ้าง
5. ผู้สอนต้องเสนอตัวอย่างของมโนทัศน์ทั้งเชิงบวกและเชิงลบให้นักเรียนเปรียบเทียบ
6. ผู้สอนต้องวัดและประเมินผลการเรียนรู้มโนทัศน์ของผู้เรียนเสมอ
7. ผู้สอนต้องฝึกให้ผู้เรียนสร้างคำจำกัดความของสิ่งเร้าต่างๆ ได้ถูกต้องด้วยตนเอง
8. ผู้สอนต้องเสนอตัวอย่างของมโนทัศน์เพิ่มเพื่อให้ผู้เรียนสรุปมโนทัศน์ให้ได้ทุกคน
9. ผู้สอนต้องใช้คำถามเพื่อถามถึงการเกิดมโนทัศน์ของผู้เรียน ซึ่งอาจใช้การอภิปราย

Arends (1998: 299) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. นำเสนอตัวอย่างสิ่งที่เป็นมโนทัศน์และสิ่งที่ไม่ใช่ โดยตัวอย่างที่ดีจะต้องชัดเจน สามารถบอกได้ว่าอะไรใช่ตัวอย่าง หรืออะไรไม่ใช่ตัวอย่าง
2. กระตุ้นให้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติของมโนทัศน์นั้น และให้เหตุผลในการคาดเดานั้น โดยครูจะคอยถามคำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนคิดได้ตรงจุดที่ต้องการ และให้นักเรียนเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวอย่าง และไม่ใช่ตัวอย่าง
3. เมื่อนักเรียนเริ่มมองเห็นมโนทัศน์ ให้เขียนชื่อมโนทัศน์นั้นพร้อมรายละเอียดกระบวนการที่ใช้ระบุสิ่งนั้น ก่อนนักเรียนอาจจะเดา แต่ครูจำเป็นที่จะต้องนำเสนอสิ่งที่เป็นตัวอย่าง และไม่เป็นตัวอย่างจนกระทั่งนักเรียนจำแนกได้อย่างชัดเจน และรู้วามโนทัศน์นั้นคืออะไร ชื่อว่าอะไร

4. ครูตรวจสอบมโนทัศน์ที่นักเรียนได้ โดยเพิ่มตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่ แล้วถามนักเรียนต่อว่าเพราะเหตุใดสิ่งนั้นจึงใช่หรือไม่ใช่ตัวอย่าง และให้นักเรียนลองยกตัวอย่างสิ่งที่ไม่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างด้วยตนเอง

สวัณณ์ นิยมคำ (2517: 17) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า เมื่อพบข้อมูลชุดใดชุดหนึ่งหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ต้องสามารถหามโนทัศน์ของสิ่งนั้นได้ ซึ่งต้องมองหาในรูปแบบอย่างใดอย่างหนึ่งใน 3 อย่าง คือ

1. มองให้เห็นสมบัติร่วมของข้อมูลหรือปรากฏการณ์
2. มองให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือปรากฏการณ์
3. มองให้เห็นแนวโน้มของข้อมูลหรือปรากฏการณ์

เมื่อสามารถมองเห็นรูปแบบอย่างใดอย่างหนึ่งใน 3 อย่าง ของข้อมูลหรือปรากฏการณ์ จะสามารถรับมโนทัศน์ของสิ่งนั้นได้

2.4 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การประเมินมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีนักการศึกษาได้ให้แนวทางในการวัดมโนทัศน์ดังนี้

Jenkin and Deno (1971 cited in Nitko, 2007: 212-113) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ไว้ 4 วิธี ดังนี้

1. กำหนดให้นักเรียนเขียนคำนิยามของมโนทัศน์
2. กำหนดให้นักเรียนยกตัวอย่างของมโนทัศน์
3. กำหนดให้นักเรียนจำแนกว่าสิ่งใดเป็นตัวอย่าง และสิ่งใดที่ไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์โดยใช้แบบวัดแบบจับคู่ หรือแบบวัดแบบเลือกตอบ
4. กำหนดให้นักเรียนวิเคราะห์คำนิยามของมโนทัศน์จากภาพ เพื่อระบุองค์ประกอบและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์

4 วิธี ดังนี้

Jacobsen et al. (1985: 280-283) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ไว้

1. ให้นักเรียนเขียนความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ โดยใช้แบบวัดแบบ
อัตนัย
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่อธิบายความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ โดยใช้
แบบวัดแบบเลือกตอบ
3. ให้นักเรียนเลือกวงกลมหรือขีดเส้นใต้สิ่งจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยใช้แบบวัด
แบบเลือกตอบ
4. ให้นำคำศัพท์เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ เช่น ให้นำคำว่า rock ซึ่งเป็นคำนามมา
แต่งเป็นประโยค โดยใช้แบบวัดแบบอัตนัย

2 วิธี ดังนี้

Cruickshank et al. (1995: 269-278) เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ไว้

1. แบบวัดที่ตอบสนองจากสิ่งที่กำหนดให้ (Selected response items) ได้แก่
แบบเลือกตอบ แบบจับคู่ แบบถูก-ผิด ในส่วนของแบบเลือกตอบจะสามารถ
ประเมินการเรียนรู้ลงในขอบเขตเนื้อหาและระดับสติปัญญาได้กว้างกว่า
เนื่องจากใช้เวลาในการทำแบบวัดน้อย และครูประเมินผลได้ตรงตาม
วัตถุประสงค์ จึงสามารถนำมาวัดมโนทัศน์ได้
2. แบบวัดที่สร้างการตอบสนองเอง (Created response items) ได้แก่
แบบอัตนัย ซึ่งต้องการให้นักเรียนเรียบเรียงคำตอบด้วยคำของตนเอง
มากกว่าการเลือกคำตอบที่เหมาะสมจากที่กำหนดให้ ซึ่งการเขียนตอบจะ
แสดงออกถึงระดับสติปัญญา องค์ความรู้ที่มีและมโนทัศน์ของนักเรียนได้

Odum and Kelly (2001: 616-635) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาแบบวัดมโน
ทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการทำแบบ
วัดแบบเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกคำตอบ
2. สร้างแบบวัดแบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน (two-tier
multiplechoice format) คือ
 - 1.1 ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก

1.2 ตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4
เหตุผลสนับสนุน

3. นำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

Cem, Caren and Omer (2003: 134-135) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัด
มโนทัศน์ทางชีววิทยา ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 2 ตอน (Two-tier multiple-choice format) ได้แก่
ตอนที่หนึ่ง เป็นข้อคำถาม เพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหา ซึ่งประกอบ
ไปด้วยตัวเลือก 3-4 ตัวเลือก

ตอนที่สอง เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่หนึ่ง ซึ่งมี
4 เหตุผลสนับสนุน คือ 3 เหตุผลสนับสนุนแรก เป็นมโนทัศน์ที่
คลาดเคลื่อนของนักเรียนและเหตุผลสนับสนุนที่ 4 เป็นเหตุผลที่
ถูกต้อง

Esen and Omer (2005: 322) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทาง
วิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นการแก้ปัญหา ซึ่งแบบวัดมโนทัศน์เป็นคำถามแบบหลายตัวเลือก โดย
คำถามได้กำหนดสถานการณ์มาให้ เพื่อให้ผู้ตอบเลือกตัวเลือกที่เป็นวิธีแก้ปัญหา หรือทำนาย
แนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์

Bayram (2007: 380-381) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี
ซึ่งแบบวัดมโนทัศน์เป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือก จำนวน 5 ตัวเลือก ข้อสอบประกอบไปด้วย
คำถาม 3 ประเภท ได้แก่

1. คำถามประเภทการแก้โจทย์ปัญหาจากการคำนวณ
2. คำถามประเภทความรู้ ความเข้าใจ
3. คำถามประเภทความเข้าใจในการใช้แผนผัง

โดยข้อสอบแต่ละข้อจะกำหนดสถานการณ์ หรือกราฟ หรือแผนภาพ เพื่อ
นำไปสู่ข้อคำถามที่สะท้อนความเข้าใจของนักเรียน

Huseyin and Sabri (2007: 70-71) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดมโนทัศน์
ฟิสิกส์ มีส่วนประกอบ 2 ประเภท ได้แก่

1. คำถามปลายเปิด เป็นแบบให้ผู้ตอบคำถามโดยอธิบายสั้นๆจากสถานการณ์
ที่กำหนดให้
2. คำถามปลายปิด เป็นแบบหลายตัวเลือก โดยให้ผู้ตอบเลือกตอบเพียง
1 ตัวเลือก และอธิบายคำตอบที่เลือกลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ใต้คำถาม

Didem and Necdet (2009: 232-233) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดมโน
ทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง พันธุกรรม ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 2 ตอน (Two-Tier-Test) ได้แก่
ตอนที่หนึ่ง เป็นข้อคำถาม เพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจของเนื้อหา โดยมี
ตัวเลือก 3 ตัวเลือก
ตอนที่สอง เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 โดยมีเหตุผล
สนับสนุน 5 เหตุผล

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายและประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
โดยสรุปได้ดังนี้

Gagne (1965: 10) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้
ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้
มโนทัศน์และหลักการช่วยให้ลงข้อสรุปแบบอุปนัยมีความเที่ยงตรงถูกต้องหรือเชื่อถือได้ โดย
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรียงลำดับจากกระบวนการที่ง่ายไปจนถึงกระบวนการที่
ซับซ้อน

Padilla (1990 cited in Tek and Ruthven, 2005: 3) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ทักษะทางสติปัญญาที่สามารถถ่ายโอนได้อย่างกว้างขวางเหมาะสมที่จะฝึกฝนอย่างมีระเบียบทางวิทยาศาสตร์ และเป็นผลสะท้อนให้เห็นถึงการปฏิบัติจริงของนักวิทยาศาสตร์

Abruscato (1992: 38) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นพบ โดยอาศัยทักษะที่แตกต่างกัน และใช้เป็นทักษะในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ในห้องเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

Ralph and Martin (1994: 11) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะการคิดวิเคราะห์และการสร้างสรรค์ และเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

Myers (2006: 7) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้ มีการพัฒนาและความก้าวหน้าในการทำงานจากประสบการณ์ตรง จนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

Debbye and Angie (2006: 2) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการตอบคำถามวิธีการทำงานในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับโลกและทักษะที่ต้องใช้การคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ประกอบด้วย การสังเกต การวัดปริมาณ การจำแนกประเภท การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การทดลองและการสื่อความหมายข้อมูล

Hidi (1990 cited in Dokme and Aydinlib 2009: 544) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ทักษะพื้นฐานของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และมีความเกี่ยวข้องกับทักษะทางสติปัญญาและทักษะการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

Bentley, Ebert and Ebert (2000 cited in Bati, Erturk and Kaptan 2010: 1993) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่เกิดขึ้นภายใน ผ่านการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์และใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ

Pekmez, Tasar, Temiz and Tan (2001 Cited in Aktamis and Yenice 2010: 3282) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่ช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียนให้เกิดการค้นพบ เข้าใจหลักการและวิธีการวิจัย มีความคงทนของการเรียนรู้ ความกระตือรือร้น คล่องแคล่วในการทำงาน เป็นทักษะที่ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนเพิ่มขึ้น มีความเข้าใจการเรียนปฏิบัติงานจริง และได้แก้ไขความรู้สึกในความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตัวเอง

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525: 58-59) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ เช่น การสังเกต บันทึกข้อมูล หาความสัมพันธ์ของตัวแปร การตั้งสมมติฐานและการทดลองเพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531: 164) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางความคิดหรือกระบวนการทางปัญญาใช้ในการแก้ปัญหา

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537: 13-14) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการซึ่งได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือ การค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาด้านความคิดเช่น การสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการทดลอง

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542: 3) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะทางสติปัญญาหรือทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการแก้ปัญหา และใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2550: 14)ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการใช้ความคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นหาความรู้และการแก้ปัญหา ซึ่งการคิดนี้เป็นทักษะด้านปัญญามิใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ เพราะเป็นการทำงานของสมอง ประกอบด้วยการคิดในระดับพื้นฐานหรือความคิดในระดับต่ำและการคิดระดับสูงหรือการคิดที่ซับซ้อน

ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ของสหรัฐอเมริกา (The American Association for the Advancement of Science – AAAS, 1970: 33-174) ได้นำเสนอทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (basic science process skills) 8 ทักษะและทักษะขั้นผสมผสานหรือบูรณาการ (integrated science process skills) 5 ทักษะ

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skills) ประกอบด้วย 8 ทักษะได้แก่
 - 1.1 ทักษะการสังเกต (observing)
 - 1.2 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (inferring)
 - 1.3 ทักษะการจำแนกประเภท (classifying)
 - 1.4 ทักษะการวัด (measuring)
 - 1.5 ทักษะการใช้ตัวเลข (using number)
 - 1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (manipulating and communicating data)
 - 1.7 ทักษะการพยากรณ์ (prediction)
 - 1.8 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (space and space, space and time relationship)

2. ทักษะกระบวนการขั้นผสมหรือบูรณาการ (integrated science process skills) ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่
 - 2.1 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variable)
 - 2.2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)
 - 2.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally)
 - 2.4 ทักษะการทดลอง (experimenting)
 - 2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion)

การวิจัยครั้งนี้ได้เลือกประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำการวิจัย คือ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลซึ่งเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานประเภทหนึ่ง พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2550, 6-8) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรปลูกฝังและพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดขึ้นก่อนคือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เนื่องจากเป็นทักษะเบื้องต้นในการพัฒนาแนวความคิดและทักษะขั้นสูงหรือซับซ้อนต่อไป โดยให้ความหมายของทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานแต่ละทักษะดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตเข้าไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภท คือข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น
2. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

3. ทักษะการจำแนกประเภท (classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง อาจใช้ความเหมือน ความต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง การจำแนกประเภทจะทำให้เข้าใจปัญหาและแนวทางในการตั้งสมมติฐาน
4. ทักษะการวัด (measurement) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือนั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด แสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้องพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้
5. ทักษะการใช้ตัวเลข (using numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย
6. ทักษะสื่อความหมายข้อมูล (communicating) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดสอบ และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จำแนกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภาพ แผนภูมิ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย
7. ทักษะการพยากรณ์ (predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งทำได้ 2 แบบคือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ การพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ เช่น การพยากรณ์ผลของข้อมูลเชิงปริมาณ
8. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (space/space relationship and space/ time relationships) ส เ ป ส ข อ ง วั ต ถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่หรือกินที่อยู่ มีรูปร่างหรือลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสของวัตถุ ได้แก่
ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของ
วัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่
ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือ
ความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

3.2 แนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Dillashaw and Okey (1980: 602-603) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้คือ แบบวัดแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยคำถามได้กำหนด
สถานการณ์มาให้ เพื่อให้ผู้เรียนเลือกตอบ

Meng and Doren (1993: 17-26) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. แบบวัดแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เป็นแบบวัดที่ไม่ต้องลงมือปฏิบัติ ไม่ต้องใช้
อุปกรณ์ของจริง โดยมีไดอะแกรมของวัสดุอุปกรณ์ให้ เพื่อพยายามให้
นักเรียนอ่านน้อยที่สุดและทำให้ข้อคำถามชัดเจนขึ้น
2. แบบสังเกต เป็นแบบวัดที่ออกแบบให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ และสังเกต
ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นและตอบคำถามในแบบวัด อาจใช้วัตถุจริง รูปถ่าย
หรือไดอะแกรมของวัสดุหรืออุปกรณ์ต่างๆ โดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนเขียน
ตอบ
3. แบบวัดแบบอัตนัย เป็นแบบสอบที่มีบทศิปตีให้ผู้เรียน แล้วให้ผู้เรียนได้
สังเกตการสาธิตและตอบคำถามตามงานที่กำหนดให้แต่ละสถานการณ์

Harlen (1996: 176-183) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ไว้คือ แบบวัดแบบอัตนัย เป็นแบบวัดแบบตอบขยาย โดยให้ผู้เรียนทำการสำรวจ
ตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้จริง สังเกตสิ่งที่เกี่ยวข้องและเขียนบันทึกข้อมูล หรือเป็น
แบบทดสอบเกี่ยวกับภาคปฏิบัติ แต่ไม่ใช้การทดสอบภาคปฏิบัติจริง มีการกำหนดสถานการณ์
จำลองขึ้น เป็นการทดลอง รูปภาพ หรือไดอะแกรม ให้ผู้เรียนเขียนอธิบายเหตุการณ์ดังกล่าว

Enger and Yager (1998: 14-19) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัด
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. แบบวัดแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดสถานการณ์สั้นๆให้นักเรียน
พิจารณา
2. แบบวัดแบบอัตนัย เป็นแบบวัดที่มีการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนเขียน
อธิบาย
3. แบบตรวจสอบรายการจากการสังเกตพฤติกรรม
4. แบบประเมินมาตราประมาณค่า

Beaumont and Soyibo (2001: 137-138) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัด
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. แบบวัดแบบอัตนัย เป็นแบบวัดที่มีการใช้รูปภาพ ไดอะแกรม หรือภาพ
ลายเส้น โดยข้อคำถามแต่ละข้อจะออกแบบวัดให้สอดคล้องกับตัวบ่งชี้
พฤติกรรมย่อยของแต่ละทักษะที่ต้องการวัด เช่น ทักษะการบันทึกข้อมูล
(recording data) ตัวบ่งชี้พฤติกรรมของทักษะการบันทึกข้อมูลมี 3 ตัวบ่งชี้
คือ
 - 1) สร้างกราฟจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ (constructing graphs)
 - 2) สร้างตารางจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ (constructing tables)
 - 3) รวบรวมและแปลงข้อมูลลงในตารางและกราฟได้ (collecting and
transforming data into graphs and tables)
2. แบบวัดภาคปฏิบัติ (hand-on performance tasks) โดยให้ผู้เรียนศึกษา
ขั้นตอนการดำเนินงาน และทำการทดลอง

Monica (2005: 16-19) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ไว้คือ แบบวัดแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เป็นแบบวัดที่ใช้รูปภาพ ไดอะแกรม หรือ
กราฟ เพื่อให้ข้อคำถามชัดเจนขึ้นแทนการลงมือปฏิบัติการ และการใช้ของจริง ข้อคำถามอาจ
เป็นแบบเลือกตอบที่เป็นคำถามเดี่ยวหรือแบบเลือกตอบที่ใช้ข้อมูลชุดเดียวกันเพื่อการถามหลาย
ข้อ

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544: 18-19) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. แบบวัดแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เป็นแบบสอบที่ใช้ข้อความ รูปภาพ ไดอะแกรม หรือภาพลายเส้น เพื่อให้ข้อคำถามชัดเจนขึ้น
2. แบบวัดแบบอัตนัย
3. แบบตรวจสอบรายการจากการสังเกตพฤติกรรม

สุนีย์ คล้ายนิล และปรีชา เดชศรี (2550: 30-76) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. แบบวัดแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
2. แบบวัดแบบอัตนัย เป็นแบบวัดที่มีการกำหนดสถานการณ์จำลองขึ้นในรูปของข้อความ รูปภาพ เพื่อให้ข้อคำถามชัดเจนขึ้นแทนการลงมือปฏิบัติการและการใช้ของจริง
3. แบบตรวจสอบรายการ
4. แบบประเมินมาตราประมาณค่าจากการเขียนรายงานหลังปฏิบัติการ

3.3 ความหมายทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลโดยสรุปได้ดังนี้

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (The American Association for the Advancement of science – AAAS, 1970: 97) ได้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ว่า ทักษะสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง กระบวนการอย่างหนึ่งที่ไม่ได้ใช้เพียงแต่ในสาขาวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่เป็นกระบวนการที่มนุษย์พยายามจะสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างชัดเจน แม่นยำ ไม่กำกวมในกิจกรรมอย่างอื่นได้ด้วย และเป็นทักษะพื้นฐานของการทำงานทางวิทยาศาสตร์ โดยสามารถนำเสนอในรูปแบบของการพูด การเขียน บรรยาย การแสดงเป็นแผนภาพ แผนที่ กราฟ สมการทางคณิตศาสตร์ หรือการสาธิต

Abruscato (1992: 41) ได้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง พื้นฐานสำคัญในการทำงานทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้รูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น การใช้ภาษาพูด การเขียน ไดอะแกรม แผนที่ กราฟ สมการทางคณิตศาสตร์ และการสาธิต

Ralph and Martin (1994: 12) ได้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ทักษะที่ใช้การพูด การเขียน สัญลักษณ์ การสร้างตาราง กราฟ หรือแบบจำลอง ในการแสดงให้ผู้อื่นเข้าใจ การกระทำหรือสถานการณ์ที่เคยรับรู้มาก่อน

Harlen (1996: 34) ได้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำเสนอความคิดหรือข้อมูลจากการประชุมต่างๆ มาช่วยในการจัดกระทำข้อมูลและถ่ายทอดข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยนำเสนอในรูปแบบ กราฟ แผนภาพ ตาราง สัญลักษณ์ และอื่นๆ โดยต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ และต้องมีการเลือกเพื่อให้เหมาะกับชนิดของข้อมูลโดยเฉพาะ

Bentley and Ebert (2000: 137) ได้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง พื้นฐานในการปฏิสัมพันธ์และการแบ่งปันความคิดของผู้คนโดยทำได้หลายรูปแบบ เช่น การใช้คำพูดและการเขียนที่มีความชัดเจนที่สุด รวมทั้งแผนภาพ กราฟ แผนที่ ภาพวาด

Curriculum Development Centre (CDC) (1994 cited in Tek and Ruthven 2005: 105) ได้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง เป็นการนำเสนอความคิดหรือข้อมูลในรูปแบบที่แตกต่างกันโดยนำเสนอในรูปแบบการเขียน การสร้างกราฟ ไดอะแกรม แบบจำลอง ตาราง สัญลักษณ์ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับ ความสามารถในการรับฟังความคิดเห็น และการให้เหตุผลต่อความคิดเห็นนั้นด้วย

Monhardt (2006: 69) ได้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของการพูด การกระทำ หรือสัญลักษณ์รูปภาพเพื่อบรรยายการกระทำหรือสถานการณ์

คณะกรรมการการพัฒนาและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525: 70-74) ได้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัดหรือการทดลองหรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป หรือเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่ไม่เพียงแต่ใช้ในวิทยาศาสตร์เท่านั้น ยังสามารถนำไปใช้ในกิจการอย่างอื่นได้ด้วย ในทางวิทยาศาสตร์ทำได้หลายรูปแบบ เช่น คำพูดหรือคำบรรยาย สัญลักษณ์ สมการทางคณิตศาสตร์ ไดอะแกรม แผนที่ แผนภาพหรือรูปภาพ แผนภูมิแท่งหรือแผนภูมิวง ตาราง หรือกราฟ จะเลือกรูปแบบใดขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล วัตถุประสงค์ของงานที่ศึกษาเพื่อสะดวกและง่ายต่อการแปลความหมายและสรุปข้อมูลในขั้นต่อไป

