

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สารนิพนธ์

ของ

อรอนงค์ เหล็กกนก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

กันยายน 2549

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สารนิพนธ์

ของ

อรอนงค์ เหล็กกนก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

กันยายน 2549

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทคัดย่อ  
ของ  
อรอนงค์ เหล็กกนก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

กันยายน 2549

อรอนงค์ เหล็กกนก. (2549). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ :  
รองศาสตราจารย์ สมจิต สวชนไพบูลย์.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการวิจัย One Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์, แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.77 , แบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.91 และแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่น 0.90 และการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติแบบ t – test dependent Samples

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ มีความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON THE EFFECTS OF ADMINISTERING LEARNING THROUGH  
ELECTRONIC SCIENCE FICTION WRITING PRACTICE ON SCIENCE ACHIEVEMENT  
AND SCIENCE IMAGINATIVE THINKING ABILITY OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS

AN ABSTRACT  
BY  
ORNANONG LEKKANOK

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Master of Education degree in Secondary Education  
at Srinakharinwirot University

September 2006

Ornanong Lekkanok. (2006). *A study on the effects of administering learning through electronic science fiction writing practice on science achievement and science imaginative thinking ability of mathayomsuksa I students*. Master's Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor: Assoc. Prof. Somchit Sawathanapibul.

The purposes of this research was to study on the effects of administering learning through electronic science fiction writing practice on science achievement and science imaginative thinking ability of mathayomsuksa I students

The subjects were 40 mathayomsuksa I students of Thainiyomsongkroa School, Bangkhen, Bangkok, in the first semester of their studies.

The study was base on experimental research. The task used group pretest-posttest design. The research equipment the achievement test on science study with reliability of 0.77 and evaluation of science imaginative thinking with reliability of 0.90 .The data analysis is used t-test Dependent Sample.

The results of this study revealed that

1. The science achievement of students after using the administering learning through electronic science fiction writing practice was statistically higher than that before the teaching at .01 level of significance.

2. The science imaginative thinking ability of students after using the administering learning through electronic science fiction writing practice was statistically higher than that before the teaching at .01 level of significance.

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการ  
สอบได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาการจัดการเรียนรู้อัตนศึกษา  
วิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการ  
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของ อรอนงค์ เหล็กกนก ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร  
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....  
(รองศาสตราจารย์ สมจิต สวณไพบุลย์)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

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

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน  
(รองศาสตราจารย์ สมจิต สวณไพบุลย์)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนศิริ)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์  
(อาจารย์ ดร.ราชนันท์ บุญธิมา)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ. 2549

## ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์อย่างสูงสุดของ รองศาสตราจารย์ สมจิต สวธนไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนະศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สรณยา ศรีบางพลี และอาจารย์ ดร.ราชนันท์ บุญธิมา กรรมการสอบสารนิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้อย่างดียิ่ง อันเป็นผลก่อให้เกิดความสำเร็จของสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษาตามหลักสูตรการ มัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์) เพราะความรู้ต่าง ๆ ล้วนแต่เป็นประโยชน์ต่อการทำสารนิพนธ์ และความรู้ที่ได้รับสามารถประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตการทำงานของผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสอาด คุณแม่อุทัย เหล็กกนก ที่อบรมสั่งสอนให้ลูกเป็นคนดี และให้ความรัก ความห่วงใย ความเอื้ออาทร สนับสนุน ช่วยเหลือ ปลอดภัยเมื่อลูกทุกซอกทุกซอก ยิ้มให้เมื่อ ลูกสำเร็จ ซึ่งมีผลอย่างมากต่อการทำสารนิพนธ์ของผู้วิจัย หากขาดท่านไปงานวิจัยคงไม่เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผช. จิรภา มาลัยธรรม ผู้ช่วยผู้อำนวยการโรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ อาจารย์ปัญญาจรัญณ์ จงภักทรนิพนธ์ อาจารย์นิตินาถ ครุฑเวโช อาจารย์จิตตินันท์ นกแสง อาจารย์ เบญจมาศ เนื่องสิทธิ์ ที่ได้สละเวลาให้ความกรุณาช่วยเหลือ ให้คำแนะนำในการตรวจสอบ แก้ไข เครื่องมือในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการทุก ฝ่ายที่กรุณาเอื้ออำนวยโอกาสและสนับสนุนในการศึกษาของผู้วิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณเพื่อนครูสายชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกให้ทุกเรื่อง เต็มใจให้คำแนะนำ มีกำลังใจให้เสมอ ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่มีส่วนให้ความช่วยเหลือผู้วิจัย ขอขอบคุณทุกถ้อยคำ ทุกความห่วงใยของพี่น้อง ไทยนิยมสงเคราะห์ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาการมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์) ทุกคนที่มี ส่วนในการช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ เป็นที่ปรึกษา และให้กำลังใจตลอดมา

ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือในการจัดทำสารนิพนธ์ครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ผู้มีพระคุณที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา อบรมสั่งสอน และญาติพี่น้องที่ร่วมเป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือมาตลอด

อรอนงค์ เหล็กกนก

## สารบัญ

| บทที่                                                       | หน้า |
|-------------------------------------------------------------|------|
| 1 บทนำ.....                                                 | 1    |
| ภูมิหลัง.....                                               | 1    |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย.....                                | 6    |
| ความสำคัญของการวิจัย.....                                   | 6    |
| ขอบเขตของการวิจัย.....                                      | 7    |
| ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....                | 7    |
| ตัวแปรที่ศึกษา.....                                         | 7    |
| นิยามศัพท์เฉพาะ.....                                        | 7    |
| กรอบแนวคิดในการวิจัย.....                                   | 10   |
| สมมติฐานในการวิจัย.....                                     | 10   |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                       | 11   |
| เอกสารที่เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....   | 11   |
| เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์..... | 45   |
| เอกสารที่เกี่ยวกับจินตนาการ.....                            | 71   |
| เอกสารที่เกี่ยวกับนิยายวิทยาศาสตร์.....                     | 83   |
| เอกสารที่เกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....                | 97   |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                                  | 107  |
| 3 การดำเนินการวิจัย.....                                    | 117  |
| การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง.....                      | 117  |
| การกำหนดเนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....             | 117  |
| การกำหนดแบบแผนการทดลอง.....                                 | 119  |
| การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....                     | 119  |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล.....                                    | 126  |
| การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....                       | 127  |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                                    | หน้า |
|------------------------------------------|------|
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....              | 132  |
| สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 132  |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....                | 132  |
| 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....     | 134  |
| สรุปผลการวิจัย.....                      | 138  |
| อภิปรายผลการวิจัย.....                   | 139  |
| ข้อเสนอแนะ.....                          | 144  |
| บรรณานุกรม.....                          | 145  |
| ภาคผนวก.....                             | 153  |
| ภาคผนวก ก.....                           | 154  |
| ภาคผนวก ข.....                           | 157  |
| ภาคผนวก ค.....                           | 181  |
| ภาคผนวก ง.....                           | 221  |
| ภาคผนวก จ.....                           | 234  |
| ภาคผนวก ฉ.....                           | 239  |
| ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์.....            | 246  |

## บัญชีตาราง

|       |                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ตาราง | หน้า                                                                                                                                                                                                                |
| 1     | แสดงการเปรียบเทียบการประเมินแบบเดิมและ<br>การประเมินตามสภาพจริง..... 34                                                                                                                                             |
| 2     | แบบแผนการทดลอง..... 119                                                                                                                                                                                             |
| 3     | เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร เรื่อง บรรยายากศ<br>ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบ<br>การเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนเรียนและ<br>หลังเรียน..... 132 |
| 4     | เปรียบเทียบความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของ<br>นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบ<br>การเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนเรียนและ<br>หลังเรียน..... 133            |
| 5     | สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความชัดเจนของข้อคำถาม<br>ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร เรื่อง<br>บรรยายากศ ตอนที่ 1 แบบปรนัย จากความคิดเห็นของ<br>ผู้เชี่ยวชาญ..... 222                |
| 6     | สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความเหมาะสมของตัวเลือก<br>ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร เรื่อง<br>บรรยายากศ ตอนที่ 1 แบบปรนัย จากความคิดเห็นของ<br>ผู้เชี่ยวชาญ..... 224               |
| 7     | สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความสอดคล้องกับจุดประสงค์<br>ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร เรื่อง<br>บรรยายากศ ตอนที่ 1 แบบปรนัย จากความคิดเห็นของ<br>ผู้เชี่ยวชาญ..... 226            |
| 8     | สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่<br>ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร<br>เรื่อง บรรยายากศ ตอนที่ 1 แบบปรนัย จากความคิดเห็นของ<br>ผู้เชี่ยวชาญ..... 228 |

## บัญชีตาราง (ต่อ)

| ตาราง | หน้า                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9     | สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความชัดเจนของ<br>ข้อคำถาม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ความสอดคล้องกับพฤติกรรม<br>ที่ต้องการวัดและความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบ<br>วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ตอนที่ 2<br>แบบอัตนัย จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ..... 230 |
| 10    | สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมิน<br>พฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์..... 232                                                                                                                                                                                                    |
| 11    | สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมิน<br>ความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์..... 233                                                                                                                                                                                                        |
| 12    | แสดงค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัด<br>ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ<br>ตอนที่ 1 แบบปรนัย..... 235                                                                                                                                                                           |
| 13    | แสดงค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัด<br>ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ<br>ตอนที่ 2 แบบอัตนัย..... 236                                                                                                                                                                          |
| 14    | แสดงค่าอำนาจจำแนกแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียน<br>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์..... 237                                                                                                                                                                                                                            |
| 15    | แสดงค่าอำนาจจำแนกแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการ<br>ทางวิทยาศาสตร์ ..... 238                                                                                                                                                                                                                               |
| 16    | แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ<br>ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้<br>ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์<br>ก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ..... 240                                                                       |
| 17    | แสดงคะแนนความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์<br>ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้<br>ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์<br>ก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ..... 242                                                                                  |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ                                                                                                                                                                                                    | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1      แสดงวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้.....                                                                                                                                                                   | 19   |
| 2      กระบวนการในการประเมินผลตามสภาพจริง.....                                                                                                                                                               | 35   |
| 3      แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....                                                                                                                                                         | 46   |
| 4      แสดงองค์ประกอบของวิทยาศาสตร์.....                                                                                                                                                                     | 47   |
| 5      กระบวนการจัดทำและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....                                                                                                                                                      | 105  |
| 6      กราฟแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์<br>ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้<br>ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์<br>ก่อนเรียนและหลังเรียน.....     | 244  |
| 7      กราฟแสดงคะแนนความสามารถในการคิดจินตนาการ<br>ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1<br>ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์<br>ทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน..... | 245  |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

สังคมทุกวันนี้เชื่อมโยง ชับซ้อน เคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มนุษย์ไม่สามารถเผชิญกับความซับซ้อนและความเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้ จึงเกิดสภาวะวิกฤต เช่น ไม่สามารถแก้ไขปัญหาความยากจน การไม่มีงานทำ ความเครียด ความรุนแรง ปัญหายาเสพติด ปัญหาโรคเอดส์ อุบัติเหตุ ความขัดแย้ง อาชญากรรม การทำลายสิ่งแวดล้อมและอื่น ๆ จึงไม่สามารถจัดระบบชีวิตและสังคมให้อยู่เย็นเป็นสุขได้

การศึกษาจึงมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาเหล่านี้ เพราะการศึกษาช่วยพัฒนาคนให้สมบูรณ์ ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา คุณธรรม จริยธรรม และวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถจัดระบบชีวิตและสังคมให้อยู่ในดุลยภาพในสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้

แต่การศึกษาแบบท่องหนังสือหรือเอาวิชาเป็นตัวตั้ง ไม่สามารถทำให้มนุษย์กล้าเผชิญและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ เพราะโลกแห่งวิชา กับโลกแห่งความจริงต่างกัน การเรียนโดยเอาวิชาเป็นตัวตั้งทำให้แยกตัวออกจากความเป็นจริงของชีวิตและสังคมที่ซับซ้อน และเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอย่างสิ้นเชิง ฉะนั้น จึงควรยึดหลักทางพุทธศาสนาที่ว่า ชีวิตคือการศึกษาและการศึกษาคือชีวิต ศาสนาอื่นก็เช่นเดียวกันถือว่า ชีวิตและการศึกษาอยู่ที่เดียวกัน ดังนั้น หัวใจของการปฏิรูปการศึกษา คือ การปฏิรูปการเรียนรู้ หัวใจของการปฏิรูปการเรียนรู้ คือการย้ายการศึกษาให้มาอยู่ที่เดียวกับชีวิต หรือการยึดมนุษย์แทนการยึดวิชาเป็นตัวตั้ง นั่นคือ การยึดผู้เรียนเป็นสำคัญนั่นเอง

การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นตัวตั้งหรือยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ หมายถึงการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง สถานการณ์จริงของแต่ละคนไม่เหมือนกัน จึงต้องเอาผู้เรียนแต่ละคนเป็นตัวตั้ง ครูจัดให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ กิจกรรม และการทำงาน อันนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนครบทุกด้าน ทั้งทางกาย ทางจิตหรืออารมณ์ ทางสังคม และทางสติปัญญา ครูควรปรับเปลี่ยนบทบาทจากการต้องท่องบ่นเนื้อหาวิชามาถ่ายทอดให้นักเรียนฟัง เป็นผู้ให้ความรัก ความสนใจในชีวิตของนักเรียนแต่ละคน จัดประสบการณ์การเรียนรู้อันหลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียน ร่วมเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนในสถานการณ์จริง รู้ศักยภาพที่แตกต่างกันของนักเรียนแต่ละคน และส่งเสริมให้นักเรียนได้นำศักยภาพนั้นมาใช้ นักเรียนที่ได้รับการส่งเสริมศักยภาพตามความถนัดของตนจะมีความสุขและความสร้างสรรค์อย่างยิ่ง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2543)

ครูจะต้องค้นคว้าหาว่าสิ่งใดช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนแต่ละคนได้ หากค้นพบจะทำให้ให้นักเรียนได้มีโอกาสประสบความสำเร็จมากขึ้น แนวทางที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญมีความเชื่อพื้นฐานมาจากแนวคิดของ ฌอง ฌาคส์ รูสโซ นักปรัชญาชาวฝรั่งเศส (ค.ศ.1717-1778) ผลการศึกษาด้านการศึกษาของเขาในเรื่อง Emile or Education แสดงแนวคิดชัดเจนว่า เด็กสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องมีใครบอกกล่าวสิ่งสำคัญให้กับเด็ก จึงไม่ใช่การสอน แต่เป็นการเปิดโอกาสให้เด็กคิดด้วยตนเอง ในการเรียนแบบนี้ครูต้องมีความพยายามและขยันมากขึ้นกว่าเดิม เพราะจะต้องออกแบบวิธีการเรียนใหม่ ๆ อยู่เสมอ ด้วยวิธีที่เข้าใจง่าย เนื่องจากการใช้รูปแบบที่ซับซ้อนหรือรูปแบบเดิมที่ซ้ำซากจะไม่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน (सानปฏิรูป. 2544: 23)

ฉะนั้น ในยุคของการปฏิรูปการศึกษา เราต้องสร้างแนวคิดทางการศึกษาใหม่หรือพลังทางการศึกษา ซึ่งทำให้การศึกษามีพลัง ต้องจินตนาการใหม่ทางการศึกษา ซึ่งสำคัญกว่าความรู้ใหม่ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 กำหนดมาตรฐานการศึกษาแห่งชาติ มาตราที่ 4 ว่า ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ รวมทั้งผู้เรียนยังต้องมีความคิดเชิงจินตนาการ ดังปรากฏในตัวอย่างของมาตรฐานดังกล่าว

จินตนาการคือการที่คนเราแต่ละคนคิดว่าในอนาคตอันใกล้หรือไกลนั้นจะมีสิ่งนั้นสิ่งนี้ขึ้นในสังคม ในชุมชน ในโลกของมนุษย์ หรือนอกโลก เสมือนหนึ่งเป็นการฝันไป แต่เป็นการคิดคำนึงขณะที่ไม่หลับและมีสติ โดยการใช้ข้อมูลต่าง ๆ จากการอ่าน การศึกษา การบอกเล่า มาคิดทบทวนไปมาแล้วเกิดความคิดใหม่ขึ้น โดยสิ่งเหล่านั้นอาจจะยังไม่เกิดขึ้นเลยในปัจจุบัน

คนส่วนใหญ่มีจินตนาการในเรื่องต่าง ๆ นานา ไม่ว่าจะเป็นเพศไหน อายุเท่าไร ก็สามารถมีจินตนาการหรือมีความคิดที่น่าจะเป็นอย่างนั้น น่าจะเป็นอย่างนี้ เมื่อนั้น เมื่อนั้นอยู่เสมอ เช่น คนสมัยก่อนโน้น พอเห็นนกบินขึ้น บินลง ก็คิดหรือจินตนาการไปว่า คนเราน่าจะบินได้เหมือนนก จะได้ไปไหนมาไหนสะดวก ไม่ต้องเดินให้เหนื่อย บางคนคิดที่น่าจะทดลองบินเหมือนนก โดยการทำปีกผูกเข้ากับแขนทั้ง 2 ข้าง กระโดดลงจากที่สูง จนต่อมาอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างเครื่องบิน เครื่องบินได้สำเร็จ ทั้งหมดนี้ล้วนใช้ความคิดหรือจินตนาการทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการสังเกตดูว่านกทำอย่างไรจึงบินได้ ถ้าตัวเองมีอะไรเหมือนนกแล้วก็ทำตนให้เหมือนนก แล้วคิดว่าคงบินได้เหมือนนก จึงเห็นได้ว่า จินตนาการของคนเรานั้นไม่มีขอบเขต และไม่มีพรมแดนมาขวางกั้น (บุญสม ยอดมาลี. 2543: 61)

มโนคติหรือจินตนาการถือเป็นอุปกรณ์อันยิ่งใหญ่สำหรับความเจริญของคนและโลก สิ่งที่เป็นประโยชน์แก่มนุษย์มากที่สุด ซึ่งมนุษย์ไม่เชื่อว่าจะมีขึ้นได้ ดังเช่น เรือเหาะ รถไฟ รถยนต์ เรือใต้น้ำ รถใต้ดิน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของมโนคติหรือจินตนาการทั้งสิ้น (วิจิตรวาทการ,พล.ต.หลวง. 2544:68)

คนที่สามารถแต่งหนังสือจนได้รับความนิยมที่สุด อย่างเช่น สุนทรภู่ ก็โดยมีมโนคติหรือจินตนาการอันแรงกล้า เขียนเรื่อง รัตนาวรรณ และเรื่องราวทั้งหลายจากภาพที่ปรากฏในหัวของตน และบางอย่างกลายเป็นความจริงขึ้นมา เช่น เรื่องหีบเสียง ที่ปรากฏในหนังสือพระอภัยมณี ซึ่งพระบรมวงศ์เธอกรมพระยาดำรงราชานุภาพ รับสั่งไว้ในประวัติสุนทรภู่ว่า ในเวลาที่สุนทรภู่แต่งเรื่องพระอภัยมณีนั้น หีบเสียงยังไม่มีขึ้นในโลก ดังนั้นจะเห็นได้ว่า สุนทรภู่เป็นคนหนึ่งที่มองเห็นว่าจะเป็นไปอย่างไรในอนาคต กล่าวคือเป็นผู้มีมโนคติหรือจินตนาการดีที่สุดในยุคสมัย

อิทธิพลที่มีต่อความคิดจินตนาการที่เห็นได้ชัดคือสภาพแวดล้อม เช่น ที่นา ภูเขา ป่าไม้ หอพัก แหล่งน้ำ หากได้มีโอกาสไปดู ไปทัศนศึกษา หาประสบการณ์ในแหล่งธรรมชาติดังกล่าว ก็ถือเป็นการเสริมสร้างความคิดจินตนาการได้ทางหนึ่ง (บุญสม ยอดมาลี. 2543: 61) แต่หากไม่มีโอกาสได้สัมผัสกับธรรมชาติโดยตรง เพียงการดูโทรทัศน์ภายในบ้าน ก็เป็นการสร้างสรรค์อารมณ์ ความคิด จินตนาการ ให้เกิดแก่ผู้ชมได้ ด้วยภาษาโทรทัศน์ ที่เป็นภาษาพูด ภาษาท่าทาง ได้แก่ ภาพ แสง สี เสียง เทคนิคการถ่ายทำ เป็นต้น (วิรัช วงศ์ภินันท์. 2536: 13-23) หรือแม้แต่การนั่งอ่านหนังสือ ก็เป็นการสร้างความคิดจินตนาการให้แก่ผู้อ่านได้ เพราะการอ่านจะกระตุ้นความคิด ทำให้คิดตาม ยกตัวอย่าง เวลาที่อ่านนิยาย จินตนาการหรือภาพของนางเอกที่คิดขึ้นมาจะไม่เหมือนกับนางเอกที่แสดงทางทีวี อีกทั้งคนส่วนใหญ่ก็มีความเห็นตรงกันว่า การอ่านนั้นสนุกกว่า เพราะจะได้จินตนาการอะไรมากมาย ถ้าเด็กได้สัมผัสหนังสือแต่เด็ก จะช่วยฝึกคิด ฝึกจินตนาการ สำหรับมนุษย์สิ่งที่มีค่าที่สุดไม่ใช่ข้อมูลข่าวสาร การคิดจินตนาการเป็นคุณสมบัติสูงสุดที่มนุษย์พึงมี เพราะฉะนั้นเด็กควรได้รับการฝึกฝนเรื่องนี้ตั้งแต่เล็ก (सानปฏิรูป. 2546: 67)

เด็กที่มีอายุประมาณ 2-3 ขวบ เป็นช่วงที่สมองมีการพัฒนาสูงมาก สิ่งหนึ่งที่ทำให้สมองมนุษย์พัฒนาได้ดีที่สุดคือ ความอบอุ่น ความผูกพันระหว่างผู้เลี้ยงดูกับเด็ก เป็นความสัมพันธ์ที่ทำให้เซลล์สมองของมนุษย์เจริญเติบโต ถ้าพ่อแม่ลูกทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยกัน เด็กจะซึมซับความรู้สึกอบอุ่นนี้ไว้ ทำให้มองโลกในแง่ดี ถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุด เมื่อเราใช้หนังสือเป็นสื่อกลางระหว่างสองคน จะทำให้เกิดภาษา การสื่อสาร เกิดการเริ่มต้นเรียนรู้ในชีวิตของเขา (อุดม เพ็ชรสังหาร. 2548: 38) และไม่ว่าจะเป็นดนตรี ศิลปะ หนังสือนิทาน แม้แต่เพลงร้องเล่น ทุกอย่างสามารถสร้างจินตนาการให้กับเด็กได้ สำหรับหนังสือนั้น ถ้าเราจะให้เด็กเขาสนุก กระจายใคร่รู้ก็จะอ่านหนังสือ ลูกเล่นของหนังสือมีส่วนในการดึงความสนุก อยากรู้ อยากเห็น อย่างหนังสือต่างประเทศ บางเล่มทำเป็นเหมือนพิพิธภัณฑสถาน และบางเล่มก็ไม่ได้มีเพียงภาพ แต่แฝงเทคนิคอื่น ๆ มากมาย จะเห็นได้ว่า ทั้งเนื้อเรื่องและภาพประกอบล้วนเป็นเรื่องของจินตนาการ เมื่อเด็กเห็นภาพหนึ่ง ๆ สามารถที่จะต่อยอดเป็นเรื่องราวใหม่ ๆ ได้เรื่อย ๆ ยิ่งเราเล่นกับเขาบ่อยเท่าใด เด็กจะยิ่งจำได้ นี่คือนิสัยที่ให้อินจินตนาการ (เกริก ยุ้นพันธ์. 2548: 39) เด็กสามารถสร้างจินตนาการใหม่ ๆ ได้เรื่อย ๆ เด็กไม่ได้อ่านจากตัวหนังสือ

แต่อ่านจากภาพ ซึ่งมีผลต่อการการสร้างจินตนาการอย่างมากสำหรับเด็กที่จะหล่อหลอมให้เด็กกลายเป็นผู้ใหญ่ที่มีจินตนาการเชิงความคิดสร้างสรรค์ในอนาคต (วิริยะ สิริสิงห. 2548: 40)

ดังนั้น การเสริมสร้างพัฒนาการทางสมองสำหรับเด็กนั้น ไม่ได้มีวิธีการยากเย็นเป็นอย่างที่หลายคนคิด บางครั้งแค่หนังสือภาพดี ๆ สักหนึ่งเล่ม ที่บรรจุเนื้อหาร้อยเรียงด้วยถ้อยคำง่าย ๆ แต่อาศัยเทคนิคการดำเนินเรื่องจากภาพประกอบ ก็สามารถดึงดูดความสนใจและช่วยสร้างจินตนาการของเด็กได้แล้ว (วารสารวงการครู. 2548: 37-40)

นอกจากนิทานภาพที่สามารถสร้างจินตนาการให้กับผู้อ่านได้แล้ว ยังมีนิทานอีกประเภทหนึ่งที่มีเนื้อหาส่วนใหญ่เกิดจากจินตนาการ ความคิดฝันของผู้เขียนแทบทั้งหมด มีการผสมผสานความจริงทางวิทยาศาสตร์กับความฝันและจินตนาการ บั่นเป็นเรื่องราว นั่นคือ นิยายวิทยาศาสตร์

นิยายวิทยาศาสตร์เป็นวรรณกรรมที่ให้ความรู้สึกเร้าใจในจินตนาการ เป็นเรื่องในอนาคตที่ยังไม่เกิดขึ้นในปัจจุบัน นิยายวิทยาศาสตร์ช่วยตอบสนองความอยากรู้ได้สัมผัส ความรู้สึกตื่นตาตื่นใจ สามารถจะประสานจินตนาการกับการมองอนาคตได้ด้วยดี และยังพบว่านิยายวิทยาศาสตร์อีกหลายเรื่องในระยะหลังเป็นจินตนาการที่มีความเป็นจริงเข้ามาแทนที่ การอ่านนิยายวิทยาศาสตร์นั้นถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการเสพวรรณกรรมของเด็ก ในยุโรป อเมริกา เด็กจะอ่านนิยายวิทยาศาสตร์เป็นบำเพ็ญหลัง ก่อนที่เขาจะโตขึ้นไปอ่านเล่มอื่น ซึ่งตรงนี้เป็นประโยชน์ช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กเหล่านั้นเกิดขึ้นได้เร็ว และเด็กจะมีจินตนาการ มีความคิดสร้างสรรค์ ทำอะไรในเชิงประดิษฐ์กรรมได้ดีกว่าเด็กเอเชีย (วิชัย เชิดชูศาสตร์. 2543: 62) นิยายวิทยาศาสตร์เกิดจากจินตนาการของมนุษย์ที่ไม่มีการสิ้นสุด ซึ่งจินตนาการเหล่านั้นอาจจะไม่มีเหตุผล แต่ก็สามารถจุดประกายความคิดของมนุษย์เราให้เกิดสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นได้ อย่างเช่น ในยุคหนึ่งของจูลส์ เวิร์น พูดถึงเรื่องเรือดำน้ำ เฮลิคอปเตอร์ อาเทอร์ ซี. คลาร์ก พูดถึงเรื่องดาวเทียม คอมพิวเตอร์ อาซิโมฟพูดถึงหุ่นยนต์ คือช่วงที่เขาคิดจินตนาการขึ้น อาจจะไม่มีเหตุผลเลย มาจากความคิดล้วน ๆ เป็นความฝันของมนุษย์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือเป็นจุดเริ่มต้นทำให้สิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวเกิดขึ้นมา (นิรันดร์ บัญจันทร์. 2543: 65)