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531: 191) ได้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำเอาข้อมูลจากการสังเกต การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำในรูปแบบใหม่เช่น สร้างตารางความถี่ จัดเรียงลำดับ จัดจำแนกประเภทเป็นหมวดหมู่ การคำนวณหาค่าต่างๆ แล้วเลือกสื่อหรือรูปแบบที่จะถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว เช่น การพูด การเขียนบรรยาย การแสดงเป็นตาราง การทำเป็นแผนภูมิ กราฟเส้น กราฟแท่ง ไดอะแกรม แผนที่ แผนที่ วงจร สมการคณิตศาสตร์ หรือหลายสื่อรวมกัน

การสื่อความหมายที่ง่ายที่สุดคือ การฝึกให้ผู้เรียนได้สังเกตวัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์แล้วให้บันทึกข้อมูลไว้ จากนั้นให้นักเรียนเรียบเรียงข้อมูลใหม่ แล้วถ่ายทอดผ่านสื่อทางการพูดหรือการเขียนพรรณนา

การสื่อความหมายที่สลับซับซ้อนคือ ให้มีการสังเกต การวัด การทดลอง การสำรวจ ซึ่งจะได้ข้อมูลทั้งด้านคุณสมบัติและด้านปริมาณ จากนั้นให้นำข้อมูลมาจัดกระทำใหม่ในรูปแบบใหม่ เช่น การจัดเป็นตารางความถี่หรืออย่างอื่นแล้วเลือกสื่ออย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อถ่ายทอดให้บุคคลอื่นเข้าใจ

วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว (2532: 4) ได้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานประเภทหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดในเบื้องต้น เป็นการนำข้อมูลจากการสังเกต การวัด การทดลองมาจัดกระทำใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร แผนผัง กราฟ สมการ เขียนหรือบรรยาย

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537: 20-22) ได้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำข้อมูลเสียใหม่ โดยวิธีการต่างๆ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอข้อมูลได้หลายรูปแบบดังนี้ ข้อมูลบรรยายข้อมูล สัญลักษณ์ สมการทางวิทยาศาสตร์ แผนภาพ แผนภูมิ แผนที่ รูปภาพ ตาราง กราฟ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2549: 18) ได้ให้ความหมายของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นที่มีข้อมูลดิบอยู่แล้วมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การค่าเฉลี่ย แล้วนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมานำเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้นโดยนำเสนอด้วยรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ และสมการ

3.4 พฤติกรรมบ่งชี้ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

Harlen (1996: 34) ได้ระบุพฤติกรรมกรรมมีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ดังนี้

1. พูด ฟังหรือเขียนบรรยายเพื่อจัดเรียงความคิดและอธิบายความหมาย
2. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตในการสำรวจตรวจสอบ
3. ใช้กราฟ ตาราง หรือสัญลักษณ์ทั่วไปในการถ่ายทอดข้อมูล

4. เลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ
5. เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิเช่น ภาพยนตร์ หนังสือ หรือ คอมพิวเตอร์

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531: 192-195) ได้ระบุพฤติกรรมกรรมการมีทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูลไว้ดังนี้

1. สามารถบรรยายรูปร่างลักษณะและคุณสมบัติของวัตถุได้ จนผู้ฟังสามารถชี้ หยิบ จับ หรือบอกวัตถุนั้นได้
2. สามารถบรรยายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ เช่น ให้นักเรียนทำกิจกรรม อย่างหนึ่งเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ เป็นการที่นำวัตถุมาทำอย่าง ใดอย่างหนึ่งเพื่อให้เปลี่ยนแปลงไปจากสภาวะเดิม อาจจะนำมาเคาะ ทบ ตี แฉ่ ผ่านกระแสไฟฟ้า ทำปฏิกิริยากับกรด ต่าง เผา หรือกรรมวิธีใดๆ ที่จะ นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์หรือทางเคมีหรือทั้งสองอย่าง แล้วให้ นักเรียนสังเกต บันทึกการสังเกตแล้วเขียนบรรยายเพื่อให้คนอื่นที่ไม่ได้เข้า ร่วมกิจกรรมอ่านแล้วเข้าใจ
3. สามารถเขียนแผนผัง แผนที่ วงจรของวัตถุ เครื่องมือ อุปกรณ์และระบบของ การทำงานของสิ่งต่างๆได้
4. มีความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลและเลือกสื่อ

วรรณทิพา รอดแดงคำ และจิต นวนแก้ว (2532: 5) ได้ระบุพฤติกรรมกรรมการมีทักษะ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ โดยการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้อย่าง เหมาะสม ในการเลือกแบบเสนอข้อมูลนั้นอาจกระทำได้หลายรูปแบบ โดยเฉพาะการเสนอข้อมูล ในรูปของตาราง การบรรจุข้อมูลให้อยู่ในรูปของตาราง ปกติจะใส่ค่าของตัวแปรอิสระไว้ทาง ซ้ายมือ และค่าของตัวแปรตามไว้ทางขวามือของตาราง โดยเขียนค่าของตัวแปรอิสระให้ เรียงลำดับจากค่าน้อยไปหามาก หรือจากค่ามากไปน้อย และบอกเหตุผลในการเสนอข้อมูล

พวงทอง มีมั่งคั่ง (2537: 47) ได้ระบุพฤติกรรมกรรมการมีทักษะการจัดกระทำและ สื่อความหมายข้อมูลไว้ดังนี้

1. บรรยายรูปร่างลักษณะและคุณสมบัติของวัตถุได้ จนผู้ฟังสามารถชี้ หยิบ จับ หรือระบุวัตถุนั้นได้ถูกต้อง

2. สามารถบรรยายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ แล้วให้นักเรียนสังเกตแล้วเขียนบรรยายเพื่อให้คนอื่นที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอ่านแล้วเข้าใจ
3. เขียนแผนผัง แผนที่ วงจรของวัตถุ เครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบของการทำงานของสิ่งต่างๆได้
4. จัดกระทำข้อมูลและเลือกสื่อเพื่อเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจดีขึ้น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2550:136) ได้ระบุพฤติกรรมกรรมที่มีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไว้ดังนี้

1. เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
2. บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่ใช้ได้
3. ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกเอาไว้ได้
4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้
5. บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ใดด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดและสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
6. บรรยายหรือวาดภาพแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนามโนทัศน์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และรูปแบบการสอนตามแนวการสรรค์สร้างความรู้ทั้งในและต่างประเทศ ดังนี้

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ชุติมา รอดสุก (2550) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา

2550 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนนิเทศน์ทางชีววิทยาเฉลี่ยร้อยละ 74.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ สูงกว่าร้อยละ 70

เมธา สีหนาท (2546) ได้ทำการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสร้างปัญหาเรื่อง ตารางธาตุ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนโคกก่อพิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์คะแนนนิเทศน์เรื่อง สมบัติของธาตุตามตารางธาตุสูงขึ้น

สุจินต์ เลี้ยงจรรยาวัฒน์ (2543) ได้ทำการศึกษากิจกรรมจัดการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์และการใช้แฟ้มผลงานในการสอนเรื่องพลังงานกับชีวิตและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์มีแฟ้มผลงานมีมโนทัศน์และเจตคติสูงกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

Calik, Ayas and Coll (2007) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนที่ขึ้นต้นตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการสลายตัวของแก๊สในของเหลวและความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนเกรด 9 จำนวน 44 คน จาก 2 โรงเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนที่ขึ้นต้นตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีความเข้าใจมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ และมีความคงทนในการเรียนรู้ในกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนที่ขึ้นต้นตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนแบบปกติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

Ipek and Calik (2008) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนที่ขึ้นต้นตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อการเปลี่ยนมโนทัศน์เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน พบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจมโนทัศน์สูงกว่าเดิมและมีแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น

Calik (2008) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนที่ขึ้นต้นตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเดือดกลุ่มตัวอย่างคือครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 48 คน พบว่าการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนที่ขึ้นต้น

ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีประสิทธิผลสามารถช่วยพัฒนาเข้าใจในทัศนและความคิดในการเรียนรู้ของนักเรียนได้

Calik et al. (2009) ได้ทำการศึกษาผลของเทคนิคแนวเทียบร่วมกับรูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องอัตราการละลายของสารและการสร้างคำอธิบายทางเคมี กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนเกรด 9 จำนวน 44 คน พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบร่วมกับรูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีความเข้าใจมโนทัศน์และสามารถสร้างคำอธิบายทางเคมี เรื่อง อัตราการละลายของสารหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

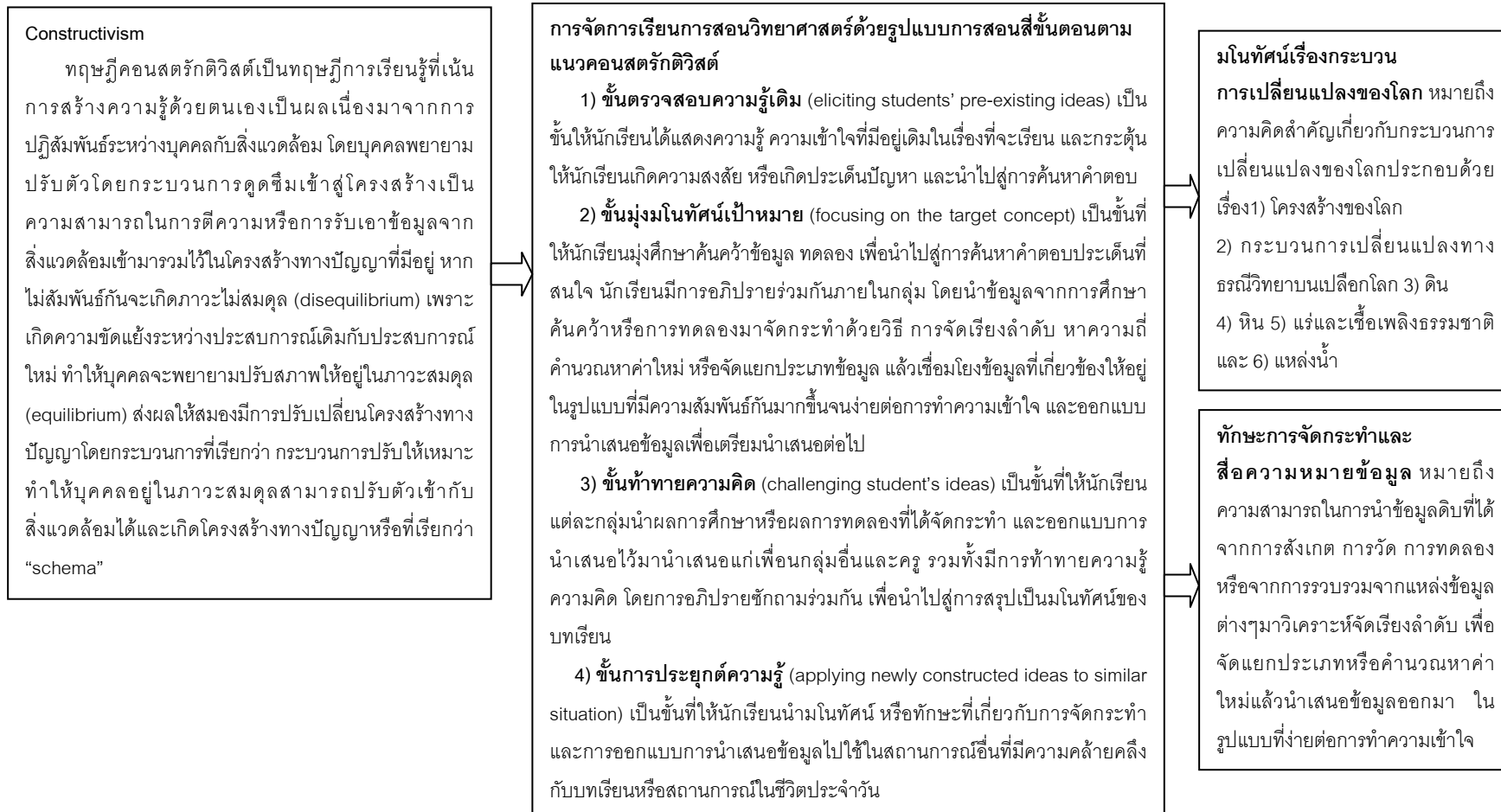
4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชัยณรงค์ แก้วสุก (2550) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ ED³U ร่วมกับคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนพิริยาลัย จังหวัดแพร่ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนชีววิทยาที่เรียนด้วยรูปแบบ ED³U ร่วมกับคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนชีววิทยาตามแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนุสรุา เสนอไชย (2550) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบร่วมกับการใช้บทเรียนเว็บควอสที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนเซนต์โยเซฟคอนเวนต์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบร่วมกับการใช้บทเรียนเว็บควอสที่มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลาสูงกว่านักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ตามแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิโรจน์ เฉลยสุข (2541) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติทดลองกับการสอนแบบปกติสูงกว่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัยผลของการใช้รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการใช้รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest-Posttest Design คือ มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มเปรียบเทียบเป็นกลุ่มที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ และมีการรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลอง

| | |
|------------------|----------------------------|
| กลุ่มทดลอง | O_1 ----- X ----- O_2 |
| กลุ่มเปรียบเทียบ | O_1 ----- ~X ----- O_2 |

ภาพที่ 2 รูปแบบการวิจัยแบบ Two - Group Pretest-Posttest Design

(Campbell and Stanley, 1963)

| | | |
|-------|---------|---|
| O_1 | หมายถึง | การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง |
| X | หมายถึง | การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ |
| ~X | หมายถึง | การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ |
| O_2 | หมายถึง | การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง |

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนหัวหินวิทยาลัย สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยดำเนินการกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

1. การเลือกโรงเรียน

เลือกโรงเรียนหัวหินวิทยาลัย อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เป็นกลุ่มตัวอย่าง การเลือกโรงเรียนดังกล่าวใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive selection) โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคือ เป็นโรงเรียนสหศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน มีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ มีแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมีแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ห้องสมุดที่มีตำราหรือเอกสารวิทยาศาสตร์ และห้องคอมพิวเตอร์ สำหรับให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล นอกจากนี้ผู้อำนวยการโรงเรียนและคณะครู อาจารย์ภายในโรงเรียนให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

เลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 เป็นตัวแทนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น การเลือกระดับชั้นดังกล่าวใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยพิจารณาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของปลายภาคเรียนที่ 1 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ของนักเรียนโดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 7 ห้องเรียน

2.2 นำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้ง 7 ห้องเรียนมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) โดยใช้สถิติทดสอบเอฟ (F-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (\bar{X}) พบว่า มีนักเรียนอย่างน้อย 2 ห้องที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 นำคะแนนเฉลี่ยมาทดสอบภายหลังเป็นรายคู่ (Post Hoc Test) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนรายคู่ ด้วยวิธีของ Dunnett's T3 พบว่ามีห้องเรียนที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 5 คู่ ได้แก่

- 1) ห้อง ม.2/1 และ ม.2/2
- 2) ห้อง ม.2/2 และ ม.2/3
- 3) ห้อง ม.2/4 และ ม.2/5
- 4) ห้อง ม.2/4 และ ม.2/6
- 5) ห้อง ม.2/5 และ ม.2/6

2.4 กำหนดห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 คู่ โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก ได้นักเรียนห้อง ม.2/1 และ ม.2/2

2.4 หลังจากนั้นกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับฉลาก ได้นักเรียนห้อง ม.2/1 ซึ่งมีนักเรียน 49 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนห้อง ม.2/2 ซึ่งมีนักเรียน 49 คน เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบวัด 2 ชุด ได้แก่

3.1.1 แบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

3.1.2 แบบวัดทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 2 แบบ ได้แก่

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนว

คอนสตรัคติวิสต์

3.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติรายละเอียด

ของการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบวัด 2 แบบ ได้แก่ แบบวัดมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล โดยมีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดังนี้

3.1.1 แบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เป็นแบบวัดความคิดสำคัญในเนื้อหาเรื่อง โครงสร้างของโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนเปลือกโลก ดิน หิน แร่และเชื้อเพลิงธรรมชาติ และแหล่งน้ำในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ทั้งเอกสารหลักสูตรในประเทศ และต่างประเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่ต้องการวัด
2. วิเคราะห์มโนทัศน์ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ซึ่งประกอบด้วยมโนทัศน์ย่อย 6 มโนทัศน์ได้แก่ โครงสร้างของโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนเปลือกโลก ดิน หิน แร่และเชื้อเพลิงธรรมชาติ และแหล่งน้ำ
3. ศึกษาแนวทางการสร้างแบบวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่ โดยการวิจัยครั้งนี้สร้างแบบวัดมโนทัศน์จากบทความวิจัยของ Jenkin and Deno (1971 cited in Nitko, 2007) และ Huseyin and Sabri (2007: 70-71) ซึ่งเป็นแบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัย แบบวัดแต่ละข้อมีการกำหนดแผนภาพ หรือสถานการณ์ให้นักเรียนระบุข้อความที่เป็นผู้ที่มีมโนทัศน์

4. กำหนดโครงสร้างของแบบวัดมโนทัศน์ โดยวิเคราะห์มโนทัศน์ย่อย และหัวข้อเรื่อง เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการวัด ดังแสดงใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนข้อของมโนทัศน์ย่อยในแต่ละหัวข้อเรื่องของมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

| หัวข้อเรื่อง | มโนทัศน์ย่อย | จำนวนข้อ |
|--|---|----------|
| 1. โครงสร้างของโลก | 1. โครงสร้างของโลก | 1 |
| 2. กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนเปลือกโลก | 1. ลักษณะแผ่นเปลือกโลก | 1 |
| | 2. สาเหตุการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก | 1 |
| | 3. ผลการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก (การเกิด การคดโค้งโค้งงอ การยกตัว ยุบตัว ภูเขา ภูเขาไฟ แผ่นดินไหว) | 2 |
| | 4. การเกิดการผูกพันอยู่กับที่ | 1 |
| | 5. การเกิดการกร่อน การพัดพา และการทับถม | 1 |
| 3. ดิน | 1. ความหมายและการกำเนิดดิน | 1 |
| | 2. องค์ประกอบของดิน | 1 |
| | 3. โครงสร้างชั้นหน้าตัดของดิน | 1 |
| | 4. สภาพความเป็นกรด-เบสของดิน | 1 |
| | 5. การปรับปรุงคุณภาพดินและการไปใช้ประโยชน์ | 1 |
| 4. หิน | 1. ความหมายและการกำเนิดหิน | 2 |
| | 2. ชนิดของหินและการนำไปใช้ประโยชน์ | 1 |
| | 3. ความหมายและหลักการเกิดวัฏจักรของหิน | 2 |
| 5. แร่และเชื้อเพลิงธรรมชาติ | 1. ความหมายและสมบัติทางกายภาพของแร่ | 1 |
| | 2. ชนิดและการใช้ประโยชน์ของแร่ | 1 |
| | 3. การเกิดและการใช้ประโยชน์ของเชื้อเพลิงธรรมชาติ | 1 |

ตารางที่ 1 จำนวนข้อของมโนทัศน์ย่อยในแต่ละหัวข้อเรื่องของมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

| หัวข้อเรื่อง | มโนทัศน์ย่อย | จำนวนข้อ |
|--------------|--|----------|
| 6. แหล่งน้ำ | 1. สัดส่วนของน้ำ | 1 |
| | 2. การเกิดวัฏจักรของน้ำ | 1 |
| | 3. การเกิดน้ำบนดิน และน้ำใต้ดิน | 1 |
| | 4. การตรวจสอบคุณภาพน้ำ | 1 |
| | 5. ประโยชน์ของน้ำและวิธีการอนุรักษ์น้ำ | 1 |
| | รวม | 25 |

5. สร้างแบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกให้สอดคล้องและครอบคลุมมโนทัศน์ย่อยและหัวข้อในแต่ละมโนทัศน์ย่อย แบบวัดมโนทัศน์นี้เป็นแบบอัตนัยตอบสั้น จำนวน 25 ข้อ ในแต่ละข้อมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน พิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาและความครบถ้วนของคำตอบของ โดยสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ โดยข้อสอบแต่ละข้อมีระดับคะแนนไม่เท่ากัน
6. นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับมโนทัศน์ที่ต้องการวัด รวมทั้งพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความชัดเจนของการใช้ภาษา แล้วปรับปรุงและแก้ไขแบบวัดมโนทัศน์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา
7. นำแบบวัดฉบับที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Item Objective Congruence, IOC) เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความครบถ้วนของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับมโนทัศน์ที่ต้องการวัด รวมทั้ง

พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความชัดเจนของการใช้ภาษา โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีดัชนี ความสอดคล้องมากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (รายละเอียดปรากฏ ในภาคผนวก ง) ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า แบบวัด มโนทัศน์มีความตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับเท่ากับ 0.92 ทั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้

- 1) ปรับปรุงและแก้ไขภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อคำถามให้ สื่อความหมายกระชับและชัดเจน รวมทั้งเพิ่มความซับซ้อนของ ข้อคำถามให้มากขึ้น
 - 2) ปรับปรุงและแก้ไขภาพ แผนภาพ แผนผัง ให้มีความคมชัด และ เพิ่มขนาดลูกศรหรือตัวอักษรให้อ่านได้ชัดเจน
8. นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรึกษาอาจารย์วิทยานิพนธ์และ ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดมโนทัศน์ตามข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและ อาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นทดลองใช้แบบวัดมโนทัศน์กับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนหัวหินวิทยาลัย จำนวน 49 คน ซึ่งผ่านการเรียนรู้เนื้อหาเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกมาแล้ว
9. นำผลการวัดมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หา คุณภาพของแบบวัดรายข้อ ซึ่งได้แก่ค่าความยาก อำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ โดยแบบวัดแต่ละข้อต้องมีค่า ความยาก (p) อยู่ที่ระดับ 0.20-0.80 อำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเที่ยงมีค่าตั้งแต่ 0.75 ขึ้นไป โดยแบ่ง การพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ
- 1) ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของ แบบวัดรายข้อโดยใช้สูตรของ D.R. Whitney และ D.L Sebers (1970 อ้างอิงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 199-201) พบว่า แบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.49-0.77 และค่าจำแนกอยู่

ในช่วง 0.23-0.67 รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง

- 2) ผลการวิเคราะห์ หาค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (cronbach) (ล้าน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 218) พบว่าแบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.96
10. นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกที่พิจารณาผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดจำนวน 25 ข้อให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริง

3.1.2 แบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลเป็นแบบอัตนัยให้เขียนอธิบาย หรือวาดภาพประกอบการอธิบาย ดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลทั้งเอกสารในประเทศและต่างประเทศ เพื่อระบุนิยามเชิงปฏิบัติการ และตัวบ่งชี้พฤติกรรมที่ต้องการวัด
2. ศึกษาแนวทางการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยการวิจัยครั้งนี้สร้างแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลตามแนวคิดของ Beaumont and Soyibo (2001: 137) ซึ่งเป็นแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแบบอัตนัย แบบวัดแต่ละข้อมีการกำหนดรูปภาพ แผนผัง หรือสถานการณ์ให้นักเรียนออกแบบและเขียนอธิบายให้สอดคล้องกับตัวบ่งชี้พฤติกรรม
3. กำหนดโครงสร้างของแบบวัดทักษะ โดยวิเคราะห์นิยามเชิงปฏิบัติการ และตัวบ่งชี้พฤติกรรม เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการวัด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนข้อจำแนกตามตัวบ่งชี้พฤติกรรมตามนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

| ทักษะวิทยาศาสตร์ | นิยามเชิงปฏิบัติการ | ตัวบ่งชี้พฤติกรรม | จำนวนข้อสอบ |
|---------------------------------------|--|---|-------------|
| ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล | ความสามารถในการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองหรือจากการรวบรวมจากแหล่งข้อมูลต่างๆ มาจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ แล้วแสดงความคิด และความคิดสำคัญทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย ในรูปแบบที่ชัดเจน เช่น การสร้างตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร แผนผัง กราฟ สมการ แบบจำลอง การเขียนหรือบรรยาย | 1) สามารถจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ และเลือกรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจดีขึ้น | 1 |
| | | 2) ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ | 3 |
| | | 3) บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดและสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ | 1 |
| | | 4) บรรยายหรือวาดแผนผัง แสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ | 2 |
| รวม | | | 7 |

4. สร้างแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลให้สอดคล้องและครอบคลุมกับนิยามเชิงปฏิบัติการและตัวบ่งชี้พฤติกรรม แบบวัดทักษะนี้เป็นแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อในแต่ละข้อมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน พิจารณาความถูกต้องของรูปแบบการนำเสนอข้อมูล โดยสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ โดยข้อสอบแต่ละข้อมีระดับคะแนนไม่เท่ากัน
5. นำแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวบ่งชี้พฤติกรรม รวมทั้งพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความชัดเจน

ของการใช้ภาษา แล้วปรับปรุงและแก้ไขแบบวัดทักษะตาม
คำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

6. นำแบบวัดฉบับที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ
จำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) พิจารณา
ตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัว
บ่งชี้พฤติกรรม รวมทั้งพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและ
ความชัดเจนของการใช้ภาษาโดยพิจารณาจากค่าดัชนี
ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (Item
Objective Congruence, IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่
มีคุณภาพควรมีดัชนีความสอดคล้องมากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป
ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า แบบวัดมีความตรง
เชิงเนื้อหาเท่ากับ 0.85 (รายละเอียดปรากฏ ในภาคผนวก ง) ทั้งนี้
ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้
 - 1) ปรับปรุงและแก้ไขภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อคำถามให้
สื่อความหมายกระชับและชัดเจนเข้าใจง่าย
 - 2) ปรับปรุงและแก้ไขแผนผังให้มีความคมชัด และเพิ่มขนาด
ตัวอักษรให้อ่านชัดเจน รายละเอียดแสดงในภาคผนวก
 - 3) ควรปรับปรุงและแก้ไขจำนวนแบบวัดที่วัดซ้ำตัวบ่งชี้พฤติกรรม
เพื่อให้แบบวัดมีความเหมาะสมกับเวลามากขึ้น
7. นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรึกษาอาจารย์วิทยานิพนธ์และ
ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้น
ทดลองใช้แบบวัดทักษะกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ปี
การศึกษา 2554 โรงเรียนหัวหินวิทยาลัย จำนวน 50 คน เป็นกลุ่ม
นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
8. นำผลการวัดมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หา
คุณภาพของแบบวัดรายข้อ ซึ่งได้แก่ค่าความยาก อำนาจจำแนก
และค่าความเที่ยงของข้อสอบทั้งฉบับ โดยแบบวัดแต่ละข้อต้องมีค่า

ความยาก (p) อยู่ที่ระดับ 0.20-0.80 อำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเที่ยงมีค่าตั้งแต่ 0.75 ขึ้นไป โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ

- 1) ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดรายข้อโดยใช้สูตรของ D.R. Whitney และ D.L Sebers (1970 อ้างอิงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 199-201) พบว่า แบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูลมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.26-0.68 และค่าจำแนกอยู่ในช่วง 0.39-0.63 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง)
 - 2) ผลการวิเคราะห์ หาค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 218) พบว่าแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.87
9. นำแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลที่พิจารณาผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดจำนวน 5 ข้อให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 แบบ คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบปกติสำหรับกลุ่มเปรียบเทียบโดยมีขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และพัฒนาเครื่องมือดังนี้

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เป็นแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นภายใต้แนวทางการจัด

กิจกรรมตามรูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ของ Calik, Ayas and Coll (2007: 257-270) สำหรับนำไปทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มทดลอง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และขอบข่ายของเนื้อหารายวิชา วิทยาศาสตร์ จากเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคู่มือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง แล้วนำมากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกจากเอกสารตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ของสำนักพิมพ์นิยมวิทยา ซึ่งโรงเรียนใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มเติม เพื่อกำหนดขอบข่ายของเนื้อหาสาระ หัวข้อเรื่อง และรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละแผน ซึ่งรายละเอียดของหัวข้อเรื่อง และจำนวนคาบในการจัดการเรียนการสอน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การจำแนกจำนวนแผนตามจำนวนคาบของในแต่ละสาระในแผนการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

| ลำดับที่ | สาระ | จำนวนคาบ | จำนวนแผน |
|----------|---|----------|----------|
| 1 | โครงสร้างของโลก | 2 | 1 |
| 2 | กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนเปลือกโลก | 6 | 3 |
| 3 | ดิน | 3 | 1 |
| 4 | หิน | 5 | 3 |
| 5 | แร่และเชื้อเพลิงธรรมชาติ | 4 | 2 |
| 6 | แหล่งน้ำ | 4 | 2 |
| | รวม | 24 | 12 |

4. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ หัวข้อเรื่องที่กำหนดไว้ จำนวน 12 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอน 24 คาบ
5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วน ความเหมาะสมของเนื้อหาในแต่ละหัวข้อเรื่อง ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในแต่ละชั้นของรูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และการวัดและประเมินผล แล้วนำมาปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา
6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงและแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วน ความเหมาะสมของเนื้อหาในแต่ละหัวข้อเรื่อง ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในแต่ละชั้นตอน และการวัดและประเมินผล แล้วปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้
 - 1) การออกแบบการจัดกิจกรรม สิ่งที่ควรปรับปรุง คือ
 - ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ควรลดข้อคำถามบางส่วนและควรถามคำถามในภาพรวมโดยให้นักเรียนตอบเป็นรายบุคคลหรือเขียนลงในใบงานเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน
 - ขั้นประยุกต์ความรู้ ควรเน้นกิจกรรมที่นักเรียนได้สร้างผลงาน เช่น โปสเตอร์ แผ่นพับ แบบจำลอง หากเป็นการสร้างสถานการณ์จำลอง ผู้เรียนต้องสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้
 - 2) จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้และเวลา แต่ละแผนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน

7. ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 แผนไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ผลของการทดลองใช้พบว่า เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นมุ่งมโนทัศน์เป้าหมาย และชั้นประยุกต์ความรู้ ใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนดไว้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงและแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

3.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบ มีขั้นตอนการสร้าง การกำหนดขอบข่ายของเนื้อหาสาระ หัวข้อเรื่องและรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละแผน เช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์คือมีแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติจำนวน 12 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอน 24 คาบ ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ ตามคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนคือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรม และขั้นสรุป การเปรียบเทียบการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนระหว่างการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลักษณะการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนว
คอนสตรัคติวิสต์กับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

| รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนว คอนสตรัคติวิสต์ | การเรียนการสอนแบบปกติ |
|---|---|
| <p>ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม เป็นขั้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมในเรื่องที่จะเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย หรือเกิดประเด็นปัญหา และนำไปสู่การค้นหาคำตอบ</p> <p>ตัวอย่างกิจกรรมที่ครูนำมาใช้ เช่น</p> <p>การสร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัย การเล่าเหตุการณ์ การสาธิตทดลอง แผนภาพ แบบจำลอง ภาพยนตร์ การทดสอบหรือ การใช้คำถามปลายเปิดให้นักเรียนตอบสิ่งที่รู้และไม่รู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา</p> | <p>ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน โดยครูเป็นผู้อธิบายทำให้นักเรียนมีความอยากรู้ อยากเห็น และมีการตรวจสอบความรู้เดิมของเรื่องที่เรียนต่อไป</p> <p>ตัวอย่างกิจกรรมที่ครูนำมาใช้ เช่น</p> <p>การสนทนา ชักถาม การสร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัย การเล่าเหตุการณ์ การสาธิตทดลอง แผนภาพแบบจำลอง ภาพยนตร์หรือการทดสอบ</p> |
| <p>ขั้นที่ 2 ขั้นมุ่งมโนทัศน์เป้าหมาย เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมุ่งศึกษาค้นคว้าข้อมูล ทดลอง เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบประเด็นที่สนใจ นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม โดยนำข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าหรือการทดลองมาจัดกระทำด้วยวิธีการจัดเรียงลำดับ หาความถี่ คำนวณหาค่าใหม่ หรือจัดแยกประเภทข้อมูล แล้วเชื่อมโยงข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการทำความเข้าใจ และออกแบบการนำเสนอข้อมูลเพื่อเตรียมนำเสนอต่อไป</p> <p>ตัวอย่างกิจกรรมที่ครูนำมาใช้ เช่น</p> <p>การศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสารวิชาการ เว็บไซต์ แหล่งเรียนรู้ต่างๆ การสัมภาษณ์ การออกแบบ ทำการทดลอง และการนำข้อมูลมาจัดกระทำให้เข้าใจได้ง่าย</p> | <p>ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรม เป็นขั้นที่มีการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบ ให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง</p> <p>ตัวอย่างกิจกรรมที่ครูนำมาใช้ เช่น</p> <p>การบรรยายโดยครูการปฏิบัติการทดลอง การสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเอง</p> |
| <p>ขั้นที่ 3 ขั้นทำทนายความคิด เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการศึกษาหรือผลการทดลองที่ได้จัดกระทำ และออกแบบการนำเสนอไว้มานำเสนอแก่เพื่อนกลุ่มอื่นและครู รวมทั้งมีการทำทนายความรู้</p> | <p>ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูนำนักเรียนอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปผลการศึกษาค้นคว้าหรือทดลองซึ่งนำไปสู่การสรุปบทเรียนหรือความคิดหลัก</p> |

ตารางที่ 4 ลักษณะการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนว
คอนสตรัคติวิสต์กับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ (ต่อ)

| รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนว คอนสตรัคติวิสต์ | การเรียนการสอนแบบปกติ |
|---|---|
| <p>ความคิด โดยการอภิปรายซักถามร่วมกัน เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นมโนทัศน์ของบทเรียน ตัวอย่างกิจกรรมที่ครูนำมาใช้ เช่น การอภิปรายร่วมกัน การนำเสนอผลการศึกษาการทดสอบผลงาน</p> | <p>ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การอภิปรายโดยใช้คำถาม การเขียนแผนผังมโนทัศน์ การเขียนโปสเตอร์ การทำแบบทดสอบเล่นเกมส์เพื่อตรวจสอบและประเมินความรู้ของนักเรียนเป็นต้น</p> |
| <p>ขั้นที่ 4 ขั้นการประยุกต์ความรู้ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำมโนทัศน์ หรือทักษะที่เกี่ยวกับการจัดกระทำและการออกแบบการนำเสนอข้อมูลไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่มีความคล้ายคลึงกับบทเรียนหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน</p> <p>ตัวอย่างกิจกรรมที่ครูนำมาใช้ เช่น การมอบหมายงานให้นักเรียนออกแบบการทดลอง ออกแบบหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ สร้างแบบจำลอง จัดทำแผ่นพับเผยแพร่ความรู้ การนำเสนอโครงการที่ผู้เรียนคิดค้นหรือประดิษฐ์ขึ้น การจัดนิทรรศการหรือ สานิตผลงานของกลุ่ม</p> | |

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการสอน

- 1) ทดสอบมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและทดสอบทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบในสัปดาห์แรกก่อนทำการทดลอง โดยใช้เวลาในการสอบแบบวัดละ 90 นาที

- 2) ก่อนการทดลองใช้เวลา 1 คาบ เพื่อแนะนำวิธีการเรียนการสอน พร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์ การเก็บคะแนน และเงื่อนไขในการเรียนให้กลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบทราบ โดยแนะนำวิธีการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับนักเรียนกลุ่มทดลองเข้าใจ 3 ประเด็น ได้แก่ (1) ลักษณะของการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (2) บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน (3) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

4.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และดำเนินการสอนกลุ่มเปรียบเทียบโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ โดยในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบใช้จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ 12 แผน โดยใช้ระยะเวลาสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบเท่ากันคือ 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 24 คาบเรียน

4.3 ขั้นหลังการทดลอง

- 1) เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว ดำเนินการทดสอบหลังเรียนนักเรียนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยใช้แบบวัด 2 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล โดยใช้เวลาในการสอบแบบวัดละ 90 นาที
- 2) นำคะแนนผลการทดสอบก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและคะแนนจากแบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และคะแนนจากแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ คำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS ซึ่งมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

1. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test dependent) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มเปรียบเทียบ โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test independent) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้สถิติทดสอบที (t-test dependent) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มเปรียบเทียบ โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test independent) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีการได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

1. การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
2. การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

1. การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
2. การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติ

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

1. การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ได้ผลแสดงดังในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ย

มโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

| กลุ่มตัวอย่าง | ก่อนเรียน | | หลังเรียน | | t |
|---------------|-----------|------|-----------|------|--------|
| | \bar{X} | S.D. | \bar{X} | S.D. | |
| กลุ่มทดลอง | 33.88 | 8.68 | 69.78 | 1.96 | 30.80* |

*P< .05 (one tailed dependent t-test)

จากตารางที่ 5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีค่าเท่ากับ 33.88 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 8.68 ภายหลังจากได้รับการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แล้วคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 69.78 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.96 เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบที พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ ปรากฏผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มเปรียบเทียบ

| กลุ่มตัวอย่าง | \bar{X} | S.D. | t |
|------------------|-----------|------|-------|
| กลุ่มทดลอง | 69.78 | 1.96 | 9.29* |
| กลุ่มเปรียบเทียบ | 62.45 | 5.16 | |

*P< .05 (one tailed independent t-test)

จากตารางที่ 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 69.78 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.96 ส่วนนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 62.45 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.16 เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบที พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

1. การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ปรากฏผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

| กลุ่มตัวอย่าง | ก่อนเรียน | | หลังเรียน | | t |
|---------------|-----------|------|-----------|------|--------|
| | \bar{X} | S.D. | \bar{X} | S.D. | |
| กลุ่มทดลอง | 20.14 | 4.11 | 39.98 | 3.75 | 30.98* |

*P< .05 (one tailed dependent t-test)

จากตารางที่ 7 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีค่าเท่ากับ 20.14 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.11 ภายหลังจากได้รับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แล้วคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 39.98 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.75 เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบที พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ ปรากฏผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มเปรียบเทียบ

| กลุ่มตัวอย่าง | \bar{X} | S.D. | t |
|------------------|-----------|------|--------|
| กลุ่มทดลอง | 39.98 | 3.75 | 10.49* |
| กลุ่มเปรียบเทียบ | 29.61 | 5.81 | |

*P< .05 (one tailed independent t-test)

จากตารางที่ 8 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 39.98 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.75 ส่วนนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 29.61 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.81 เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบที พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองที่มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 2) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และ 4) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนหัวหินวิทยาลัย จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 49 คน โดยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มเปรียบเทียบเรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ ทั้งสองกลุ่มใช้ระยะเวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ รวม 24 คาบ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองและหลังทดลองด้วยแบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (t-test)

1. สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเพื่อศึกษามโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ
3. นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

2. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่ารูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนามโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลได้ การนำเสนอผลการอภิปรายจึงแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น คือ

1. ผลของการใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 และมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 แสดงว่ารูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ช่วยพัฒนามโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกให้แก่นักเรียนได้ ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับการวิจัยของ Calik, Ayas and Coll (2007); Ipek and Calik (2008) และ Calik et al. (2009) ที่พบว่า รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์พัฒนามโนทัศน์เรื่องการสลายตัวของแก๊สในของเหลว ปัจจัยที่มีผลต่อการเดือด และอัตราการละลายของสารตามลำดับของนักเรียนได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังนี้

1) นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง ในขั้นตรวจสอบความรู้เดิมนักเรียนได้ร่วมอภิปราย เขียนอธิบายหรือวาดภาพเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่จะเรียน ทำให้นักเรียนได้ระลึกความรู้เดิมเพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Llewellyn (2005: 28) ที่กล่าวว่า นักเรียนที่เข้ามาในห้องเรียนโดยมีความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการตีความและสร้างความหมายเพื่อเชื่อมโยงกับเรื่องที่กำลังจะเรียนต่อไปได้ เช่นเดียวกับแนวคิดของ Henderson (1993: 5) กล่าวว่า ความรู้เดิมใช้เป็นแนวทางในการเรียนรู้สิ่งใหม่หรือทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหาได้

2) นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองผ่านการสืบค้น สืบค้น ทดลอง และออกแบบการนำเสนอข้อมูล ในขั้นมุ่งมโนทัศน์เป้าหมาย ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนได้ทำกิจกรรมดังกล่าวควบคู่ไปกับสังเกต และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของความรู้ ซึ่งการจัดกิจกรรมดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ผ่านประสบการณ์ตรงจากการลงมือปฏิบัติ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเชิงประจักษ์ เข้าใจปัญหาและมีแนวทางในการค้นหาคำตอบ นอกจากนั้นนักเรียนได้ออกแบบการนำเสนอข้อมูล ซึ่งนักเรียนได้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อวางแผนและจัดระบบการเขียนแล้วเรียบเรียงข้อมูลให้เป็นระเบียบ และออกแบบสร้างเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้แสดงออกมาเป็นรูปธรรม ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของ

เนื้อหาและอธิบายมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังทำให้เกิดการจัดระบบของเนื้อหาซึ่งง่ายต่อการจำ สอดคล้องกับแนวคิดของ Bromley et al. (1995: 14) ที่กล่าวว่า การที่ผู้เรียนได้สื่อสารและนำเสนอความคิด ความเข้าใจออกมาเป็นแผนภาพจะทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาได้ชัดเจนมากขึ้น และสอดคล้องกับแนวคิดของ Kolodner (2006: 168) กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยการออกแบบเป็นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยการเรียนรู้แบบร่วมมือรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และสื่อความหมายในรูปแบบต่างๆที่เหมาะสมทำให้นักเรียนเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hmelo et al. (1997) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้ด้วยการออกแบบและสร้างแบบจำลองมีคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

3) นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และนำเสนอข้อมูล ในชั้นทำทฤษฎีความคิด นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสะท้อนความคิดกับเพื่อนและครู ซึ่งจากผลสะท้อนกลับของครู และการอภิปรายกับเพื่อนต่างกลุ่มทำให้นักเรียนสามารถประเมินการเรียนรู้ของตนเองและตรวจสอบความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของเรื่องที่เรียนได้ และการนำเสนอข้อมูลด้วยแผนผังต่างๆ ตาราง วงจร สมการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดเป็นความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้เรียน และยังช่วยให้ผู้สอนมองเห็นความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียนได้

4) นักเรียนได้จัดทำแผ่นพับเผยแพร่ความรู้ สมุดเล่มเล็ก โปสเตอร์ และเขียนอธิบายการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ในชั้นประยุกต์ความรู้ ทำให้นักเรียนต้องนำมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สำหรับแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ สอดคล้องกับ Lawson (1995: 134-135) ที่กล่าวว่า การนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์นั้นให้มากยิ่งขึ้น

2. ผลของการใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 และมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไป

ตามสมมติฐานข้อ 4 แสดงว่ารูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ช่วยพัฒนาทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลให้นักเรียนได้ อาจเนื่องมาจากเหตุผลต่อไปนี้

1. นักเรียนได้ออกแบบสร้างตาราง กราฟ แผนผัง วงจร สมการ และแบบจำลองร่วมกันเป็นกลุ่ม ในขั้นมุ่งมโนทัศน์เป้าหมาย การที่นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม วิเคราะห์จัดกลุ่มความสัมพันธ์ของข้อมูล ตัดสินใจเลือกและสร้างรูปแบบที่เหมาะสมกับเนื้อหา พร้อมทั้งแก้ไขปรับปรุงจนกระทั่งได้รูปแบบที่ดีที่สุด ทำให้นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่กระชับรัดและชัดเจนขึ้น จากกิจกรรมดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาการออกแบบนำเสนอข้อมูลได้ และสามารถนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย สอดคล้องกับแนวคิดของ พวงทอง มีมั่งคั่ง (2537: 47) และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 17) ที่กล่าวว่า นักเรียนที่มีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลนั้นต้องสามารถเลือกรูปแบบเพื่อเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจดีขึ้น

2) นักเรียนได้นำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้ ในขั้นทำทหายความคิด ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยน เรียนรู้และสะท้อนความคิดกับเพื่อนและครู ทำให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ เปรียบเทียบรูปแบบการนำเสนอ ระบุจุดเด่นจุดด้อยของรูปแบบ ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับของครูและเพื่อนทำให้นักเรียนสามารถประเมินวิธีการจัดกระทำข้อมูลและรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอได้ ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกหรือปรับรูปแบบให้เหมาะสมกับเนื้อหา จากกิจกรรมดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนมีความชำนาญในการเลือกและสร้างรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้ถูกต้องและดีขึ้น

3) นักเรียนได้ออกแบบสร้างโปสเตอร์ สมุดเล่มเล็ก และเขียนอธิบายการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ในขั้นประยุกต์ความรู้ ทำให้นักเรียนต้องนำหลักการ วิธีคิดที่เกี่ยวกับการจัดกระทำข้อมูล การออกแบบและการสร้างรูปแบบของการนำเสนอข้อมูลมาวิเคราะห์ ตัดสินใจเลือก ออกแบบและสร้างรูปแบบการนำเสนอด้วยตนเองอีกครั้ง ส่งผลให้นักเรียนมีความชำนาญในการสร้างรูปแบบสำหรับนำเสนอข้อมูลได้ถูกต้องและดียิ่งขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สามารถพัฒนามโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการวิจัยครั้งนี้ การนำรูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ขั้นตอนไปใช้มีข้อเสนอแนะคือ ในการจัดการเรียนการสอนในสัปดาห์แรกๆ ครูควรแสดงตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลที่หลากหลายให้นักเรียนเช่น การสร้างตารางเปรียบเทียบ แผนผัง วงจรสมการ เพื่อที่นักเรียนจะได้นำไปพัฒนาการนำเสนอของตนเองต่อไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการศึกษาวิจัยการจัดการเรียนการสอนนิเทศศาสตร์โดยใช้

รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับสาขาวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ธรณีวิทยา ดาราศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พร้อมทั้งวิจัยเนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับรูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

2.2 ควรทำการศึกษาวิจัยโดยใช้รูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนว

คอนสตรัคติวิสต์ไปใช้กับการเรียนการสอนในตัวแปรอื่นคือ ความสามารถในการวิเคราะห์ เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลดิบมาจำแนก แยกแยะส่วนย่อยของเนื้อเรื่องต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด ส่วนย่อยที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความเป็นมาของเหตุการณ์หรือเนื้อเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความเข้าใจจนสามารถนำไปสู่การสรุปเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กมลรัตน์ หล้าสูงวงศ์. 2538. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เกียรติสุดา รวยดี. 2551. การพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยการจัด
ประสบการณ์ปฏิบัติการทดลองประกอบอาหารเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ
วิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตรและ
การสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2540. การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็น
ศูนย์กลาง. กรุงเทพมหานคร: ครุสภา ลาดพร้าว.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2545. แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545-2559).
กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิก.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2547. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ
พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิก.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2554. แผนการพัฒนากการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 11
(พ.ศ. 2555-2559). กรุงเทพมหานคร: สำนักนายกรัฐมนตรี.

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2525. ชุดการเรียนการ
สอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัย.

ชัยณรงค์ แก้วสุก, 2550. ผลการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบED³U ร่วมกับคอมพิวเตอร์
สถานการณ์จำลองที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการ
เรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต, ภาควิชา
หลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษาคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชุตินา รอดสุด. 2550. ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยา
และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.
วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชูชีพ อ่อนโคกสูง. 2518. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, สถาบัน. ค่าสถิติ [ออนไลน์]. 2552. แหล่งที่มา:

<http://www.niets.or.th/O-net.html> [21 มีนาคม 2555]

ทรัพยากรธรณี, กรม. 2553. การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี.

กรุงเทพมหานคร: จันวณิชย์ ซีเคียวริตี้พริ้นท์ติ้งจำกัด.

ธีระชัย ปุณฺณโชติ. 2537. หน่วยที่ 1 ประวัติ ปรัชญา และวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์ประมวลสาระ
ชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์หน่วยที่1-4. กรุงเทพมหานคร:
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

นาคยา ปิลาณธนานนท์. 2542. การเรียนรู้ความคิดรวบยอด (Concept Learning).

กรุงเทพมหานคร: เจ้าพระยาระบบการพิมพ์.

ทีศนา เขมมณี. 2551. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี

ประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, สถาบัน. 2553. วิกฤตการศึกษาไทย. กรุงเทพมหานคร.

บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2540. ทฤษฎีและแนวคิดเรื่องการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม.

กรุงเทพมหานคร: โครงการพัฒนาการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการศึกษา
แห่งชาติ.

ปิยะณัฐ นันทการณ. 2551. ผลของการเรียนรู้ด้วยการออกแบบที่มีต่อทัศนคติทางชีววิทยาและ

ความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา วงศ์ชูศิริ. 2525. การจัดลำดับเนื้อหาและประสบการณ์ เอกสารการสอนชุดวิชาการสอน
วิทยาศาสตร์หน่วยที่ 1- 7 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. กรุงเทพมหานคร: ยูไนเตค
โปรดักชัน.

ผดุงยศ ดวงมาลา. 2543. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. 2548. วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป.

กรุงเทพมหานคร :สำนักพิมพ์บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และคณะ. 2549. วิธีวิทยาการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ด้วยหลักการสอน 3S+I การบูรณาการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพมหานคร :
สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2550. ปรับเปลี่ยนวิธีเรียน เปลี่ยนวิธีสอน วิทยาศาสตร์สู่ห้องเรียนแห่ง

การคิด. กรุงเทพมหานคร : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พวงทอง มีมั่งคั่ง. 2537. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. วิทยาลัยครูพระนคร: ภาควิชา

ภาพ เลหาไพบุลย์. 2537. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

มังกร ทองสุชาติ. 2521. โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์

ครูสภาลาดพร้าว.

เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. 2550. การจัดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้.

กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2.

กรุงเทพมหานคร: ชมรมเด็ก.

วิภาภรณ์ บุญสิทธิศักดิ์. 2540. การสร้างแบบฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลใน

วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

วีระชาติ สวนไพรินทร์. 2531. การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณทิพา รอดแรงคำและจิต นวนแก้ว. 2532. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน.

กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพมหานคร :

เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์, 2544.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2544. การประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหา. พิมพ์ครั้งที่ 2.

กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ศิริวรรณ ศรีพหล. 2536. การวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเรียน. ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนา

หลักสูตรและวิทยวิธีทางการสอน หน่วยที่ 8-11. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัย

ธรรมธิราช.

ศึกษานิเทศก์, กระทรวง. 2545. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.

กรุงเทพมหานคร: องค์การข้าราชการครูสภา.

- ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2551. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- โศจิกานต์ ศรีวิเชียร. 2540. การเปรียบเทียบค่านิยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการที่มีการใช้แบบฝึกกิจกรรมปัญหาพิเศษทางชีววิทยาและคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. วิชาเอกการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2546. คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2551. รายงานการประเมินผลการเรียนรู้จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA 2006). กรุงเทพมหานคร: เซเว่นพรินต์ติ้งกรุ๊ป.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2553. ตัวอย่างข้อสอบที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามโครงการวิจัยนานาชาติ TIMSS 2007. กรุงเทพมหานคร: เซเว่นพรินต์ติ้งกรุ๊ป.
- สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. 2542. ยุทธศาสตร์การสอน. วารสารวิชาการ. 2(1): 51-79.
- สุจินต์ วิศวะจิรัฐรัตน์. 2543. ผลของการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมและการใช้แฟ้มผลงานในการสอนหัวข้อเรื่องพลังงานกับชีวิตและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุจิตต์ เพ็ชรชอบ และสายใจ อินทร์มพรรย์. 2543. ทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาที่ต้องนำมาใช้ในการสร้างแบบฝึก. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- สุนีย์ คล้ายนิล และปรีชา เดชศรี. 2550. การวัดผลประเมินผลเพื่อคุณภาพการเรียนรู้และตัวอย่างข้อสอบจากโครงการการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ. เอกสารเพื่อการพัฒนาวิชาชีพครูสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: เซเว่น พรินต์ติ้ง.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2545. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม 1-2. กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุคส์เซนเตอร์.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. 2517. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช

สำนักข่าวไทย. แผ่นดินไหวเฮติ ทำเนียบถล่ม[Online]. Available from:

<http://breakingnews.nationchannel.com/read.php?newsid=426498> [2010, February 14]

สำนักข่าวประชาสัมพันธ์. สถานการณ์แผ่นดินไหวที่ จีน ได้ปรับระดับความรุนแรงเป็นระดับ 7.9 ริคเตอร์[Online]. Available from:

<http://accomthailand.wordpress.com/2008/05/13/>[2010, February 14]

อนุสรณ์ เสนโสภา, 2550. ผลการเรียนรู้การสอนสืบสอบร่วมกับการใช้บทเรียนเว็บควอสท์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารี พันธุ์มณี. 2544. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: เลิฟแอนด์ลิฟเพรส.

ภาษาอังกฤษ

Abruscato, J. 1992. Teaching Children Science. Boston: Allyn and Bacon.

American Association for The Advancement of Science. 1974. Science : A Process Approach Commentary For Teachers. United States of America: Xerox Corporation.

Arends, R. I. 1998. Learning to teach. 4th ed. Boston: McGraw-Hill.

Ausubel, D.P. 1968. Education psychology: A cognitive view. New York: Holt Rinehart and Winstan.

Bati. K., Erturk. G., and Kaptan. F. 2010. The awareness levels of pre-school education teachers regarding science process skills. Procedia Soial and Behavioral Science. 14: 1993-1999

Bayram, C. 2007. Comparison of student' Performance on Algorimic, Conceptual and Graphical Chemistry Gas Problems. Science Education Technology 16: 379-386.

Bentley, M., Ebert, C.,and Ebert, E. S. 2000. A Constructivist Approach to Teaching Elementary and Middle School Science. USA: Wadsworth/Thomson Learning.

Beaumont, Y., and Soyibo, K. 2001. An Analysis of High School Students'Performance on Five Integrated Science Process Skills. Research in Science &

- Technological Education. 19(2): 133-145.
- Brooks, G.J., Brook, S.G., Martin. 1993. The Case for Constructivist Classrooms. New York: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Brotherton, P.N., and Preece, P. F. W. 1995. Science process Skills: their nature and interrelationships. Research in Science & Technological Education. 13(1): 5-11.
- Bruner, J. 1978. Toward a Theory of Instruction. Massachusetts: Bellena.
- Campbell, D. T. and Stanley, J. C. 1963. Experimental and quasi-experimental designs for research. Boston : Houghton Mifflin
- California Department of Education. 2009. Science Content Standards for California Public Schools. [Online]. Available from:
[http://www.acara.edu.au/verve/resources/ California Curriculum-Science](http://www.acara.edu.au/verve/resources/California%20Curriculum-Science.pdf). PDF [2011, March 10]
- Çalık, M., Ayas, A., Coll, R.K., Ünal, S., Costu, B. 2007. Investigating the effectiveness of a constructivist- based teaching model on student understanding of the Dissolution of gases in liquids. Journal of Science Education and Technology. 16(3): 257-270.
- Calık M. 2008. Facilitating students' conceptual understanding of boiling using a Four-step constructivist teaching method. Journal of Science Education and Technology. 26(1): 59–74.
- Calık, M., Ayas, A., and Coll, R. K. 2009. Investigating the Effectiveness of Teaching Methods Based on a Four-Step Constructivist Strategy. Journal of Science Education and Technology.
- Campbell, D. T. and Stanley, J. C. 1963. Experimental and quasi-experimental designs for Research. Boston: Houghton Mifflin.
- Carin,A.,and Sund R.B. 1975. Teaching Science through Discovery. 3rd ed. Ohio: Bell & Howell
- Cem, A., Carend, T., and Omer, G. 2003. Using the Conceptual Change Instruction to Improve Learning. Journal of Biological Education 37(3): 133-137.
- Cobb, P. 1994. Where is the Mind? Constructivist and Social Cultural Perspectives on Mathematical Development. Educational Research. 23(7): 13 – 20.

- Collete, A. T. 1973. Science Teaching in the Secondary School: A Guide for Modernizing Instruction. Boston: Allyn and Bacon.
- Cruikshank, D. R., Bainer, D. L., and Metcalf, K. K. 1995. The act of teaching. 5th ed. New York: McGraw-Hill.
- Devito, A., Krockover, H.G. 1976. Creative Sciencing Ideas Activities for Teacher and Children. Little: Brown and Company, Inc.
- Didem, K., and Necdet, S, 2009. Development of a Two-Tier Diagnostic Test to Determine Student' Understanding of concept in Genetic. Eurasian Journal of Educational Research. 36: 227-244.
- Dillashaw, F. G and Okey, J. R. 1980. Test of the Integrated Science Process Skills for Secondary Science Students. Science Education. 64(5): 601-608.
- DeCecco, J. P. and Crawford, W. R. 1974. The Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology. 2nd ed. Englewood: Pentice-Hall.
- DeCecco, J. P. 1968. The Psychology of Learning and Instruction. New York: Pentice-Hall.
- Esen, U., and Omer, G. 2005. Effect Conceptual Change Approach Accompanied with Concept Mapping on Understanding of Solution Concept. Instructional Science. 33: 311-339.
- Enger, S.K., and Yager, R. E. 2001. Assessing Student Understanding in Science, A Standards-Based K-12 Handbook. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, Inc.
- Ernest, P.T. 1996. Constructivism: Theory, perspective, and practice. New York: Teacher College Press.
- Feldmad, R. S. 1990. Understanding Psychology. 5th ed. New York: McGrew-Hill.
- Fosnot, C.T. 1996. Constructivism : Theory, Perspective and Practice. New York: Teacher College Press.
- Gagne, R.M. Psychology Issues in Science A Process Approach in Psychological Bases of Science a Process Approach. Washington D.C. : American Association for The Advancement of Science, 1965.

- Gibson, J. T. 1980. Psychology. For the classroom. New Jersey: Prentice-Hall.
- Gunter, M. A., Ester, T. H., and Sduvad, J. 1995. Instruction: a model approach. Boston: Allyn and Bacon.
- Good, C. V. 1959. Dictionary of Education. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book.
- Goodwin, W. L. and Klausmeier, H. J. 1995. Facilitating student learning; An introduction to education psychology. New York: Harrer and Row.
- Harlen, W. 1996. The Teaching of Science in Primary Schools. London: David Fulton.
- Huseyin, K., and Sabri, K. 2007. Secondary School Student' Misconceptions about Simple Electric Circuits. Turkish Science Education. 4: 67-82.
- Ipek, H. and Muammer Çalık, M. 2008. Combining Different Conceptual Change Methods within Four-Step Constructivist Teaching Model: A Sample Teaching of Series and Parallel Circuits. International Journal of Environmental & Science Education. 3(3): 143-153.
- Jacobson, W. J., and Bergman, A. B. 1991. Science for children a book for teacher. 3rd ed. Englewood Cliffts, New Jersey: Prentice Hall.
- Lapp, D., et al. 1975. Teaching and Learning: Philosophical Psychological Curricular Applications. New York: Macmillan.
- Lawson, E. A. 1995. Science teaching and the development of thinking. Belmont: Wadswort.
- Lawson, A. E. 2000. What Kind of Science Concepts Exist? Concept Construction and Intellectual Development in College Bioligy. Journal of Research in Science Teaching. 9: 996-1018.
- Lind, K. K. 2000. Exploring Science in Early Childhood Education: a development approach. 3rd ed. University of Louisville. Delmar Thomson Learning. USA.
- Llewellyn, D. 2005. Teaching High School Science Through Inquiry. California: Corwin Press and National Science Teachers Association Press: 55-61.
- Laugksch, R. C. 1999. Scientific Literacy: A Conceptual Overview. South African Foundation for Research Development, 95(10), 71–94.

- McDonald, F. J. 1960. Educational Psychology. 2th ed. San Francisco: Wadsworth Publishing.
- Martin, Raiph E. 1994. Teaching Science for all Children. United States of American.
- Martorella, P.H. 1994. Social studies for elementary school children: developing young Citizens. New Tork: Macmikkan College.
- Matthews, M. R. 2002. Constructivism and science education: A further appraisal. Journal of Science Education and Technology. 11(2): 121–134.
- Meng, E., and Doran, R. L. 1993. Improving Instruction and Learning through Evaluation Elementary School Science. Columbus, Ohio: ERIC.
- Monhardt, L. 2006. Creating a Context for the Learning of Science Process Skills Through Picture Books. Journal Early Childhood Education. 34(1): 67-71.
- Monica, K. M. M. 2005. Development and validation of a test of integrated science process skills for the further education and training learners. In the Faculty of Natural and Agricultural Science University of Pretoria South Africa.
- Morse, W. C., and Wingo, G. M. 1995. Psychology and Teaching. Chicago: Scott, Foresman
- Myers, E. 2006. A Personal study of science process skills a general physics Classroom. A Capstone submitted in partial fulfillment of requirement for the degree of Masters of Arts in Education, Natural Science/Environmental Education.
- National Curriculum Board. 2009. Shape of the Australian Curriculum: Science [Online]. Available from: <http://www.acara.edu.au/verve/resources/AustralianCurriculum-Science>. PDF [2011, March 10]
- National Research Council. 1996. National science education standards. Washington DC: National Academy Press.
- Nehm, R. H., and Schonfeld, I. S. 2008. Measuring Knowledge of Natural Selection: A Comparison of The CINS, an Open-Response Instrument, and an Oral Interview. Journal of Research in Science Teaching 45(10): 1131-1160.
- Nitko, J. A. 2007. Educational Assessment of Students. United States of America:

Pearson Prentice Hall.

- Odum, A. L. and Kelly, P. V. 2001. Integrating Concept Mapping and The Learning Cycle to Teach Diffusion and Osmosis Concept to High School Biology Students. Science Education. 85: 615-635.
- OECD. 2007. PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World, Volume I: Analysis, OECD, Paris (17).
- Ontario. 2007. Science and Technology. [Online]. Available from <http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/scientec18currb.pdf>
- Organization for Economic Co-operation and Development. 2009. PISA 2009 Assessment Framework: Key competencies in reading, mathematics and science. [Online]. Available from: <http://www.oecd.org/dataoecd/11/40/44455820.pdf> [2011, October 28]
- Padilla, M. J. 1990. The Science Process Skills. National Association for Research in Science Teaching Publication: Research Matters-to the Science Teacher.
- Padilla, M., Cronin, L., and Twiest, M. 1985. The development and validation of the test of basic process skills. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, French Lick, IN.
- Ralph, E. and Martin, Jr. 1994. Teaching Science for All Children. Boston: Allyn and Bacon
- Savery, J.R., and Duffy, T.M. 1995. Problem based teaching: An instructional model and its constructivist framework. Education Technology. 35: 1-38.
- Schulte, P. L. 1996. Definition of Constructivism. Science Scop. 25-27.
- Simmons, P. C., Griffin, C. C., and Karneenui, E. J. 1998. Effect of teacher construct pre and post graphic organizer instruction on six grade science student's comprehension and recall. Journal of Education Research. 82(1): 15-21.
- Smith, W. A., et al. 2005. Instruction design. 3rd ed. Danvers, MA: John Wiley & Sons.
- Sund, Robert B. 1976. Piaget for Education A multimedia Program. Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company, A Bell & Howell Company.
- Sutherland, P. 1992. Cognitive development today: Piaget and his critic. London: Paul

Chapman.

Tek, O. E. and Ruthven, K. 2005. Acquisition of Science Process Skills Amongst from 3 student in Malaysian Smart and Mainstream school. Journal of Science and Mathematics Education in S.E Asia. 20(1): 103-124.

The National Assessment of Education Process. Measueing the Process of Science of Science Objectives. Science Education. 62 (January 1978): 19-30

Weil, M. and Joyce, B. 1978. Information processing model of teaching. New Jersey: Prentice-Hall.

Woolfolk, A.E. 1995. Education psychology.6th ed. Boston: Allyn and Bacon

Yager. 1991. The Constructivist Learning Model. The Science Teacher. 58(6): 55-56.

Yao, Y. Y. 2006. The Ontario Curriculum Grades 1-8 Science and Technology.

[Online].Available form:

<http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/scientec18currb.pdf> [2011

November 11].

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

1. อาจารย์ ดร.วิชัย จุฑะโกสิทธิ์ตานนท์ อาจารย์ประจำภาควิชาธรณีวิทยา
คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์กนกศักดิ์ ทองตั้ง นักวิชาการสาขามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี (สสวท.)
3. อาจารย์ไพศาล อาสน์ทอง อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์โรงเรียนหัวหินวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

1. อาจารย์ ดร.อาภาภรณ์ สกุลภาวะเวก อาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. อาจารย์กนกศักดิ์ ทองตั้ง นักวิชาการสาขามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี (สสวท.)
3. อาจารย์เฉลิมวรรณ แพงภูงา อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการ
 4. เรียนรู้
วิทยาศาสตร์ (ชำนาญการพิเศษ)
โรงเรียนศรีฟไทยสมันต์

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1. รองศาสตราจารย์เพียว ยินดีสุข อาจารย์พิเศษ
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เปี่ยม แก้วสวัสดิ์ อาจารย์ประจำสาขาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์
ทั่วไป
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
3. อาจารย์พูนทรัพย์ ไชคิรินทร์ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวังไกลกังวล

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
2. แบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ตัวอย่างแบบวัดมโนทัศน์
เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

คำชี้แจงในการทำแบบวัด

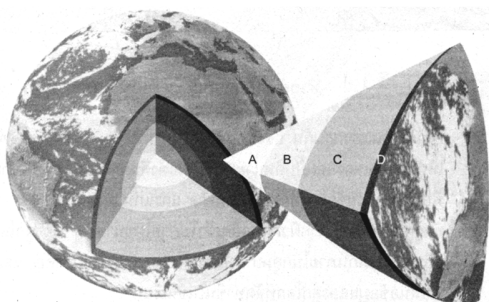
1. แบบวัดมโนทัศน์ฉบับนี้ มีทั้งหมด 16 หน้า จำนวนข้อสอบ 25 ข้อ
คะแนนเต็ม 80 คะแนน เวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ 90 นาที
2. ข้อสอบทั้งหมดเป็นแบบอัตนัย โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายให้ชัดเจนและครอบคลุมข้อ
คำถาม
3. นักเรียนทำข้อสอบโดยใช้ปากกาสีน้ำเงิน เขียนด้วยตัวบรรจงอ่านง่าย และสะอาด
เรียบร้อย
4. ให้นักเรียนส่งแบบวัดมโนทัศน์คืนผู้คุมสอบเมื่อครบเวลาตามที่กำหนด

แบบวัดมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ชื่อ..... สกุล เลขที่ ชั้น

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านคำถามและเติมข้อความหรือเขียนอธิบายให้ชัดเจนถูกต้อง

1. ให้นักเรียนพิจารณาภาพโครงสร้างภายในโลกต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 1.1-1.2



ภาพ ก โครงสร้างภายในโลก

1.1 A B C และ D คืออะไร และมีธาตุชนิดใดเป็นองค์ประกอบ (4 คะแนน)

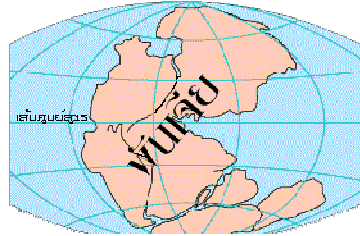
- A คือ ประกอบด้วยธาตุ
- B คือ ประกอบด้วยธาตุ
- C คือ ประกอบด้วยธาตุ
- D คือ ประกอบด้วยธาตุ

1.2 A กับ B มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (2 คะแนน)

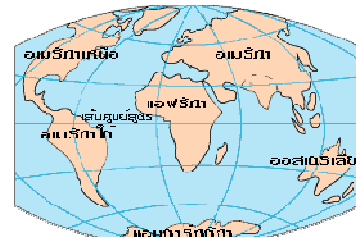
ตอบ

.....