นิยายวิทยาศาสตร์ที่ผู้เขียนจินตนาการขึ้นนั้นจะบรรจุเนื้อหาและภาพประกอบลงในกระดาษมีรูปลักษณะแตกต่างกันไป ผู้อ่านสามารถเสริมสร้างจินตนาการให้เกิดแก่ตนได้ แต่การเรียนรู้เช่นนี้เป็นการเรียนรู้แบบเดิมที่ทำให้ขีดจำกัดของการสร้างจินตนาการจะสุดอยู่แต่ตัวหนังสือ การเรียนรู้แบบใหม่ of นักเรียน เริ่มที่จะเห็นภาพของความเป็นจริงมากขึ้น สร้างความรู้จริง ๆ มากขึ้น เพราะฉะนั้นรูปแบบการเรียนรู้ในอนาคต จะเป็นลักษณะการแสวงหาความรู้ผ่านทางสื่อเทคโนโลยีทางการศึกษา พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ให้ความสำคัญต่อเทคโนโลยีการศึกษาเป็นอย่างมาก เพราะเทคโนโลยีการศึกษาจะเป็นปัจจัยหลัก ในการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเรียนการสอน เป็นแบบมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งทำให้เกิดแนวคิดใหม่ทางเทคโนโลยีการศึกษาและเปลี่ยนบทบาทครู

ครูจะต้องมีบทบาทในฐานะนักจัดระบบและออกแบบระบบการเรียนการสอน นักจัดการสารสนเทศ นักออกแบบและจัดแหล่งสื่อการศึกษา จัดสภาพแวดล้อมทางการศึกษา นักแนะแนวและอำนวยความสะดวกต่อการจัดการเรียนการสอน

ในปัจจุบัน ได้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาช่วย ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการได้มีนโยบายส่งเสริม และสนับสนุนให้มีการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน ทำให้หนังสือได้วิวัฒนาการมาอยู่ในรูปแบบที่ทันสมัย สามารถใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้อย่างสอดคล้องและมีประสิทธิภาพ หนังสือในรูปแบบดังกล่าวนี้คือ e-book หรือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั่นเอง

ปัจจุบัน e-book หรือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีอยู่มากมายหลายรูปแบบด้วยกัน ซึ่งได้มีการพัฒนารูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้มากขึ้น ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารข้อมูลที่กำลังก้าวหน้าอย่างไม่หยุดยั้งส่งผลให้ e-book ที่มีการนำเสนอแบบข้อความตามหนังสือธรรมดา ๆ กลายมาเป็น “Multimedia e-book” ที่รวบรวมเอาจุดเด่นของสื่อชนิดต่าง ๆ มาผสมผสานกัน อาทิ ตัวอักษร ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพถ่าย วิดีทัศน์ และสื่อประกอบต่าง ๆ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้มีคุณสมบัติเฉพาะตัวแตกต่างกันไป ทำให้มีการพัฒนาในการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำเสนอเนื้อหาผ่านทางสื่อต่าง ๆ เพื่อให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจและดึงดูดความสนใจได้เป็นอย่างดี

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์หรือ e-book ที่มุ่งผลิตขึ้นก็เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มุ่งให้ความรู้กับผู้เรียน โดยสามารถบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนและผู้สอนทราบก่อนที่จะเริ่มต้นเนื้อหาบทเรียน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ได้ถูกต้อง สามารถประเมินผลผู้เรียนได้ว่าเกิดกระบวนการเรียนรู้และทักษะต่างๆบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ไว้หรือไม่ ส่วนผู้เรียนก็จะได้ทราบว่าตนเองจะได้รับสารประโยชน์และความรู้อะไรบ้าง

สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง ก็คือ การเลือกสื่อและวิธีการนำเสนอสื่ออย่างเหมาะสม จะเป็นการช่วยสนับสนุนให้สามารถถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในการเลือกสื่อ จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ คุณสมบัติของสื่อ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน, บุคลิกลักษณะของผู้เรียน และสื่อที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ และสภาพแวดล้อมในการเรียนและอุปกรณ์ที่ช่วยสื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สุทิน ทองใสว. 2549 : 46-49)

อย่างไรก็ดี เมื่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้รับการพัฒนามากขึ้น ทำให้การเรียนการสอนหรือการถ่ายทอดความรู้เป็นไปด้วยความรวดเร็วและแพร่หลาย การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศจึงมีบทบาทและความสำคัญอย่างยิ่งต่อการถ่ายทอด ค้นคว้าหาความรู้และการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะมัลติมีเดีย จึงเป็นสื่อสำคัญของการเรียนรู้ และเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาบนเว็บ ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและช่วยเสริมแรงในการเรียนรู้เนื้อหาให้ง่ายต่อการเข้าถึงข้อมูลทั่วโลกและข้อมูลปัจจุบันสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยให้สังคมเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นในการสร้างและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จึงควรอยู่บนพื้นฐานของการออกแบบ เพื่อการใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อในยุคปฏิรูปการศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ควบคู่ความคิดจินตนาการ และเทคโนโลยีทางการศึกษา สื่ออิเล็กทรอนิกส์ก็เข้ามามีบทบาท ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างองค์ความรู้และความคิดจินตนาการให้เกิดกับผู้เรียน โดยจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction) เพื่อให้สมดังเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

### ความสำคัญของการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้ จะเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน รวมทั้งผู้เรียนสามารถเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction) ได้ด้วยตนเอง ซึ่งองค์ความรู้ที่นักเรียนได้รับจะเป็นประโยชน์มากในการสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ ได้เรียนรู้การทำงานอย่างเป็นขั้นตอน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

## ขอบเขตของการวิจัย

### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 200 คน

### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน คือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 จำนวน 40 คน

### ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
  - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
  - 2.2 ความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. นิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction) หมายถึง งานเขียนประเภทหนึ่งที่ใช้จินตนาการและความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินเรื่อง เป็นเรื่องเกี่ยวกับวิฤตการณ์ของมนุษย์ ความขัดแย้ง และการผจญภัย อันเนื่องมาจากการค้นพบทางวิทยาศาสตร์โดยสร้างบนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ในคอมพิวเตอร์ ผู้อ่านสามารถอ่านผ่านทางอิเล็กทรอนิกส์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พกพาอื่นๆ ได้

2. การจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1) ในสาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มาตรฐาน ว 6.1-1, ว 6.1-2 สาระการเรียนรู้ เรื่อง บรรยากาศ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่

- 2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ
- 2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ

ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2.3 **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เป็นการนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอข้อมูลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

2.4 **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

โดยการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction) จะลงมือปฏิบัติในชั้นขยายความรู้นี้ เพราะเป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้แล้ว ประกอบกับพื้นฐานความสามารถทางคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่แล้ว และความคิดจินตนาการของนักเรียนเอง มาเชื่อมโยงกัน

2.5 **ชั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ แล้วนำไปสู่การประยุกต์ใช้กับเรื่องอื่น ๆ

**3.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยประเมินผลตามสภาพจริง ประกอบด้วย

3.1 **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบปรนัย 5 ตัวเลือก** จำนวน 20 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยวัดพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน ได้แก่

3.1.1 **ด้านความรู้ ความจำ** หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3.1.2 **ด้านความเข้าใจ** หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ ตีความ และแปลความ โดยอาศัยข้อเท็จจริง คำศัพท์ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3.1.3 **ด้านการนำไปใช้** หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3.1.4 **ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่ว ความชำนาญ สามารถใช้กิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วัดประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### 3.2 แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 5 ด้านคือ

3.2.1 ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการตรวจสอบความคิดของตนเองจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ ไม่เชื่อใครง่ายๆ ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่น

3.2.2 ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการช่างซักถาม ช่างอ่าน ริเริ่มสิ่งใหม่ ตื่นเต้น เมื่อได้ข้อมูลหรือความคิดใหม่เพิ่มเติม

3.2.3 ความมีระเบียบในการทำงาน หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงการรู้จักระวัง ควบคุมความปลอดภัยของตนเองและเพื่อน รักษาเครื่องมือที่ใช้ไม่ให้แตกหักในขณะทดลองวิทยาศาสตร์

3.2.4 ความเสียสละ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงการทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมาย โดยไม่คำนึงถึงผลตอบแทน เต็มใจอุทิศตนเพื่อสร้างผลงาน

3.2.5 ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการรายงานสิ่งที่สังเกตได้ตามความเป็นจริง ไม่เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูล

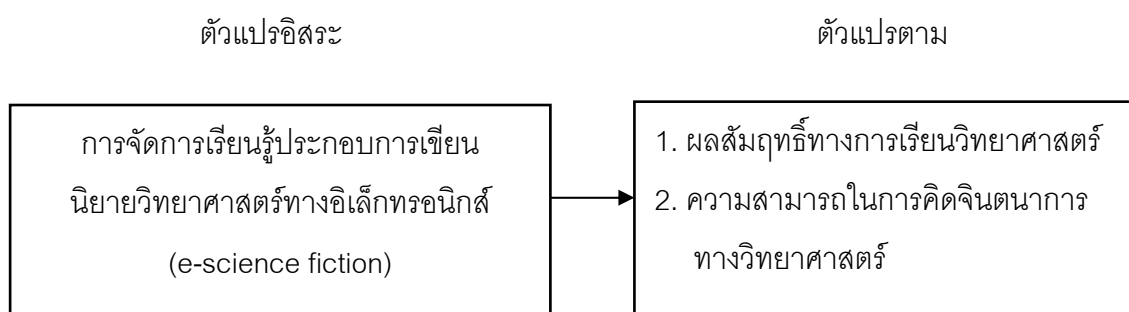
**4. ความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง การสร้างภาพให้ปรากฏเป็นเรื่องราวในจิตใจ ทั้งที่เป็นไปได้ในปัจจุบันและเป็นไปได้ในอนาคต อีกทั้งอาจเป็นสิ่งที่เคยพบเห็นในชีวิตทางวิทยาศาสตร์ แต่สิ่งนั้นไม่ได้อยู่เฉพาะหน้าของตนในขณะนั้น แต่นี้กวาดภาพได้ แล้วใช้ความคิดคำนึงให้กว้างขวางลึกซึ้งยิ่งขึ้น และนำเสนอเรื่องราวด้วยการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ใช้ตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวดำเนินเรื่อง

คะแนนความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ได้จากการวัด โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงมาจากแบบประเมินความสามารถในการคิดเชิงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของ อุดุลย์ วงศ์ก้อม (2544: 180-183) มีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ด้าน ดังนี้

- (1) ด้านการจัดลำดับความคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์
- (2) ด้านความสอดคล้องของเรื่องกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่เรียน
- (3) ด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้
- (4) ด้านการจัดลำดับเนื้อเรื่อง
- (5) ด้านเทคนิคการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์จากการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction) ซึ่งมีกรอบแนวคิดดังนี้



### สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction) มีความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. เอกสารที่เกี่ยวกับจินตนาการ
4. เอกสารที่เกี่ยวกับนิยายวิทยาศาสตร์
5. เอกสารที่เกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. เอกสารที่เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

##### 1.1 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 75-79) มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ในมาตรา 23 (2) เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ให้ความสำคัญของการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา โดยเฉพาะความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรวมทั้งความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษา และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน

ในส่วนของการจัดกระบวนการเรียนรู้ มาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้

- 1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

3) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

4) จัดการเรียนรู้โดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา

5) ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอน และแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ

6) จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวดังกล่าว จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกระบวนการเรียนการสอน ทั้งของครูและนักเรียน กล่าวคือลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่า บรรยาย สาธิต เป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ กิจกรรมต่าง ๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของนักเรียนตั้งแต่เริ่ม คือ ร่วมวางแผนการเรียนรู้ การวัดผล ประเมินผล และต้องคำนึงว่ากิจกรรมการเรียนนั้นเน้นการพัฒนากระบวนการคิด วางแผน ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล การแก้ปัญหา การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นได้ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่าง ๆ ในที่สุดสร้างองค์ความรู้ ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวต้องพัฒนานักเรียนให้เจริญพัฒนาทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

แนวทางการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนโยบายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ว่าด้วยเรื่องการจัดการเรียนรู้ที่ถือว่า ผู้เรียนสำคัญที่สุดหรือการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยได้ดำเนินการจัดเนื้อหาสาระ กิจกรรมที่สอดคล้อง ความสนใจ ฝึกทักษะกระบวนการคิดจินตนาการ เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ให้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน เกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง และประสานความร่วมมือกับผู้ปกครอง เพื่อร่วมกันพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน

## 1.2 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ

และทฤษฎี การทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมต่างถิ่นที่นักเรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้น ระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนาระบบการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้ให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือจิตวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังว่าจะได้รับการพัฒนาขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ มีดังนี้

- 1) ความสนใจใฝ่รู้
- 2) ความซื่อสัตย์
- 3) ความอดทน มุ่งมั่น
- 4) การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น
- 5) ความคิดสร้างสรรค์
- 6) มีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ
- 7) ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ

ในการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนต้องศึกษาเป้าหมายและปรัชญาของการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจนกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการและผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด แล้วพิจารณาเลือกนำไปใช้ออกแบบกิจกรรมที่หลากหลายให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ เหมาะกับสภาพแวดล้อมของโรงเรียน แหล่งความรู้ของท้องถิ่นและที่สำคัญ คือ ศักยภาพของผู้เรียนด้วย ดังนั้น ในเนื้อหาสาระเดียวกัน ผู้สอนแต่ละโรงเรียนย่อมจัดการเรียนการสอนและใช้สื่อการเรียนการสอนที่แตกต่างกันได้

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้มีการพัฒนาในทุกๆ ด้านและครอบคลุมถึงเรื่องของความตระหนักและผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้วย การจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ในทุกระดับจึงต้องดำเนินการที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาที่สมบูรณ์ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาที่สมบูรณ์เป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย เช่น

- 1) กิจกรรมภาคสนาม
- 2) กิจกรรมแก้ปัญหา

- 3) กิจกรรมการสังเกต
- 4) กิจกรรมสำรวจตรวจสอบ
- 5) กิจกรรมการทดลอง
- 6) กิจกรรมการสืบค้นข้อมูล ทั้งจากแหล่งที่เป็นบุคคล เอกสารในห้องสมุด หรือ หน่วยงานในท้องถิ่น จนถึงการสืบค้นทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 7) กิจกรรมศึกษาค้นคว้าจากสื่อต่าง ๆ และแหล่งการเรียนรู้ในท้องถิ่น
- 8) กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
- 9) กิจกรรมอภิปราย

ฯลฯ

การจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ เน้นการจัดกิจกรรมหลากหลาย อาทิ กิจกรรมการสังเกตแบบบันทึก กิจกรรมการทดลองการเกิดหมอก กิจกรรมการวัดความชื้น ความกดอากาศ อุณหภูมิ กิจกรรมการสืบค้นข้อมูลการพยากรณ์อากาศ กิจกรรมการอภิปราย การแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม และนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว อีกทั้งทำการพัฒนาจิตวิทยาาสตร์หรือคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนร่วมด้วย

### 1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

การพัฒนาการเรียนการสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาในส่วนของเนื้อหาและหลักการทางด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง ประกอบกับหลักการด้านจิตวิทยาพัฒนาการที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับแล้วว่า พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ในวัยต่าง ๆ เป็นหัวใจสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้จึงนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ (สสวท. 2546: 217-219)

#### 1.3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Theory of Cognitive Development)

เด็กมีการพัฒนาด้านต่าง ๆ มาแล้วตั้งแต่อยู่ที่บ้าน ทั้งในส่วนของร่างกาย จิตใจและความรู้ความสามารถต่าง ๆ เมื่อเด็กเหล่านั้นเข้ามาสู่ระบบโรงเรียนจึงมีความรู้ความสามารถมาส่วนหนึ่งแล้ว ที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ตามระบบของโรงเรียนต่อไป ได้มีการศึกษาในส่วนของพัฒนาการของนักเรียนเป็นจำนวนมากและในหลายทิศทาง ทฤษฎีที่ยอมรับโดยทั่วไป คือทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jean Piaget นักจิตวิทยาชาวสวิส ซึ่งได้เสนอไว้ว่าพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนสู่วัยผู้ใหญ่จะแบ่งออกเป็น 4 ระยะคือ

1.3.1.1 ระยะเวลาใช้ประสาทสัมผัส (sensory-organs stage) เป็นการพัฒนาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี ในวัยนี้เด็กจะเริ่มพัฒนาการรับรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ ตลอดจนเริ่มมีการพัฒนาการใช้อวัยวะให้สามารถทำงานเบื้องต้นได้ เช่น ฝึกใช้มือหยิบจับสิ่งของต่าง ๆ ฝึกการได้ยินและการมอง ฝึกเดิน ยืน ฝึกพูดและโต้ตอบ การพัฒนาเหล่านี้จัดเป็นการพัฒนาที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาขั้นต่อไป เด็กในวัยนี้จึงเรียนรู้โดยการได้หยิบ จับ สัมผัสกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว

1.3.1.2 ระยะเวลาควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (preoperational stage) เป็นการพัฒนาในช่วงอายุ 2 ปี จนถึง 7 ปี เด็กวัยนี้จะเริ่มพัฒนาร่างกายอย่างเป็นระบบมากขึ้น มีการพัฒนาของสมองเพื่อใช้ควบคุมการพัฒนาลักษณะนิสัย เช่น นิสัยการขับถ่าย มีการฝึกใช้อวัยวะต่าง ๆ ให้มีความสัมพันธ์กันภายใต้การควบคุมของสมองและเชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมที่เด็กได้สัมผัส เช่น การเล่นเกม กีฬา การขี่จักรยาน การเล่นล้อเลื่อน

1.3.1.3 ระยะเวลาที่คิดอย่างเป็นรูปธรรม (concrete-operational stage) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 7 ปี ถึง 11 ปี เด็กช่วงนี้จะมีการพัฒนาสมองมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จนสามารถเรียนรู้และจำแนกสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ แต่จะยังไม่สามารถสร้างจินตนาการกับเรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้ เด็กในวัยนี้จึงสามารถเล่นสิ่งของที่เป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี แต่ไม่สามารถเรียนรู้เรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้ เช่น โครงสร้างอะตอม การถ่ายทอดทางพันธุกรรม

1.3.1.4 ระยะเวลาที่คิดอย่างเป็นนามธรรม (formal-operational stage) เป็นพัฒนาการในช่วงสุดท้ายของเด็กอายุประมาณ 12 – 15 ปี ก่อนจะเป็นผู้ใหญ่ เด็กในช่วงนี้สามารถคิดอย่างเป็นเหตุผลและคิดในสิ่งที่ซับซ้อนอย่างเป็นนามธรรมได้มากขึ้น เมื่อเด็กพัฒนาได้อย่างเต็มที่แล้ว จะสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและแก้ปัญหาได้อย่างดี จนพร้อมที่จะเป็นผู้ใหญ่ที่มีวุฒิภาวะต่อไป

การพัฒนาของเด็กจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากระดับต้นในวัยเด็กไปสู่ระดับที่สูงขึ้น จนเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่ โดยทั่วไปการพัฒนาของเด็กจะไม่กระโดดข้ามขั้น แต่ในบางช่วงของการพัฒนาอาจเกิดขึ้นเร็วหรือช้าได้ การพัฒนาเหล่านี้จะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และประเพณีรวมทั้งวิธีการดำรงชีวิตอาจมีส่วนช่วยให้เด็กพัฒนาได้เร็วแตกต่างกันได้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาดังกล่าวเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย และใช้เป็นหลักการพื้นฐานในกระบวนการเรียนการสอน และทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ในช่วงระยะ 20 ปีที่ผ่านมา

### 1.3.2 ทฤษฎีการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้

การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การพัฒนาความคิดและความสามารถ โดยอาศัยประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม ทำให้บุคคลดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขในสังคมการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้เด็กเกิดการ

เรียนรู้อย่างครบถ้วนจึงไม่เป็นเรื่องง่าย นักปรัชญาและนักจิตวิทยาการศึกษาหลายคน ได้พยายามคิดค้นทฤษฎีและกระบวนการเกี่ยวกับการเรียนรู้กันมานานแล้ว เช่น

การเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by doing) ของ John Dewey (1922)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก (Theory of cognitive development) ของ Jean Piaget (1958)

การเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery learning) ของ Jerome S. Bruner (1961)

การเรียนรู้ที่มีความหมายของ David P. Ausubel (1969) เป็นต้น

การ์เจเย (Robert M. Gagne: 1970) ได้เสนอเงื่อนไขของการเรียนรู้ (conditions of learning) ไว้ 8 ประการคือ การเรียนรู้เมื่อได้รับสัญญาณ (signal learning) การเรียนรู้ในลักษณะของการกระตุ้นและการตอบสนอง (stimulus response learning) การเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงการกระตุ้นและการตอบสนองหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน (chaining) การเรียนรู้โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการกระตุ้นและการตอบสนองหลาย ๆ อย่างด้วยภาษา (verbal association) การเรียนรู้แบบแยกแยะ (discrimination learning) การเรียนรู้ในแนวความคิดหลัก (concept learning) การเรียนรู้ในกฎเกณฑ์ (rule learning) และการเรียนรู้เชิงแก้ปัญหา (problem solving process)

### 1.3.3 ทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ (constructivism)

เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่พูดกันมากในปัจจุบันนี้คือซึ่งเชื่อกันว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนักน้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้น ประสพการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (process of learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบตรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้น การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process)

การจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์นี้อาศัยทฤษฎีการสร้างความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเก็บข้อมูลความรู้ที่ได้รับได้ยาวนาน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

#### 1.4 กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การพัฒนาความคิดและความสามารถ โดยอาศัยประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม ทำให้บุคคลดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขในสังคม ดังนั้น ก่อนที่ครูผู้สอนจะจัดการเรียนรู้จะต้องตระหนักว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวผู้เรียนเอง การเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ฉะนั้น ประสบการณ์ของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายก็เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการสร้างองค์ความรู้เองของผู้เรียน

ผู้วิจัยจึงศึกษากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างหลากหลายเพื่อนำมาใช้ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเรียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ แต่ละกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้ (สสวท. 2546: 219-226)

##### 1.4.1 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการเรียนรู้เน้นการสืบเสาะหาความรู้เป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปลูกฝังให้ผู้เรียนใช้ความคิดของตนเอง สามารถสืบเสาะหาความรู้หรือวิเคราะห์ข้อมูลได้

การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

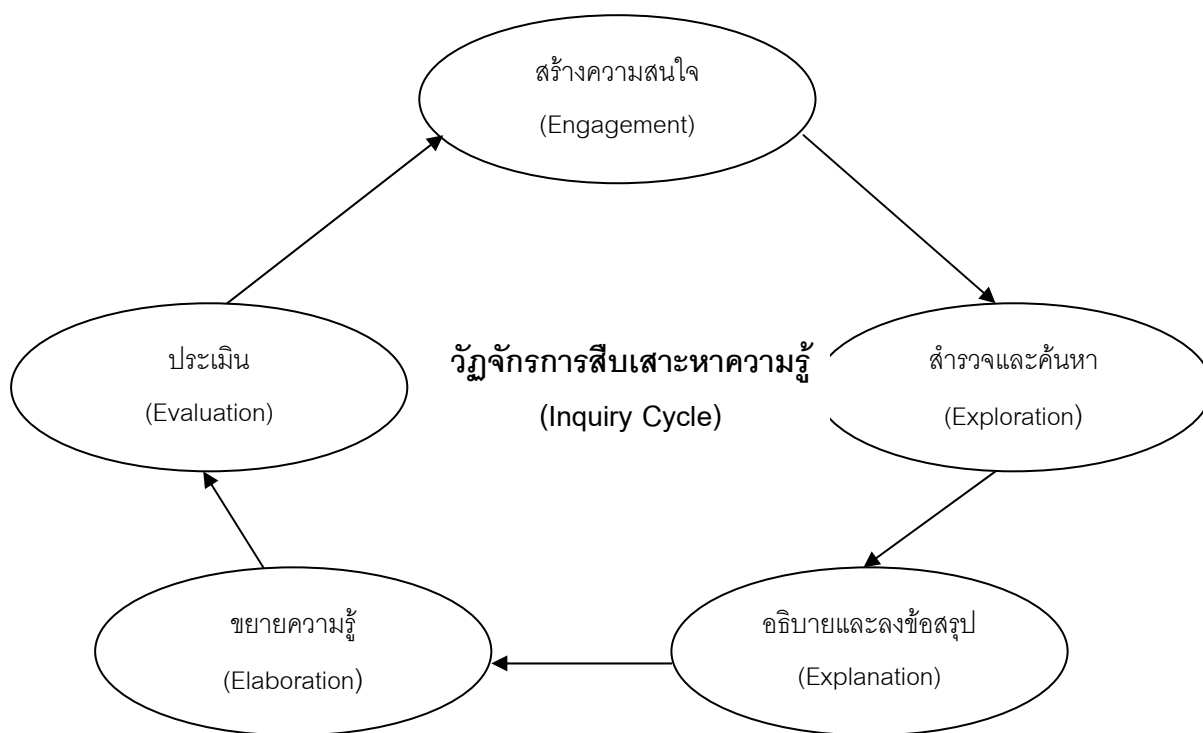
2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบ แล้วจึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป



ภาพประกอบ 1 แสดงวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้กระบวนการดังกล่าวแล้ว อาจใช้วิธีในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยรูปแบบอื่น ๆ อีก ดังนี้

1.4.1.1 การค้นหารูปแบบ (Pattern seeking) โดยที่นักเรียนเริ่มด้วยการสังเกตและบันทึกปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ หรือทำการสำรวจตรวจสอบโดยที่ไม่สามารถควบคุมตัวแปรได้ แล้วคิดหารูปแบบจากข้อมูล เช่น จากการสังเกตผลฝรั่งในสวนจากหลายแหล่ง พบว่าฝรั่งที่ได้รับแสงจะมีขนาดโตกว่าผลฝรั่งที่ไม่ได้รับแสง นักเรียนก็สร้างรูปแบบและสร้างความรู้ได้

1.4.1.2 การจำแนกประเภทและการระบุชื่อ (Classification and identification) เป็นการจัดประเภทของวัตถุหรือเหตุการณ์ เป็นกลุ่ม หรือการระบุชื่อวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เป็นสมาชิกของกลุ่ม เช่น เราจะแบ่งกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเหล่านี้ได้อย่างไร วัสดุใดนำไฟฟ้าได้ดีหรือไม่ดี สารต่าง ๆ เหล่านี้จำแนกอยู่ในกลุ่มใด

1.4.1.3 การสำรวจและค้นหา (Exploring) เป็นการสังเกตวัตถุ หรือเหตุการณ์ในรายละเอียด หรือทำการสังเกตต่อเนื่องเป็นเวลานาน เช่น ไข่กบมีพัฒนาการอย่างไร เมื่อผสมของเหลวต่างชนิดกันเข้าด้วยกันจะเกิดอะไรขึ้น

1.4.1.4 การพัฒนาระบบ (Developing system) เป็นการออกแบบ ทดสอบ และปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์หรือระบบ

- ท่านสามารถออกแบบสวิตช์ความดันสำหรับวงจรเตือนภัยได้อย่างไร
- ท่านสามารถสร้างเทคนิคหรือหามวลแห้งของแอปเปิ้ลได้อย่างไร

1.4.1.5 การสร้างแบบจำลองเพื่อการสำรวจตรวจสอบ (Investigate models) เป็นการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบาย เพื่อให้เห็นถึงการทำงาน เช่น สร้างแบบจำลองระบบนิเวศ

#### 1.4.2 กระบวนการแก้ปัญหา (Problem solving process)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือเน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างมีระบบ ผลที่ได้จากการฝึก จะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการ ความรู้ทักษะต่าง ๆ และความเข้าใจในปัญหานั้น มาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา เพื่อให้เข้าใจได้ตรงกันถึงความหมายที่แท้จริงของปัญหา ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

“ปัญหา” หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถจะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที หรือเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นแล้วไม่สามารถมองเห็นแนวทางแก้ไขได้ทันที

“แบบฝึกหัด” หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พบแล้วสามารถแก้ไขหรือเลือกวิธีแก้ไขได้ทันทีหรือมองเห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีวิธีแก้ไขที่แน่นอน

การแก้ไขปัญหามักทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น

กิจกรรมคิดและปฏิบัติ (Hands-on Mind-on Activities) นักการศึกษาวิทยาศาสตร์แนะนำให้ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติ เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง หรือได้ทำการทดลองต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ก็จะเกิดความคิดและคำถามที่หลากหลาย ตัวอย่างกิจกรรม ได้แก่

- นำแม่เหล็กเข้าใกล้วัสดุต่าง ๆ แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น
- ใช้วัตถุต่าง ๆ ถูกับผ้าชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาแขวนไว้ใกล้กัน หรือนำมาแตะขึ้น

กระดาษ แล้วสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง

- ต่อหลอดไฟฟ้าหลายหลอดกับถ่านไฟฉาย สังเกตและเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้น
- ใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต สังเกตและเปรียบเทียบเนื้อเยื่อของ

สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

- เป่าลมหายใจลงไปในน้ำปูนใส สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

เมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมลักษณะนี้ จะทำให้สังเกตผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การถามคำถาม การอธิบาย การอภิปราย หาข้อสรุปและการศึกษาต่อไป กิจกรรมลักษณะนี้จึงส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกคิด นำมาสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจและเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย

#### 1.4.3 การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ (Cooperative Learning)

การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมวิธีหนึ่ง เนื่องจากขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันในกลุ่ม นักเรียนจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกของกลุ่ม และการที่แต่ละคนมีวัยใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถสื่อสารกันได้ดีเป็นอย่างดี แต่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจที่มีประสิทธิผลนั้น ต้องมีรูปแบบหรือมีการจัดระบบอย่างดี นักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวางเพื่อจะนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาต่างๆ รวมทั้งวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ด้วยแนวคิดหลักที่จะนำไปสู่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจอย่างมีประสิทธิภาพประกอบด้วย 6 ประการ ได้แก่ การจัดกลุ่ม อุดมการณ์ การจัดการ ทักษะทางสังคม หลักการพื้นฐาน และโครงสร้างของกิจกรรม

การจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นกระบวนการที่พัฒนาให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งปลูกฝังคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย สำหรับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายผลความรู้ และขั้นประเมิน โดยการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์จะลงมือปฏิบัติหลังจากจบขั้นประเมินแล้ว เพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพก่อนนำไปสร้างจริงในคอมพิวเตอร์

### 1.5 การพัฒนาความสามารถและทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ นั้น นอกจากมุ่งหวังให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดหลักที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียนแล้วยังมุ่งหวังให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการตัดสินใจ พัฒนาความคิดขั้นสูง และพัฒนาทักษะการสื่อสารด้วย (สสวท. 2546: 226-229)

#### 1.5.1 ความสามารถในการตัดสินใจ (Decision Making)

การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ครูควรจัดสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกตัดสินใจ เช่น กิจกรรมการแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ การสืบเสาะหาความรู้ หรืออาจจัดกิจกรรมการแสดงบทบาทสมมุติ โดยสร้างสถานการณ์ขึ้นเองและเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมุติโดยเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในเรื่องที่สำคัญของบ้านเมือง เช่น การสร้างเขื่อน การสร้างโรงงาน

ไฟฟ้านิวเคลียร์ การแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโรงเรียน หรือชุมชน การตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาบ้านเมืองนั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลเชื่อถือได้อย่างมีเหตุผลและส่งผลดีต่อส่วนรวม เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและการพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งนี้จะต้องพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุด ส่งผลกระทบต่องานสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน และคุณภาพชีวิตที่ดี

#### 1.5.2 การพัฒนาความคิดขั้นสูง (Higher- ordered Thinking)

ความคิดขั้นสูงเป็นความสามารถทางสติปัญญาประการหนึ่งที่ต้องพัฒนาให้เกิดในขณะทีนักเรียนเข้ามาอยู่ในโรงเรียนเพื่อเรียนรู้เนื้อหาและหลักการ รวมทั้งแนวคิดในวิชาต่างๆ ความคิดขั้นสูงประกอบด้วยความคิดในด้านต่าง ๆ คือ

1.5.2.1 ความคิดวิเคราะห์ (analytical thinking) คือความคิดที่เกี่ยวข้องกับการจำแนก รวบรวมเป็นหมวดหมู่รวมทั้งการจัดประเด็นต่าง ๆ เช่น การจำแนกชนิดของหิน โดยพิจารณาลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์การจำแนกไปไม่ โดยพิจารณารูปร่างของใบ ขอบใบ และเส้นใบเป็นเกณฑ์ หรืออีกตัวอย่างหนึ่งคือการพัฒนาโปรแกรมเพื่อหาอายุเฉลี่ยของนักเรียนในชั้นหนึ่ง ก็ต้องจำแนกปัญหาเป็นกระบวนการ (procedure) ย่อย คือ กระบวนการหาอายุรวมและกระบวนการหาจำนวนนักเรียนในชั้น แล้วนำกระบวนการทั้งสองมาหาอายุเฉลี่ย

1.5.2.2 ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ (critical thinking) คือความคิดเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งทั้งในด้านบวกหรือลบอย่างมีเหตุผล โดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างเพียงพอ เช่น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นประเด็นที่คนทั่วโลกให้ความสนใจ คือเรื่อง GMOs ผลการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวมีผลให้สิ่งมีชีวิตไม่ว่าพืชหรือสัตว์ มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากพันธุ์เดิม และการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวย่อมมีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม จากประเด็นดังกล่าวเป็นสถานการณ์จริงที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า รวบรวมความรู้เกี่ยวกับ GMOs เป็นข้อมูลในการอภิปรายแสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์เชิงสนับสนุนหรือโต้แย้งเทคโนโลยีดังกล่าว

1.5.2.3 ความคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) คือความคิดที่แปลกใหม่ ยืดหยุ่น และแตกต่างจากผู้อื่น เช่น ให้นักเรียนทำกิจกรรมคิดออกแบบประดิษฐ์อุปกรณ์กำเนิดเสียงแทนการใช้กระดิ่งไฟฟ้าหรืออดไฟฟ้า หรือออกแบบวงจรเตือนภัยโดยใช้เซนเซอร์ความร้อน หรือนักเรียนบางคนได้เรียนรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการฟักไข่ของสัตว์พวกนก จึงมีความคิดที่จะทดสอบว่า คนจะสามารถฟักไข่ไก่ได้หรือไม่ โดยออกแบบหนีบไข่ไว้ได้รักแล้วค่อยติดตามดูผลว่าจะเป็นอย่างไร

1.5.2.4 ความคิดอย่างเป็นเหตุผล (logical thinking) คือความสามารถที่จะคิดในเชิงเหตุผลของเรื่องราวต่างๆ เช่น กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการสร้างเขื่อน หรือการพัฒนาด้านอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นประเด็นโต้แย้งทางสังคมที่ไม่อยู่บนข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึง

ควรให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการโต้แย้งหรือสนับสนุน ไม่ใช่ใช้ความรู้สึก หรือใช้อารมณ์ในการตัดสินว่าควรจะดำเนินการพัฒนาหรือไม่ อย่างไร

1.5.2.5 ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific thinking) คือความคิดที่ใช้ในการ พิสูจน์และสำรวจตรวจสอบหาข้อเท็จจริง เช่น ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นเทคโนโลยีชาวบ้าน การดองผัก ด้วยน้ำข้าวข้าว หรือน้ำมะพร้าว หรือการใส่ฟริกสดลงในน้ำกะทิเพื่อกันการบูดได้ เทคโนโลยีดังกล่าว เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ได้รับสืบทอดกันมาโดยไม่ทราบหลักการทางวิทยาศาสตร์ ครูควรให้นักเรียนได้ ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาวางแผนในการตรวจสอบ พิสูจน์เพื่อ อธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์

โดยทั่วไปแล้วความคิดขั้นสูงด้านต่าง ๆ เหล่านี้จะไม่สามารถแยกออกจากกันได้ชัดเจน ต้องพัฒนาไปพร้อม ๆ กันและอาจรวมทั้งพัฒนาไปพร้อมกับความสามารถด้านอื่น ๆ ด้วยโดยไม่ จำเป็นต้องเน้นว่าจะต้องพัฒนาเรื่องใดก่อนหรือหรือหลัง การพัฒนาความคิดขั้นสูงนี้จะทำได้มากใน กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และกระบวนการแก้ปัญหา

### 1.5.3 การพัฒนาทักษะการสื่อสาร (Communication Skills)

ทักษะในการสื่อสาร หมายถึง การแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนว ความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย การสังเกต การทดลอง การอ่าน หรืออื่น ๆ ซึ่งแสดงออกด้วยการพูดหรือการเขียนในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล

การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความรู้และแนวความคิดทาง วิทยาศาสตร์ เป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุก ระดับ ความสามารถในการสื่อสารเป็นคุณลักษณะที่ต้องฝึกซ้ำ ๆ เพื่อให้เกิดทักษะ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถฝึกทักษะการสื่อสารได้ ดังต่อไปนี้

1.5.3.1 การเล่าและการเขียนสรุปเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ ที่อ่านจากหนังสือพิมพ์ วารสาร หนังสือต่าง ๆ จากการดูโทรทัศน์ หรือการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต โดยมอบหมายให้ นักเรียนไปศึกษาค้นคว้า แล้วนำมาเล่าหรือเขียนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการฝึกทักษะในการสื่อสารที่ดีวิธีหนึ่ง กิจกรรมนี้อาจใช้เวลาครั้งละ 10 นาที ก่อนที่จะมีการสอนตามปกติก็ได้

1.5.3.2 การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษา การศึกษาภาคสนาม ในโอกาสที่ นักเรียนกลับมาจากทัศนศึกษาหรือศึกษาภาคสนามแล้วให้เขียนรายงานสรุปถึงความรู้ ความคิดใน บางเรื่องที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษาแต่ละครั้ง เช่น เมื่อพาไปชมสวนสัตว์เปิดที่เขาเขียว นักเรียนควร จะสามารถเขียนบรรยายสรุปเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทั่วไปในบริเวณสวนสัตว์ ลักษณะนิสัยของสัตว์ ป่าบางชนิด รวมทั้งสภาพความเป็นอยู่ และข้อคิดเห็นที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมให้กับสัตว์ป่า

เหล่านั้น หรือเมื่อไปศึกษาการบำบัดน้ำเสีย นักเรียนควรจะเขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียและอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้

1.5.3.3 การจัดแสดงผลงาน ในกรณีที่นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือโครงการอื่น ๆ ควรกำหนดให้มีวันที่แน่นอนเพื่อจัดแสดงผลงานให้เพื่อน ๆ ในชั้นหรือทั้งโรงเรียนได้ชม และถ้าเป็นไปได้ควรเชิญบุคคลในชุมชนมาชมด้วย ไม่ควรถือว่าการจัดแสดงผลงานเป็นการประกวด ในการจัดแสดงผลงานนี้นักเรียนจะได้มีโอกาสออกแบบการจัดแสดงผลงาน รวมทั้งการจัดการเพื่อให้งานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี นักเรียนจะต้องคัดเลือกส่วนที่สำคัญมานำเสนอในพื้นที่ที่จำกัด ซึ่งควรมีทั้งข้อความโดยสรุปและตัวอย่างชิ้นงาน ในการนำเสนอควรให้มีทั้งการเสนอด้วยวาจาและผลงาน

1.5.3.4 การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยมนุษย์ในการทำงานได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ วิทยาการคอมพิวเตอร์จึงเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่เป็นรากฐานสำคัญต่อการพัฒนาความคิดและจินตนาการ อันจะนำไปสู่การแปลงรูปจากจินตนาการมาเป็นชิ้นงานสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ ปัจจุบันสิ่งประดิษฐ์มากมายล้วนแล้วแต่มีส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์เข้าไปร่วมด้วยทำให้ระบบการทำงานต่าง ๆ ได้รับการพัฒนาเข้าสู่ความเป็นอัตโนมัติมากขึ้น

เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร ทำให้สามารถรับส่งสารจากทุกมุมโลกได้รวดเร็ว จนทำให้โลกปัจจุบันเป็นโลกไร้พรมแดนการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งในด้านรู้จักข้อมูลที่ตรงตามวัตถุประสงค์ รู้จักเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม รู้จักประมวลผลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ รู้จักใช้การสื่อสารด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทั้งในด้านค้นหาข้อมูลและหาความรู้รู้จักนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสมและทันสมัย ตลอดจนรู้จักเก็บและรักษาสารสนเทศให้ถูกต้องและเป็นปัจจุบัน ความสามารถของนักเรียนต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว จะเป็นเป้าหมายที่สำคัญและเป็นสิ่งจำเป็น อันจะทำให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้เรื่องที่สนใจจากทุกสถานที่และทุกเวลาได้

ถึงแม้ว่า จะมีผู้คิดค้นและเสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนไว้มากมายก็ตาม ครูจะต้องนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนของตนและสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น และควรพยายามทำการวิจัยเพื่อหารูปแบบ วิธี และกลยุทธ์ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลด้วยตนเองอยู่ตลอดเวลาอาชีพครูจึงเป็นที่ยอมรับกันว่าเป็น วิชาชีพชั้นสูง (Professional) อันจะส่งผลไปถึงการสร้างเยาวชนของชาติให้เติบโตอย่างมีคุณภาพในสังคมแห่งการเรียนรู้ ปลุกฝังความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจ สามารถเลือกใช้ และผลิตผลงานทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์และเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

การจัดการเรียนรู้ประกอบกรเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ มีการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจด้วยการจัดกิจกรรมที่ฝึกการตัดสินใจ พิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งอยู่ในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ อีกทั้งพัฒนาความคิดขั้นสูง ด้านความคิดจินตนาการโดยการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ที่อาศัยทั้งความรู้ หลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่และความคิดจินตนาการในการสร้างเรื่องราวที่น่าสนใจ มีการพัฒนาทักษะการสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ นั่นคือการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์บนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ในคอมพิวเตอร์ หรือการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์นั่นเอง

## 1.6 ปัจจัยความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้

1.6.1 ผู้บริหาร เป็นผู้ที่มีความสำคัญที่สุดในการสนับสนุนให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมาย ผู้บริหารต้องมีความรู้ความเข้าใจในปรัชญา กระบวนการเรียนรู้ และธรรมชาติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อจะได้สนับสนุน

1) งบประมาณในการจัดซื้อสื่อต่าง ๆ  
2) อำนาจความสะดวกในการจัดกิจกรรมที่ต้องใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นภายนอกโรงเรียน

- 3) ช่วยเสนอแนะแหล่งวิทยาการและแหล่งเรียนรู้
- 4) นิเทศ ติดตามผลการจัดการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ
- 5) ให้กำลังใจทั้งครูและนักเรียน

1.6.2 ครูผู้สอน เป็นผู้ที่มีความสำคัญในการที่จะแปลมาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่เป็นตัวหนังสือให้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม น่าสนใจ และมีกระบวนการเรียนรู้หลากหลายวิธีอย่างอิสระครูผู้สอนจำเป็นต้อง

- 1) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมายของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 3) มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์อย่างดี รวมถึงรู้วิธีการเรียนรู้ มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหา
- 4) มีความเข้าใจเกี่ยวกับตัวนักเรียน พร้อมทั้งจะเรียนรู้เรื่องราวใหม่ ๆ พร้อม ๆ กับนักเรียน
- 5) เป็นผู้ที่มีความสนใจ ใฝ่หาความรู้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อนำมาปรับปรุงพัฒนาตนเอง

6) มีความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ มีการใช้สื่อการเรียนรู้หลากหลายและสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้

7) มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในอาชีพครูในฐานะครูวิชาชีพ

8) มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีทั้งกับเพื่อนครูในโรงเรียนและชุมชน เพื่อจะหาความร่วมมือในการจัดการเรียนรู้

1.6.3 ผู้เรียน เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งบุคลิกภาพ สติปัญญา ความถนัด ความสนใจและความสมบูรณ์ของร่างกาย ผู้เรียนควรมีโอกาสร่วมคิด ร่วมวางแผนในการจัดการเรียนการสอน และมีโอกาสเลือกวิธีเรียนได้อย่างหลากหลาย ตามความเหมาะสมภายใต้การแนะนำของครูผู้สอน

1.6.4 สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนการสอน ครูผู้สอนต้องมีวิธีการที่จะจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาทางวิชาการเช่น จัดห้องชวนคิด ห้องกิจกรรม วิทยาศาสตร์ จัดระบบนิเวศจำลอง จัดบริเวณโรงเรียนเป็นแหล่งเรียนรู้ทางชีววิทยา ธรณีวิทยา มีการดัดแปลงห้องเรียนให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กันได้ดี และจัดกิจกรรมที่เอื้อให้ผู้ปกครองและชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนการสอนด้วย

ในการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนโยบายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์นี้จะสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อได้รับความร่วมมือจากผู้บริหาร ครูผู้สอน ผู้เรียน สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนรู้นอกจากส่วนใดส่วนหนึ่ง ความสำเร็จตามเป้าหมายก็จะยากยิ่งขึ้น

## 1.7 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เพื่อที่จะทราบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่ เพียงใด จำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

ในอดีต การวัดและประเมินผลส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการใช้ข้อสอบ ซึ่งไม่สามารถสนองเจตนารมณ์การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนคิด ลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการหลากหลาย เพื่อสร้างองค์ความรู้

ดังนั้นผู้สอนต้องตระหนักว่าการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการเดียวกัน และจะต้องวางแผนไปพร้อม ๆ กัน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 91 – 92)

### 1.7.1 แนวทางการวัดผลและประเมินผล

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้จะบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนการสอนที่วางไว้ได้ ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้

1.7.1.1 ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน

1.7.1.2 วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

1.7.1.3 ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลโดยตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่

1.7.1.4 ผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

1.7.1.5 การวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัด โอกาสของการประเมิน

1.7.2 จุดมุ่งหมายของการวัดผลและประเมินผล

1.7.2.1 เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมของผู้เรียน และเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะได้เต็มตามศักยภาพ

1.7.2.2 เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวผู้เรียนเองว่า บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด

1.7.2.3 เพื่อใช้ข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้ และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผลที่สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริงของผู้เรียนและครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้านตามที่กล่าวมาแล้วจึงต้องวัดและประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic assessment)

1.7.3 การวัดผลประเมินผลตามสภาพจริง

1.7.3.1 ความหมายของการประเมินผลตามสภาพจริง

การประเมินผลตามสภาพจริง มีผู้ให้ความหมายหลายแง่มุมตามแต่นักการศึกษาแต่ละท่านจะเน้น โดยให้ความหมายต่าง ๆ กันไป ดังนี้

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2542 : 6) กล่าวว่า การประเมินผลตามสภาพจริง หมายถึง กระบวนการสังเกต การบันทึก และการรวบรวมข้อมูลจากงานและวิธีการที่นักเรียนทำ เพื่อเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจผลการศึกษาของผู้เรียน

กุลยา ตินตติผลชีวะ (2545: 26) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นวิธีการคิด การปฏิบัติและผลลัพธ์ในการเรียนรู้ของเด็ก อาจใช้มาตรการให้คะแนน (Rubric) หรือการสะสมผลงาน (Portfolio) เป็นเครื่องมือประเมินได้โดยอ่านผลการประเมินจากสารนิทัศน์หรือเอกสารในการประเมิน

ชนาธิป พรกุล (2544: 2) กล่าวว่า การประเมินผลตามสภาพจริง มีความหมายดังนี้คือ เป็นวิธีการที่สามารถค้นหาความสามารถและความก้าวหน้าในการเรียนรู้ที่แท้จริงของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาใช้ประกอบการตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และเป็นการประเมินเชิงคุณภาพอย่างต่อเนื่องในด้านความรู้ ความคิด พฤติกรรม วิธีการปฏิบัติ ผลการปฏิบัติ และเจตคติของผู้เรียน

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2540 : 85) กล่าวว่า การประเมินผลตามสภาพจริงเป็นวิธีการประเมินที่ออกแบบมาเพื่อสะท้อนให้เห็นพฤติกรรมและทักษะที่จำเป็นของนักเรียน และเป็นวิธีการประเมิน โดยเน้นงานที่นักเรียนแสดงออกในด้านภาคปฏิบัติ (Performance) เน้นกระบวนการเรียนรู้ (Process) ผลผลิต (Products) แฟ้มสะสมงาน (Portfolio)

การประเมินวิธีนี้ทำให้นักเรียนบรรลุถึงความต้องการของแต่ละบุคคลและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลและการจัดกระบวนการเรียนรู้ของตนเองซึ่งช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างต่อเนื่อง หากครูตัดสินใจจะใช้วิธีการประเมินผลตามสภาพจริง ครูต้องคำนึงถึงเสมอว่าหลักสูตร (Curriculum) การเรียนการสอน (Instruction) และการประเมิน (Assessment) จะต้องไปด้วยกันโดยไม่แยกการประเมินออกไปต่างหากเหมือนความคุ้นเคยอย่างเดิมที่ครูทำ

อุทุมพร จามรมาน (2540 : 2) กล่าวว่า การประเมินผลตามสภาพจริง หมายถึง การวัดและการประเมินกระบวนการทำงานของสมอง และจิตใจของผู้เรียนอย่างตรงไปตรงมาตามสิ่งที่เขาทำโดยพยายามตอบคำถามว่า เขาทำอย่างไร และทำไมถึงทำอย่างนั้น การได้ข้อมูลว่าเขาทำอย่างไร และทำไมจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้ของเขาและการสอนของตนเองทำให้การเรียนการสอนมีความหมายและทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ต่อไป

จากความหมายของการประเมินผลตามสภาพจริง สรุปได้ว่าการประเมินผลตามสภาพจริง หมายถึง การสังเกต การบันทึก การเก็บรวบรวมข้อมูล จากการทำงาน การปฏิบัติงาน หรือปฏิบัติกิจกรรม และผลงานของนักเรียน

### 1.7.3.2 ปรัชญาพื้นฐานของการประเมินผลตามสภาพจริง

สมศักดิ์ ภูววิภาดาภรณ์ (2545: 10) กล่าวถึงปรัชญาพื้นฐานของการประเมินผลตามสภาพจริง ในการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาคุณภาพการวัดและประเมินผลการศึกษา ดังนี้

- 1) การประเมินแนวใหม่ มุ่งเน้นว่าความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มีความหมายได้หลากหลาย มิได้มีความหมายเดียวสำหรับทุกคนในทุกโอกาส
- 2) การเรียนรู้เป็นเรื่องของกระบวนการที่เป็นธรรมชาติ มีบูรณาการและเป็นส่วนหนึ่งของชีวิต มิใช่เป็นเรื่องของการหยิบยื่นหรือยัดเยียดให้เรียนรู้ ผู้เรียนต้องการกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าเพื่อหาความหมายของสิ่งที่เรียน การเรียนรู้จึงเป็นผลจากการปฏิบัติจริงมากกว่าการทำซ้ำหรือทำตามคำตอบกล่าวเท่านั้น
- 3) การประเมินแนวใหม่มุ่งเน้นกระบวนการ (Process) และผลผลิต (Product) ที่เกิดขึ้น กระบวนการมีความสำคัญเช่นเดียวกับผลผลิตจากการกระทำ มุ่งเน้นการพิจารณาว่าผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร เรียนรู้ได้อย่างไร และทำไมจึงเรียนรู้เช่นนั้น
- 4) การประเมินแนวใหม่มุ่งเน้นการสืบสวนสอบสวน (Inquiry) กล่าวคือเน้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาตามสภาพที่เป็นจริงประจำวัน ซึ่งผู้เรียนจะต้องสังเกต คิดตาม คำถาม และทดสอบความคิดของตนเอง
- 5) การประเมินแนวใหม่มีจุดมุ่งหมายเพื่อกระตุ้น และอำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อผู้เรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับแนวทางใหม่ ๆ และสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น นอกจากนี้จุดมุ่งหมายของการประเมินจึงมิใช่อู่ที่มีการจัดลำดับ หรือจัดประเภทของผู้เรียนแต่อย่างใด
- 6) การประเมินแนวใหม่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างพุทธิพิสัย (Cognitive) จิตพิสัย (Affective) และทักษะพิสัย (Skills) เมื่อผู้เรียนเห็นความสำคัญของกิจกรรมการเรียน ผู้เรียนย่อมเกิดความสนใจที่จะศึกษาและเกิดความพยายามยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้สามารถเรียนรู้สิ่งนั้น ๆ ได้อย่างมาก
- 7) การประเมินแนวใหม่ มีความเชื่อว่าการตัดสินใจในสิ่งที่จะสอนและสิ่งที่จะวัดเป็นเรื่องอัตนัย (Subjective) และเป็นเรื่องเกี่ยวกับคุณค่า (Value)
- 8) การประเมินแนวใหม่เน้นการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ โดยผู้สอนควรร่วมมือกับผู้เรียนในการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน และร่วมกันตรวจสอบว่าได้เรียนรู้มากน้อยเพียงใด ซึ่งนับเป็นกระบวนการตัดสินใจเชิงประชาธิปไตย