2. ให้นักเรียนพิจารณาภาพ ก และ ข ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 2.1-2.2



ภาพ ก



ภาพ ข

2.1 จากคำกล่าวที่ว่า “ในอดีตโลกของเรามีพื้น**ทวีปใหญ่**เพียงทวีปเดียว เป็นแผ่นดินที่ไพล่ขึ้นมาจากผิวน้ำต่อกันเป็นแผ่นเดียว” นักเรียนคิดว่า**ทวีปใหญ่**ตรงกับแผนภาพใด (1 คะแนน)

ตอบ

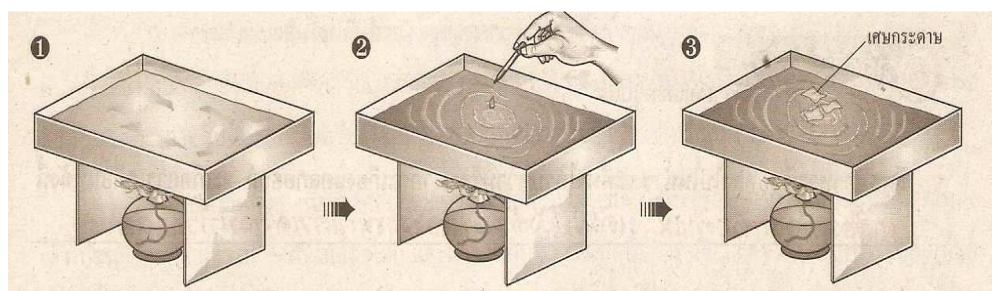
.....

2.2 ภาพ ข ปัจจุบันประเทศอินเดียตั้งอยู่บนแผ่นเปลือกโลกแผ่นใด (1 คะแนน)

ตอบ

.....

3. ให้นักเรียนพิจารณาภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 3.1- 3.2



3.1 ตะเกียงแอลกอฮอล์ สีส้มอาหาร และแผ่นกระดาษเปรียบเทียบกับองค์ประกอบใดของโลก (3 คะแนน)

- ตะเกียงแอลกอฮอล์ เปรียบเทียบกับ
- สีส้มอาหาร เปรียบเทียบกับ
- แผ่นกระดาษ เปรียบเทียบกับ

3.2 แผ่นเปลือกโลกเคลื่อนที่ได้อย่างไร (2 คะแนน)

ตอบ

.....

4. ให้นักเรียนพิจารณาภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม ข้อ 4.1-4.2



ภาพ ค การเกิดแนวเทือกเขาจากการเคลื่อนที่ของเปลือกโลก

4.1 แนวเทือกเขาเกิดขึ้นได้อย่างไร (1 คะแนน)

ตอบ

.....

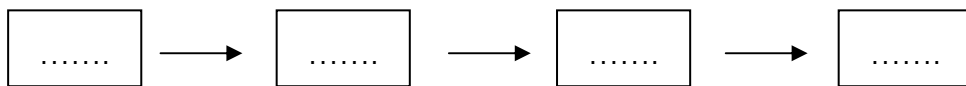
4.2 ยกตัวอย่างเทือกเขาที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ดังกล่าว (1 คะแนน)

ตอบ

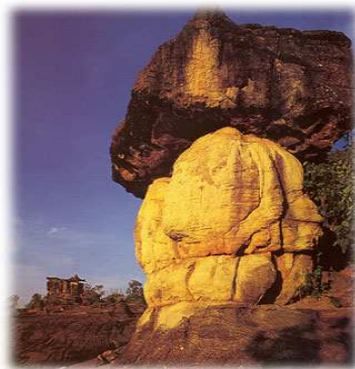
.....

5. (1) ส่งอิทธิพลไปยังบริเวณรอบ ๆ ในรูปของคลื่น
- (2) การขยายตัวและหดตัวไม่สม่ำเสมอของเปลือกโลก
- (3) ความร้อนจากแก่นโลกทำให้เปลือกโลกส่วนล่างขยายตัวได้มากกว่าผิวโลกส่วนบน
- (4) เกิดแรงดันทำให้รอยแตกระหว่างแผ่นเปลือกโลกบางแห่งแยกออกจากกัน และบางแห่งเคลื่อนที่เข้าชนกัน

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความด้านบนแล้วนำหมายเลขหน้าข้อความมาเรียงลำดับเหตุการณ์การเกิดแผ่นดินไหวให้ถูกต้อง (4 คะแนน)



6. ให้นักเรียนพิจารณาภาพแล้วตอบคำถามต่อไปนี้



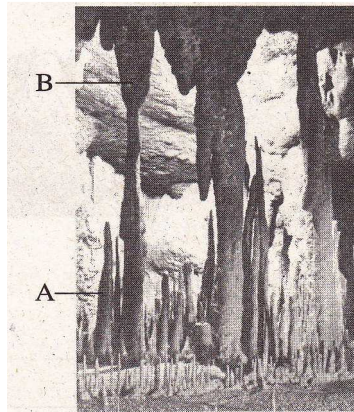
ภาพ ง การพุ่งอยู่กับที่และการกักร้อนของเปลือกโลก

ปัจจัยใดที่ทำให้เปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงดัง ภาพ ง (1 คะแนน)

ตอบ

.....

7. ให้นักเรียนพิจารณาภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 7.1-7.2



7.1 โครงสร้าง A และ B คืออะไร และโครงสร้างดังกล่าว
เกิดจากสาเหตุใด

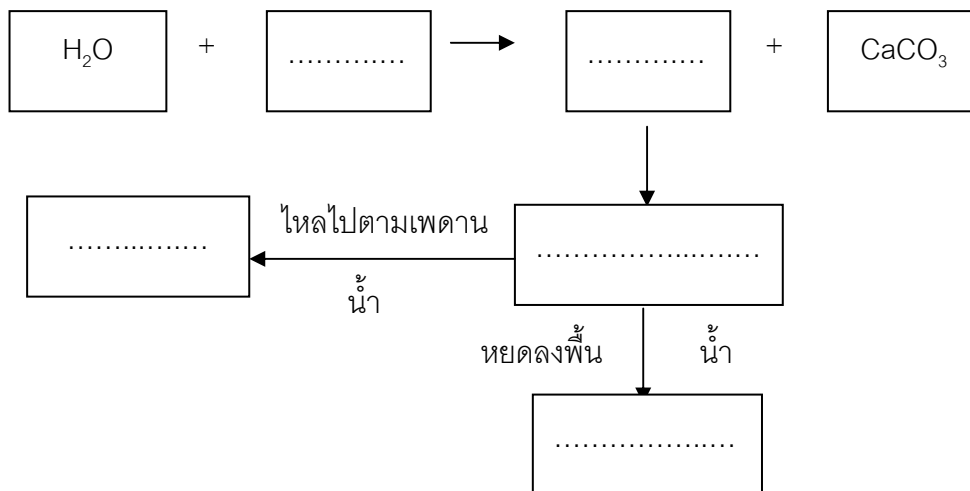
โครงสร้าง A คือ (1 คะแนน)

โครงสร้าง B คือ (1 คะแนน)

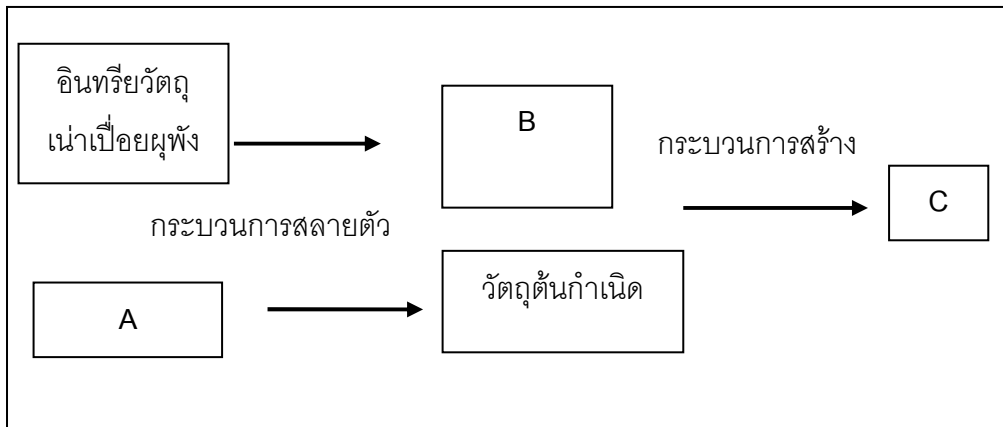
โครงสร้าง A และ B เกิดจากสาเหตุ
.....
..... (1 คะแนน)

ภาพ ก การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเปลือกโลก

7.2 ให้นักเรียนเติมคำลงในแผนภาพการเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวให้ถูกต้อง (5 คะแนน)



8. ให้นักเรียนพิจารณาแผนภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 8.1-8.2



แผนภาพ ข

8.1 A และ B คืออะไร (1 คะแนน)

A คือ

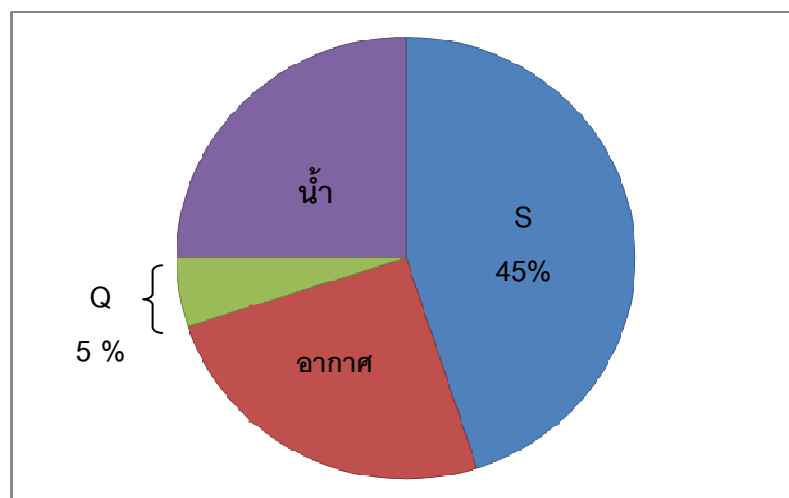
B คือ

8.2 C เกิดขึ้นได้อย่างไร (2 คะแนน)

ตอบ

.....

9. ให้นักเรียนพิจารณาแผนภาพแล้วตอบคำถามต่อไปนี้



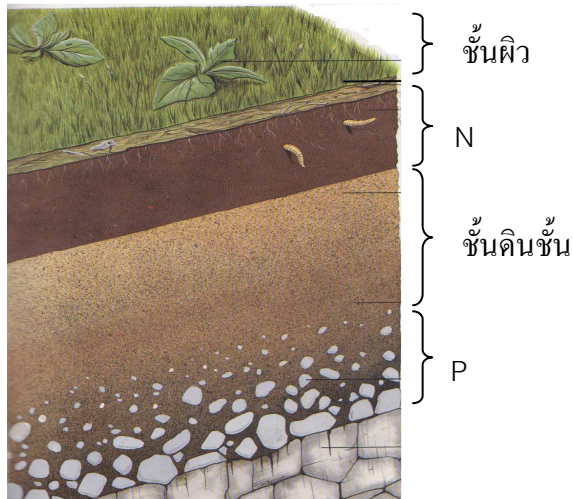
แผนภาพ ค อัตราส่วนองค์ประกอบของดิน

Q และ S คืออะไร (1 คะแนน)

Q คือ

S คือ

10. ให้นักเรียนพิจารณาแผนภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 10.1-10.2



แผนภาพ ง ชั้นหน้าตัดดิน

10.1 โครงสร้าง N และ P คืออะไร (1 คะแนน)

N คือ

P คือ

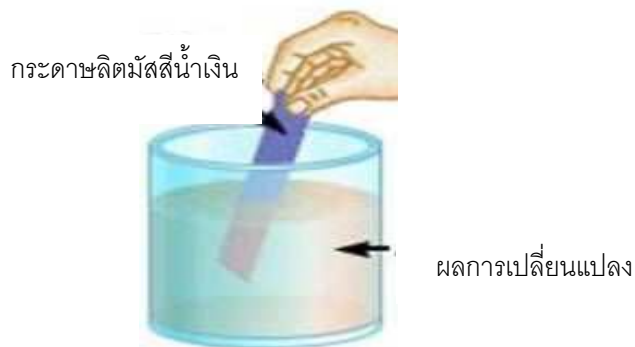
10.2 ให้ระบุสมบัติของดินชั้นบนและดินชั้นล่างลงในตารางที่กำหนดให้ต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

(2 คะแนน)

| ชั้นของดิน | สมบัติของดิน | |
|-------------|--------------|----------|
| | สีดิน | ความพรุน |
| ดินชั้นบน | | |
| ดินชั้นล่าง | | |

11. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 11.1-11.2

“สวนมะม่วงของนักรบ ทำการไถพรวนดินและใส่ปุ๋ยเคมีเป็นประจำ เมื่อนำดินมาพิจารณาปรากฏว่า ดินมีสีอ่อน เนื้อดินหยาบ นอกจากนั้นผลผลิตที่ได้ยังมีปริมาณลดลง ใบเริ่มเหี่ยว และร่วงลงพื้นดินมากขึ้น เมื่อนำดินมาตรวจสอบสภาพความเป็นกรด-เบสด้วยกระดาษลิตมัส พบว่าได้ผลดังปรากฏในภาพ”



ภาพ จ ผลการตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของดิน

11.1 ดินมีสมบัติอย่างไร และเกิดจากสาเหตุใด (1 คะแนน)

ดินมีสมบัติเป็น เกิดจาก

11.2 ถ้าต้องการปรับสภาพดินให้มีสภาพเป็นกลางทำได้อย่างไร (1 คะแนน)

ตอบ

.....

.....

12. ให้นักเรียนพิจารณาภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 12.1-12.2



ภาพ ก



ภาพ ข

12.1 ให้ระบุวิธีการอนุรักษ์และพัฒนาดินที่ปรากฏในภาพ ก และ ข (2 คะแนน)

ภาพ ก คือ

ภาพ ข คือ

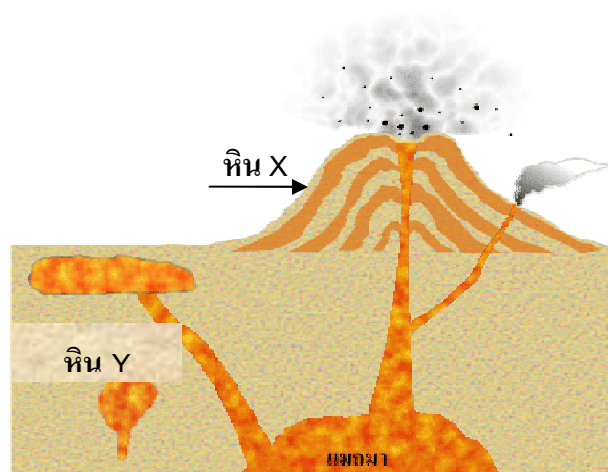
12.2 วิธีการดังภาพ ก และ ข มีประโยชน์อย่างไร (2 คะแนน)

ตอบ

.....

.....

13. ให้นักเรียนพิจารณาภาพแล้วตอบคำถามต่อไปนี้



ภาพ ฉ การเกิดหิน

กระบวนการเกิดหิน X และ Y เหมือนกันหรือแตกต่างกัน และอย่างไร (3 คะแนน)

ตอบ

.....

.....

14. “การผุสลายของหินต่างๆบนผิวโลก ทำให้เกิดการพัดพา ทับถมเป็นชั้นๆ และการอัดตัวของ
กรวด ททราย เศษหินและดิน รวมทั้งซากพืชซากสัตว์ โดยมีวัตถุประสงค์ประสานในธรรมชาติเช่น
ซิลิกา เหล็กออกไซด์ แคลเซียมคาร์บอเนต ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมประสานให้เนื้อหินติดเป็นหิน
แข็ง” จากข้อความดังกล่าวเป็นการกำเนิดหินชนิดใด (1 คะแนน)

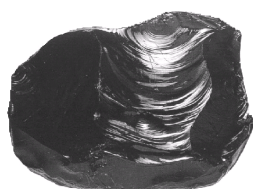
ตอบ

.....

.....

15. ให้ระบุชื่อ และการนำไปใช้ประโยชน์ของหินจากภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ (4 คะแนน)

15.1



ชื่อ

ประโยชน์ 1.

2.

15.2

แปรสภาพมาจากหินแกรนิต หินทราย

เนื้อแน่น มีแร่เฟลด์สปาร์แทรกอยู่

ภายใน

ชื่อ

ประโยชน์ 1.

2.

15.3



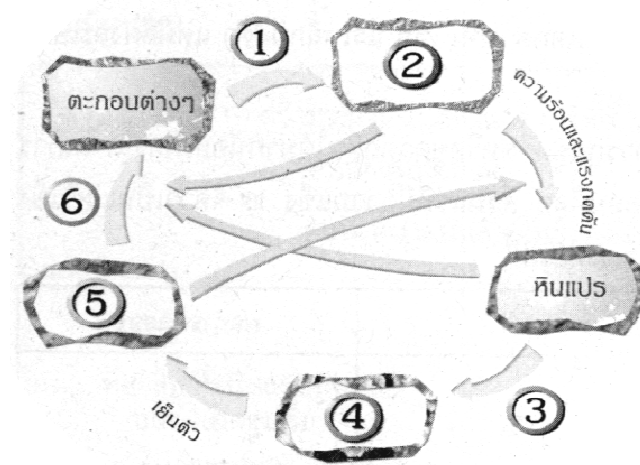
ชื่อ

ประโยชน์ 1.

2.

- 15.4 หินตะกอน เนื้อหยาบ เม็ดตะกอน ชื่อ
 ขนาดใหญ่ถูกเชื่อมประสานด้วยหิน ประโยชน์ 1.
 กลมมน 2.

16. ให้นักเรียนพิจารณาแผนภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 16.1-16.2



16.1 แผนภาพ D คือแผนภาพแสดงปรากฏการณ์ใด และหมายเลข 1,3 และ6 คือ

กระบวนการใด (2 คะแนน)

- แผนภาพ D คือ
- หมายเลข 1 คือ
- หมายเลข 3 คือ
- หมายเลข 6 คือ

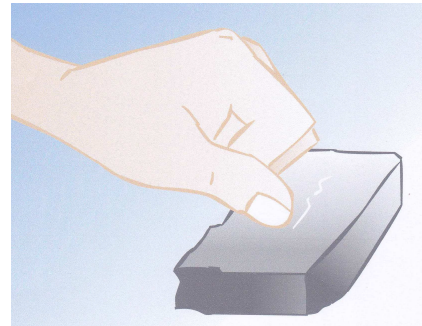
16.2 ให้อธิบายขั้นตอนการเกิดปรากฏการณ์ในแผนภาพ D (4 คะแนน)

1.
2.
3.
4.

17. ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



ภาพ M



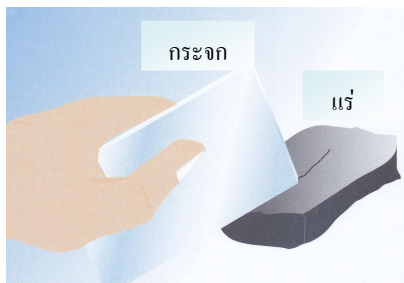
ภาพ N

17.1 ภาพ M และ N เป็นการตรวจสอบสมบัติใดของแร่ (1 คะแนน)

ภาพ M ตรวจสอบ

ภาพ N ตรวจสอบ

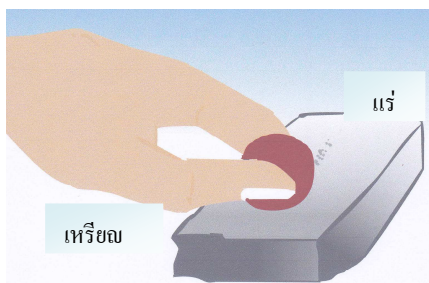
17.2



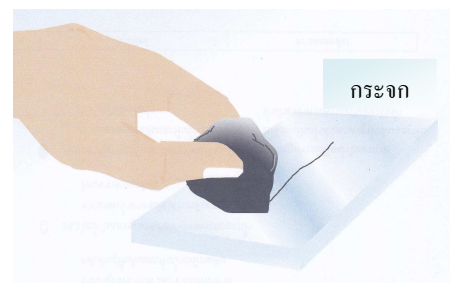
ภาพ A



ภาพ B

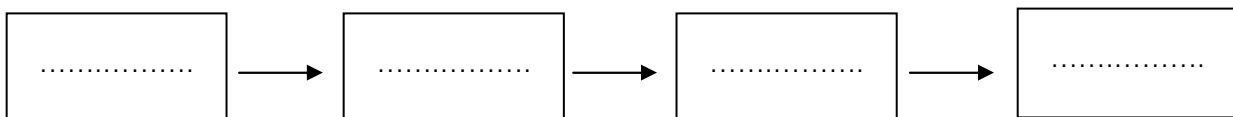


ภาพ C

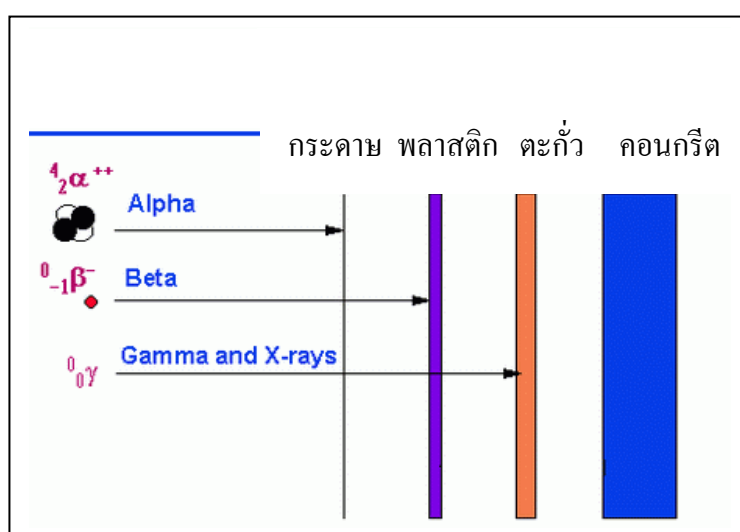


ภาพ D

ให้พิจารณาภาพ A-D ข้างต้น และเรียงลำดับความแข็งจากน้อยไปหามากตามมาตรฐานความแข็งของ Moh's scale (2 คะแนน)



18. ให้นักเรียนพิจารณาภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 18.1-18.2



ภาพ ข การทะลุทะลวงของแร่ผ่านสิ่งกีดขวาง

18.1 แร่ที่มีสมบัติในการทะลุทะลวงผ่านสิ่งกีดขวางดังภาพ ข คือแร่ประเภทใด (1 คะแนน)

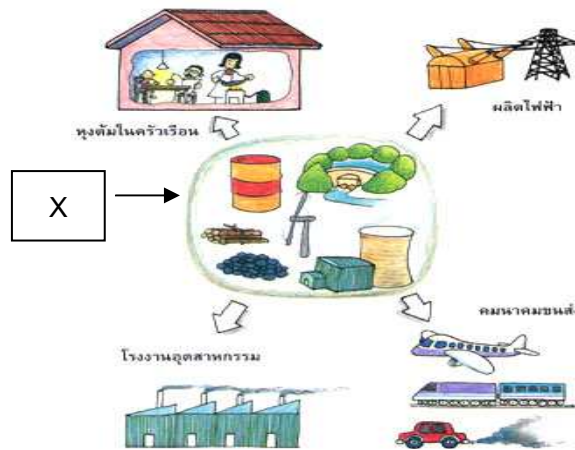
ตอบ

18.2 แร่ที่มีสมบัติดังภาพ ข นำมาใช้ประโยชน์อะไรบ้าง (2 คะแนน)

ประโยชน์ 1.