9) การประเมินแนวใหม่ เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดจาก ความร่วมมือ (Collaborative Process) กล่าวคือ ผู้เรียนและผู้สอนถือเป็นผู้เรียนที่ต้องร่วมมือกัน มีอิสระที่จะแสดงออกทางความคิดและทดสอบความคิดซึ่งกันและกัน ทั้งผู้เรียนและผู้สอนต้องมีความรับผิดชอบทางปัญญาต่อกัน เพื่อสร้างหลักสูตรที่ใช้ในชั้นเรียน

ดังนั้น ปรัชญาพื้นฐานของการประเมินตามสภาพจริง ประกอบด้วยการประเมินแนวใหม่ที่เน้นความรู้ กระบวนการ การสืบสวนสอบสวน กระตุ้น อำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ เชื่อมโยงระหว่างพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย วัดเรื่องอัตนัย เรื่องเกี่ยวกับคุณค่า ผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนในการตัดสินใจ มีการร่วมมือกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน

#### 1.7.3.3 สิ่งที่ควรคำนึงในการประเมินผลตามสภาพจริง

สมศักดิ์ ภูวิภาดารวรรณ (2545: 11) กล่าวว่าว่าการประเมินผลตามสภาพจริงนั้น ผู้สอนต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1) จัดให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ สร้างสรรค์ ผลิตผลงาน หรือจัดกระทำต่างๆ ออกมาในเชิงปฏิบัติ
- 2) กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดระดับสูงและใช้ทักษะการแก้ปัญหาให้มากขึ้น
- 3) งานที่มอบหมายให้ผู้เรียนจัดกระทำ ต้องมีความหมายสำคัญต่อผู้เรียน กล่าวคือ สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียน
- 4) สิ่งที่เรียนรู้ต้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้
- 5) การตัดสินใจเรียนหรือการตัดสินใจในการให้คะแนน ควรใช้คนเป็นผู้ตัดสินใจ ไม่ใช่เครื่องจักรตัดสินใจ ซึ่งประเด็นนี้ควรคำนึงถึงเรื่องคุณธรรมในการประเมินผลด้วย
- 6) ผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากการสอน การประเมินแบบดั้งเดิม คือ ยึดครูเป็นศูนย์กลางและมักให้ข้อสอบแบบเลือกตอบมาเป็นการยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และใช้การประเมินผลอย่างหลากหลายวิธี

#### ทักษะที่ควรประเมินในการประเมินตามสภาพจริง

##### 1) ทักษะด้านความรู้ (Knowledge Skills)

มีความรู้ในวิชาที่เรียน

สามารถใช้ความรู้ภาคทฤษฎีสู่ลงจริงปฏิบัติ

สามารถระบุ วัด จัดระบบ และสื่อความรู้ได้ทั้งการพูด-การเขียน

มีความซาบซึ้งในทักษะที่จำเป็นในการวิจัย

## 2) ทักษะด้านการคิด (Thinking Skills)

สามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ  
 สามารถคิดอย่างอิสระ  
 สามารถคิดอย่างสร้างสรรค์และจินตนาการ  
 สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง  
 สามารถประเมินตนเองตามความเป็นจริง  
 สามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้

## 3) ทักษะส่วนบุคคล (Personal Skills)

สามารถและต้องการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง  
 สามารถวางแผนและสัมฤทธิ์ผลตามเป้าหมายทั้งเรื่องส่วนตัวและวิชาชีพ  
 สามารถทำงานร่วมกับบุคคลอื่น

## 4) คุณลักษณะและส่วนบุคคล (Personal Attributes)

มีความอดทนและซื่อสัตย์  
 รู้จักรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่น

## 5) ทักษะภาคปฏิบัติ (Practical Skills)

สามารถรวบรวม สัมพันธ์ แสดง วิเคราะห์ข้อมูล  
 และรายงานผลการศึกษาได้  
 สามารถประยุกต์ผลการทดลองสู่สถานการณ์ใหม่ได้  
 สามารถทดสอบสมมติฐานการทดลองได้

ดังนั้นสิ่งที่ควรคำนึงถึงในการประเมินผลตามสภาพจริง ก็คือ กิจกรรมที่จัดให้ งานที่มอบหมาย การให้คะแนน บทบาทครูผู้สอน และทักษะที่ควรประเมิน ได้แก่ ทักษะด้านความรู้ ทักษะด้านการคิด ทักษะส่วนบุคคล คุณลักษณะ และทักษะภาคปฏิบัติ ผู้วิจัยได้นำความรู้ไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน ซึ่งมีครบทั้ง 3 ด้าน นั่นคือ ความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) ทางวิทยาศาสตร์

### 1.7.3.4 ลักษณะของการประเมินตามสภาพจริง

สมศักดิ์ ภูวรัตวารรรถ (2544 : 59) ได้กล่าวถึงการจำแนกคุณลักษณะของการประเมินตามสภาพจริงตามแนวทางของวิกกินส์ (Wiggins. 1989) ว่ามี 4 ลักษณะ ดังนี้

1) การปฏิบัติในสภาพจริง การประเมินตามสภาพจริง ออกแบบขึ้นเพื่อประเมินการปฏิบัติในสภาพจริง เช่น เมื่อเรียนเรื่องการเขียน นักเรียนก็ต้องเขียนให้อ่านจริง ไม่ใช่ทดสอบด้วยการสะกดคำหรือคำตอบคำถามเกี่ยวกับหลักการเขียน งานที่ครูกำหนดให้ทำ ต้องสัมพันธ์กับความเป็นจริงในชีวิต กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้สติปัญญาการคิดวิเคราะห์ ทั้งยังต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านความสามารถในการเรียนรู้ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนด้วย

หรืออีกตัวอย่าง ผู้เรียนต้องทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้จริง ๆ ไม่ใช่ทดลองหรือแก้ปัญหาโดยการเขียนบรรยาย หรือจำหลักของวิทยาศาสตร์ โดยไม่เคยทดลองเลย หรือเด็กที่จะเป็นผู้ได้เกรด A วิชาสุขศึกษา จะต้องเป็นผู้รู้จักรักษามันยตนเองได้ดี ร่างกายแข็งแรง ไม่ใช่เด็กที่ตอบคะแนนจากวิชานี้ได้สูง แต่ไม่รู้จักดูแลสุขภาพ ซึ่โรคและแต่งตัวสกปรก เป็นต้น

2) เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน (Criteria) ต้องเป็นเกณฑ์ประเมินแก่นแท้ของการปฏิบัติมากกว่าเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่สร้างขึ้นจากผู้ใดผู้หนึ่งโดยเฉพาะ เป็นเกณฑ์ที่เปิดเผย รับรู้กันอยู่ในโลกของความเป็นจริง ไม่ใช่เกณฑ์ที่เป็นความลับปิดกั้นปิดอย่างที่มีการประเมินแบบดั้งเดิมใช้อยู่ การเปิดเผยจะช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนรู้ว่าส่งเสริมซึ่งกันและกันอย่างไร เนื่องจากเกณฑ์เป็นเรื่องที่นำมาจากการปฏิบัติ เกณฑ์จึงเป็นข้อชี้แนะสำหรับการเรียนการสอนและการประเมินที่สะท้อนให้เห็นเป้าหมายและกระบวนการศึกษาอย่างแจ่มชัด ครูจึงอยู่ในบทบาทของผู้ฝึก (Coach) นักเรียนอยู่ในบทบาทของผู้ปฏิบัติ (Performer) พร้อม ๆ กับเป็นผู้ประเมินตนเอง

3) การประเมินตนเอง (Self assessment) การประเมินตามสภาพจริงมีจุดประสงค์ คือ

3.1) เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการประเมินงานของตน โดยเทียบกับมาตรฐานทั่วไปของสาธารณชน (Public Standard)

3.2) เพื่อปรับปรุง พัฒนา ขยับขยายหรือเปลี่ยนทิศทางการดำเนินงาน

3.3) เพื่อริเริ่มในการวัดความก้าวหน้าของตนเองในแบบต่าง ๆ

4) การนำเสนอผลงาน การประเมินผลตามสภาพจริงคาดหวังให้นักเรียนเสนอผลงานต่อสาธารณชนและเป็นการเสนองานด้วยปากเปล่า ซึ่งกว่านักเรียนจะได้ผลงานนั้น ๆ มา นักเรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการมากมาย ต้องวิเคราะห์ปัญหา ค้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหา กิจกรรมเหล่านี้จะทำให้นักเรียนรู้คุณค่าของการทำงาน เป็นการเรียนรู้ที่ยังรากลึกและนำไปสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิต

การประเมินผลตามสภาพจริงของ Herman, Aschbacher และ Winters, 1992 จำแนกไว้ 6 ลักษณะ ดังนี้

1) ผู้สอนจัดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกในภาคปฏิบัติ คิดสร้างสรรค์  
ผลิตผลงานหรือกระทำบางสิ่งบางอย่างที่สัมพันธ์กับสิ่งที่เรียน

2) ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้ได้ใช้ความคิดระดับสูง ใช้ทักษะในการแก้ปัญหา

3) งาน ภารกิจ กิจกรรมที่ทำมีความหมาย

4) สิ่งที่เรียนนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

5) ใช้คนเป็นผู้ตัดสินใจประเมิน ไม่ใช่เครื่องจักร

6) ครูผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทใหม่ ทั้งด้านการสอนและการประเมิน

จากแนวคิดของ Wiggins และ Hermans และคณะ ที่สอดคล้องกันนั้น สมศักดิ์  
ภูวิภาดาธรรม ได้กล่าวโดยรวมของคุณลักษณะของการประเมินตามสภาพจริง คือ

“ต้องจัดให้ผู้เรียนได้แสดงออกใช้ความคิดในระดับสูงสิ่งที่เรียนต้องมีความหมายนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง ใช้คนเป็นผู้ตัดสินใจประเมิน ไม่ใช่เครื่องจักร นักเรียนได้ประเมินตนเองมีเกณฑ์การประเมินที่เปิดเผยโปร่งใส ครูเปลี่ยนบทบาทโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญและใช้เครื่องมือหลากหลายในการประเมิน”

การประเมินเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดคุณภาพการสอนและการเรียนรู้ ผลผลิตของการประเมินตามสภาพจริง ได้แก่ แฟ้มสะสมงาน โครงการ โครงงาน นิทรรศการ ฐาปกริ แบบสังเกตต่าง ๆ หรือกระบวนการประเมิน ซึ่งอาจเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน ครูกับผู้ปกครอง นักเรียนกับนักเรียน นักเรียนกับผู้ปกครอง หรือระหว่างครูกับครู โดยอาจใช้วิธีการทางปฏิบัติ เช่น การอภิปราย การพบปะพูดคุย การถกเถียง

เทคนิคการประเมินผลตามสภาพจริง ช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้มีความหมายยิ่งขึ้น สมศักดิ์ ภูวิภาดาธรรม (2544) ได้กล่าวถึงหลักการที่จะช่วยให้การเรียนรู้มีความหมาย ดังนี้

1) โรงเรียนต้องเน้นที่ทักษะ ความรู้ กิจนิสัยที่ช่วยให้ผู้เรียนเป็นสมาชิกที่ดีของสังคม เป็นผู้ที่ได้ชื่อว่าการได้รับการศึกษา รู้ดีในบางสิ่งดีกว่าพยายามรู้ทุกสิ่ง

2) นักเรียนต้องมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น เรียนรู้โดยการกระทำมากกว่าการจำซ้ำในหนังสือหรือที่ครูพูด

3) กำหนดมาตรฐานอย่างสูงสำหรับผู้เรียนประเมินผลจากภาคปฏิบัติ การสำเร็จการศึกษาควรพิจารณาบนพื้นฐานของความสามารถเชิงปฏิบัติที่แสดงออกที่สัมพันธ์กับเป้าหมายที่โรงเรียนกำหนด ไม่ใช่ประเมินว่าเรียนไปแล้วก็ชั่วโมงหรือที่หน่วยกิต

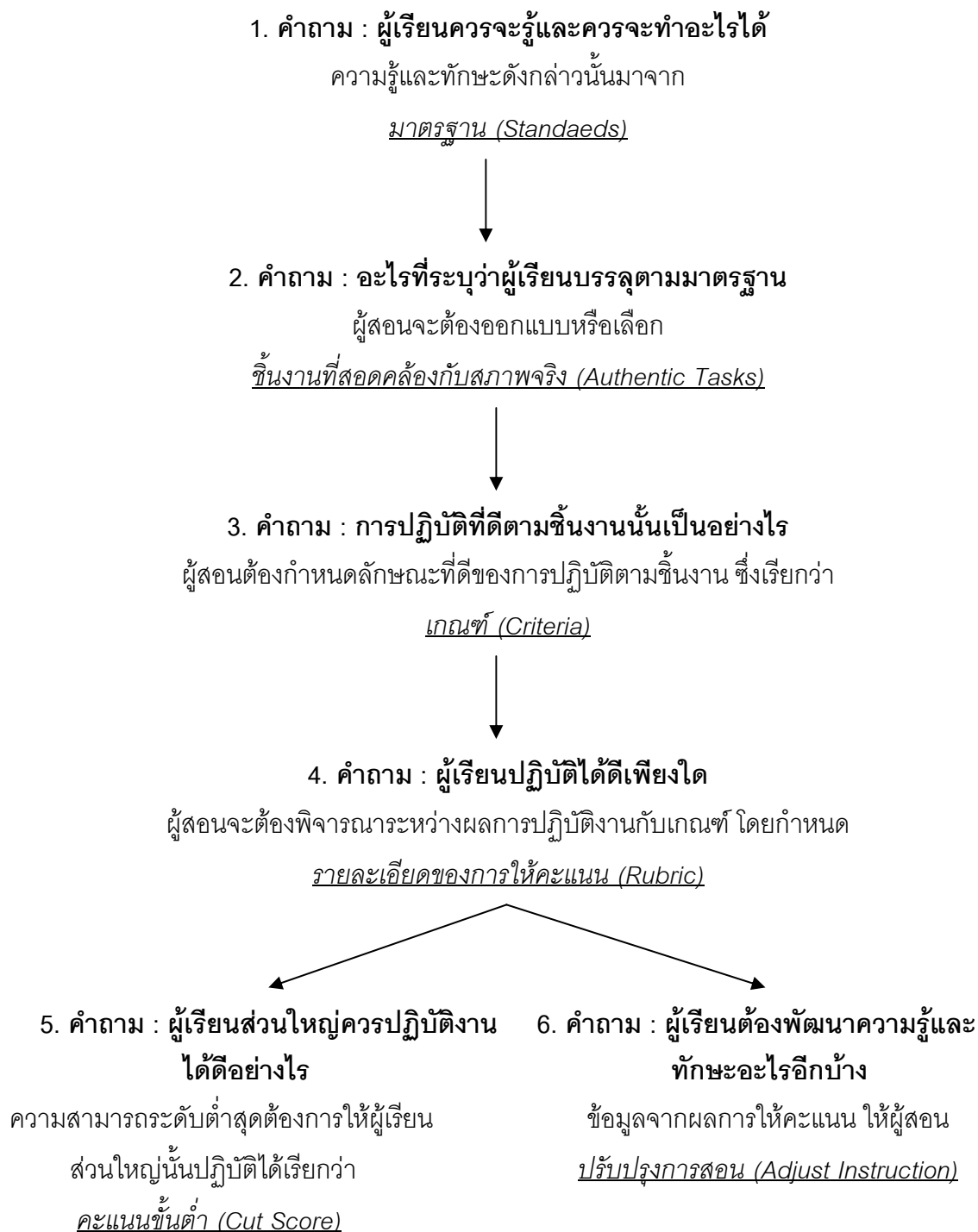
4) โรงเรียนควรยึดความแตกต่างระหว่างบุคคลให้มากที่สุด จัดการเรียนการสอนอย่างมีระบบ

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบการประเมินแบบเดิมและการประเมินตามสภาพจริง โดย Wiener & Cohen (1994)

| การประเมินแบบเดิม<br>(Traditional Assessment)     | การประเมินตามสภาพจริง<br>(Authentic Assessment)                                   |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1. เน้นพฤติกรรม                                   | 1. เน้นพฤติกรรมที่เป็นความซับซ้อนและวิธีการที่ใช้ในการเรียนรู้                    |
| 2. แยกการเรียนการสอนออกจากกัน                     | 2. ไม่แยกการเรียนและการสอนออกจากกัน เปิดโอกาสให้การเรียนรู้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง |
| 3. วัดได้ในวงจำกัด                                | 3. วัดได้อย่างกว้างขวาง                                                           |
| 4. เชื้อในตัวเลข (Numbers) ที่ได้จากการสอบ        | 4. เชื้อในคำ (Words) ที่เขียนบรรยาย                                               |
| 5. ดึงการวัดออกจากบริบทของการเรียนการสอน          | 5. การวัดถือเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน                                  |
| 6. ครูเปรียบเสมือนผู้ประเมินภายนอก                | 6. ครูเป็นส่วนหนึ่งของการสอบ                                                      |
| 7. เชื้อในการให้ผู้อื่นเป็นผู้ประเมิน             | 7. เชื้อในการประเมินตนเอง                                                         |
| 8. มีเกณฑ์มาตรฐานเพื่อบ่งบอกความสำเร็จ            | 8. มีเกณฑ์หลากหลายตามสภาพเพื่อบ่งบอกความสำเร็จ                                    |
| 9. เชื้อเรื่องความคิดเอกนัย (Convergent Thinking) | 9. เชื้อเรื่องความคิดเอนกนัย (Divergent Thinking) และมีคำตอบที่หลากหลาย           |
| 10. เน้นการประเมินโดยแยกทักษะ                     | 10. เน้นการประเมินโดยบูรณาการทักษะ                                                |
| 11. เน้นรายวิชา                                   | 11. เน้นสหวิทยาการ                                                                |

### 1.7.3.5 กระบวนการในการประเมินผลตามสภาพจริง

นพเก้า ณ พัทลุง (2546) นำเสนอกระบวนการในการประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งเป็นกระบวนการที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ดังนี้



ภาพประกอบ 2 กระบวนการในการประเมินผลตามสภาพจริง

จากแผนภาพ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) มาตรฐาน (Standard) มาตรฐานเปรียบเสมือนจุดมุ่งหมายที่กล่าวถึงความรู้และทักษะที่ผู้เรียนควรมีหลังจากสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนการสอนไปแล้ว ผู้สอนต้องรู้จุดมุ่งหมายของผู้เรียน หากจุดมุ่งหมายไม่ชัดเจนทำให้การประเมินผลไม่มีความเที่ยงตรง (Valid) ดังนั้นมาตรฐานควรเป็นประโยคซึ่งกล่าวไว้อย่างชัดเจน ซึ่งบอกถึงสิ่งที่ผู้เรียนควรจะรู้และสามารถจะทำได้ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนจัดกระบวนการเรียนการสอนได้ตรงทิศทาง

2) ชิ้นงานที่สอดคล้องกับสภาพจริง (Authentic Tasks) การเลือกชิ้นงานให้ผู้เรียนปฏิบัติเพื่อประเมินผลตามสภาพจริงนั้น สำเร็จไม่ได้เลยด้วยวิธีการประเมินผลแบบเดิม ๆ เช่น การใช้แบบทดสอบอย่างเดียว ดังนั้นควรใช้การประเมินผลที่หลากหลาย ซึ่งชิ้นงานดังกล่าวควรมีลักษณะดังนี้

2.1) ชิ้นงานเป็นงานที่สอดคล้องตามสภาพจริง และผู้เรียนใช้ความคิด สลับซับซ้อนหรือความคิดขั้นสูง

2.2) ชิ้นงานควรเป็นแบบปลายเปิด (Open ended) เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น

2.3) ชิ้นงานควรเปิดโอกาส และสนับสนุนให้ผู้เรียนฝึกการคิดวิเคราะห์ และไตร่ตรอง

2.4) องค์ความรู้แต่ละวิชาเป็นพื้นฐานของการฝึกปฏิบัติ

2.5) ชิ้นงานควรสนับสนุนผู้สอนในกระบวนการเรียนการสอน

2.6) ชิ้นงานควรจะเป็นส่วนของการประเมินมาตรฐาน

2.7) มาตรฐานแต่ละข้อควรถูกประเมินมากกว่า 1 ชิ้นงาน

3) เกณฑ์ (Criteria) การพิจารณาคูณลักษณะของการปฏิบัติงานที่ดี เกณฑ์เป็นสิ่งที่กำหนดผลงานของผู้เรียนจะชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนปฏิบัติงานได้ดีอย่างไรและทำให้เขาบรรลุตามมาตรฐาน เกณฑ์นั้น ควรใช้ภาษาที่มีความกระชับ รัดกุม เป็นพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้ และใช้ภาษาที่ผู้เรียนเข้าใจเกณฑ์การประเมินผลนี้ ผู้เรียนควรมีส่วนร่วมในการกำหนดและรับรู้เกณฑ์นั้น เพราะเขาจะได้รู้ความคาดหวังของผู้สอนว่า การปฏิบัติงานที่ดีนั้นควรเป็นอย่างไร ตัวอย่างเกณฑ์ในการนำเสนอ เช่น การสบตาผู้ชม น้ำเสียงที่ใช้ ความกระตือรือร้นในการนำเสนอผลงาน และสรุปผลงาน

4) รายละเอียดของการให้คะแนน (Rubric) รายละเอียดของการให้คะแนน หรือ Rubric นั้น แสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของการปฏิบัติตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไปของเกณฑ์

ต่อไปเป็นตัวอย่างของการกำหนด Rubric ของการนำเสนอผลงาน

### การนำเสนอผลงาน

#### ระดับดีมาก

- สบตาผู้ชมบ่อย ๆ
- น้ำเสียงมีความเหมาะสมตลอดเวลา
- มีความกระตือรือร้นในการนำเสนอผลงานตลอดเวลา
- สรุปได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

#### ระดับดี

- สบตาผู้ชมบ่อย ๆ
- น้ำเสียงมีความเหมาะสมอยู่เสมอ
- มีความกระตือรือร้นในการนำเสนอผลงาน
- มีความผิดพลาด 1 หรือ 2 จุดในการสรุปผล

#### ระดับปานกลาง

- สบตาผู้ชมเป็นบางครั้ง
- น้ำเสียงมีความเหมาะสมบางครั้ง
- มีความกระตือรือร้นในการนำเสนอผลงานอยู่บ้าง
- มีความผิดพลาดในการสรุปผลอยู่บ้าง

#### ระดับต่ำ

- ไม่เคยสบตาผู้ชมเลย
- น้ำเสียงไม่เหมาะสม
- ไม่แสดงความกระตือรือร้นในการนำเสนอ
- เกิดความผิดพลาดมากในการสรุปผล

หลังจากสิ้นสุดการกำหนด Rubric แล้วควรให้เพื่อนร่วมงานและผู้เรียนอ่านดูอีกครั้ง เพื่อดูความชัดเจนและความสอดคล้องกับมาตรฐาน ผู้สอนไม่รู้เลยว่า Rubric ที่กำหนดขึ้นดีหรือไม่ จนกว่าจะทดลองใช้และประยุกต์ใช้ให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน

### 1.7.3.6 แนวทางในการวัดประเมินผลตามสภาพจริง

เพื่อให้เห็นแนวทางของการวัดการประเมินผลตามสภาพจริง จึงกล่าวสรุปเป็นข้อ ๆ ได้ ดังนี้ (พิตร ทองชั้น. 2547 : 83)

1) การวัดผลจะต้องใช้หลาย ๆ วิธีในการวัด เพื่อจะได้ประเมินตัวผู้เรียนได้ครอบคลุม เช่น การวัดแบบสังเกต การสัมภาษณ์ แบบสอบถาม สังคมมิติ การวัดจินตภาพ การวัดภาคปฏิบัติและการวัดโดยใช้ข้อสอบ เป็นต้น

2) จะต้องมีการจัดทำแฟ้มสะสมงาน (Portfolio) ซึ่งจะเป็นที่รวบรวมผลงานต่าง ๆ ของผู้เรียนคนหนึ่ง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน มาเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการประเมินปลายภาคหรือปลายปี

3) การวัดผลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระดับชั้นต่าง ๆ ในตัวผู้เรียนแต่ละคน จะต้องตอบให้ได้ว่าบรรลุเป้าหมายมากน้อยเพียงไร

3.1) เป้าหมายระดับชาติ (เป้าหมายสูงสุดหรือปรัชญา)

3.2) เป้าหมายระดับท้องถิ่น (เป้าหมายหลักสูตร)

3.3) เป้าหมายของตนเองหรือผู้เรียน (เป้าหมายตอบสนองบุคคล)

4) แนวทางในการวัด เน้นการวัดที่ควบคู่ไปกับการเรียนการสอนหรือการวัดมุ่งจะปรับปรุงพัฒนาผู้เรียน (Formative Evaluation) ส่วนการวัดที่เน้นโดยภาพรวมหรือสรุป (Summative Evaluation) จะทำในระดับท้องถิ่นและระดับชาติ แต่ในส่วนครูผู้สอนจะต้องเน้นการวัดผลควบคู่ไปกับการเรียนการสอน เพราะเมื่อไรเห็นผู้เรียนอ่อนในเนื้อหาใดหรือประสบการณ์ใดเป็นหน้าที่ของครูจะต้องช่วยพัฒนาและซ่อมเสริมให้ตรงจุด และจะต้องทำอยู่ตลอดเวลา การวัดผลและประเมินผลตามแนวนี้จะช่วยสร้างความอบอุ่นต่อการเรียนการสอน เด็กจะมีความสุข การวัดผลแบบแนวเดิม ๆ และใช้ข้อสอบอย่างเดียวเป็นหลัก จะสร้างความหวาดวิตกกังวลให้แก่ผู้เรียน และผู้เรียนจะไม่มีความสุขแต่อย่างใด การเรียนการสอนก็จะกลายเป็นสิ่งที่น่าเบื่อไม่น่าสนใจ