2.

19. ให้นักเรียนพิจารณาแผนภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 19.1-19.2



ภาพ ซ การใช้ประโยชน์จากแร่ในด้านต่างๆ

19.1 X คือทรัพยากรประเภทใด (1 คะแนน)

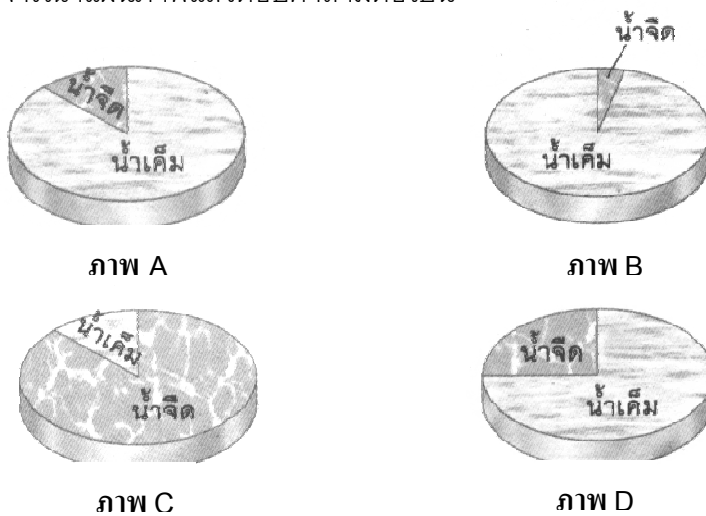
ตอบ

19.2 ยกตัวอย่างทรัพยากร X ที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆดังภาพ ซ (2 คะแนน)

1.

2.

20. ให้นักเรียนพิจารณาแผนภาพแล้วตอบคำถามต่อไปนี้



แผนภาพใดแสดงปริมาณน้ำบนผิวโลกได้ใกล้เคียงมากที่สุด และมีการแบ่งอัตราส่วนของน้ำเป็นอย่างไร

(2 คะแนน)

แผนภาพที่แสดงปริมาณน้ำบนผิวโลกได้ใกล้เคียงที่สุด คือ

อัตราส่วนของน้ำแบ่งออกเป็น

ตัวอย่างแบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

คำชี้แจงในการทำแบบวัด

1. แบบวัดนี้มีทั้งหมด 8 หน้า
คะแนนเต็ม 50 คะแนน
จำนวนข้อสอบ 5 ข้อ
เวลาที่ใช้ในการสอบ 90 นาที
2. ข้อสอบทั้งหมดเป็นแบบอัตนัย ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อสื่อความหมายข้อมูลต่อไปนี้ให้ถูกต้อง
3. นักเรียนทำข้อสอบโดยใช้ปากกาสีน้ำเงิน เขียนด้วยตัวบรรจงอ่านง่าย และสะอาดเรียบร้อย
4. ให้นักเรียนส่งแบบวัดคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด

แบบวัดทักษะการวัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

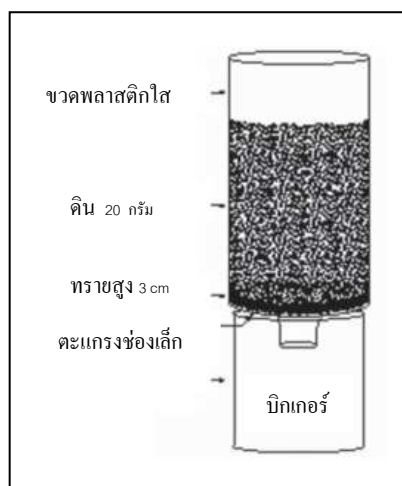
ชื่อ..... สกุล เลขที่ ชั้น.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อสื่อความหมายข้อมูลต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

- ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

การไหลของน้ำผ่านดิน (Just Passing Through)

มีการนำตัวอย่างดิน 2 ชนิดได้แก่ ชนิดที่ 1 ดินนำมาจากโรงเรียน และชนิดที่ 2 ดินนำมาจากบ้านของนักเรียนมาทำการศึกษาการไหลของน้ำผ่านดิน โดยนำขวดพลาสติกใสขนาด 2 ลิตรมาลอกหลาออก เปิดฝาขวดและตัดก้นขวด แล้วทำการบรรจุดินลงไปดังภาพ



ภาพที่ 1 ดินบริเวณโรงเรียน



ภาพที่ 2 ดินบริเวณบ้านของนักเรียน

จากนั้นเติมน้ำลงไป 300 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในขวดพลาสติกทั้ง 2 ใบแล้วจับเวลาที่น้ำไหลผ่านดินแต่ละชนิด เมื่อน้ำหยุดไหลนำน้ำในบีกเกอร์ทั้ง 2 ใบมาวัดปริมาตรของน้ำเพื่อเปรียบเทียบกับระดับน้ำก่อนการทดลอง

ที่มา: ดัดแปลงมาจากเรื่อง การไหลของน้ำผ่านดิน (Just Passing Through)

นิตยสาร สสวท. ปีที่ 34 ฉบับที่ 141 มีนาคม-เมษายน 2549

2. ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

การเกิดถ้ำทะเลหรือถ้ำเขากอบ



ในยุคเพอร์เมียน ตะกอนแคลเซียมคาร์บอเนตเกิดการสะสมตัวในทะเล เมื่อตะกอนเหล่านี้แข็งตัวจะทำให้หินปูนที่มีลักษณะเป็นมวลเนื้อแน่น ต่อมาเกิดการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ทำให้พื้นที่บริเวณที่ตะกอนคาร์บอเนตสะสมตัวยกตัวขึ้นเป็นผืนแผ่นดิน ส่งผลให้ชั้นหินปูนเกิดการกัดกร่อนเนื่องจากสารแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ที่

ประกอบเป็นเนื้อหินมีคุณสมบัติละลายได้ดีในสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน

กรดอ่อนดังกล่าวเกิดจากน้ำฝนตกผ่านอากาศที่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ปนอยู่ทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ๆ เรียกว่า กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) เมื่อน้ำฝนตกบริเวณภูเขาจะแทรกซึมลงไปตามรอยแตกและรอยเลื่อนของหินปูนและทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนตในหินปูนได้สารแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) ถ้าสารละลายแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตมีความเป็นกรดสูงจะละลายภูเขาหินปูนได้ดี หินปูนจึงเกิดการผุกร่อนเป็นโพรงหรือถ้ำได้เช่น ถ้ำคนธรรพ์ ถ้ำรากไทร ถ้ำทองพระโรง

สารละลายแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตที่เกิดขึ้นถ้าไหลซึมไปตามผนังถ้ำพร้อมกับน้ำจะไหลย่อยลงตามช่องของผนังถ้ำ และส่วนหนึ่งจะหยดลงบนพื้นถ้ำ จากนั้นส่วนที่เป็นน้ำระเหยแห้งไปเป็นผลให้เหลือตะกอนของหินปูน (CaCO_3) ที่ตกผลึกแยกออกมาเกิดเป็นหินย้อยตามเพดานหรือหินงอกบนพื้นภายในถ้ำ

ที่มา: ดัดแปลงมาจากเรื่อง การเกิดถ้ำทะเลหรือถ้ำเขากอบ

เว็บไซต์ http://www.dmr.go.th/ewtadmin/ewtdmr_web/main.php?filename=s07

3. พิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

เด็กชายกวินมีความสนใจเรื่องหินตะกอน เขาได้เก็บตัวอย่างหินตะกอนที่มีลักษณะต่างๆกันได้จำนวนหนึ่งดังแสดงในภาพด้านล่าง



หินกรวดมน



หินทราย



หินดินดาน



หินศิลาแลง

แผนภาพชนิดของหินตะกอน

หากเด็กชายกวินต้องการนำข้อมูลจำนวนหินตะกอนแต่ละชนิดมานำเสนอในรูปแบบกราฟแท่ง โดยเรียงลำดับจากชนิดที่มีปริมาณมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด กราฟที่ได้จะมีลักษณะอย่างไร

ให้นักเรียนเขียนกราฟแท่งเสนอข้อมูลตัวอย่างหินของ เด็กชายกวิน (10 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนพิจารณาภาพเหตุการณ์ต่อไปนี้ แล้วเขียนบรรยายรายละเอียดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในภาพดังกล่าวให้ครบถ้วนและชัดเจน (10 คะแนน)

4.1



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.2



.....

.....

.....

.....

.....

.....

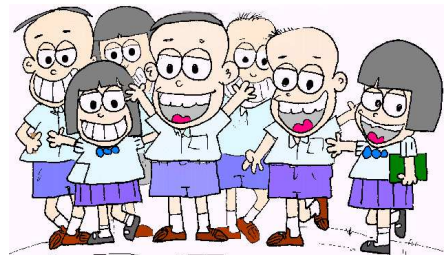
.....

5. ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้ (5 คะแนน)

สวัสดีครับน้องๆพี่เป็นวิทยากรของอุทยานวิทยาศาสตร์พระจอมเกล้า ณ หว้ากอ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์แห่งนี้ครับ วันนี้พี่จะพาน้องๆทัวร์อุทยานวิทยาศาสตร์ให้ทั่วเลย ตอนนี้น้องๆกำลังจะถวายนางมาลัยแด่พระบรมราชานุสาวรีย์รัชกาลที่ 4 ก่อนนะครับ และฐานแรกที่น้องจะไปศึกษาเราเริ่มจากฐานที่ 1 คือฐานการเรียนรู้พื้นที่ชุ่มน้ำนะครับ และต่อเป็นฐานที่ 2 ที่ 3 ตามลำดับ ส่วนในช่วงบ่ายพี่จะให้น้องเข้าไปชมฐานตามความสนใจของน้องๆได้เลย แต่ละฐานจะมีพี่วิทยากรให้ความรู้ น้องๆอยู่แล้วนะครับ แล้วเวลา 17. 30 น.เรามาเจอกันที่พระบรมราชานุสาวรีย์รัชกาลที่ 4 แห่งนี้นะครับ เดี่ยวพี่จะแจกแผนที่ให้น้องทุกคนนะครับ แล้วอย่าสนุกเพลินจนลืมเวลานัดนะครับน้องๆ



พี่ต้นอ้อ





- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1. สถานการณ์เรียนพื้นที่ชุ่มน้ำ | 11. สถานการณ์เรียนพลังงาน |
| 2. พิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำหัวก้าว | 12. ค่ายหัวก้าว 2 |
| 3. สถานการณ์เรียนระบบนิเวศ | 13. สถานการณ์เรียนหมู่บ้านวิทยาศาสตร์ |
| 4. พระบรมราชานุสาวรีย์รัชกาลที่ 4 | 14. สถานการณ์เรียนเปิดโลกคอมพิวเตอร์ |
| 5. หอดูดาวหัวก้าว | 15. สถานการณ์เรียนนกและแมลง |
| 6. สถานการณ์เรียนคมนาคม | 16. สถานการณ์เรียนธรรมชาติศึกษา(สวนผีเสื้อ) |
| 7. อาคารดาราศาสตร์และอวกาศ | 17. สถานการณ์เรียนวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ |
| 8. สถานการณ์เรียนทรัพยากรจากแผ่นดิน | 18. ค่ายหัวก้าว 1 |
| 9. สถานการณ์เรียนสวนวิทยาศาสตร์ | 19. สถานการณ์เรียนอุทยานฯ ร. 9 |

เอ ? แล้วตอนนี้เราอยู่ไหนนะ เห็นมีกล้องดูดาวเต็มไปหมดเลย
 ที่ดันอื้อคะๆ หนูหลงทางกับคุณพ่อ รอบกวนพี่ช่วยโทรบอกทางคุณพ่อหน่อยได้
 ไหมคะ ตอนนี้คุณพ่อหนูอยู่ที่ฐานที่ 10 อาคารโบราณสถานคะ พ่อจะมาที่นี่ได้
 อย่งไรคะ



ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนว
คอนสตรัคติวิสต์
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

เรื่อง โครงสร้างของโลก

สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 2 คาบเรียน (100 นาที)

วันที่

ผู้สอน นางสาวมาลีรัตน์ กระต่ายทอง

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายนอกโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและลักษณะของเปลือกโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. มฐ.ว 6.1 ม.2/10 สืบค้น สร้างแบบจำลองและอธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. ระบุโครงสร้างของโลกได้
2. อธิบายองค์ประกอบของโครงสร้างของโลกได้
3. ออกแบบและสร้างหรือวาดแบบจำลองแสดงโครงสร้างของโลกได้
4. ตระหนักในบทบาทหน้าที่ของตนเองต่อการแก้ปัญหาของกลุ่ม

สาระ

โครงสร้างของโลกแบ่งออกเป็น 3 ชั้นได้แก่ เปลือกโลก (Crust) เนื้อโลก (Mantle) และแก่นโลก (Core)

ชั้นเปลือกโลก เป็นส่วนที่อยู่ชั้นนอกของโลก มีลักษณะเป็นหินแข็ง ปกคลุมทั้งส่วนที่เป็นพื้นดินและพื้นน้ำ มีความหนา ความหนาแน่น อุณหภูมิและแรงดันน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับชั้นอื่น มีธาตุซิลิกอน อะลูมิเนียม และแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบ

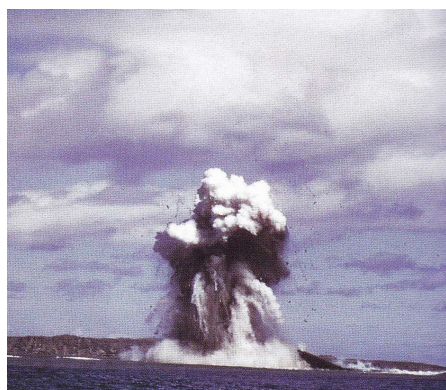
ชั้นเนื้อโลกเป็นชั้นที่อยู่ถัดลงไปจากเปลือกโลกลงไปจนถึงแก่นโลก อยู่ในสภาพหลอมละลายเรียกว่า หินหนืด มีความหนา ความหนาแน่นอุณหภูมิและแรงดันมากกว่าชั้นเปลือกโลกแต่น้อยกว่าชั้นแก่นโลก มีธาตุซิลิกอน อะลูมิเนียม และเหล็ก เป็นองค์ประกอบ

ชั้นแก่นโลกเป็นชั้นในสุดของโลก มีความหนา ความหนาแน่น อุณหภูมิและแรงดันสูงกว่าชั้นเปลือกโลกและเนื้อโลก ประกอบด้วย 2 ส่วนคือแก่นโลกชั้นนอกมีธาตุเหล็กและนิกเกิลในสภาพที่หลอมละลาย และแก่นโลกชั้นในมีธาตุเหล็ก และนิกเกิลที่อยู่ในสภาพที่เป็นของแข็ง

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Eliciting students' pre-existing ideas) (10 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนดูวิดีโอที่เกี่ยวกับการระเบิดของภูเขาไฟใต้น้ำ และการระเบิดของภูเขาไฟบนเปลือกโลก และใช้โปรแกรมพาวเวอร์พอยท์แสดงภาพปรากฏการณ์ธรรมชาติให้นักเรียนดูอีกครั้งและถามนักเรียนดังนี้



ภาพ ก



ภาพ ข

- 1.1 เกิดอะไรขึ้นกับภาพที่นักเรียนเห็นทั้งสองภาพ (ภาพ ก น้ำพุ่งขึ้นมาจากทะเล ภาพ ข ภูเขาไฟระเบิด)
 - 1.2 นักเรียนคิดว่าเปลือกโลกใต้น้ำมีอะไร และเปลือกโลกใต้ภูเขาไฟมีอะไร จึงทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวได้ (ลาวา, แรงดัน, ความร้อน)
 - 1.3 ถ้าเราเจาะพื้นผิวโลกเข้าไปภายในโลกนักเรียนคิดว่าภายในโลกมีกี่ชั้นอะไรบ้าง
2. ครูให้นักเรียนวาดโครงสร้างภายในของโลกตามความคิดที่นักเรียนว่าควรจะเป็นลงในใบกิจกรรมที่ 1 แผนภาพโครงสร้างของโลก
3. ครูนำเสนอและบอกนักเรียนว่าวันนี้เราจะเรียนเรื่อง โครงสร้างของโลก

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นมุ่งมโนทัศน์เป้าหมาย (Focusing on the target concept) (50 นาที)

1. ครูชี้แจงขั้นตอนการบันทึกผลการศึกษา เรื่อง โครงสร้างของโลก และให้นักเรียนปฏิบัติตาม ดังนี้

1.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน

1.2 ครูให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างของโลกจากแหล่งเรียนรู้จากวิดีโอที่ค้นเรื่อง
รอบรู้ธรณีไทยเว็บพร้อมกัน (5 นาที)

<http://www.youtube.com/watch?v=Glzh3Y1MIDc>

1.3 ครูแจกของใบความรู้ให้นักเรียนทุกคนเรื่อง อะไรอยู่ภายในโลก จากสารานุกรม
ชุด

ทรัพยากรโลกวิทยาศาสตร์ ธรณีวิทยาและการเปลี่ยนแปลง ภายในของจะมีแบบบันทึก
ผลการศึกษาที่ 1 อะไรอยู่ภายในโลก และใบความรู้ 3 ชุด ประกอบด้วย

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง เปลือกโลก

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เนื้อโลก

ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง แก่นโลก

1.4 โดยครูกำหนดเวลาในการศึกษาความรู้ใบละ 5 นาที โดยเริ่มจากใบที่ 1 2 และ 3
ตามลำดับ และตอบคำถามในแบบบันทึกผลการศึกษาที่ 1 ดังนี้

1) โครงสร้างภายในของโลกมีกี่ชั้น อะไรบ้าง

2) โครงสร้างแต่ละชั้นของโลกมีลักษณะสำคัญแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

3) ถ้านักเรียนจะเปรียบเทียบลักษณะสำคัญของชั้นต่างๆของโลก ควรนำเสนอใน
รูปแบบใดจึงเข้าใจง่าย (ตาราง)

1.5 ครูอธิบายเพิ่มเติมการสร้างตารางใช้โปรแกรมพาวเวอร์พอยต์ดังนี้ (10 นาที)

ตารางข้อมูลที่ดีควรเป็นตารางที่กระชับรัดกุม เหมาะสมกับหน้ากระดาษที่นำเสนอ
อ่านง่าย และสามารถเปรียบเทียบข้อมูลที่ต้องการทราบได้อย่างรวดเร็ว
องค์ประกอบที่สำคัญของตารางคือ

1) ชื่อตาราง เป็นข้อความกระชับรัดกุมแต่ทำให้ผู้อ่านรู้ว่าตารางนี้นำเสนอเกี่ยวกับ
อะไร ที่ไหน และเมื่อไหร่

2) หัวตาราง บอกให้รู้ว่าสิ่งที่อยู่ในตารางเป็นปริมาณอะไร ถ้าปริมาณในตาราง
เป็นตัวเลขก็จะเขียนหน่วยกำกับไว้ที่หัวตารางด้วย โดยนิยมใส่ค่าของตัวแปร
อิสระไว้ทางซ้ายมือ และค่าตัวแปรตามไว้ทางขวามือของตาราง

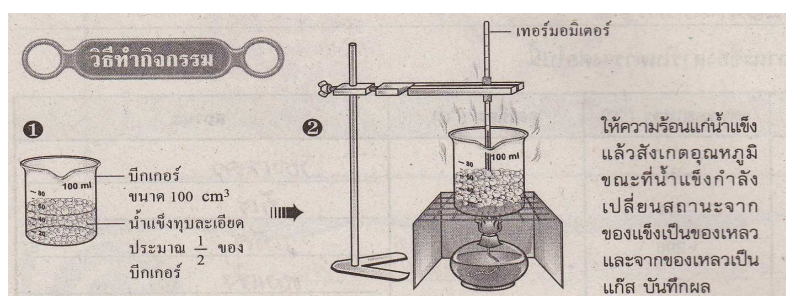
- 3) ตัวเรื่อง คือข้อมูลที่นำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันจะมีหน่วยเหมือนกัน
- 4) แหล่งที่มา ในกรณีที่น่าข้อมูลมาจากแหล่งอื่นๆ จะต้องบอกแหล่งที่มาของข้อมูลด้วย เพื่อช่วยให้ผู้อ่านสามารถตรวจสอบข้อมูล หรือค้นคว้าเพิ่มเติมได้ เช่น

ตารางที่ 1 ความหนาแน่นของแก๊สบางชนิด

| แก๊ส | ความหนาแน่น (kg.m ³) |
|------------------|----------------------------------|
| คาร์บอนไดออกไซด์ | 1,977 |
| อาร์กอน | 1,784 |
| ออกซิเจน | 1,429 |
| บิวเทน | 0.5788 (20 °C) |
| มีเทน | 0.5547 |

(ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ, 2525: 36)

- 1.6 ครุยตัวอย่างสถานการณ์ให้นักเรียนช่วยกันออกแบบ ดังนี้
ให้นักเรียนพิจารณาการทดลองเพื่อศึกษากระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิหรือไม่



ประเด็นคำถาม

1. ถ้านักเรียนจะสร้างตาราง สิ่งที่ต้องบันทึกมีอะไรบ้าง
2. สิ่งใดเป็นตัวแปรต้น หรือตัวแปรตาม
3. สดมภ์ด้านซ้ายมือ และขวามือควรบรรจุตัวแปรใด
4. ลักษณะตารางเป็นอย่างไร

5. ตั้งชื่อตารางนี้ว่าอย่างไร
- 1.7 ครูสุ่มให้นักเรียนมาออกแบบตารางหน้าชั้นเรียน และให้เพื่อนช่วยกันพิจารณา ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงสถานะ อุณหภูมิ และเวลาของสารหลังการต้ม

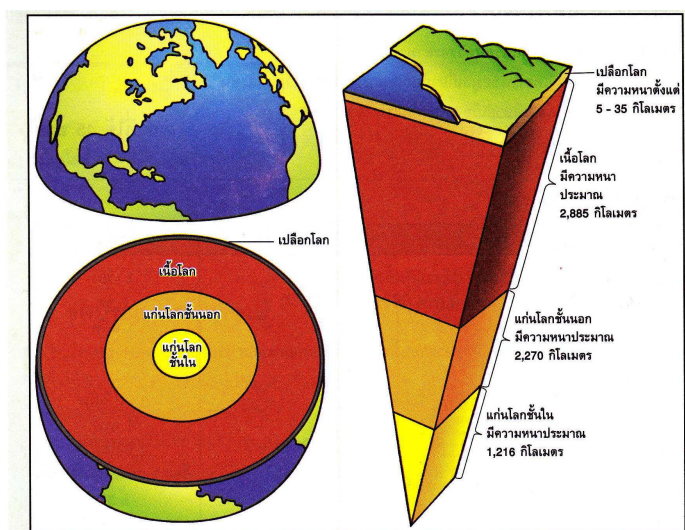
| เวลาที่ใช้ในการต้มน้ำ (นาที) | อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) | สถานะ |
|------------------------------|---------------------------------|-------|
| 0 | | |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |

- 1.8 ให้นักเรียนสร้างรูปแบบการนำเสนอเปรียบเทียบลักษณะสำคัญโครงสร้างภายในของโลกลงในแบบบันทึกผลการศึกษาที่ 1
- 1.9 เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัยได้
2. ครูนำอภิปรายโดยถามนักเรียนว่า ถ้านักเรียนต้องการเห็นโครงสร้างภายในโลกมีกี่ชั้น อะไรบ้างอย่างชัดเจน ควรนำเสนอข้อมูลในรูปแบบใด (*วาดแผนภาพ สร้างแบบจำลอง*)
3. ครูให้นักเรียนปรึกษาช่วยกันวางแผนและสร้างแบบจำลองโครงสร้างภายในโลกที่ได้จากการสืบค้นและการสำรวจของนักธรณีวิทยา
4. ครูให้นักเรียนออกมาจับอุปกรณ์สำหรับสร้างแบบจำลองกลุ่มละ 1 ชุด กำหนดเวลาในการทำ 20 นาที จากนั้นให้นักเรียนเตรียมนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

ขั้นตอนที่ 3 **ขั้นท้าทายความคิด** (Challenging student's ideas) (20 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนักเรียนเพื่อออกมานำเสนอแบบจำลองหน้าห้องเรียน ใช้เวลากลุ่มละ 3 นาที และให้นักเรียนร่วมกันประเมินการนำเสนอและแบบจำลองที่เพื่อนสร้าง
2. ครูให้แต่ละกลุ่มนำผลงานของตนเองมาวางที่โต๊ะหน้าชั้นเรียน และร่วมกันตรวจสอบแบบจำลอง โดยใช้คำถามดังนี้

- 2.1 แบบจำลองโครงสร้างของโลกของแต่ละกลุ่มเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
 - 2.2 โครงสร้างของโลก นักธรณีวิทยาแบ่งออกเป็นชั้นใหญ่ๆได้กี่ชั้น อะไรบ้าง (3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก)
 - 2.3 โครงสร้างชั้นนอกสุดของโลกเรียกว่าอะไร (เปลือกโลก)
 - 2.4 โครงสร้างชั้นที่อยู่ถัดจากเปลือกโลกลงไปเรียกว่าอะไร ตามลำดับ (เนื้อโลก และแก่นโลกตามลำดับ)
 - 2.5 โครงสร้างชั้นในสุดเรียกว่าอะไร (แก่นโลก)
 - 2.6 แก่นโลกแบ่งออกเป็นกี่ส่วน อะไรบ้าง (2 ส่วน คือ แก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน)
 - 2.7 แก่นโลกชั้นนอกกับชั้นในแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แตกต่างกัน คือแก่นโลกชั้นนอกมีสถานะเป็นของเหลว ส่วนแก่นโลกชั้นในมีสถานะเป็นของแข็ง)
3. ครูใช้โปรแกรม power point แสดงแผนภาพต่อไปนี้



และร่วมกับนักเรียนช่วยกันสรุปความรู้โครงสร้างของโลกและตามประเด็นดังนี้

1. การแบ่งชั้นของโครงสร้างของโลก
2. ลักษณะของโครงสร้างของโลกแต่ละชั้น
4. ครูให้นักเรียนทบทวนและปรับแก้ไขโครงสร้างของโลกและวาดแผนภาพใหม่อีกครั้งลงในใบกิจกรรมที่ 1

ขั้นตอนที่ 4 การประยุกต์ความรู้ (Applying newly constructed ideas to similar situations)

(20 นาที)

1. ครูแจกกระดาษโปสเตอร์สีอ่อนให้นักเรียนคนละ 1 แผ่นและให้นักเรียนออกแบบสร้างแผ่นพับให้ความรู้เรื่อง โครงสร้างของโลก มีส่วนประกอบของแผ่นพับดังนี้

- 1) หน้าปก
- 2) เนื้อเรื่อง
- 3) แหล่งอ้างอิง

สื่อการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. โปรแกรมพาวเวอร์พอยท์แสดงภาพปรากฏการณ์ธรรมชาติ
2. วีดิทัศน์ เรื่องปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ
3. กระดาษโปสเตอร์สีอ่อน
4. กระดาษทิชชู
5. สีสผสมอาหาร
6. กระดาษอัด
7. ไม้จิ้มฟัน
8. กรรไกร
9. สีเมจิก
10. กาว

แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 แผนภาพโครงสร้างของโลก
2. แบบบันทึกผลการศึกษาที่ 1 ะไรอยู่ภายในโลก
3. ใบความรู้ จำนวน 3 ฉบับได้แก่
 - 1) เปลือกโลก
 - 2) เนื้อโลก
 - 3) แก่นโลก

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินจากการตอบคำถามในแบบบันทึกผลการศึกษาที่ 1 ะไรอยู่ภายในโลก
2. ประเมินจากการสร้างแบบจำลอง
3. ประเมินจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. ประเมินจากแผ่นพับ

แบบบันทึกผลการศึกษาที่ 1

อะไรอยู่ภายในโลก

ครูชี้แจง :

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน
2. ครูให้ให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างของโลกจากแหล่งเรียนรู้จากวิดีโอที่ค้นเรื่อง ครอบรู้ธรณีวิทยาไทยเว็บ <http://www.youtube.com/watch?v=G1zh3Y1MID> ใช้เวลา 5 นาที
3. ให้นักเรียนเปิดช่องความรู้ เพื่อศึกษาใบความรู้เรื่อง อะไรอยู่ภายในโลก จากสารานุกรมชุดทรัพยากรโลกวิทยาศาสตร์ ธรณีวิทยาและการเปลี่ยนแปลง ภายในช่องจะมีแบบบันทึกผลการศึกษาที่ 1 อะไรอยู่ภายในโลก และใบความรู้ 3 ชุด ประกอบด้วย
 - ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง เปลือกโลก
 - ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เนื้อโลก
 - ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง แก่นโลก
4. โดยครูกำหนดเวลาในการศึกษาจากใบความรู้ใบละ 5 นาที โดยเริ่มจากใบที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ และตอบคำถามในแบบบันทึกผลการศึกษาที่ 1
5. ให้นักเรียนออกมาจับคู่ปรกณ์สำหรับสร้างแบบจำลองโครงสร้างภายในโลกกลุ่มละ 1 ชุด และช่วยกันสร้างแบบจำลอง ภายในเวลา 20 นาที จากนั้นนำผลงานเสนอนำขึ้นเรียน

แบบบันทึกผลการศึกษา

อะไรอยู่ในโลก

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

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลการศึกษาตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างของโลกมีกี่ชั้น อะไรบ้าง

โครงสร้างของโลก แบ่งออกเป็น ชั้น ได้แก่

.....

2. โครงสร้างแต่ละชั้นของโลกมีลักษณะสำคัญแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะเปรียบเทียบข้อมูลหรือสมบัติชั้นต่างๆของโลก ควรนำเสนอในรูปแบบใดจึงเข้าใจได้ง่าย และสร้างรูปแบบตามที่นักเรียนเลือกลงช่องว่างด้านล่างต่อไปนี้

รูปแบบการนำเสนอคือ

สร้างรูปแบบตามที่นักเรียนเลือกเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลเกี่ยวกับชั้นต่างๆของโลก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 1

ชื่อ..... สกุล เลขที่ ชั้น

คำสั่ง ให้นักเรียนวาดแผนภาพแสดงโครงสร้างภายในของโลก

| แผนภาพก่อนการสัปดาห์ | แผนภาพหลังการสัปดาห์ |
|----------------------|----------------------|
| | |

แบบประเมินแบบจำลองโครงสร้างของโลกและการนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน

เรื่อง..... กลุ่มที่

ชื่อสมาชิกกลุ่ม 1..... 4.....
 2..... 5.....
 3..... 6.....

คำชี้แจง พิจารณาแบบจำลองโครงสร้างภายในของโลกและให้คำแนนที่ตรงกับระดับ
 ความสามารถของรายการประเมินที่กำหนดให้ต่อไปนี้

| รายการประเมิน | ระดับความสามารถ | | | คะแนน |
|-------------------------|--|---|--|-------|
| | ดี (3) | พอใช้ (2) | ควรปรับปรุง (1) | |
| 1. การแบ่งชั้นโลก | แบ่งจำนวนชั้นของโครงสร้างภายในของโลกออกเป็น 3 ชั้น หรือ 4 ชั้น | แบ่งจำนวนชั้นของโครงสร้างภายในของโลกออกเป็น 2 | แบ่งจำนวนชั้นของโครงสร้างภายในของโลกออกเป็น 1 ชั้น | ..... |
| 2. การระบุชั้นโลก | ระบุโครงสร้างแต่ละชั้นของโลกได้ถูกต้อง | ระบุโครงสร้างแต่ละชั้นของโลกผิด 1 ตำแหน่ง | ระบุโครงสร้างแต่ละชั้นของโลกผิดมากกว่า 1 ตำแหน่ง | ..... |
| 3. การเรียงลำดับชั้นโลก | เรียงลำดับชั้นโครงสร้างภายในของโลกจากชั้นนอกสุดมาชั้นในสุดได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก (แก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นในตามลำดับ) | เรียงลำดับชั้นโครงสร้างภายในของโลกจากชั้นนอกสุดมาชั้นในสุดผิด 1 ตำแหน่ง | เรียงลำดับชั้นโครงสร้างภายในของโลกจากชั้นนอกสุดมาชั้นในสุดผิดมากกว่า 1 ตำแหน่ง | ..... |

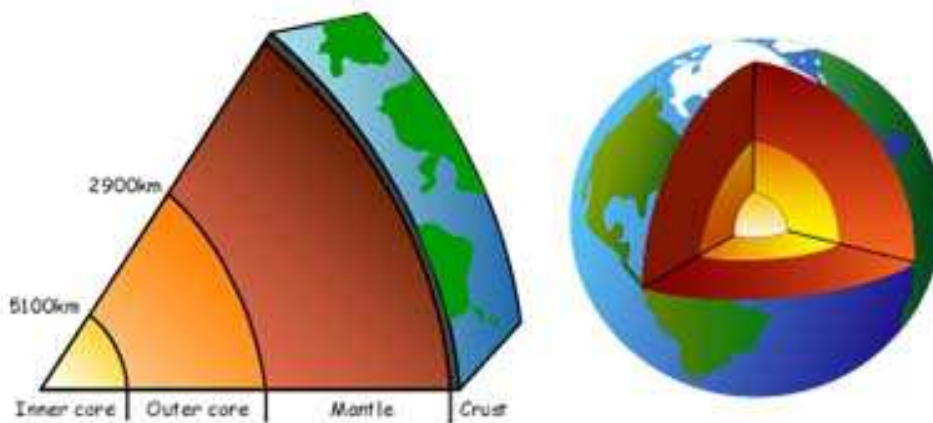
คำชี้แจง พิจารณาแบบจำลองโครงสร้างภายในของโลกและให้คำแผนที่ตรงกับระดับ
ความสามารถของรายการประเมินที่กำหนดให้ต่อไปนี้

| รายการประเมิน | ระดับความสามารถ | | | คะแนน |
|-----------------------------------|--|--|--|-------|
| | ดี (3) | พอใช้ (2) | ควรปรับปรุง (1) | |
| 4. การเรียงความหน้าชั้นโลก | เรียงความหน้าของชั้นโลกจากน้อยสุดไปหาหน้าสุด ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก ตามลำดับ | เรียงความหน้าของชั้นโลกจากน้อยสุดไปหาหน้าสุด ผิด 1 ตำแหน่ง | เรียงความหน้าของชั้นโลกจากน้อยสุดไปหาหน้าสุด ผิดมากกว่า 1 ตำแหน่ง | ..... |
| 5. การรักษาเวลาในการสร้างแบบจำลอง | ทำงานเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด | ทำงานเสร็จช้ากว่าภายในเวลาที่กำหนด 3 นาที | ทำงานเสร็จช้ากว่าภายในเวลาที่กำหนดมากกว่า 3 นาที | ..... |
| 6. เนื้อหาที่นำเสนอ | เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน | เนื้อหาถูกต้องเพียงบางส่วน | เนื้อหาไม่ถูกต้อง | ..... |
| 7. ความถูกต้องของภาษา | ใช้ภาษาได้ถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อหา ตัวควบบกั้ชัดเจน | ใช้ภาษาได้ถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อหา แต่ตัวควบบกั้ไม่ชัดเจน | ใช้ภาษาไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสมกับเนื้อหา | ..... |
| 8. บุคลิกภาพของผู้นำเสนอ | แต่งกายเรียบร้อย ยิ้มแย้ม มีความกระตือรือร้น เชื่อมั่นในตนเอง | แต่งกายเรียบร้อย แต่ขาดความกระตือรือร้น ไม่มี ความเชื่อมั่นในตนเอง | แต่งกายไม่เรียบร้อย ขาดความกระตือรือร้น ไม่มี ความเชื่อมั่นในตนเอง | ..... |
| รวม | | | | |

เกณฑ์การให้คะแนนแผ่นพับ

| | | |
|---------------|---------|--|
| 1. เนื้อหา | | |
| 1 คะแนน | หมายถึง | เนื้อหาสาระผิดมากกว่า 1 ตำแหน่ง ลำดับเรื่องราวไม่ต่อเนื่อง ขาดการวางแผนงาน |
| 2 คะแนน | หมายถึง | เนื้อหาสาระถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ลำดับเรื่องราวได้ต่อเนื่อง |
| 3 คะแนน | หมายถึง | เนื้อหาสาระถูกต้องและครบถ้วน ลำดับเรื่องราวได้ต่อเนื่อง |
| 2. การใช้ภาษา | | |
| 1 คะแนน | หมายถึง | การสะกดคำ เครื่องหมาย การใช้ภาษาผิดมากกว่า 1 ตำแหน่ง |
| 2 คะแนน | หมายถึง | การสะกดคำ เครื่องหมาย การใช้ภาษาผิด 1 ตำแหน่ง |
| 3 คะแนน | หมายถึง | การสะกดคำ เครื่องหมาย การใช้ภาษาถูกต้อง |
| 3. การนำเสนอ | | |
| 1 คะแนน | หมายถึง | องค์ประกอบของแผ่นพับขาด มากกว่า 1 ส่วน การนำเสนอข้อมูลไม่น่าสนใจ ไม่มีการแทรกภาพประกอบชิ้นงาน |
| 2 คะแนน | หมายถึง | องค์ประกอบของแผ่นพับขาดไป 1 ส่วน การออกแบบและนำเสนอได้ น่าสนใจ ไม่มีการแทรกภาพประกอบชิ้นงาน |
| 3 คะแนน | หมายถึง | องค์ประกอบของแผ่นพับครบถ้วนตามที่กำหนด การออกแบบและนำเสนอได้ น่าสนใจ มีการแทรกภาพประกอบชิ้นงาน |
| 4. เวลา | | |
| 1 คะแนน | หมายถึง | งานที่มอบหมายสำเร็จสมบูรณ์เกินเวลามากกว่า 3 นาที |
| 2 คะแนน | หมายถึง | งานที่มอบหมายสำเร็จสมบูรณ์เกินเวลา 3 นาที |
| 3 คะแนน | หมายถึง | งานที่มอบหมายสำเร็จสมบูรณ์ตรงตามเวลาที่กำหนด |

ใบความรู้ที่ 1 เปลือกโลก (Crust)



เปลือกโลกมีส่วนประกอบอะไรบ้าง

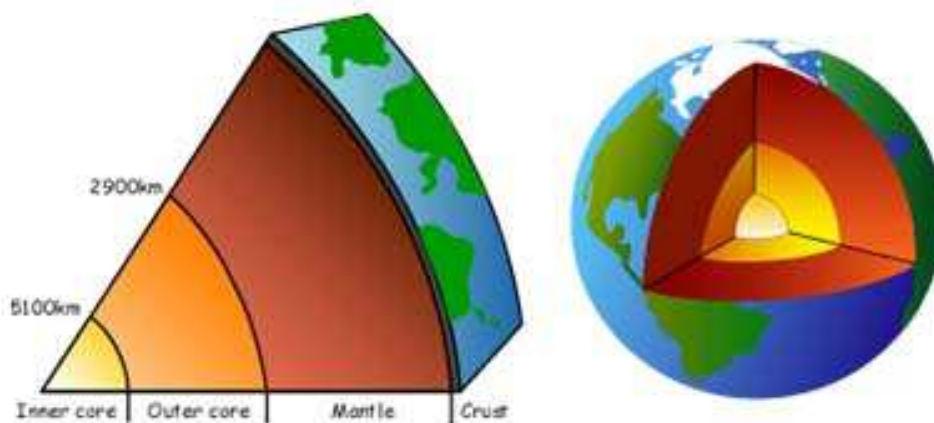
จากข้อมูลที่ได้จากภูเขาไฟระเบิดและแผ่นดินไหว ทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งโครงสร้างตามลักษณะมวลสารเป็นชั้นๆ ได้ 3 ชั้น คือ ชั้นเปลือกโลก (Crust) ชั้นเนื้อโลก (Mantle) และชั้นแก่นโลก (Core)

ชั้นเปลือกโลก (Crust) เป็นส่วนที่อยู่ชั้นนอกสุดของโลกเปรียบเสมือนผิวด้านนอกที่ปกคลุมโลก มีความหนา 6-35 กิโลเมตร ประกอบด้วยส่วนที่เป็นพื้นดินและพื้นน้ำ และส่วนที่เป็นหินแข็ง ซึ่งฝังลึกลงไปใต้พื้นดินและพื้นน้ำ แบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือเปลือกโลกภาคพื้นทวีป และเปลือกโลกใต้มหาสมุทร แต่ละชั้นหนาไม่เท่ากัน

1.1 เปลือกโลกภาคพื้นทวีปหรือเปลือกโลกชั้นบน (Outer Crust) หมายถึง ส่วนที่เป็นแผ่นดินทั้งหมด ส่วนใหญ่เป็นหินไซอัล (Sial) ซึ่งเป็นหินแกรนิตของเปลือกโลกส่วนที่เป็นทวีป โดยหินไซอัลประกอบด้วยธาตุซิลิคอน (Si) และธาตุ อะลูมิเนียม (Al)

1.2 เปลือกโลกใต้มหาสมุทร หรือเปลือกโลกชั้นใน (Inner Crust) หมายถึง เปลือกโลกส่วนที่ถูกปกคลุมด้วยน้ำ ส่วนมากเป็นหินไซมา (Sial) ซึ่งเป็นหินบะซอลต์ของเปลือกโลก ส่วนที่เป็นท้องมหาสมุทรและรองอยู่ใต้หินไซอัล โดยหินไซมาประกอบด้วยธาตุซิลิคอน (Si) และธาตุแมกนีเซียม (Mg)

ใบความรู้ที่ 2 เนื้อโลก (Mantle)



แผนภาพหินหนืด

ที่มา:

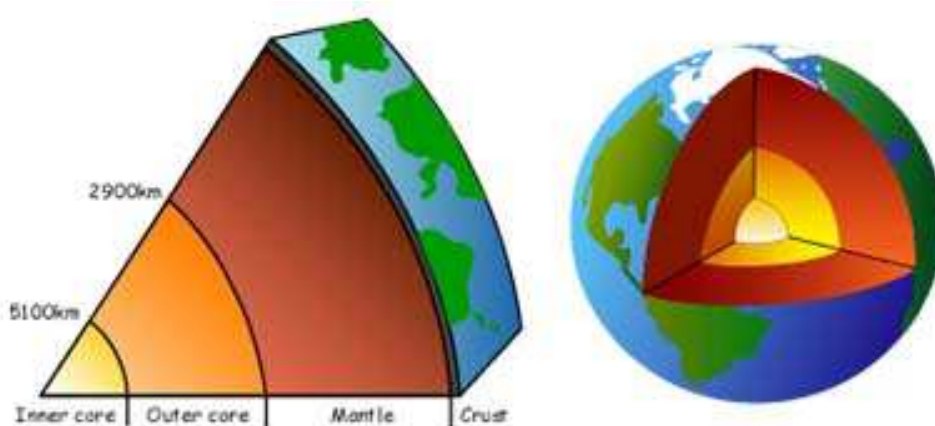
[http://www.sunflowercosmos.org/blue_mable/b](http://www.sunflowercosmos.org/blue_mable/blue_mable_main/land_under_the_sea.html)

[lue_mable_main/land_under_the_sea.html](http://www.sunflowercosmos.org/blue_mable/blue_mable_main/land_under_the_sea.html)

ชั้นเนื้อโลกถัดลงไปเป็นชั้นของหินหลอมเหลวร้อนหรือหินหนืดที่เรียกว่า แมกมา (Magma) ซึ่งหมุนวนอยู่ภายในโลกอย่างช้าๆ มีอุณหภูมิสูงกว่าชั้นเปลือกโลก อุณหภูมิสูงประมาณ 800-4,300 องศาเซลเซียส มีธาตุซิลิคอน (Si) อะลูมิเนียม (Al) และเหล็ก (Fe) เป็นองค์ประกอบ