สรุป การประเมินตามสภาพจริงเป็นการกระทำที่ตอบสนองการเรียนการสอนแนวปฏิรูปที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และการจัดการเรียนการสอนโดยการกระทำ เพราะแนวคิดทั้ง 2 ประการนี้ ก่อให้เกิดการเรียนการสอนโดยภาคปฏิบัติและเด็กเป็นผู้แสดงออก จึงมีกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนการสอน ซึ่งต้องมีการวัดผลหลายอย่างหลายวิธีในกิจกรรมที่หลากหลายต่าง ๆ เหล่านี้ เพื่อจะได้สรุปเป็นภาพรวมว่า ผู้เรียนได้บรรลุในสิ่งที่แสดงออกต่าง ๆ เหล่านั้นมากน้อยเพียงไร โดยนัยแห่งการกระทำในกิจกรรมต่าง ๆ ทางการศึกษาเหล่านี้เชื่อได้ว่าผู้เรียนจะต้องเป็นผู้รอบรู้และมีประสบการณ์ต่าง ๆ และสามารถปรับตัวเองได้ อยู่ในสิ่งแวดล้อม และความเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและวัฒนธรรมได้เป็นอย่างดี เด็กจะมีความสุข จะไม่ถูกยัดเยียดให้เรียนในสิ่งที่ไม่สนใจและไม่ต้องการ

### 1.7.3.7 เครื่องมือประเมินผลตามสภาพจริง

ในการประเมินผล ครูต้องนำสิ่งที่ต้องการประเมินมาผสมผสานแล้วเลือกวิธีประเมินให้เหมาะสม ไม่มีวิธีประเมินผลวิธีเดียวที่สามารถประเมินผู้เรียนได้ทุกด้าน วิธีประเมินผลสามารถแบ่งได้ 4 วิธี (ชนาธิป พรกุล. 2544 : 6-7)

1) การใช้แบบทดสอบแบบคำตอบมีตัวเลือก (Selected response) แบบทดสอบนี้มีลักษณะเป็นคำถามที่มีหลายคำตอบ ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ดีที่สุด ตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ คือ จำนวนหรืออัตราส่วนของคำถามและคำตอบที่ถูกต้อง

2) การใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย(Essay) แบบทดสอบอาจเป็นคำถาม การใช้อธิบายวิธีการแก้ปัญหา การเปรียบเทียบเหตุการณ์ หรือการตีความข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องรวบรวมข้อมูลแล้วเขียนเป็นคำตอบที่แสดงมโนทัศน์ของเรื่องนั้น ตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์คือ จำนวนคะแนนที่ได้รับจากคะแนนเต็ม

3) การแสดงพฤติกรรม (Performance) ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนด โดยมีครูคอยสังเกตกระบวนการ การใช้ทักษะต่าง ๆ หรือประเมินจากผลผลิตซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ามีทักษะในการผลิตอย่างมีคุณภาพ เช่น รายงาน นิทรรศการทางวิทยาศาสตร์ หรืองานประดิษฐ์ ตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์คือ การจัดระดับ (Rating) คุณภาพของพฤติกรรมหรือผลผลิต

4) การสื่อสารความหมายระหว่างครูและผู้เรียน (Personal communication) ครูอาจใช้คำถามระหว่างสอน สัมภาษณ์ สนทนา ประชุมฟังการอภิปรายของผู้เรียนหรือสอบถามปากเปล่า ผลของการประเมินจะเกิดประโยชน์เมื่อการประเมินผลมีคุณภาพสูง คุณภาพหมายถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1) สิ่งที่ประเมินชัดเจน
- 2) วิธีการเหมาะสม
- 3) การเป็นตัวแทนและอ้างอิงได้
- 4) มีความเที่ยงตรง ปราศจากอคติและการบิดเบือน

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตามสภาพจริงมีหลากหลายวิธี ซึ่งครูจะต้องวิธีการต่าง ๆ มาผสมผสานกันเพื่อให้ได้แบบประเมินที่ครอบคลุมความสามารถของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง และทุกด้านตรงตามศักยภาพของผู้เรียน วิธีการประเมินตามที่กล่าวถึงข้างต้น ประกอบด้วยแบบทดสอบแบบคำตอบมีตัวเลือก แบบทดสอบแบบอัตนัย การแสดงพฤติกรรม และการสื่อสารความหมายระหว่างครูและผู้เรียน และที่สำคัญวิธีการประเมินแต่ละวิธีต้องมีคุณภาพสูงด้วย ซึ่งดูได้จาก ความชัดเจน ความเหมาะสม การเป็นตัวแทน การอ้างอิงได้ และความเที่ยงตรงของแบบประเมินทุกแบบ

### 1.7.3.8 รูบรีค (Scoring Tool) กับการประเมินตามสภาพจริง

รูบรีคคือข้อความที่แสดงรายละเอียดของเกณฑ์คุณภาพการเรียนรู้ จากระดับ ยอดเยี่ยมไปจนถึงระดับที่ต้องพัฒนา ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้วัดผลกระบวนการในการทำงานของ นักเรียน โดยรูบรีคให้รายละเอียดข้อมูลย้อนกลับในการพัฒนางานและจะมีการประเมินผลในชิ้นงาน สุดท้าย (เชษฐา ขาบาง. 2544: 43; อ้างอิงจาก Heidi Goedrich Andrade. n.d.: 14)

การประเมินตามสภาพจริง ผู้สอนจำเป็นต้องมีเครื่องมือในการให้คะแนนเพื่อ อธิบายความสัมฤทธิ์ผลของผู้เรียน Scoring Rubrics หรือเกณฑ์การให้คะแนน เป็นเครื่องมือในการให้ คะแนนที่มีการระบุเกณฑ์ (Criteria) ประเมินชิ้นงานและคุณภาพของชิ้นงานในแต่ละเกณฑ์

ในการสร้างรูบรีคเพื่อประเมินงานแต่ละชิ้น ครูจะต้องกำหนด ประเด็นการ ประเมิน ให้ชัดเจนและครอบคลุมเพื่อให้เกิดความยุติธรรมทุกชิ้นงานและจะมีส่วนช่วยให้มาตรฐาน ของงานชัดเจนยิ่งขึ้น การกำหนดประเด็นการประเมินอาจเป็นข้อตกลงระหว่างครูกับนักเรียนก็ได้ เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมิน ตัวอย่างเช่น ในการประเมินการพูดเล่าเรื่อง อาจมีการตกลง กันว่าจะใช้ประเด็นต่อไปนี้ในการประเมิน

- 1) การใช้ภาษา (Usage)
- 2) เนื้อหาสาระ (Content)
- 3) การเรียบเรียงเนื้อเรื่อง (Organization)
- 4) ความคล่องแคล่ว (Fluency)
- 5) กิริยาท่าทาง (Body Movement)

เมื่อกำหนดประเด็นการประเมินได้แล้ว ก็จะกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละ ประเด็น ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนอาจเขียนไว้ตั้งแต่ 3 ระดับขึ้นไป หรืออาจเป็น 4, 5, 6 เรียกว่าเป็น การระบุระดับคุณภาพ ระดับยิ่งสูงการประเมินยิ่งมีความละเอียด แต่การเขียนเกณฑ์ค่อนข้างยุ่งยาก ที่ใช้กันส่วนมาก คือ 1-4 เพราะสอดคล้องกับระดับการให้ผลการเรียน

การระบุระดับคุณภาพ ขั้นนี้เป็นการบรรยายลักษณะของชิ้นงานที่ถือว่าดีที่สุด และบรรยายชิ้นงานที่มีคุณภาพต่ำสุด จากนั้นจึงบรรยายลักษณะที่อยู่ระหว่างกลาง

จะเห็นได้ว่า รูบรีคข้างต้นเป็นรูบรีคที่แบ่งระดับคุณภาพตามเกณฑ์ออกเป็น 4 ระดับ คือ

- 1) มี (Yes)
- 2) มี – แต่ (Yes but)
- 3) ไม่มี – แต่ (No but)
- 4) ไม่มี (No)

รูปแบบดังกล่าวจะช่วยให้เกิดการยืดหยุ่นในการประเมินได้อย่างดี ทั้งนี้ผู้ประเมินอาจพิจารณา ให้นำหนักเกณฑ์แต่ละเกณฑ์แตกต่างกันได้ตามน้ำหนักความสำคัญ

ทำไมต้องใช้รูบริก

1) รูบริกเป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ได้ทั้งกับการสอนและการประเมิน เราสามารถใช้รูบริกเพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงการปฏิบัติงานของนักเรียนได้ สามารถแสดงให้เห็นนักเรียนเห็นได้อย่างชัดเจนว่าทำอะไรจึงจะปฏิบัติงานได้ตามความคาดหวังที่ตั้งไว้ ครูผู้สอนสามารถชี้ให้นักเรียนได้รู้ว่าควรจะทำอย่างไรเพื่อพัฒนาผลงานตนเอง

2) รูบริกเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการช่วยเหลือนักเรียนให้เป็นผู้ที่สามารถตัดสินใจคุณภาพชิ้นงานได้อย่างมีเหตุผล ทั้งงานของตนเองและผู้อื่น การที่นักเรียนได้เรียนรู้ข้อผิดพลาดของตนเองและผู้อื่นบ่อย ๆ ช่วยให้นักเรียนเกิดความรับผิดชอบในงานของตนเองมากยิ่งขึ้น

3) รูบริกเป็นเครื่องมือช่วยลดเวลาที่ครูใช้ในการประเมินผลงานของนักเรียนลงได้ เพราะครูต้องประเมินผลงานนักเรียนทีละชิ้น แต่ถ้าใช้รูบริกประเมินงานแล้ว นักเรียนจะสามารถประเมินงานของตนเองและของเพื่อน ๆ ได้

4) ครูใช้รูบริก เพราะมีลักษณะยืดหยุ่น สามารถทำให้ครูสอนนักเรียนที่มีความหลากหลายแตกต่างกันไปได้เป็นอย่างดี กรณีวัดเด็กที่มีสติปัญญาเลิศระดับคุณภาพก็ขยายขึ้นไปให้สูงได้ ส่วนนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียน ครูก็สามารถลดระดับคุณภาพที่ต้องการลงมาได้เช่นกัน

5) รูบริกใช้ได้ง่ายและอธิบายได้ง่ายเช่นกัน การใช้รูบริกจะช่วยให้นักเรียนทราบว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไร ครูอาจใช้รูบริกอธิบายให้ผู้ปกครองเข้าใจได้ง่าย ผู้ปกครองก็ทราบได้ว่าบุตรหลานของตนต้องทำอะไรบ้างจึงจะประสบผลสำเร็จในการเรียน

การประเมินชิ้นงานโดยการใช้รูบริก สามารถประเมินได้ตามแนวทางการใช้รูบริกของสมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ และกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ดังนี้

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (ศิริพร มาวรณา. 2546 : 32; อ้างอิงจาก สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. 2540 : 25) ได้เสนอหลักเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน โดยวิธีการใช้รูบริกกล่าวว่า รูบริก (Rubric) เป็นเครื่องมือในการให้คะแนน (Scoring tool) ที่มีการระบุเกณฑ์เกณฑ์ (Criteria) ประเมินชิ้นงานและคุณภาพ (Quality) ของชิ้นงานในแต่ละเกณฑ์ซึ่งสามารถทำได้ 2 รูปแบบ คือ แบบภาพรวมและแบบแยกองค์ประกอบหรือแยกมิติ

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (ศิริพร มาวรณา. 2546 : 32; อ้างอิงจาก กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2542 : 54) ได้กล่าวว่าเกณฑ์การประเมินหรือแนวทางการให้คะแนนคือ รูบริกซึ่งมี 2 แบบ คือ

1) การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic score) คือการให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่ง โดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่ามีความเข้าใจความคิดรวบยอด การสื่อความหมาย กระบวนการที่ใช้และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงานหรือความสำเร็จของงานเป็นขึ้น ๆ โดยอาจจะแบ่งระดับคุณภาพตั้งแต่ 0-4 หรือ 0-6 สำหรับในขั้นต้นการให้คะแนนรูปวาดอาจจะแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี เช่น

วิธีที่ 1 แบ่งงานตามคุณภาพเป็น 3 กอง คือ

กองที่ 1 ได้แก่งานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษและเขียนอธิบายลักษณะของคนที่มีคุณภาพเป็นพิเศษ

กองที่ 2 ได้แก่งานที่ยอมรับได้ เขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้

กองที่ 3 ได้แก่งานที่ยอมรับได้น้อย หรือยอมรับไม่ได้ และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้น้อย

จากนั้นก็นำงานแต่ละกองมาให้คะแนน 2 ระดับ คือ

งานกองที่ 1 จะให้คะแนน 6 หรือ 5

งานกองที่ 2 จะให้คะแนน 4 หรือ 3

งานกองที่ 3 จะให้คะแนน 2 หรือ 1

สำหรับงานที่แสดงว่าไม่ได้ใช้ความพยายามเลยให้คะแนนเป็น 0

วิธีที่ 2 กำหนดระดับความผิดพลาด โดยพิจารณาจากความบกพร่องของคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใดแล้วหักจากระดับสูงสุดมาที่ระดับ ดังนี้

คะแนน 4 หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูกต้อง แนวคิดชัดเจน

คะแนน 3 หมายถึง คำตอบถูก เหตุผลถูกต้อง อาจมีข้อผิดพลาดเล็กน้อย

คะแนน 2 หมายถึง เหตุผลหรือการคิดคำนวณผิดพลาดแต่มีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบ

คะแนน 1 หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ไม่ได้คำตอบ

คะแนน 0 หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก

วิธีที่ 3 กำหนดระดับคำและคำอธิบาย เช่น รูปวาดของความสามารถในการเข้าใจเนื้อหาสาระของนักเรียนโดยแสดงออกมาในรูปของการเขียน ได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

4 หมายถึง การสาธิตหรือแสดงออกให้เห็นถึง การเข้าใจที่ สมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้อง แม่นยำในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด รวมทั้งเสนอแนวคิดใหม่ที่แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงกฎเกณฑ์หรือลักษณะของข้อมูล

3 หมายถึง การแสดงให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด

2 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงความเข้าใจไม่สมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้อง ในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน

1 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงความเข้าใจไม่สมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้อง ในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน

0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

มาตรวัดนี้บรรยายความสามารถการแสดงออกตั้งแต่ระดับ 0 ซึ่งต่ำสุดไป จนถึงระดับ 4 ซึ่งเป็นความสามารถสูงสุด โดยปกติระดับของรูบรีคจะต้องมีการพิจารณาว่าระดับใดที่จะยอมรับได้ จะเห็นได้ว่าตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไปมีคำอธิบายถึงการแสดงออกที่ยอมรับได้ เพราะนักเรียน แสดงออกถึงความเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้อง ในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงาน หรือสถานการณ์ที่กำหนด

2) การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) เพื่อให้การมอง คุณภาพงานหรือความสามารถของนักเรียนได้ชัดเจน จึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนน และอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ โดยทั่วไปแล้วจะมีการแยกองค์ประกอบ ของงานเป็น 4 ด้าน คือ

2.1) ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในปัญหาที่ถามกระจ่างชัด

2.2) สื่อความหมาย สื่อสาร คือ ความหมายในการอธิบาย นำเสนอ การ บรรยาย เหตุผล และแนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดีมีความคิดสร้างสรรค์

2.3) การใช้กระบวนการ และยุทธวิธีกระบวนการที่นำไปสู่ความสำเร็จ ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4) ผลสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงาน หรือ อธิบายที่มาและตรวจสอบผลงาน

ครูจะต้องให้นักเรียนทราบรูบรีค เมื่อนักเรียนทำงานใดงานหนึ่ง ถ้างานนั้น ได้รับการออกแบบให้สามารถวัดได้ 4 องค์ประกอบ ครูก็ต้องสร้างรูบรีคของทั้ง 4 องค์ประกอบ เมื่อ

ครูกำหนดงานชิ้นมางานหนึ่งก็จะต้องสร้างรูปวาด เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในการบรรลุสมรรถภาพที่อยู่ในงานนั้น ๆ

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้การประเมินนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยมาตรการให้คะแนนแบบรูปวาด โดยเลือกการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ ซึ่งแยกองค์ประกอบของการให้คะแนน และอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ แบ่งองค์ประกอบที่จะประเมินได้คือ การจัดลำดับความคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ความสอดคล้องของเรื่องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เรียน การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ การจัดลำดับเนื้อเรื่อง และเทคนิคการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ กำหนดระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ นั่นคือดีมาก ดี พอใช้ และควรปรับปรุง

การสร้างเกณฑ์ให้คะแนนแบบรูปวาด นั้นไม่ยากเกินความสามารถ ครูทุกคนเป็นผู้มีประสบการณ์ในการวัดและประเมินกันมาแล้ว เพียงแต่ศึกษาหลักการออกแบบการวัดและประเมินผลตามสภาพที่แท้จริงเพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย ก็สามารถสร้างเกณฑ์การให้คะแนนรูปวาดได้ โดยมีนักเรียนเป็นตัวช่วย (เชษฐา ชาบาง. 2544:44; อ้างอิงจาก Heidi Goedrich Andrade.n.d.: 14-16) ดังนี้

1) กำหนดโครงร่าง คุณลักษณะที่ต้องการวัดผลโดยอาศัยประสบการณ์ในการสอนของตนเองว่าการจะผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้จุดประสงค์หนึ่ง ควรมีคุณลักษณะอย่างไรบ้าง และในแต่ละลักษณะควรมีคุณภาพที่ระดับ เช่น จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุว่านักเรียนสามารถเขียนเรียงความได้ถูกต้อง ครูต้องมากำหนดคุณลักษณะของเรียงความ ความน่าสนใจของบทนำ ความเป็นเอกภาพในแต่ละย่อหน้า การให้เหตุผลสนับสนุนแต่ละหัวข้อ บทสรุป

2) นำคุณลักษณะและระดับคุณภาพที่ต้องการประเมินชี้แจงแก่นักเรียน และใช้วิธีการระดมสมองเพื่อเพิ่มหรือตัดบางคุณลักษณะใดควรพิจารณาเหตุผลสนับสนุนและการยอมรับของนักเรียนส่วนใหญ่

3) เมื่อได้ระดับคุณลักษณะที่ต้องการวัดแล้ว ต่อมาคือการสร้างระดับคุณภาพของคุณลักษณะที่ต้องการจะวัด เช่น ต้องการแยกระดับคุณภาพออกเป็น 3 ระดับ ถ้าสามารถทำงานได้ดีเยี่ยมได้ระดับ 3 ได้ระดับดีได้ระดับ 2 ต้องปรับปรุงได้ระดับ 1 ทั้งนี้ระดับคุณภาพต้องเขียนให้เป็นรูปธรรมมากที่สุดว่าลักษณะงานเช่นใดควรได้ระดับ 3, 2 หรือ 1

4) เมื่อได้โครงร่างอันประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ คุณลักษณะที่ต้องการวัดและระดับคุณภาพของแต่ละคุณลักษณะเรียบร้อยแล้ว ให้แสดงโครงร่างกับนักเรียนเพื่อถามความเห็นหรือข้อเสนอแนะอีกครั้ง ซึ่งนักเรียนอาจจะมีข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงก่อนนำไปใช้

เมื่อมอบหมายงานให้นักเรียนปฏิบัติและตรวจผลงานตามเกณฑ์ที่ได้ร่วมกันตกลงไว้ก็จะพบจุดเด่นที่ต้องส่งเสริม และจุดบกพร่องที่ต้องพัฒนา ซึ่งครูสามารถให้คำแนะนำและให้นักเรียนปฏิบัติงานครั้งที่สอง และตรวจผลงานซึ่งอาจจะปฏิบัติตามหรือสี่ครั้งแล้วแต่ความยากง่ายของชิ้นงาน ซึ่งจะทำให้เห็นพัฒนาการของผลงาน และประเมินความสามารถของนักเรียนได้อย่างแท้จริง

การสร้างรูบรีคนับว่าเป็นงานที่ยาก (สมศักดิ์ ภาวิภาดาบรรณ. 2544: 64) แต่การใช้รูบรีคเป็นสิ่งที่ทำได้ง่ายเมื่อสร้างรูบรีคแล้วครูควรสำเนามอบให้นักเรียนไว้เพื่อใช้ประเมินงานของตนเอง ผลการประเมินที่นักเรียนประเมินตนเอง ไม่ควรนำมาใช้เป็นคะแนนเพื่อตัดเกรดแต่นำมาใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นและพัฒนาชิ้นงานของตนเองในครั้งสุดท้ายให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม

ครูควรให้โอกาสนักเรียนในการปรับปรุงชิ้นงานเสมอ และให้เพื่อนช่วยกันประเมินชิ้นงานของกันและกันโดยใช้รูบรีคดังกล่าว เป้าหมายที่เพื่อช่วยประเมินแล้ว ควรให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับปรุงชิ้นงานด้วยเช่นกัน

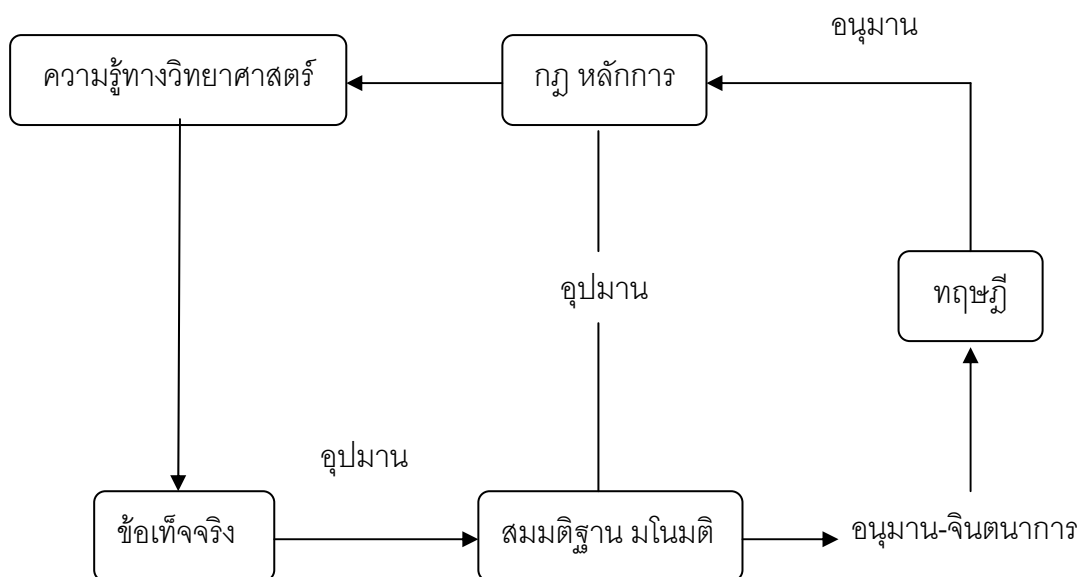
## 2. เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

### 2.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

คำว่า “วิทยาศาสตร์” มีความหมายตามภาษาอังกฤษว่า science ตรงกับรากศัพท์ภาษาละตินว่า scientia ซึ่งหมายถึง ความรู้ (knowledge) ความรู้ดังกล่าวนี้จะหมายถึงความรู้ทั่ว ๆ ไป ไม่จำกัดว่าเป็นความรู้อะไร ความรู้ประเภทใด อาจจะเกี่ยวข้องกับธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมหรือตัวมนุษย์เอง อาจเป็นเรื่องที่มนุษย์ไม่เคยพบเคยเห็นและมนุษย์ได้พบได้เห็นได้รู้ได้เข้าใจว่า สิ่งนั้นคืออะไร เป็นมาอย่างไร จะเห็นว่า คำว่า science ในความหมายดังกล่าวเป็นความหมายที่กว้างเกินไป จึงได้มีการนิยามการต่าง ๆ ได้พยายามที่จะให้ความหมายของคำว่า “วิทยาศาสตร์” ให้ชัดเจนมากขึ้น อาทิเช่น

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (2542: 768) ได้ให้ความหมายวิทยาศาสตร์ว่า คือ ความรู้ที่ได้จากการสังเกต และค้นคว้าจาก ธรรมชาติ แล้วจัดเข้าอย่างเป็นระเบียบ หรือเป็นวิชาที่ ค้นคว้าด้วยหลักฐาน และเหตุผล แล้วจึงจัดเข้าเป็นระเบียบ

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535: 94) กล่าวว่า ความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง (Fact) มโนคติ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) สมมติฐาน (Hypothesis) และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Science Inquiry)



ภาพประกอบ 3 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เพียร ชัยขวัญ (2536 : 4) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง องค์ของความรู้ที่เกี่ยวกับธรรมชาติ ซึ่งจัดรวบรวมไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกต

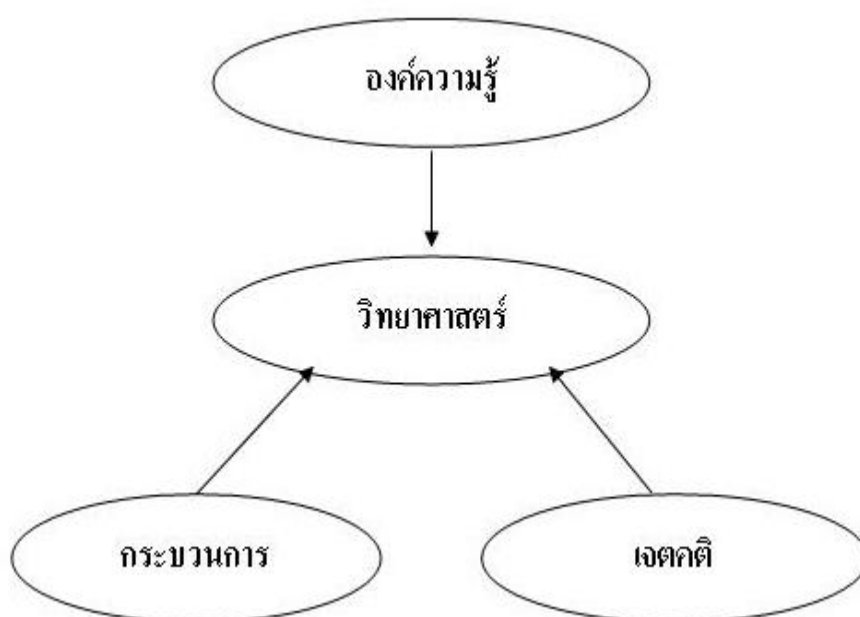
ชำนาญ เขวกีรติพงศ์ (2536 : 5) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้ที่ได้โดยการสังเกต และค้นคว้าจากการประจักษ์ทางธรรมชาติ แล้วจัดเข้าเป็นระเบียบ เมื่อพิจารณาความหมายของวิทยาศาสตร์ตาม