ชั้นเนื้อโลก (Mantle) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากเปลือกโลก ประกอบด้วยหินและแร่ธาตุต่างๆ ส่วนมากเป็นของแข็ง มีความลึกประมาณ 2,900 กิโลเมตร นับจากฐานล่างสุดของเปลือกโลกจนถึงตอนบนของแก่นโลกชั้นเนื้อโลกส่วนบนเป็นหินที่เย็นตัวแล้วและบางส่วนมีรอยแตก เนื่องจากความเปราะ ชั้นเนื้อโลกส่วนบนกับชั้นเปลือกโลกรวมกันเรียกว่า ธรณีภาค

ใบความรู้ที่ 3 แก่นโลก (Core)



ชั้นแก่นโลก (Core) เป็นชั้นในสุดของโลก หนาประมาณ 3,341 กิโลเมตร มีส่วนที่เป็นของแข็งและส่วนที่เป็นของเหลวร้อนจัด แก่นโลกจึงแบ่งออกได้เป็น 2 ชั้นคือ

3.1 แก่นโลกชั้นนอก (Outer Core) หนาประมาณ 2,250 กิโลเมตร เป็นชั้นของเหลวร้อนจัดของโลกทะเลเหล็กกับนิเกิลที่หลอมละลายปนกันอยู่ มีความร้อนสูงมาก อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 4,300-6,200 องศาเซลเซียส แก่นโลกส่วนนี้จะหมุนอย่างช้าๆ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กโลก

3.2 แก่นโลกชั้นใน (Inner Core) หนาประมาณ 1,230 กิโลเมตร เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากแก่นโลกชั้นนอกจนถึงจุดศูนย์กลางของโลก เป็นชั้นที่ประกอบไปด้วยธาตุเหล็กและนิเกิล เช่นเดียวกับแก่นโลกชั้นนอก แต่เนื่องจากเป็นชั้นที่อยู่ลึก และมีอุณหภูมิสูงถึง 6,400 องศาเซลเซียส ทำให้อุณหภูมิของเหล็กและนิเกิลถูกอัดแน่นจนเป็นของแข็ง

จากการศึกษาส่วนประกอบ และชั้นต่างๆของโลก จะเห็นได้ว่า มีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน ทั้งทางด้านกายภาพและส่วนประกอบทางเคมี และยังได้ข้อสรุปอีกประการหนึ่งคือ ภายในโลก มีความร้อนหรืออุณหภูมิสูงมาก สังเกตได้จากปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆที่เกิดขึ้น ได้แก่ แผ่นดินไหว น้ำพุร้อน ภูเขาไฟระเบิด

การที่นักวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งชั้นต่างๆของโลกออกเป็น 3 ชั้น ดังกล่าวได้ โดยศึกษาจากคลื่นแผ่นดินไหวในแต่ละครั้ง ซึ่งมีการหักเหและสะท้อนเช่นเดียวกับคลื่นแสงทั่วไป ทำให้ทราบโครงสร้างของโลกว่าแบ่งออกเป็นกี่ชั้น และชั้นใดเป็นของแข็ง ชั้นใดเป็นของเหลว

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เรื่อง โครงสร้างภายในโลก

สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 2 คาบเรียน (100 นาที)

วันที่

ผู้สอน นางสาวมาลีรัตน์ กระจ่างทอง

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายนอกโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและลักษณะของเปลือกโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. มฐ.ว 6.1 ม.2/10 สืบค้น สร้างแบบจำลองและอธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. ระบุโครงสร้างของโลกได้
2. อธิบายองค์ประกอบของโครงสร้างของโลกได้
3. ออกแบบและสร้างหรือวาดแบบจำลองแสดงโครงสร้างของโลกได้
4. ตระหนักในบทบาทหน้าที่ของตนเองต่อการแก้ปัญหาของกลุ่ม

สาระ

โครงสร้างของโลกแบ่งออกเป็น 3 ชั้นได้แก่ เปลือกโลก (Crust) เนื้อโลก (Mantle) และแก่นโลก (Core)

1) ชั้นเปลือกโลก เป็นส่วนที่อยู่ชั้นนอกของโลก มีลักษณะเป็นหินแข็ง ปกคลุมทั้งส่วนที่เป็นพื้นดินและพื้นน้ำ มีความหนา ความหนาแน่น อุณหภูมิและแรงดันน้อยกว่าชั้นอื่นๆ มีธาตุซิลิกอน อะลูมิเนียม และแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบ

2) ชั้นเนื้อโลกเป็นชั้นที่อยู่ถัดลงไปจากเปลือกโลกลงไปจนถึงแก่นโลก อยู่ในสภาพหลอมละลายเรียกว่า หินหนืด มีความหนา ความหนาแน่นอุณหภูมิและแรงดันมากกว่าชั้นเปลือกโลกแต่น้อยกว่าชั้นแก่นโลก มีธาตุซิลิกอน อะลูมิเนียม และเหล็กเป็นองค์ประกอบ

3) ชั้นแก่นโลกเป็นชั้นในสุดของโลก มีความหนา ความหนาแน่น อุณหภูมิและแรงดันสูงกว่าชั้นเปลือกโลกและเนื้อโลก ประกอบด้วย 2 ส่วนคือแก่นโลกชั้นนอกมีธาตุเหล็กและนิกเกิลในสภาพที่หลอมละลาย และแก่นโลกชั้นในมีธาตุเหล็ก และนิกเกิลที่อยู่ในสภาพที่เป็นของแข็ง

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (15 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำลูกโลกจำลองให้นักเรียนดูและถามนักเรียนดังนี้



- 1.1 โลกของเรามีลักษณะอย่างไร (คล้ายส้มแป้น)
 - 1.2 ถ้าเราเจาะเปลือกโลกเข้าสู่ใจกลางของโลกนักเรียนคิดว่าโลกมีกี่ชั้น อะไรบ้าง
 - 1.3 ลักษณะสำคัญและส่วนประกอบแต่ละชั้นของโลกมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
2. ครูให้นักเรียนเขียนคำตอบตามความเข้าใจของตนเองลงในสมุดงาน
 3. ครูนำเสนอและบอกนักเรียนว่าวันนี้เราจะเรียนเรื่อง โครงสร้างของโลก

ขั้นกิจกรรม (65 นาที)

1. ครูชี้แจงขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมเรื่อง โครงสร้างของโลก และให้นักเรียนปฏิบัติตามดังนี้

- 1.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน
- 1.2 ครูให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างของโลกจากแหล่งเรียนรู้ต่อไปนี้
 - 1) วิดีทัศน์เรื่อง รอบรู้ธรณีไทย จากเว็บ
<http://www.youtube.com/watch?v=G1zh3Y1MIDc>
 - 2) สารานุกรมชุดทรัพยากรโลกวิทยาศาสตร์ ธรณีวิทยา และการเปลี่ยนแปลง 1
 - 3) หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.

2. เมื่อนักเรียนทำการศึกษาเสร็จ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันเพื่อสรุปผลการศึกษาและบันทึกผลการศึกษาลงในกระดาษ ฟลิปชาร์ต ตามประเด็นการศึกษาดังนี้
 - 1) โครงสร้างของโลกมีกี่ชั้น อะไรบ้าง (3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลกและแก่นโลก)
 - 2) โครงสร้างของโลกมีลักษณะอย่างไร ให้นักเรียนวาดแผนภาพโครงสร้างภายในโลก และระบุชั้นต่างๆของโลก
 - 3) โครงสร้างของโลกแต่ละชั้นมีลักษณะเหมือนกันหรือแตกต่างกัน อย่างไร (แตกต่างกัน คือ มีสถานะ ความหนา อุณหภูมิ ความกดดัน และชนิดของแร่ธาตุของแต่ละชั้นของโลกต่างกัน)
3. ครูให้นักเรียนนำกระดาษฟลิปชาร์ตติดหน้าห้องเรียนเพื่อเตรียมนำเสนอ
4. ครูให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียนกลุ่มละ 3 นาที
5. ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 โครงสร้างของโลก

ขั้นสรุป (20 นาที)

1. ครูใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนสรุปโครงสร้างของโลกดังนี้
 - 1.1 โครงสร้างภายในโลกมีกี่ชั้น อะไรบ้าง (3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก)
 - 1.2 โครงสร้างแต่ละชั้นเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร (ไม่เหมือนกัน คือ โครงสร้างแต่ละชั้นมีสถานะ ความหนา ความหนาแน่น อุณหภูมิและแรงดันและแร่ธาตุเป็นองค์ประกอบของแต่ละชั้นต่างกัน)
2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำแผนผังมโนทัศน์สรุปเรื่องโครงสร้างภายในของโลก ลงในกระดาษ A4

สื่อการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. แบบจำลองลูกโลก
2. คอมพิวเตอร์
3. กระดาษ A4
4. กระดาษฟลิปชาร์ต
5. ปากกา
6. สี

แหล่งการเรียนรู้

1. สารานุกรมชุดทรัพย์สินโลกวิทยาศาสตร์ ธรณีวิทยาและการเปลี่ยนแปลง 1
2. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.
3. รอบรู้ธรณีไทย (โครงสร้างของโลก) จากเว็บ
<http://www.youtube.com/watch?v=G1zh3Y1MIDc> (ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี
 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)
4. ไปกิจกรรมที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของโลก

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินจากการตอบคำถามในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของโลก
2. ประเมินจากแผนผังมโนทัศน์ เรื่องโครงสร้างของโลก
3. ประเมินจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

กิจกรรมที่ 1

โครงสร้างของโลก

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างของโลกจากแหล่งเรียนรู้ต่อไปนี้
 - 1) วิดีทัศน์เรื่อง รอบรู้ธรณีไทย จากเว็บ
<http://www.youtube.com/watch?v=Glzh3Y1MIDc>
 - 2) สารานุกรมชุดทรัพยากรโลกวิทยาศาสตร์ ธรณีวิทยา และการเปลี่ยนแปลง 1
 - 3) หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันและสรุปผลการศึกษาและบันทึกผลการศึกษาลงในกระดาษฟลิปชาร์ต ตามประเด็นการศึกษาดังนี้
 - 1) โครงสร้างของโลกมีกี่ชั้น อะไรบ้าง
 - 2) โครงสร้างของโลกมีลักษณะอย่างไร
 - 3) โครงสร้างของโลกแต่ละชั้นมีลักษณะเหมือนกันหรือแตกต่างกัน อย่างไร
3. นำกระดาษฟลิปชาร์ตติดหน้าห้องเรียนเพื่อเตรียมนำเสนอ
4. ส่งตัวแทนนำเสนอนำชั้นเรียนกลุ่มละ 3 นาที
5. ตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 โครงสร้างของโลก

แบบบันทึกผลการศึกษาที่ 1

โครงสร้างของโลก

ชื่อ..... สกุล เลขที่ ชั้น

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

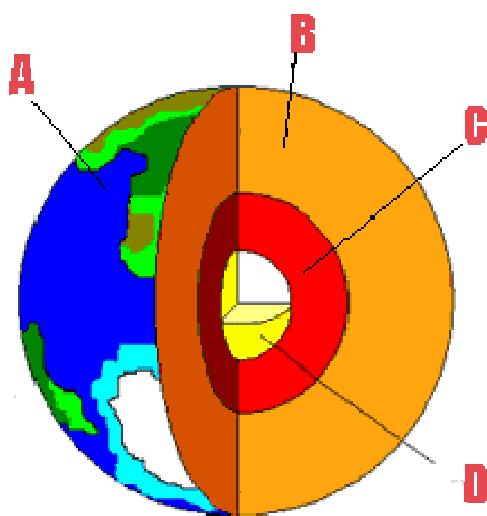
1. โครงสร้างโลกแบ่งออกเป็นกี่ชั้น อะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. ไหละบุชั้นต่างๆของโลกลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



A คือ.....

B คือ.....

C คือ.....

D คือ.....

แผนภาพโครงสร้างภายในของโลก

3. จงเรียงลำดับชั้นของโลกจากที่มีความหนามากที่สุดไปยังชั้นที่หนาน้อย

.....

.....

.....

แบบประเมินการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

เรื่อง..... กลุ่มที่

ชื่อสมาชิกกลุ่ม 1..... 4.....
 2..... 5.....
 3..... 6.....

คำชี้แจง พิจารณาการนำเสนอหน้าชั้นเรียนและให้ค่าแนบที่ตรงกับระดับความสามารถของ
 รายการประเมินที่กำหนดให้ต่อไปนี้

| รายการประเมิน | ระดับความสามารถ | | | คะแนน |
|--|--|---|---|-------|
| | ดี (3) | พอใช้ (2) | ควรปรับปรุง (1) | |
| 1. เนื้อหา | เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน | เนื้อหาถูกต้องเพียงบางส่วน | เนื้อหาไม่ถูกต้อง | ..... |
| 2. รูปแบบการนำเสนอข้อมูล | นำข้อมูลมาจัดกระทำนำเสนอข้อมูลด้วยแบบที่เหมาะสม ถูกต้อง กระชับรัด ชัดเจน | นำข้อมูลมาจัดกระทำ แต่นำเสนอข้อมูลด้วยรูปแบบที่ไม่เหมาะสม ไม่ชัดเจน | นำข้อมูลมาจัดกระทำ ไม่ถูกต้อง นำเสนอด้วยรูปแบบที่ไม่เหมาะสม ไม่ชัดเจน | ..... |
| 3. ความปราณีตสวยงามของชิ้นงานที่นำเสนอ | ผลงานที่นำเสนอมีความปราณีต ให้สีสันสวยงาม | ผลงานที่นำเสนอมีความปราณีต แต่ไม่สวยงาม | ผลงานที่นำเสนอไม่มี ความปราณีต แต่ไม่สวยงาม | ..... |
| 4. ความถูกต้องของภาษา | ใช้ภาษาได้ถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อหา ตัวควบกล้ำชัดเจน | ใช้ภาษาได้ถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อหา แต่ตัวควบกล้ำไม่ชัดเจน | ใช้ภาษาไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสมกับเนื้อหา | ..... |
| 5. บุคลิกภาพของผู้นำเสนอ | แต่งกายเรียบร้อย ยิ้มแย้ม มีความกระตือรือร้น เชื่อมั่นในตนเอง | แต่งกายเรียบร้อย แต่ขาดความกระตือรือร้น ไม่มี ความเชื่อมั่นในตนเอง | แต่งกายไม่เรียบร้อย ขาดความกระตือรือร้น ไม่มี ความเชื่อมั่นในตนเอง | ..... |
| รวม |  |  |  | ..... |

แบบประเมินแผนผังมโนทัศน์

เรื่อง.....

วิชาวิทยาศาสตร์

วันที่นำเสนอ

ชั้น

คำชี้แจง: ทำเครื่องหมาย \surd ให้ตรงกับระดับคุณภาพซึ่งแสดงถึงระดับคะแนนที่ประเมินได้

| เลขที่ | ชื่อ-สกุล | ระดับคุณภาพ | | | สรุป |
|--------|-----------|-------------|---|---|--|
| | | 3 | 2 | 1 | |
| 1 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 2 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 3 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 4 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 5 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 6 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 7 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 8 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 9 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 10 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 11 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 12 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 13 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 14 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 15 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 16 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 17 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 18 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 19 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |
| 20 | | | | | <input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน |

เกณฑ์การผ่าน

ตั้งแต่ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
2. แบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ตารางที่ 9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของ
แบบวัดมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

| ข้อที่ | หัวข้อมโนทัศน์ย่อย | ความชัดเจนข้อคำถาม การใช้ภาษา และความ สอดคล้องกับจุดประสงค์ | | | ค่า (IOC) | ความหมาย |
|--------|---|---|---------|---------|--------------|----------------|
| | | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | |
| 1 | โครงสร้าง ของโลก | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 2 | กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา บนเปลือกโลก | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 3 | กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา บนเปลือกโลก | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 4 | กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา บนเปลือกโลก | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 5 | กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา บนเปลือกโลก | +1 | 0 | +1 | 0.67 | วัดได้สอดคล้อง |
| 6 | กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา บนเปลือกโลก | 0 | +1 | +1 | 0.67 | วัดได้สอดคล้อง |
| 7 | กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา บนเปลือกโลก | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 8 | ดิน | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 9 | ดิน | +1 | 0 | +1 | 0.67 | วัดได้สอดคล้อง |
| 10 | ดิน | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 11 | ดิน | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 12 | ดิน | 0 | +1 | +1 | 0.67 | วัดได้สอดคล้อง |
| 13 | หิน | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 14 | หิน | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 15 | หิน | +1 | +1 | 0 | 0.67 | วัดได้สอดคล้อง |
| 16 | หิน | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 17 | แร่และเชื้อเพลิงธรรมชาติ | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 18 | แร่และเชื้อเพลิงธรรมชาติ | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 19 | แร่และเชื้อเพลิงธรรมชาติ | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |

ตารางที่ 9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของ
แบบวัดมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก (ต่อ)

| ข้อที่ | หัวข้อมโนทัศน์ย่อย | ความชัดเจนข้อความคำถาม การใช้ภาษา และความ สอดคล้องกับจุดประสงค์ | | | ค่า (IOC) | ความหมาย |
|--------|--------------------|---|---------|---------|--------------|----------------|
| | | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | |
| 20 | แหล่งน้ำ | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 21 | แหล่งน้ำ | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 22 | แหล่งน้ำ | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 23 | แหล่งน้ำ | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 24 | แหล่งน้ำ | +1 | 0 | +1 | 0.67 | วัดได้สอดคล้อง |
| 25 | แหล่งน้ำ | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |

ตารางที่ 10 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัด
มโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

| ข้อที่ | ค่าความยากง่าย (P)/ดัชนีความยาก (P_E) | ค่าอำนาจจำแนก (r)/ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) |
|--------|---|--|
| 1 | 0.56 | 0.40 |
| 2 | 0.69 | 0.38 |
| 3 | 0.60 | 0.47 |
| 4 | 0.67 | 0.33 |
| 5 | 0.56 | 0.42 |
| 6 | 0.67 | 0.67 |
| 7 | 0.49 | 0.46 |
| 8 | 0.60 | 0.36 |
| 9 | 0.77 | 0.27 |
| 10 | 0.55 | 0.36 |
| 11 | 0.59 | 0.64 |
| 12 | 0.59 | 0.23 |
| 13 | 0.63 | 0.33 |
| 14 | 0.55 | 0.50 |
| 15 | 0.59 | 0.32 |
| 16 | 0.56 | 0.27 |
| 17 | 0.53 | 0.33 |
| 18 | 0.68 | 0.45 |
| 19 | 0.64 | 0.42 |
| 20 | 0.63 | 0.35 |
| 21 | 0.53 | 0.39 |
| 22 | 0.61 | 0.36 |
| 23 | 0.68 | 0.36 |
| 24 | 0.64 | 0.24 |
| 25 | 0.56 | 0.39 |

ตารางที่ 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของ
แบบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

| ข้อที่ | พฤติกรรมที่ต้องการวัด | ความชัดเจนข้อคำถาม การให้ | | | | ค่า (IOC) | ความหมาย |
|---------|---|---------------------------|---------|----|----|--------------|----------------|
| | | ภาษา และ ความสอดคล้อง | | | | | |
| | | พฤติกรรมที่ต้องการวัด | | | | | |
| คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | | | | |
| 1 | 1. สามารถจัดกระทำและเลือกรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจดีขึ้น 2. ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ | +1 | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 2 | 1. สามารถจัดกระทำและเลือกรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจดีขึ้น 2. ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ | +1 | +1 | +1 | +1 | 1 | วัดได้สอดคล้อง |
| 3 | 2. ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ | +1 | 0 | +1 | +1 | 0.75 | วัดได้สอดคล้อง |
| 4 | 3. บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดและสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ | 0 | +1 | +1 | +1 | 0.75 | วัดได้สอดคล้อง |
| 5 | 4. บรรยายหรือวาดแผนผัง แสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ | +1 | 0 | +1 | +1 | 0.75 | วัดได้สอดคล้อง |

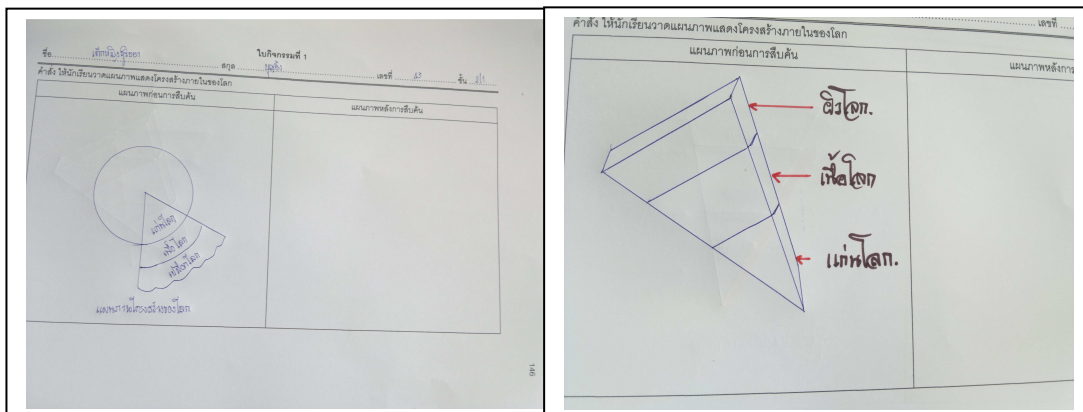
ตารางที่ 12 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดทักษะ
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

| ข้อที่ | ค่าความยากง่าย (P)/ดัชนีความยาก (P_E) | ค่าอำนาจจำแนก (r)/ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) |
|--------|---|--|
| 1 | 0.43 | 0.39 |
| 2 | 0.62 | 0.25 |
| 3 | 0.52 | 0.46 |
| 4 | 0.26 | 0.63 |
| 5 | 0.68 | 0.31 |

ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนที่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิม



นักเรียนวาดโครงสร้างโลกเพื่อระลึกความรู้เดิม



นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถามเพื่อเข้าสู่บทเรียน

ขั้นที่ 2 มุ่งมโนทัศน์เป้าหมาย



นักเรียนร่วมกันสืบค้น วางแผน วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบการนำเสนอข้อมูล

ขั้นที่ 3 ขั้นทำทหายความคิด



นักเรียนนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้



นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสะท้อนความคิดการนำเสนอข้อมูลของเพื่อน

ขั้นที่ 4 ประยุกต์ความรู้



นักเรียน วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบการนำเสนอข้อมูลในสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงบทเรียน

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวมาลีรัตน์ กระจ่างทอง เกิดเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2522 ภูมิลำเนา จังหวัดเพชรบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ในปีการศึกษา 2545 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551