ความหมายข้างต้นพอสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่เกี่ยวกับธรรมชาติและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา เป็นความรู้ที่บ่งบอกถึง โครงสร้าง ลักษณะ และอิทธิพลของสิ่งเหล่านั้นที่มีต่อตัวมนุษย์หรือ มีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิต ลักษณะความรู้ดังกล่าวนี้ได้มาจากการสังเกต ค้นคว้า ทดลอง แล้วรวบรวมข้อมูลมาสรุป เพื่อตั้งขึ้นเป็นความจริง กฎ และทฤษฎีต่อไป

## 2.2 องค์ประกอบของวิทยาศาสตร์

จากความหมายของวิทยาศาสตร์จากทรรศนะต่างๆที่กล่าวมาแล้วจะพบว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวของธรรมชาติ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นผล จากผลงานของนักวิทยาศาสตร์ ได้สะสม เรียบเรียงอย่างเป็นระบบ หรือเรียกว่า องค์ความรู้ แต่ถ้าผลงานของนักวิทยาศาสตร์หยุดอยู่กับที่โดยถือว่าความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ที่มีสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในจักรวาลนี้ได้อย่างสมบูรณ์

แล้ว ป่านนี้เราก็คงจะยังมีความเชื่ออยู่ว่า โลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาล ความเร็ว ของวัตถุ ที่ตกลงสู่ที่ต่ำขึ้นอยู่กับน้ำหนักของมัน ตามความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์สมัยก่อน ๆ คงไม่มีวิธีทดลองพิสูจน์เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เก่า ๆ เพื่อปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องยิ่งขึ้นและค้นพบความรู้ใหม่ ๆ อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้แน่ ดังนั้น จะเห็นว่าวิทยาศาสตร์มีส่วนของการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงอยู่เสมออย่างไม่มีที่สิ้นสุด หรือเรียกว่า วิทยาศาสตร์ต้องมีส่วนที่เป็นพลวัต (Dynamic) ส่วนที่เป็นพลวัตของวิทยาศาสตร์นี้ดำเนินการต่อ ๆ กันมาได้ ด้วยนักวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องรู้ในคุณค่าของการคิดตามเหตุและผล เห็นความสำคัญในเสรีภาพแห่งความคิด มีข้อสงสัยในปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นทุนเดิมอยู่ตลอดเวลา จึงจะเป็นสภาพจิตใจที่จะทำให้ เกิดกิจกรรมพลวัต ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นได้



ภาพประกอบ 4 แสดงองค์ประกอบของวิทยาศาสตร์

## 2.3 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวัน และในงานอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้ วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการ พัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกัน เทคโนโลยีก็ส่วนสำคัญมากที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิด เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยค้น มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มี

ความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และ ประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (knowledge based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy for all) เพื่อที่จะมีความรู้ ความเข้าใจ โลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และ นำความรู้ไปใช้อย่าง มีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการ พัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์ การ ดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญ อย่างยิ่งคือ ความรู้วิทยาศาสตร์ ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับ นานา ประเทศ และดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

## 2.4 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สารการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่นักเรียนทุกคนต้อง เรียนรู้ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา แนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์และกระบวนการ(สสวท. 2546: 4)

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระหลัก ดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 : พลังงาน

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

## 2.5 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียน ด้านความรู้ ความคิดทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาระดับพื้นฐานและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น (สสวท. 2546: 5-6)

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้  
 สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2: เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1: เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนแปลงพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1: เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2: เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

### สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

การจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์นี้ ผู้วิจัยเลือกการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## 2.6 ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะเกิดจากประสบการณ์ที่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสแล้วพยายามค้นหาคำตอบเพื่อนำมาอธิบายหรือหาเหตุผลในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยมีลำดับแนวความคิด 3 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 นักวิทยาศาสตร์จะมีความสงสัยหรือเกิดปัญหา เช่น เมื่อเกิดฝนตก ฟาร์มองแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด ฯลฯ โดยธรรมชาติแล้ว สิ่งแรกที่มนุษย์ถามตัวเอง คือ มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง เกิดขึ้นได้อย่างไร ทำไมมันจึงเกิดขึ้น และมีสิ่งใดปรากฏมาให้เห็นบ้าง ขณะเดียวกันก็เกิดความกระหายใคร่รู้ ความเป็นไปและสนใจที่จะหาคำอธิบาย

ขั้นที่ 2 เป็นการค้นคว้ามาคำตอบหรือเหตุผลที่จะมาอธิบายปรากฏการณ์นั้น ๆ อาจจะใช้วิธีการเฉพาะอย่างหรือหลายอย่างก็ได้ โดยเฉพาะวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ผล และการสรุปผล

ขั้นที่ 3 เป็นคำตอบของปรากฏการณ์ที่ได้จากการกลั่นกรองมาเป็นอย่างดี เป็นคำอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นซึ่งก็คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ได้แก่ ความจริง แนวคิด หลักการ กฎ และทฤษฎี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1) ความจริง (Fact)

ความจริง เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ที่เกิดจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ และสิ่งต่าง ๆ โดยตรงหรือโดยทางอ้อม โดยสิ่งที่สังเกตเห็นนั้น เป็นข้อมูลเดิมที่ยังไม่มีการจัดเข้าเป็นระเบียบ ข้อมูลที่สังเกตได้ ที่ถือเป็นความจริงนั้นจะต้องเหมือนเดิมทุกครั้ง ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ไม่ว่าจะสังเกตหรือทดสอบกี่ครั้งก็ตาม ดังนั้น ความจริงจึงมีลักษณะดังนี้

- 1.1) เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของความรู้
- 1.2) ได้จากการสังเกต
- 1.3) ต้องคงความเป็นจริง โดยสามารถทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง
- 1.4) ลำพังตัวความจริงนั้นมีความหมายน้อยมาก ต้องนำมาประกอบกัน

จึงจะมีความหมายมากขึ้น

ตัวอย่างความจริงทางวิทยาศาสตร์ เช่น

- น้ำแข็งละลายน้ำได้
- น้ำจะไหลจากที่สูงไปสู่ที่ต่ำ
- ยีสต์จะเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลและเปลี่ยนต่อไปเป็นแอลกอฮอล์
- รังกინน้ำจะเกิดขึ้นในทิศทางที่ตรงข้ามกับดวงอาทิตย์

ในการนำเสนอความจริงของนักวิทยาศาสตร์ ควรจะบอกด้วยว่า วิธีใช้ในการทดลองเป็นอย่างไร เพื่อให้ผู้อ่านสามารถตัดสินใจว่าควรเชื่อถือข้อเท็จจริงนั้นหรือไม่ และผู้สนใจจะได้ทำการตรวจสอบ ความถูกต้องของความจริงนั้น ๆ ได้อีกด้วย

## 2) แนวคิด (Concept)

ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Concept” มีนักวิชาการและนักการศึกษาของไทยใช้เรียกแตกต่างกัน เช่น ความคิดรวบยอด มโนทัศน์ มโนภาพ ซึ่งหมายความว่า เป็นการนำข้อเท็จจริงหรือความจริงแต่ละสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันแล้วจัดรูปแบบ (pattern) ใหม่ เพื่อให้ได้คุณสมบัติเฉพาะของสิ่งนั้น ๆ และในการคิดพิจารณาจัดระบบนั้นจะต้องใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล มีจินตนาการที่รอบคอบจนเกิดความรู้ที่ชัดเจน เช่น ถ้าเราพบข้อมูลชุดใดชุดหนึ่ง หรือปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง เราจะต้องมองหาแนวคิดของข้อมูลอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ

2.1) แนวคิดชื่อเรียก เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการเรียกชื่อของกลุ่มวัตถุหรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะบางอย่างร่วมกันหรือเหมือนกัน เพื่อให้สะดวกต่อการกล่าวถึงสิ่งนั้น เช่น สุนัข แมว ส้มโอ แตงโม ท้องฟ้า เป็นต้น

2.2) แนวคิดเชิงนิยาม เป็นการให้ความหมายหรือคำจำกัดความของกลุ่มวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยเกิดจากการรวบรวมข้อเท็จจริงที่เหมือนกันเข้าด้วยกัน ซึ่งแต่ละบุคคลอาจมีแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งเดียวกัน แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ วัสดุ ความสามารถ และประสบการณ์ของแต่ละคน เช่น

- สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะมีเลือดอุ่น ออกลูกเป็นตัว เพศเมียมีต่อมน้ำนม
- ดาวฤกษ์เป็นดาวที่มีแสงระยิบระยับและมีแสงสว่างในตัวเอง

2.3) แนวคิดเชิงความสัมพันธ์ เป็นแนวคิดที่บอกความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ในเชิงเปรียบเทียบและเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน เช่น

- ความเร็วเป็นปริมาณที่มีความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา
- แรงเป็นปริมาณสัมพันธ์ระหว่างมวลกับอัตราเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุ

2.4) แนวคิดรวบยอดเชิงนามธรรม เป็นแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งที่มองไม่เห็นตัวตนเกิดจากจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ที่พยายามจะอธิบายคุณลักษณะของสิ่งบางสิ่งที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรงแต่มีหลักฐานบางประการสนับสนุน เช่น

- อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ได้รอบนิวเคลียส
- โมเลกุลของสารประกอบประกอบด้วยอะตอมของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป

### 3) หลักการ (Principle)

หลักการเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการผสมผสานแนวคิดตั้งแต่ 2 แนวคิดเข้าด้วยกันและสามารถใช้อ้างอิงได้ ดังนั้น หลักการจะต้องเป็นความจริงที่สามารถทดสอบได้ และได้ผลเหมือนเดิม มีความเป็นปรนัยในตัวเอง ซึ่งต่างจากแนวคิด เพราะแนวคิดของแต่ละคนที่มีต่อสิ่งเดียวกันอาจจะไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ดังนั้น หลักการจึงเป็นแนวคิด แต่แนวคิดไม่จำเป็นต้องเป็นหลักการเสมอไป โดยที่บางแนวคิดอาจจะเป็นหลักการ แต่บางแนวคิดอาจจะไม่เป็นก็ได้ เช่น ข้อความที่ว่า

“การแพร่ คือ การเคลื่อนที่โมเลกุลของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมาก ไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อย” ข้อความนี้จัดเป็นทั้งแนวคิดและหลักการ

“เนื้อไก่เป็นอาหารที่ให้สารโปรตีน” เป็นเพียงแนวคิดเท่านั้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะแนวคิดเป็นความคิดหลักของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งแต่ละคนอาจจะมีแนวคิดต่อสิ่งของเดียวกันแตกต่างกันออกไป แต่เมื่อได้ผ่านการกลั่นกรอง วิเคราะห์อย่างรอบคอบแล้วจะจัดเป็นหลักการได้

ตัวอย่างของหลักการทางวิทยาศาสตร์ เช่น

- เมื่อสสารได้รับความร้อนจะขยายตัว
- คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ชีวิต
- เมื่อวัตถุจมลงไปในของเหลว น้ำหนักของวัตถุจะหายไป น้ำหนักที่หายไปนี้

จะมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของเหลวส่วนที่วัตถุนั้นแทนที่ในของเหลว

### 4) กฎ (Law)

กฎ เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายกับหลักการ และสามารถชี้แทนกันได้ เพราะกฎเป็นหลักการอย่างหนึ่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งอาจเขียนในรูปของสมการแทนได้ แต่กฎยังมีความเป็นจริงในตัวของมันเองโดยธรรมชาติ ไม่ใช่เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมา นักวิทยาศาสตร์เป็นแต่เพียงไปค้นพบเท่านั้น ซึ่งลักษณะของกฎทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ ดังนี้

- 4.1) มีความเป็นจริงในตนเอง
- 4.2) มีความเป็นปรนัย
- 4.3) เมื่อทดสอบได้ผลตรงกันทุกครั้ง
- 4.4) หากมีผลการทดลองใดที่ขัดแย้งกับกฎแล้วกฎนั้นต้องยกเลิกไป

ตัวอย่างกฎทางวิทยาศาสตร์ที่พบเสมอ เช่น

กฎของโอห์ม กล่าวว่า “เมื่ออุณหภูมิของตัวนำคงที่ อัตราส่วนของความต่างศักย์ต่อกระแสไฟฟ้าในตัวนำนั้นจะมีค่าคงที่เสมอ ค่าคงที่นี้เรียกว่า ค่าความต้านทาน” เขียนความสัมพันธ์ในรูปคณิตศาสตร์ได้ว่า  $V = IR$

$$\text{หรือ} \quad I = \frac{V}{R}$$

เมื่อ  $V$  แทนความต่างศักย์ มีหน่วยเป็นโวลต์

$I$  แทนกระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์

$R$  แทนความต้านทาน มีหน่วยเป็นโอห์ม

กฎของบอยล์ กล่าวว่า “ที่อุณหภูมิคงตัว ปริมาตรของก๊าซที่มีมวลคงตัวจำนวนหนึ่งเปลี่ยนไปเป็นปฏิภาคผกผันกับความดัน” สามารถเขียนความสัมพันธ์ในรูปคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{หรือ} \quad PV = K$$

เมื่อ  $V$  แทนปริมาตรของก๊าซ

$P$  แทนความดัน

$K$  แทนค่าคงที่

กฎของปาสกาล กล่าวว่า “ถ้าให้ความดันแก่ของเหลวที่อยู่หนึ่งในภาชนะปิดใด ๆ ความดันนั้นจะถูกส่งผ่านไปทั่วทุกส่วนของ ของเหลวและที่ผนังภาชนะที่บรรจุของเหลวนั้น”

### 5) ทฤษฎี (Theory)

ทฤษฎี เป็นข้อความที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมา เพื่อใช้อธิบายหลักการและกฎต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น เพราะลำพังตัวของกฎหรือหลักการไม่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวเองได้ เช่น ถ้าเอาแม่เหล็กขึ้นเหนือเหมือนกันมาวางไว้ใกล้กันมันจะผลักกัน แต่ขั้วต่างกันมันจะดูดกัน ปรากฏการณ์นี้เป็นความรู้ที่บอกได้แต่เพียงว่ามีสัมพันธ์กันอย่างไร แต่ถ้าถามต่อไปว่าทำไมขั้วแม่เหล็กต่างกันจึงดูดกัน ขั้วเหมือนกันจึงผลักกัน จะเป็นปัญหาทันที ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงต้องการอธิบายความสัมพันธ์ โดยการสร้างทฤษฎีโมเลกุลของสารแม่เหล็กช่วยอธิบายว่า “สารแม่เหล็กทุกชนิดจะมีโมเลกุลซึ่งมีอำนาจแม่เหล็กอยู่ แต่ละโมเลกุลจะมีขั้วเหนือและขั้วใต้ หากโมเลกุลแม่เหล็กเหล่านี้เรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบ อำนาจแม่เหล็กจะถูกทำลายกันเองหมด เพราะขั้วเหนือและขั้วใต้มีอำนาจคนละชนิด ถ้าหากโมเลกุลแม่เหล็กนั้นเรียงตัวกันเป็นระเบียบ ขั้วเหนือจะชี้ไปทางปลายข้างหนึ่งของแท่งแม่เหล็ก ส่วนขั้วใต้ก็จะชี้ไปอีกปลายด้านหนึ่ง ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน” ส่วนตัวอย่างทฤษฎีอื่น ๆ เช่น

ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของ ชาร์ล ดาร์วิน กล่าวว่า สิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องมีการต่อสู้เพื่อความอยู่รอด ชีวิตที่เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมย่อมสามารถสืบพันธุ์เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ของตนไว้

ทฤษฎีโฟตอนของไอน์สไตน์ (Albert Einstein) กล่าวว่า แสงหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วย กลุ่มก้อนของพลังงานที่เรียกว่า โฟตอน แสงที่มีความถี่ (f) โฟตอนแต่ละอนุภาคของแสง จะมีพลังงาน (E) = hf (เมื่อ h คือ ค่าคงตัวของพลังค์)

## 2.7 เจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจตคติทางวิทยาศาสตร์จะต่างจากเจตคติโดยทั่วไป คือ เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่เป็นการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ส่วนเจตคติทั่วไปนั้นเป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งของ ตัวบุคคล เหตุการณ์ ดังนั้น บุคคลที่มีเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นบุคคลที่มีลักษณะ ซึ่ง ทิพย์วัลย์ สีจันทร์ (2534: 18-21) ได้กล่าวถึง 12 ข้อ ได้แก่

- 1) แสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็น
- 2) แสดงออกถึงความมีใจกว้าง
- 3) แสดงออกถึงการแสวงหาความจริง
- 4) แสดงออกถึงการกล้าได้กล้าเสีย
- 5) แสดงออกถึงการมีจุดมุ่งหมาย
- 6) แสดงออกถึงความชัดเจน
- 7) แสดงออกถึงความมั่นใจในตนเอง
- 8) แสดงออกถึงความอดุสาหะ
- 9) แสดงออกถึงความพอใจ
- 10) แสดงออกถึงความเชื่อในทฤษฎี
- 11) แสดงออกถึงความรับผิดชอบ
- 12) แสดงออกถึงความร่วมมือกับผู้อื่น

โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) แสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) เช่น
  - 1.1) พอใจที่จะเสาะแสวงหาความรู้ใหม่
  - 1.2) พอใจที่จะได้ข้อมูลหรือความคิดใหม่
  - 1.3) พอใจที่จะได้ข้อสรุปที่มีหลักฐานสนับสนุน
  - 1.4) แสดงความสนใจปัญหาประจำวันที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

- 1.5) แสดงความต้องการที่จะหาคำตอบในสิ่งที่ตนอยากรู้
- 2) แสดงออกถึงความมีใจกว้าง (Openness) เช่น
  - 2.1) รับฟังการวิพากษ์วิจารณ์จากผู้อื่น
  - 2.2) เห็นความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม
  - 2.3) ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน
- 3) แสดงออกถึงการแสวงหาความจริง (Reality orientation) เช่น
  - 3.1) ยอมรับในความสามารถของตนเองตามสภาพเป็นจริง
  - 3.2) เชื่อในการเปลี่ยนแปลงที่มีเหตุผล
  - 3.3) เห็นความสำคัญของการแสวงหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ
  - 3.4) ยอมรับข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้
  - 3.5) มีความอดทนสาหะในการแสวงหาความรู้
  - 3.6) ไม่เชื่อถือความรู้ที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
  - 3.7) ตระหนักถึงความสำคัญของวิธีการแสวงหาความรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 3.8) ตระหนักถึงความสำคัญของความเชื่อเก่า ๆ อาจเป็นที่มาของการค้นพบใหม่
- 4) แสดงออกถึงการกล้าได้กล้าเสีย (Risk taking) เช่น
  - 4.1) ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ในข้อผิดพลาดของตน
  - 4.2) กล้าแสดงออกซึ่งความคิดเห็น มีความเป็นตัวของตัวเอง
  - 4.3) ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี
  - 4.4) ยอมรับวิธีการและเทคโนโลยีใหม่ ๆ
- 5) แสดงออกถึงการมีจุดมุ่งหมาย (Objectivity) เช่น
  - 5.1) ยอมรับข้อสรุปที่มีข้อมูล หรือหลักฐานสนับสนุนมากกว่าข้อสรุปที่ปราศจากหลักฐาน
  - 5.2) พอใจที่จะยอมรับข้อสรุป ที่ผ่านการทดสอบหรือการโต้แย้งที่เชื่อถือได้
- 6) แสดงออกถึงความชัดเจน (Precision) เช่น
  - 6.1) พอใจข้อสรุปที่ได้ใจความชัดเจน
  - 6.2) สามารถให้นิยามศัพท์สำคัญ ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์
  - 6.3) ใช้ภาษาและประโยคได้อย่างเหมาะสม
  - 6.4) การแสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่าง ๆ และมีความพยายามที่จะตรวจสอบปัญหา ด้วยวิธีการหลาย ๆ อย่าง

- 7) แสดงออกถึงความมั่นใจในตนเอง (Confidence) เช่น
  - 7.1) เชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง
  - 7.2) พอใจที่ได้ใช้สติปัญญาด้วยตนเอง
- 8) แสดงออกถึงความอุตสาหะ (Perseverance) เช่น
  - 8.1) มีความพยายามทำงานให้ได้ผลสมบูรณ์ที่สุด ไม่ท้อถอย
- 9) แสดงออกถึงความพอใจ (Satisfaction) เช่น
  - 9.1) แสดงความพอใจที่จะใช้วิธีการเสาะแสวงหาความรู้
  - 9.2) แสดงออกความมั่นใจในตนเอง ที่จะก้าวไปสู่จุดมุ่งหมายในอนาคต
- 10) แสดงออกถึงความเชื่อในทฤษฎี (Respect of theoretical structure) เช่น
  - 10.1) ยอมรับทฤษฎีและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่าช่วยในการศึกษา  
ความสัมพันธ์ของ สิ่งต่าง ๆ และช่วยให้เกิดการแสวงหาความรู้ใหม่
  - 10.2) ยอมรับทฤษฎีในปัจจุบัน ว่าเป็นพื้นฐานในการค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ต่อไป
  - 10.3) ตระหนักถึงความสำคัญของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการที่จะได้มา  
ซึ่งความรู้ ทฤษฎี และแนวคิดใหม่ ๆ
- 11) แสดงออกถึงความรับผิดชอบ (Responsibility) เช่น
  - 11.1) ให้ความร่วมมือกับกลุ่มในการทำกิจกรรมจนสำเร็จลุล่วง
  - 11.2) เต็มใจที่จะทำกิจกรรมนอกเหนือจากการเรียนในชั้นเรียน
  - 11.3) ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นความจริง จนกว่าจะมีการพิสูจน์ ทดลอง  
ที่เชื่อถือได้
  - 11.4) เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา
  - 11.5) เต็มใจที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น
  - 11.6) เต็มใจที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
  - 11.7) ใช้เหตุผลประกอบการวิพากษ์วิจารณ์
  - 11.8) เป็นผู้ริเริ่มทำกิจกรรมเพื่อผลประโยชน์ต่อกลุ่ม
- 12) แสดงออกถึงความร่วมมือกับผู้อื่น (Consensus and collaboration) เช่น
  - 12.1) เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตน ตามเหตุผลของผู้อื่นที่ดีกว่า
  - 12.2) เต็มใจที่จะรับความช่วยเหลือและความร่วมมือจากผู้อื่น
  - 12.3) เต็มใจที่จะทำความเข้าใจต่อความคิดเห็นของผู้อื่น

## 2.8 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skill)

จากการศึกษาวิเคราะห์ดูการทำงานของนักวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ท่าน จะพบว่า ในการทำงาน of นักวิทยาศาสตร์นั้น มีการทำงานที่ไม่เหมือนกัน แต่ในการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์นั้นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้นำมาใช้ในการศึกษาหาความรู้ที่จำเป็นต้องแทรกอยู่ในทุกขั้นตอนของการค้นคว้า และเป็นสิ่งที่ต้องอาศัย ความชำนาญเป็นพิเศษจึงจะทำให้การค้นคว้านั้นประสบผลสำเร็จน่าเชื่อถือ เรียกสิ่งเหล่านี้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการทำงาน of นักวิทยาศาสตร์นั้นจะมีการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ แต่บอกไม่ได้ว่าใช้ทักษะกระบวนการอะไรบ้างในแต่ละขั้นตอนการทำงาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหาที่เขา กำลังศึกษาในขณะนั้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทั้งหมด 13 ทักษะ ดังนี้

กระบวนการขั้นพื้นฐาน 8 กระบวนการ

- 1) การสังเกต (Observing)
- 2) การวัด (Measuring)
- 3) การคำนวณ (Using number)
- 4) การจำแนกประเภท (Classifying)
- 5) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space-space relationship and space-time relationship)
- 6) การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย (Communicating)
- 7) การลงความเห็นข้อมูล (Inferring)
- 8) การพยากรณ์ (Prediction)

กระบวนการขั้นสูง มี 5 กระบวนการ

- 9) การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis)
- 10) การตั้งกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operation)
- 11) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables)
- 12) การทดลอง (Experimenting)
- 13) การตีความหมายข้อมูล (Interpreting data)

1) การสังเกต (Observing)

คือ การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ผิวกาย ตา หู จมูก และลิ้น เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลอย่างละเอียด ถูกต้อง รวดเร็ว แม่นยำ โดยไม่ใช้ความรู้สึก ความคิดของผู้สังเกตเข้าไปเกี่ยวข้อง ข้อมูลที่ได้

จากการสังเกตประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะคุณสมบัติ (Qualitative observations) ข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative observation) ข้อมูลเกี่ยวกับการเปรียบเทียบ (comparative observations) และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง (observation of changes) การสังเกต เป็นทักษะพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความชำนาญความละเอียดถี่ถ้วนในการสังเกต ซึ่งบางครั้งอาจใช้แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ ช่วยในการสังเกต เพื่อให้เกิดความแน่ชัดและมั่นใจได้มากขึ้น ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต เราถือว่าเป็นข้อเท็จจริง

ตัวอย่างการสังเกต เช่น

- แดงโมผลนี้มีเนื้อสีแดงมีเมล็ดสีดำ
- ต้นมะม่วงต้นนี้สูงประมาณ 15 เมตร
- น้ำหอมขวดนี้มีกลิ่นหอมเหมือนดอกกุหลาบ
- ลักษณะไม้ขีดไฟ ก่อนจุดให้เกิดการลุกไหม้จะมีลักษณะแตกต่างจากไม้ขีดไฟ

ภายหลังการลุกไหม้

## 2) การวัด (Measuring)

คือ ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยเครื่องมือสำหรับการวัด ค่าที่ได้จากการวัดต้องเป็นตัวเลข และมีหน่วยกำกับตัวเลขที่ได้จากการวัดสามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้อง และใกล้เคียงความเป็นจริง รูปแบบของการวัด มี 3 แบบ ได้แก่

2.1) การนับจำนวน (Counting measurement) เป็นการวัดจำนวนของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งจะนับออกมาเป็นจำนวนเต็ม จะมีเศษไม่ได้ ถือว่าเป็นการวัดที่ง่ายที่สุด

2.2) การวัดโดยตรง (Direct measurement) เป็นการใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวและวัดได้โดยตรง

2.3) การวัดโดยอ้อม (Indirect measurement) แยกได้ 2 อย่าง

2.3.1) การวัดโดยใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งวัด แล้วมีการคำนวณโดยใช้สูตรอีกชั้นหนึ่ง จึงจะได้ค่าที่ต้องการทราบ ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีเครื่องมือวัดโดยตรง เช่น การวัดพื้นที่ห้อง

2.3.2) การวัดที่มีขนาดใหญ่หรือเล็กมาก หรืออยู่ไกลมากจนไม่สามารถวัดได้โดยตรง เช่น ขนาดของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และอะตอม หรือระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์ การวัดสิ่งเหล่านี้โดยใช้การเปรียบเทียบกับสิ่งที่ทราบค่าแล้วค่าที่ได้จากการวัดเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับนำไปสรุปเป็นความรู้ประเภทต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ต่าง ๆ ที่สรุปออกมานั้นจะมีความถูกต้องมากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการวัด การวัดถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การวัดมักจะแทรกอยู่ในกิจกรรมการสังเกตรวบรวมข้อมูล และกิจกรรมการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวัดปริมาณต่าง ๆ ในปัจจุบันมีจำนวนมากมาย นับตั้งแต่

เครื่องมือง่าย ๆ จนถึงเครื่องมือที่มีความซับซ้อน และราคาแพง ที่จริงประสาทสัมผัสทั้งห้าของมนุษย์ก็สามารถวัดค่าปริมาณต่าง ๆ ออกมาได้ แต่มีข้อจำกัดเหมือนกัน ดังนั้น เครื่องมือวัดจึงช่วยขยายขอบเขตของประสาทสัมผัสทั้งห้าที่ไม่สามารถให้ผลอย่างละเอียดได้

การวัดสิ่งใดสิ่งหนึ่งแต่ละครั้งมักมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้เสมอ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการวัดมี 2 ลักษณะ คือ

- (1) ความคลาดเคลื่อนโดยบังเอิญ ที่เกิดขึ้นจากการอ่านค่าที่วัดได้ผิดพลาด หรืออ่านค่าที่ได้ถูกต้องแต่บันทึกผิดพลาด
- (2) ความคลาดเคลื่อนเป็นระบบที่เกิดขึ้น จากการใช้วิธีการวัดไม่ถูกต้องในการเก็บรวบรวมข้อมูล เราสามารถแก้ไขความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้โดยทำการวัดหลาย ๆ ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีสาเหตุดังนี้

จากเครื่องมือที่ใช้วัดรู้จักเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับงาน  
เช่น เครื่องมือมีความละเอียดที่จะวัดกับสิ่งที่เราจะวัดได้หรือไม่

จากสภาพแวดล้อม ทำให้เกิดความไม่แน่นอน เช่น การวัดความยาวของไม้เดือน ความสูงของต้นไม้ยืนต้น

จากความสามารถของผู้วัด ผู้วัดจะต้องมีความชำนาญในการวัดสิ่งของนั้น  
การเลือกใช้เทคนิคในการวัด การวัดปริมาณบางอย่างวัดลำบากมาก จะใช้วิธีการวัดทั่วๆ ไปวัดออกมาไม่ได้ ต้องอาศัยเทคนิคช่วย เช่น การวัดระยะทางระหว่างโลกกับดวงจันทร์ เราจะใช้วิธีวัดโดยใช้สายดาวัดธรรมดาไม่ได้ จึงต้องอาศัยความรู้เรื่องการเดินทางของแสงมาช่วยในการวัด หรือการชั่งมวลสารของโลกกว่าหนักกี่กิโลกรัม ก็ต้องใช้เทคนิคเกี่ยวกับ กฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์ช่วยในการวัด

### 3) การคำนวณ (Using number)

การคำนวณ คือ การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ ซึ่งค่าใหม่ที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้ เรารู้ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ที่นำมาคำนวณ ซึ่งจะทำได้ความรู้ใหม่ตามมาเช่น การบวก ลบ คูณ หาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง การถอดรศ เป็นต้น ใช้ในการสรุปผลการทดลอง การอธิบาย และการทดสอบสมมติฐาน ค่าใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะทำให้สื่อความหมายชัดเจนและเหมาะสมยิ่งขึ้น

### 4) การจำแนกประเภท (Classifying)

การจำแนกหมายถึง การจัดจำแนกวัตถุ สิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือแตกต่างกันของสิ่งของ หรือเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ การจำแนกประเภทสิ่งของมีความสำคัญมากในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เช่น ในวิชา

เคมี มีการจัดธาตุต่าง ๆ เป็นหมวดหมู่เป็นตารางธาตุ ในวิชาชีววิทยาได้มีการจัดจำพวกพืชหรือสัตว์ออกเป็นไฟลัม คลาส ออเดอร์ แฟมิลี จุดประสงค์หลักของการจำแนกประเภทสิ่งของ คือ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาค้นคว้า การจำแนกประเภทของสิ่งของไม่ได้มีเฉพาะในวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น วิชาอื่น ๆ หรือในชีวิตประจำวันก็มีการจำแนกประเภทอยู่เป็นประจำ เช่น การจำแนกนักศึกษาออกเป็นคณะ แต่ละคณะก็จะมีหลายสาขาวิชา การจำแนกร้านค้าออกเป็นร้านขายของชำ ร้านขายยา ร้านขายอาหาร ฯลฯ การจำแนกหนังสือในห้องสมุดออกเป็นหมวดต่าง ๆ ในการจำแนกสิ่งของหรือวัตถุต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่นั้น เบื้องต้นต้องมีเกณฑ์ในการจำแนกแยกประเภทโดยเกณฑ์ที่ใช้นั้น ถ้าเป็นสิ่งไม่มีชีวิตอาจจะใช้สี รูปร่าง ขนาด ลักษณะผิว ประโยชน์ ฯลฯ เป็นเกณฑ์ ส่วนพวกสิ่งที่มีชีวิตอาจใช้การกินอาหาร การสืบพันธุ์ ที่อยู่อาศัย การเคลื่อนไหว ฯลฯ เป็นเกณฑ์ อาจสรุปได้ว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทสิ่งของหรือเหตุการณ์มีอยู่ 3 อย่าง ได้แก่

- (1) ความเหมือน
- (2) ความแตกต่าง
- (3) ความสัมพันธ์

นอกจากนี้ ยังใช้ความสามารถในการจำแนกประเภท 4 กรณี ได้แก่

- (1) สามารถจำแนกหรือเรียบเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ตามที่กำหนดมาให้ได้
- (2) สามารถบอกเกณฑ์ที่คนอื่นใช้จำแนกหรือเรียบเรียงลำดับวัตถุ หรือเหตุการณ์ที่กำหนดให้

- (3) สามารถจำแนกหรือเรียบเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ที่ตนเองกำหนดขึ้น
- (4) สามารถเขียนแผนผังจำแนกประเภทได้ทุกกรณี

5) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space-space relationship and space-time relationship)

เป็นความสามารถในการสังเกตรูปร่างของวัตถุ โดยการเปรียบเทียบกับตำแหน่งของผู้สังเกตกับการมองในทิศทางต่าง ๆ กัน โดยการเคลื่อนที่ การผ่า การหมุน การตัดวัตถุ ผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงได้จากการสังเกตคำว่า

สเปส (space) หมายถึง ลักษณะเกี่ยวกับระยะทาง ขนาด ความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง ตำแหน่งที่อยู่ การเคลื่อนที่ เป็นต้น

สเปสของวัตถุ คือ ที่ว่าง ที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

การมีความเข้าใจเกี่ยวกับรูปทรงของวัตถุมีความสำคัญมาก ในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เช่น ในวิชาชีววิทยา เมื่อเราศึกษาเรื่องเซลล์ของใบไม้ โดยการตัดใบไม้ตามขวางและตามยาวหรือการดูลักษณะสมมาตรของพืชและสัตว์ ในวิชาเคมีเมื่อศึกษาเรื่องโครงสร้างของโมเลกุลของสาร ฯลฯ การจะเข้าใจสิ่งเหล่านี้ได้ดี จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับรูปทรงของวัตถุและผลการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของวัตถุเป็นความรู้พื้นฐาน

การหาความสัมพันธ์เกี่ยวกับสเปกกับเวลานั้นมี 3 อย่าง คือ

5.1) ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกของวัตถุ เช่น การดูภาพ 2 มิติ การวาดภาพ 2 มิติ การวาดภาพ 3 มิติ จะต้องประกอบด้วยความกว้าง ยาว และหนา การหารูปร่างของวัตถุ โดยดูจากภาพหน้าตัด เช่น ในทางชีววิทยาต้องตัดวัตถุที่จะดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ให้เป็นแผ่นบาง ๆ จะได้เฉพาะภาพหน้าตัดเท่านั้น วิธีการเช่นนี้ คล้ายกับการหารูปร่างของวัตถุอันหนึ่ง โดยการสังเกตจากเงา หลาย ๆ เงาของวัตถุนั้น โดยใช้แสงกระทบวัตถุหลาย ๆ ด้าน

5.2) ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา เราอาจบอกเวลาได้โดยใช้ลักษณะของสเปกเช่น บอกเวลาโดยดูเงาเสาธง การที่จะบอกเวลาได้จะต้องทราบว่ เงานั้นทอดไป ในทางตรงข้ามกับต้นกำเนิดของแสงเสมอ และต้องทราบทิศตะวันออกอยู่ด้านใด เพื่อที่จะประมาณว่า เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ ณ ตำแหน่งนั้น ควรจะเป็นเวลาเท่าใด

5.3) ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เราสามารถนำเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ 2 อย่าง มาสัมพันธ์กันได้ เช่น เวลาที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก 1 รอบ สัมพันธ์กับเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ

#### 6) การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย (Communicating)

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกต การวัด การสำรวจ หรือจากการทดลองมาจัดกระทำใหม่ โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ การหาความถี่ การแยกประเภท ฯลฯ เพื่อให้ข้อมูลดูเข้าใจง่ายขึ้น มีความหมายมากขึ้น การสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษาพูด หรือภาษาท่าทาง เพื่อให้ผู้อื่น เข้าใจในสิ่งที่ต้องการสื่อความหมายให้ชัดเจนและรวดเร็ว

ลักษณะการสื่อสารความหมายที่ดี ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ถูกต้อง การรับรวดเร็ว การสื่อสารความหมายมีหลายรูปแบบ เช่น บรรยาย รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ แผนผัง ไดอะแกรม ตาราง วงจร สมการ และกราฟ องค์ประกอบของการสื่อความหมาย มี 4 ชนิด ได้แก่

(1) ผู้ส่งสาร

(2) ผู้รับสาร

(3) สาร

#### (4) ช่องทางรับสาร

ประเภทของการสื่อความหมาย มี 2 ประเภท

(1) การสื่อความหมายทางเดียว เป็นการติดต่อสื่อสารโดยผู้ส่งสารไม่เปิดโอกาสให้ผู้รับสารซักถามข้อสงสัยใด ๆ เช่น การเขียนรายงานผลการทดลอง

(2) การสื่อความหมายสองทาง เป็นการติดต่อสื่อสารที่ผู้ส่งสารเปิดโอกาสให้ผู้รับสารซักถามข้อสงสัย มีการตอบสนอง ตลอดจนข้อเสนอแนะ ทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้ส่งสารและผู้รับสารมีความเข้าใจตรงกัน

#### 7) การลงความเห็นข้อมูล (Inferring)

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล คือ การอธิบายความหมายของเหตุผลของ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการจัดกระทำโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมเข้าช่วย การลงความเห็นจากข้อมูลใช้ประโยชน์ในขั้นตอนทดสอบปรับเปลี่ยนสมมติฐานและการสรุปการลงความเห็นจากข้อมูลเดียวกัน สามารถลงความเห็นได้หลายอย่าง เพราะการลงความเห็นนั้นเป็นการค้นคว้าสิ่งที่เรายังไม่รู้นักวิทยาศาสตร์อาจลงความเห็นที่อาจเป็นไปได้หลาย ๆ อย่าง แล้วตรวจสอบว่า การลงความเห็นใดมีหลักฐานสนับสนุนบ้างโดยการทดลองเอาข้อมูลใหม่มาสนับสนุนหรือหักล้าง

การลงความเห็นจากข้อมูลไม่ใช้การเดาสุ่ม (Guess) เพราะการเดาสุ่มเป็นการคิดแบบไม่มีหลักของเหตุผลหรือขาดหลักฐานมาสนับสนุน ส่วนการลงความเห็นเป็นการอธิบายเหตุการณ์ที่มีหลักฐานสนับสนุน ซึ่งหลักฐานที่มาสันนิษฐานอาจจะมาจากความรู้และประสบการณ์เดิมที่เคยพบเห็นมาแล้ว

การลงความเห็นข้อมูลจะต้องเพียงใดขึ้นอยู่กับ 4 ปัจจัย คือ

(1) ความถูกต้องของข้อมูล ถ้าข้อมูลที่เราสังเกตได้มีความคลาดเคลื่อน การลงความเห็นก็จะไม่ถูกต้องด้วย

(2) ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูล ถ้าเรามีข้อมูลมากเพียงพอ การลงความเห็นจะต้องถูกมากยิ่งขึ้น

(3) ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม การลงความเห็นส่วนหนึ่งจะเกี่ยวข้องกับประสบการณ์เดิมที่เราเคยพบเหตุการณ์นั้น ๆ มาแล้ว ถ้าเรามีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นดี ก็จะทำให้การลงความเห็นถูกต้องมากขึ้น

#### 8) การพยากรณ์ (Prediction)

การพยากรณ์ คือ การทำนาย หรือการคาดคะเนคำตอบ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือข้อมูลจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ ในเรื่องนั้น หรือข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ หรือจากตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความจริง กฎ ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ การพยากรณ์ที่

แม่นยำ เป็นผลจากการสังเกตที่รอบคอบ การวัดที่ถูกต้อง การบันทึก การจัดกระทำข้อมูลพยากรณ์ที่แม่นยำเป็นผลจากการสังเกตที่รอบคอบ การวัดที่ถูกต้อง การบันทึก การจัดกระทำข้อมูลอย่างเหมาะสม

#### 9) การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน คือ การอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ และเป็นการอธิบายที่เชื่อถือได้มากกว่าการลงความเห็นจากข้อมูล เพราะมีข้อมูลมาสนับสนุนมากกว่า

การตั้งสมมติฐาน จะช่วยกำหนดแนวทางและคาดคะเนผลจากการทดลอง การตั้งสมมติฐานควรจะเขียนกว้าง ๆ ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ทุกชนิดที่มีอยู่ในขอบข่ายเดียวกันให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ สมมติฐานที่ตั้งขึ้นมาจะเป็นจริงหรือเท็จต้องทำการทดสอบโดยการทดลอง ถ้าผลการทดลองได้สอดคล้องกับสมมติฐาน ๆ นั้น ก็จะเป็นที่ยอมรับ แต่ถ้าผลการทดลองแย้งกับสมมติฐาน สมมติฐานนั้นก็ถูกยกเลิกไป หรือไม่ก็นำไปปรับปรุงใหม่ และทำการทดลองทดสอบใหม่อีก สมมติฐานที่ถูกต้องหรือยอมรับก็จะกลายเป็นความรู้ประเภท กฎ หลักการ ทฤษฎี แล้วแต่กรณี

#### 10) การตั้งกำหนดยานเชิงปฏิบัติการ (Defining operation)

นิยามเชิงปฏิบัติการ คือ การกำหนดความหมายของคำ หรือสิ่งที่เราต้องการศึกษา โดยความหมายที่เรากำหนดขึ้นมานั้นสามารถทำให้เรา วัด สังเกต หรือทดสอบสิ่งนั้น ๆ ได้

นิยามเชิงปฏิบัติการนั้นเรากำหนดขึ้นมาใช้เฉพาะงานเท่านั้น บางครั้งสิ่งเดียวกันเมื่อเรามี จุดประสงค์ในการศึกษาต่างกันความหมายก็จะไม่เหมือนกัน คำที่จะกำหนดยานเชิงปฏิบัติการมักจะเป็นคำที่เราต้องการศึกษา หรือเป็นคำที่เป็นตัวแปร นั้นเอง เช่น ถ้าเราต้องการศึกษาว่า วัตถุใดเป็นตัวนำไฟฟ้าได้เหมือนลวดทองแดง การทดลองนี้เราทำได้โดยการนำวัตถุต่าง ๆ ที่เราต้องการศึกษาทำให้เป็นเส้นเหมือนลวดทองแดง แล้วก็นำไปต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่ แต่เราจะรู้ว่าเป็นตัวนำไฟฟ้าหรือไม่ก็ต้องทำความเข้าใจกับความหมายของตัวนำไฟฟ้าเสียก่อน

#### 11) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables)

ตัวแปร (Variable) หมายถึง สิ่งที่เรา กำลังศึกษาหาความสัมพันธ์ รวมถึงสิ่งที่จะมีผลต่อเรื่องที่เรา กำลังศึกษาอยู่

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกจากตัวแปรต้นที่จะไปมีผลให้การทดลองมีความคลาดเคลื่อน จึงต้องควบคุมให้เหมือนกันทุกกลุ่มทดลองในการศึกษาปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ถ้าเราสามารถหาตัวแปรได้ หาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหลายได้ เราก็สามารถที่จะควบคุมปรากฏการณ์หรือสร้างปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้ เช่น ถ้าเราต้องการศึกษาเรื่อง

โปรตีนมีผลต่อการเจริญเติบโตของสุนัขหรือไม่ ในการศึกษาเรื่องนี้จุดประสงค์ คือ เราต้องการจะรู้ว่าสุนัขที่กินอาหารที่มีโปรตีนกับกินอาหารที่ไม่มีโปรตีนจะมีการเจริญเติบโตต่างกันหรือไม่ นั่นคือต้องการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนกับการเจริญเติบโตของสุนัข ดังนั้น ทั้งโปรตีนและการเจริญเติบโตจึงเป็นตัวแปรนั่นเอง จากปัญหาที่เราต้องการศึกษาข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐานได้ว่า ถ้าโปรตีนมีผลต่อการเจริญเติบโตของสุนัขแล้ว สุนัขที่กินอาหารที่มีโปรตีนจะเจริญเติบโตดีกว่าสุนัขที่กินอาหารที่ไม่มีโปรตีน จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นมา จะเห็นว่าในสมมติฐานจะปรากฏตัวแปรที่เราจะศึกษาอยู่

ชนิดของตัวแปร ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ตัวแปรที่เราศึกษามีอยู่ 3 ชนิด คือ

(1) ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) คือ สิ่งที่เรา กำลังศึกษาว่า เป็นสาเหตุของอีกสิ่งหนึ่งหรือไม่ เช่น จากปัญหาข้างบนโปรตีนถือว่าเป็นตัวแปรต้น เพราะเรากำลังศึกษาว่าเป็นสิ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสุนัขหรือไม่ ตัวแปรต้น เป็นสิ่งที่เราเองกำหนด ขึ้นมาได้ว่าให้มีกี่ตัว

(2) ตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ สิ่งที่เรา กำลังรอคอยผลว่าจะเป็นอย่างไร ตัวแปรตามจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของตัวแปรต้น หรือตัวแปรตามจะถูกกำหนดโดยตัวแปรต้น ตัวอย่างเช่น จากปัญหาอันเดิมจะเห็นว่าตัวแปรตามคือ การเจริญเติบโตของสุนัข

(3) ตัวแปรควบคุม (Control variable) คือ สิ่งที่มีผลต่อตัวแปรตามเหมือนตัวแปรต้น แต่เรายังไม่อยากรู้ความสัมพันธ์ของตัวมันที่จะมีผลต่อตัวแปรตามเลยต้องมีการควบคุมไว้ก่อน เช่น จากปัญหาอันเดิม สิ่งที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของสุนัขอาจจะมีหลายอย่าง ได้แก่ สภาพแวดล้อม พันธุ์ของสุนัข เพศของสุนัข อายุของสุนัข ฯลฯ ดังนั้น ในขณะที่ทดลองเราต้องกำหนดให้สิ่งเหล่านี้เหมือนกันหมดทุกกลุ่ม เราเรียกสิ่งเหล่านี้ว่า ตัวแปรควบคุม ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการควบคุมตัวแปรที่เราไม่ต้องการศึกษาแต่จะมีผลต่อการทดลอง หากไม่ควบคุมสิ่งเหล่านี้แล้วอาจมีผลทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้

## 12) การทดลอง (Experimenting)

การทดลอง คือ กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบของปัญหา หรือตรวจสอบสมมติฐานที่สร้างไว้ โดยการทดลองนั้นเป็นการสร้างเหตุการณ์ หรือสถานการณ์จำลองขึ้นมาอย่างหนึ่ง เพื่อที่จะสังเกตผลที่เกิดขึ้นภายใต้การควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ ไว้แล้ว การทดลองจะทำให้เราได้ข้อมูล ซึ่งมีความสำคัญมากเพราะข้อมูลนี้สามารถนำไปวิเคราะห์เป็นความรู้ออกมาได้

การทดลองเป็นกระบวนการที่รวบรวมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกือบทั้งหมดมาใช้ เช่น การสังเกต วัด ตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การคำนวณ

บางครั้งการหาคำตอบของปัญหาหรือตรวจสอบสมมติฐาน อาจจะไม่ต้องการการทดลองก็ได้ เพียงแต่เราไปสังเกต วัด หรือจัดจำแนกประเภท ก็สามารถหาคำตอบได้ แต่ส่วนใหญ่แล้วการหาคำตอบต้องมีการทดลอง

การทดลองแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

(1) การทดลองแบบลองผิดลองถูก คือ การค้นหาคำตอบของปัญหาที่ไม่มีหลักเกณฑ์เท่าใดนัก เพราะบางปัญหาเราไม่รู้จะทำการทดลองแบบใดดี จึงต้องมีการลองผิดลองถูกไปถ้าวิธีใด ไม่ได้ผลก็เปลี่ยนวิธีใหม่ เช่น สมัยก่อนคนเราต้องการโลหะที่มีความแข็งแรงเพื่อใช้ในการทำเครื่องมือต่าง ๆ จนในที่สุดพบว่า ถ้าเอาดีบุกผสมทองแดงด้วยสัดส่วนที่เหมาะสมแล้วหลอมจะได้โลหะผสมที่เรียกว่า บรอนซ์ ซึ่งแข็งแรงมาก

(2) การทดลองแบบไม่มีการแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ การทดลองนี้มีแบบแผน แต่มีกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียวแล้วทดลองหาคำตอบจากกลุ่ม เช่น ถ้าต้องการทราบว่าแม่เหล็กดูดสารอะไรบ้าง ก็ทำได้โดยการเอาสารต่าง ๆ มาหลาย ๆ ชนิด แล้วเอาแม่เหล็กไปแตะผลที่ออกมาจะรู้ทันทีว่าแม่เหล็กดูดสารอะไรบ้าง

(3) การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ การทดลองนี้จะมีการแบ่งการทดลองเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง เพื่อจะได้เปรียบเทียบผลของการทดลองว่า ทั้งสองกลุ่มต่างกันหรือไม่ เช่น ถ้าเราต้องการรู้ว่าปุ๋ยแอมโมเนียจะทำให้ข้าวโพดมีจำนวนเมล็ดในฝักมากกว่าไม่ใส่ปุ๋ยหรือไม่ ซึ่งเราสามารถทดลองได้ดังนี้ คือ นำเอาเมล็ดข้าวโพดจากฝักเดียวกัน มาจำนวน 20 เมล็ด แล้วแบ่งเป็น 2 กอง ๆ ละ 10 เมล็ด แล้วนำเมล็ดไปหว่านในแปลงเดียวกัน มาจำนวน 20 เมล็ด แล้วแบ่งเป็น 2 กอง ๆ ละ 10 เมล็ด แล้วนำเมล็ดไปหว่านในแปลงเดียวกันจากนั้นให้ดูแลข้าวโพดทั้งสองกลุ่ม เหมือนกัน แต่กลุ่มแรกไม่ต้องให้ปุ๋ยแอมโมเนีย (กลุ่มควบคุม) อีกแปลงหนึ่งใส่ปุ๋ยแอมโมเนีย (กลุ่มทดลอง) จากนั้นเวลาออกฝักแล้วให้นำข้าวโพดทั้งสองแปลงมานับดูจำนวนเมล็ดซึ่งจะทำให้เราทราบว่า ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร

การทดลองโดยทั่ว ๆ ไป จะต้องประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 กิจกรรม คือ

(1) การวางแผนการทดลอง คือ การเตรียมการก่อนการทดลอง ซึ่งจะต้องประกอบไปด้วยกิจกรรมต่อไปนี้ คือ

(1.1) การกำหนดปัญหาของการทดลองว่าเราต้องการศึกษาอะไร

(1.2) ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่เราตั้งไว้ สมมติฐานต้องตั้งให้ชัดเจนสามารถจะแนะวิธีการทดลองได้

(1.3) กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่เราต้องการศึกษา

(1.4) ระบุตัวแปรว่า ในการทดลองนี้ตัวแปรต้นคืออะไร ตัวแปรตามคืออะไร และ ตัวแปรควบคุมคืออะไร

(1.5) ระบุอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ในการทดลองว่าต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง

(1.6) ออกแบบการทดลองเป็น การระบุกระบวนการทดลองว่าในการลงมือปฏิบัติจริง ๆ นั้น จะทำอย่างไร รูปแบบการทดลองต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

(1.7) การออกแบบวิธีบันทึกผลการทดลอง คือ การบอกวิธีบันทึกผลการทดลองว่าจะบันทึกแบบใด

(2) การลงมือทดลอง คือ การลงมือปฏิบัติตามที่เราได้วางแผนไว้

(3) การบันทึกผลการทดลอง คือ การบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มที่เรากำหนดไว้ เพื่อที่จะได้นำข้อมูลเหล่านั้นไปวิเคราะห์

### 13) การตีความหมายข้อมูล (Interpreting data)

การตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูล เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หรือจากการสังเกตมาสรุปเป็นความรู้

การตีความหมายข้อมูล คือ การบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ในรูปของกราฟ ตาราง รูปภาพ สัญลักษณ์ ฯลฯ ให้ออกมาในรูปของภาษาพูดที่เข้าใจง่าย การลงข้อสรุป คือ การบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามของข้อมูล หลังจากที่มีการตีความแล้ว

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทดลอง สังเกต การวัด โดยทั่วไปก่อนที่จะนำเสนอให้ผู้อื่นทราบนั้น ส่วนใหญ่จะต้องผ่านการจัดกระทำมาก่อน ดังนั้น ข้อมูลจึงไม่อยู่ในรูปของการบรรยาย มักจะอยู่ในรูปของตาราง กราฟ สัญลักษณ์ รูปภาพ ฯลฯ ที่รวบรวมรายละเอียดของข้อมูลไว้อย่างครบถ้วนและกะทัดรัด ในการที่จะนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการอ้างอิง อธิบาย หรือเพื่อจุดประสงค์ใดก็ตาม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องตีความหมายของข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นภาษาพูดหรือภาษาเขียน เพื่อที่จะสื่อความหมายกับคนทั่ว ๆ ไปได้ง่ายขึ้น ยิ่งถ้าเราสามารถบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านั้นได้แล้วจะทำให้เรารู้ความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยรวมได้

การตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูลมีหลายประเภท เช่น

(1) การตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูลจากกราฟ

(2) การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจากตาราง

## 2.9 พฤติกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

เบนจามิน บลูม (Benjamin Bloom) ได้พัฒนาจุดมุ่งหมายทางการศึกษาขึ้นในช่วงทศวรรษที่ 6 ของศตวรรษที่ 20 (1950-1959) เพื่อช่วยครู นักการศึกษา และผู้บริหารทางการศึกษาในการจำแนกจุดมุ่งหมายของการศึกษาอย่างเป็นระบบ จุดมุ่งหมายดังกล่าวประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย (สุรัชย์ มีชาญ. มปป: 37-47) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 1) ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Doman)

ขอบเขตด้านพุทธิพิสัยเป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมองหรือสติปัญญาของบุคคล ซึ่งบลูมและคณะได้จำแนกพฤติกรรมในขอบเขตด้านนี้ออกเป็น 6 ระดับ โดยเรียงตามลำดับจากพฤติกรรมที่มีความสลับซับซ้อนน้อยไปหามาก ดังต่อไปนี้

1.1) ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงเรื่องราวต่าง ๆ ออกมาได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ เช่น สามารถบ่งบอกถึงเหตุการณ์ วัน เวลา วิธีการ หรือขั้นตอนการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างถูกต้อง ความรู้นี้จะขึ้นอยู่กับสิ่งที่บุคคลได้รับรู้และจดจำเอาไว้ อย่างไรก็ตาม การระลึกออกมาตามลักษณะนั้น นักการศึกษาจำนวนมากจึงนิยมเรียกพฤติกรรมขั้นนี้ว่า ความรู้ ความจำ ซึ่งจำแนกเป็น 3 ระดับ คือ ความรู้เฉพาะเจาะจง ความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการเฉพาะอย่าง และความรู้รวบยอดและนามธรรมในแต่ละสาขาวิชา

1.2) ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นสมรรถภาพทางสมองของบุคคลในการที่จะเข้าใจการสื่อสารติดต่อและสามารถที่จะนำเอาความรู้และแนวคิดมาใช้ประโยชน์ได้ โดยไม่จำเป็นต้องไปสัมพันธ์กับเรื่องอื่นโดยตรง จำแนกเป็น 3 ระดับคือ การแปล การตีความ และการขยายความ

1.3) การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการประยุกต์ใช้หลักการ เทคนิค แนวคิด หรือทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่แปลกใหม่ รวมไปถึงการนำกฎเกณฑ์หรือหลักความรู้ในเรื่องหนึ่งเรื่องใดไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเสื้อผ้าเด็กอ่อนควรทำด้วยผ้าชนิดใดจึงจะเหมาะสมที่สุด ภายหลังจากที่ได้เรียนเกี่ยวกับผ้าและคุณสมบัติของผ้าแต่ละชนิด

1.4) การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะส่วนประกอบของเรื่องราว เหตุการณ์ หรือข้อเท็จจริงใด ๆ เพื่อจำแนกให้เห็นส่วนประกอบ สาระสำคัญ และความสัมพันธ์ของส่วนประกอบ สาระสำคัญและความสัมพันธ์ของส่วนประกอบเหล่านั้น ตลอดจนสกัดให้เห็นถึงสิ่งที่เป็นหลักการที่เป็นต้นกำเนิดจนทำให้ส่วนประกอบเหล่านั้นรวมกันเป็นกลุ่มก้อน เป็นเรื่องราวขึ้นมาได้ การวิเคราะห์จึงมีเป้าหมายที่จะค้นหาความจริงที่แฝงอยู่ จำแนกเป็น 3 ระดับ คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

1.5) การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกันกระบวนการทำงาน การจัดเรียบเรียงและผสมผสานให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น ต้องดัดแปลงปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้น มีคุณภาพสูงขึ้น จำแนกเป็น 3 ระดับ คือ การสังเคราะห์ข้อความ การสังเคราะห์แผนงาน และการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

1.6) การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งหนึ่งสิ่งใด ทั้งนี้อาจเป็นการตัดสินโดยยึดถือตามปริมาณหรือคุณภาพ แต่จะต้องมีเกณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสิน จำแนกเป็น 2 ระดับ คือ การตัดสินใจโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายในเหตุการณ์ และการตัดสินโดยใช้เกณฑ์ภายนอก

## 2) ด้านจิตพิสัย (Affective Domain)

ขอบเขตด้านจิตพิสัย เป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความรู้สึก ประจักษ์ทางจิตใจของบุคคล เช่น เจตคติ ค่านิยม คุณธรรมและจริยธรรม เป็นต้น การจำแนกและจัดลำดับขั้นของกระบวนการทางจิตใจ มีปัญหายุ่งยากมาก เพราะเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นภายในของแต่ละบุคคล มีความละเอียดอ่อน และซับซ้อนกว่าขอบเขตด้านพุทธิพิสัยอย่างมาก

แครธโฮล์ (David R. Krathwohl) และคณะ ได้จำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาตามขอบเขตด้านนี้ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

2.1) การรับ (Receiving or Attending) หมายถึง การที่บุคคลมีความรู้สึกต่อปรากฏการณ์และสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีความยินดีที่จะรับพิจารณาสิ่งเหล่านั้น จำแนกเป็น 3 ระดับ คือ การรับรู้ การยินดียอมรับรู้ และการพิจารณาเลือกสรรสิ่งที่รับรู้

2.2 ) การสนองตอบ (Responding) ในระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับการสนองตอบต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่ได้รับรู้เข้ามาแล้ว ซึ่งจะแสดงถึงความสนใจของบุคคลได้ด้วย เพราะเขาได้มีปฏิกิริยาตอบโต้ด้วยท่าที วาจา หรืออาการต่าง ๆ ต่อสิ่งแวดล้อมหลังจากที่ได้เลือกสรรแล้ว จำแนกเป็น 3 ระดับ คือ ความยินยอมในการสนองตอบ ความตั้งใจในการสนองตอบ และความพึงพอใจในการสนองตอบ

2.3) การสร้างค่านิยม (Valuing) เป็นแนวคิดทางนามธรรม ซึ่งเกิดจากการที่แต่ละบุคคลได้ตัดสินใจเลือกประพฤติปฏิบัติสิ่งที่เป็นที่ยอมรับแล้วในสังคม บุคคลจะต้องเลือกใช้เกณฑ์ที่มีคุณค่านั้นด้วยตนเอง ส่วนมากพฤติกรรมด้านนี้จะแสดงออกในรูปของทัศนคติ องค์ประกอบที่สำคัญของคุณลักษณะต่าง ๆ ที่จัดว่าเป็นพฤติกรรมด้านนี้จะเกิดจากแรงจูงใจ ไม่ใช่เกิดจากการเรียกร้องให้กระทำตาม เป็นการผูกพันตนเองกับค่านิยมดังกล่าว จนกลายเป็นสิ่งชี้แนะหรือกำหนดแนวทางของพฤติกรรม จำแนกได้เป็น 3 ระดับ คือ การยอมรับในค่านิยม การชื่นชอบในค่านิยม และการยึดมั่นในค่านิยม

2.4) การจัดระเบียบค่านิยม (Organization) หมายถึง การที่บุคคลได้สร้างค่านิยมย่อย ๆ ขึ้นแล้ว พิจารณารวบรวมค่านิยมเหล่านั้นว่าค่านิยมใดบ้างที่เกี่ยวข้องตรงประเด็นกับสิ่งที่กำลังพิจารณา โดยจะต้อง ก) จัดเรียงเรียงค่านิยมเหล่านั้นให้เป็นระบบ ข) จะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละค่านิยม และ ค) สร้างค่านิยมที่สำคัญขึ้นมา จำแนกเป็น 2 ระดับ คือ การสร้างมโนภาพในค่านิยม และการจัดระบบค่านิยม

2.5) การสร้างลักษณะนิสัยจากค่านิยม (Characterization by a Value or Value Complex) เกิดขึ้นจากการที่ค่านิยมภายในบุคคลถูกจัดไว้อย่างสอดคล้อง สัมพันธ์กันและมีลำดับชั้นจนกลายเป็นตัวควบคุมพฤติกรรมของแต่ละบุคคล ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะต้องอาศัยเวลาพอสมควรในการสร้างขึ้นมา พฤติกรรมเช่นนี้จึงไม่ได้เกิดจากอารมณ์โดยตรง แต่เกิดจากระบบค่านิยมทั้งปวง จำแนก 2 ระดับ คือ การควบคุมตนเองแบบทั่วไป และการสร้างลักษณะนิสัยที่แท้จริง

### 3) ทักษะพิสัย (Psychomotor domain)

ขอบเขตด้านทักษะพิสัย เป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการกระทำและการเคลื่อนไหวทางด้านร่างกายของบุคคล ในที่นี้ขอเสนอแนวความคิดของ คิบเลอร์ (Robert.J.Kibler) และคณะ ในปี ค.ศ.1970 และซิมป์สัน (Elizabeth J. Simpson) ในปี ค.ศ. 1972

คิบเลอร์ และคณะ ได้จำแนกขอบเขตด้านนี้ตามทักษะการเคลื่อนไหวของร่างกายออกเป็น 4 ระดับ โดยเรียงลำดับจากทักษะที่ง่ายไปสู่ทักษะที่สลับซับซ้อนดังนี้

3.1) การเคลื่อนไหวร่างกาย (Gross Bodily Movement) เป็นการเคลื่อนไหวอวัยวะต่าง ๆ ที่ไม่สลับซับซ้อน จำแนกเป็น 3 ระดับ คือ การเคลื่อนไหวอวัยวะส่วนบน การเคลื่อนไหวอวัยวะส่วนล่าง และการเคลื่อนไหวอวัยวะทั้งสองส่วน

3.2) การเคลื่อนไหวร่างกายที่ต้องใช้ประสาทรวม ๆ กัน หมายถึง การกระทำที่ต้องใช้ประสาทสัมผัสหลาย ๆ ส่วนอย่างประสานสัมพันธ์กัน เช่น การมองเห็น การได้ยิน กับการเคลื่อนไหวร่างกาย เพื่อกระทำกิจกรรมหนึ่งกิจกรรมใดตามที่ต้องการ จำแนกเป็น 5 ระดับ คือ การเคลื่อนไหวของมือและนิ้ว การเคลื่อนไหวของมือและตา การเคลื่อนไหวที่ต้องอาศัยความสัมพันธ์ของมือและหู การเคลื่อนไหวที่ต้องอาศัยความสัมพันธ์ของมือ ตา และเท้า และการเคลื่อนไหวที่ต้องอาศัยความสัมพันธ์ของมือ เท้า หู และตา

3.3) พฤติกรรมการสื่อสารที่ไม่ใช้ภาษา (Non-verbal Communication Behaviors) หมายถึง การสื่อสารทุกชนิดที่ไม่ใช้ภาษาพูดในการสื่อสาร เช่น การเคลื่อนไหวร่างกาย การใช้สีหน้าและท่าทาง จำแนกเป็น 3 ระดับ คือ การแสดงสีหน้า อากัปกริยา และการเคลื่อนไหวทั้งร่างกาย

3.4) พฤติกรรมการพูด (Speech Behaviors) หมายถึง การสื่อสารโดยใช้เสียง ซึ่งเป็นเสียงที่พัฒนาแล้ว ไม่ใช่เสียงที่เปล่งออกมาตามสัญชาตญาณอย่างไร้ความหมาย จำแนกเป็น 4

ระดับ คือ ผลิตรกรรมเสียง การจัดระบบเสียงกับคำ การแปลงเสียง และการประสานระหว่างเสียงและท่าทาง

ซิมป์สัน ได้จำแนกขอบเขตด้านทักษะพิสัย ออกเป็น 7 ระดับ ดังนี้ การรับรู้ การตระเตรียม การสนองตอบตามการชี้แนะ การสร้างกลไก การสนองตอบสิ่งที่ซับซ้อนขึ้น การดัดแปลงให้เหมาะสม และการริเริ่มใหม่

หลังการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์แล้ว ผู้วิจัยได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1) สาระที่ 6 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง บรรยากาศ วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านการเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วัด 11 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป อีกทั้งผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนเพื่อวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 6 ด้าน คือ ความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความใจกว้าง ความมีระเบียบในการทำงาน ความเสียสละ และความซื่อสัตย์

### 3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับจินตนาการ

#### 3.1 ความหมายของจินตนาการ

กวีทั้งหลายสร้างผลงานจากจินตนาการ สถาปนิกสร้างสิ่งต่าง ๆ จากการสร้างภาพภายในสมองก่อน แล้วค่อยร่างภาพลงในกระดาษ นักประดิษฐ์มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในรูปลักษณะที่สามารถทำให้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยการนำสิ่งเหล่านั้นมาสร้างเป็นสิ่งของหรือผลิตภัณฑ์ชิ้นใหม่ นักเศรษฐศาสตร์มองเห็นระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเงินตราปัจจุบันแล้วเชื่อมโยงไปถึงอนาคตหรือแม้แต่นักบวชหรือผู้สอนศาสนาสามารถสร้างภาพของสังคมในอนาคตขึ้นได้ โดยใช้ระดับของศีลธรรมจรรยาที่ปรากฏอยู่ในสังคมปัจจุบันเป็นพื้นฐานในการคิด ทุกเรื่องที่ถูกกล่าวถึงมาแล้วล้วนแต่เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับจินตนาการทั้งสิ้น ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบพื้นฐานอย่างเดียวกับวิธีการคิดแบบอื่น ๆ คือ ความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร และประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งจากอดีตและปัจจุบัน

คาร์เตอร์ วี กูด (วนิช สุธาร์ตน์. 2547: 154; อ้างอิงจาก Good. 1973: 291) ได้ให้ความหมายของจินตนาการไว้ว่าเป็นสมรรถภาพของสมองที่จะสร้างภาพหรือสัญลักษณ์ซึ่งเกิดจากการคิดฝัน หรือจากสิ่งที่เคยจำได้หรือมีประสบการณ์มาก่อน

ดัดบลิว ทุแมน (วนิช สุธาร์ตน์. 2547: 155; อ้างอิงจาก Toman. 1972: 104) ได้ให้ความหมายไว้ว่าจินตนาการเป็นการสร้างภาพขึ้นในใจ จากการที่บุคคลได้เคยประสบกับบุคคล วัตถุ เหตุการณ์ สถานการณ์ หรือกระบวนการต่าง ๆ โดยที่สิ่งเหล่านี้เป็นมวลหมู่ของประสบการณ์ที่บุคคลเก็บสะสมไว้นับตั้งแต่วัยเริ่มต้นของชีวิตจนถึงปัจจุบัน จินตนาการเป็นสิ่งที่สร้างสรรค์ผลงานออกมาในลักษณะที่แปลกแตกต่างไปจากแนวเดิมโดยที่ผลงานนั้นเป็นการผสมผสานของความคิดทางศิลปะและวิทยาศาสตร์

ชลุต นิมเสมอ (วนิช สุธาร์ตน์. 2547: 155; อ้างอิงจาก ชลุต นิมเสมอ. 2534: 308-309) ได้ให้ความหมายของจินตนาการไว้ว่า คือพลังของจิตที่สร้างภาพขึ้นใหม่ภายในใจ ให้น่าพอใจกว่า สบายกว่า เป็นระเบียบกว่า หรือร้ายกาจกว่าสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติทั่วไป จินตนาการทำให้เกิดภาพขึ้นในสำนึก เราเรียกภาพนั้นว่า จินตภาพ (image) จินตภาพเหล่านี้จะเชื่อมโยงกับประสบการณ์ที่ได้รับทันทีจากเหตุการณ์ภายนอก หรือไม่ได้หลายครั้งที่เดียวที่จินตนาการเกิดขึ้น จากการกระตุ้นของธรรมชาติ หรืออารมณ์ที่เกิดจากประสบการณ์ที่สะสมอยู่ภายใน

เมื่อมีจินตนาการ จินตภาพจะเกิดขึ้น จินตภาพนี้มีทั้งจินตภาพภายนอกและจินตภาพภายใน ถ้าวัตถุภายนอกกระตุ้นให้เราเกิดจินตนาการ วัตถุนั้นก็เป็นจินตภาพภายนอกหรือจินตภาพที่เป็นวัตถุ งานศิลปะก็คือจินตภาพที่เป็นวัตถุอย่างหนึ่ง วัตถุสิ่งของต่าง ๆ ที่มีความหมายต่อจินตนาการของเราก็เป็นจินตภาพภายนอก

จินตภาพภายในคือ ภาพที่เกิดขึ้นภายในจิต เป็นภาพที่เห็นไม่ชัดเจนจับต้องไม่ได้ต่อเมื่อได้แสดงออกเป็นจินตภาพภายนอก ซึ่งอาจเป็นภาพหรืองานศิลปะแล้วจึงรับรู้ได้ด้วยสัมผัส

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า จินตนาการ เป็นสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์ที่เกิดจากการนำความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร และประสบการณ์ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกัน โดยสร้างเป็นรูปแบบขึ้นมาใหม่ จินตนาการทั้งหลาย จึงเกิดขึ้นในลักษณะของการผสมผสานของผลงานทางความคิดจากวิทยาการทั้งสองสาย คือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และทางศิลปศาสตร์ ดังที่ปรากฏเป็นผลงานทางวรรณกรรม ศิลปกรรม วิทยาศาสตร์ และจริยธรรม เป็นต้น

### 3.2 กำเนิดของจินตนาการ

จินตนาการอาจจะเกิดขึ้นจากสิ่งเร้าจากภายนอก ซึ่งหมายถึง สิ่งที่มากระทบกับอวัยวะที่ทำหน้าที่รับสัมผัส แล้วส่งต่อไปยังสมองเพื่อสร้างเป็นภาพขึ้น บางครั้งจินตนาการเกิดเป็นเสียงหรืออาจจะเกิดขึ้นจากภาพหรือเสียงพร้อมกัน นอกจากนั้นจินตนาการอาจเกิดจากสิ่งเร้าภายในคือ การคิดคำนึงของจิตใจถึงเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพราะว่าจิตใจสามารถสร้างภาพของสิ่งที่คิดคำนึงขึ้นมาได้

ปรีชา อมาตยกุล (วนิช สุธาร์ตน์. 2547: 155; อ้างอิงจาก ปรีชา อมาตยกุล. 2528: 72-73) ได้กล่าวถึง กำเนิดของจินตนาการไว้ ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นคุณค่าต่อการนำมาช่วยเสริมสร้างจินตนาการของนักเรียน ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยอาศัยพื้นฐานความรู้ที่กล่าวไว้ว่า โดยทั่วไปจินตนาการมีจุดกำเนิดสะสมมาจากสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) เสียงเพลงหรือเสียงอื่นใดก็ตาม ที่โดยปกติหูของมนุษย์สามารถจะรับรู้ ได้ยินเสียงนั้นชัดเจนและเกิดความรู้สึกซาบซึ้ง
- 2) ภาพที่มองเห็นแล้วซึ่ง มีความหมาย และเสียดแทงความรู้สึกของสมอง ให้แปลความหมายออกมาได้อย่างแจ่มแจ้ง ทุกแง่มุม
- 3) ภาษาและคำพูดหรือคำบรรยายที่ไพเราะ เมื่อได้อ่านหรือได้ฟังแล้วเกิดความรู้สึกซาบซึ้ง มองเห็นคุณค่า
- 4) ข้อเขียน คำคม คติพจน์ อันมีความหมายลึกซึ้ง กินใจ ไขความลึกลับ ขจัดความสงสัย
- 5) สิ่งต่าง ๆ ทั้งที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ และวัตถุสิ่งของที่เกิดจากการประดิษฐ์คิดค้น ซึ่งมีลักษณะสร้างความงามด้านจักษุสัมผัสและทางด้านโสตสัมผัส
- 6) การแสดงทุกรูปแบบที่ทำให้เกิดการรับรู้ทางจักษุสัมผัส และทางโสตสัมผัสแล้วทำให้เกิดความรู้สึกซาบซึ้งตรึงใจ
- 7) ปรากฏการณ์ธรรมชาติของโลก รวมทั้งสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ จะเป็นแม่บทอันยิ่งใหญ่ของมวลความคิดคำนึงของมนุษย์ จะช่วยดึงดูดความสนใจ ให้มนุษย์รู้จักพินิจพิจารณาพิจารณาเหตุผลและบังเกิดความเข้าใจลึกซึ้งในสิ่งต่าง ๆ ได้โดยง่าย
- 8) ความครุ่นคิดคำนึง ซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์สิ่งที่มากระทบจิตใจอย่างสม่ำเสมอจนสามารถมองเห็นข้อเท็จจริง หรือมองเห็นแนวทางที่อาจเป็นไปได้

ดังนั้น การสร้างจินตนาการที่ดี บุคคลจึงต้องการแสวงหาสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ให้มาก โอกาสที่เหมาะสมที่สุดก็คือการได้รับสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ในวัยเด็ก เนื่องจากวัยเด็กนั้นเซลล์ประสาทของสมองกำลังเจริญงอกงาม ถ้าได้รับประสบการณ์ที่หลากหลายเพียงใด โอกาสที่จะเกิดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในวัยต่อ ๆ มาจะมีมากขึ้นเพียงนั้น เนื่องจากจินตนาการกับความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาก

จิราภรณ์ ประเสริฐสังข์ (2544) กล่าวว่า จินตนาการเป็นผลมาจากอวัยวะรับสัมผัสของปะทะกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวเกิดเป็นประสบการณ์ที่สั่งสมแล้วจึงประยุกต์โดยการเพิ่มเติมตัดทอน หรือผสมประสบการณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวถ่ายทอดออกมาเป็นผลงานศิลปะ เช่น บทกวี นวนิยาย หรือการเขียนรูปตามแรงบันดาลใจและความรู้สึกนึกคิดของตนเอง ซึ่งอาจจะถ่ายทอดออกมาภายใต้ขอบเขตที่

กำหนด หรือไม่จำกัดขอบเขตก็ได้ ดังนั้นผู้ที่เขียนรูปตามจินตนาการได้ดีต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง

ภาพเขียนตามจินตนาการจึงมีทั้งภาพที่มีความเป็นจริงตามประสบการณ์ที่ได้รับจากสิ่งแวดล้อมรอบตัวหรือเนื้อหาที่กำหนดหรือเป็นภาพที่ไม่มีความเป็นจริงตามประสบการณ์ซึ่งได้รับจากสิ่งแวดล้อม เริ่มต้นจากจินตนาการในรูปใดรูปหนึ่งทั้งสิ้น

การจินตนาการเป็นเทคนิคประการหนึ่งในการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาให้แก่บุคคล เพื่อให้พร้อมที่จะเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมในอนาคต โดยทั่วไปมนุษย์แทบทุกคนเคยมีจินตนาการที่ล่องลอย แต่มีน้อยคนที่น่าจินตนาการเหล่านั้นมาทำให้เกิดประโยชน์ จินตนาการจึงเปรียบเสมือนคนแปลกหน้าที่เข้ามาเชื่อมโยงและมารบกวนสมาธิของบุคคลชั่วครั้งชั่วคราว และขณะเดียวกันเรารู้จักนำจินตนาการมาใช้ประโยชน์ จินตนาการก็จะเปรียบเสมือนเป็นเพื่อนร่วมงานที่ให้ข้อคิดที่มีประโยชน์แก่บุคคลได้เช่นกัน จากสภาพความเป็นจริงในชั้นเรียนทั่ว ๆ ไป จะพบว่านักเรียนบางคนชอบ“ฝันกลางวัน”ในสิ่งที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน แสดงออกโดยการนั่งเหม่อลอย และมักถูกครูดุหรือตำหนิอยู่เสมอ การป้องกันไม่ให้เกิดการฝันกลางวัน ที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนดังกล่าว กระทำได้โดยครูและนักเรียนควรช่วยกันควบคุมความฝันนั้นให้อยู่ในทิศทางที่พึงประสงค์ อันจะเป็นผลให้การฝันกลางวันนั้นจะเกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนได้ เราจะพบว่างานสร้างสรรค์ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ๆ ของโลกล้วนเริ่มต้นจากจินตนาการในรูปใดรูปหนึ่งทั้งสิ้น

จินตนาการช่วยให้นักเรียนไปถึงยังที่มีมนุษย์ไม่สามารถไปถึงได้ เช่น การเดินทางสำรวจภายในต้นไม้ ในกิ่งไม้ ในร่างกาย หรือการจินตนาการกลับไปสู่อดีต การใช้จินตนาการจึงเป็นการสร้างความคุ้นเคยจากประสบการณ์ส่วนบุคคลและเป็นการช่วยให้เนื้อหาที่เรียนน่าสนใจมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ จินตนาการยังช่วยให้นักเรียนดึงความสามารถของสมองซีกขวามาใช้เพื่อสร้างจินตนาการอีกด้วย นักเรียนจะได้ภาพที่ส่งมาโดยผ่านสมองซีกขวา เปรียบดังภาพที่เห็นจากการดูภาพยนตร์ ผิดกันเพียงแต่ว่าในการดูภาพยนตร์นั้นเราไม่มีอำนาจเหนือภาพที่ฉายให้เราดู แต่ในการจินตนาการของสมองซีกขวาไว้ เช่น ให้นักเรียนผ่อนคลายไม่ให้พูดแต่ให้คิดเป็นภาพแทน และอาจมีครูคอยแนะนำเพื่อให้เกิดจินตนาการ

### 3.3 ประโยชน์ของจินตนาการ

ภาพที่เกิดขึ้นในใจเป็นส่วนสำคัญของการคิด เพราะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการจินตนาการ เราสามารถจินตนาการ ให้เป็นเรื่องเป็นราวให้เหมือนกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายนอก เราสามารถเปลี่ยนแปลงภาพในความคิดของเราให้เป็นรูปทรงต่าง ๆ ให้มันกลับไปกลับมาในทิศทางต่าง ๆ ได้

ราวกับว่าเราทำเช่นนั้นในโลกแห่งความจริง จินตนาการจึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งในการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ หากจะกล่าวถึงประโยชน์ของการจินตนาการกล่าวได้ว่าก่อให้เกิดประโยชน์มากมาย อาทิ (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2545: 31-38)

### 3.3.1) จินตนาการนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ อย่างไม่จำกัด

*การจินตนาการเป็นการใช้ความคิด*

*โดยการสร้างภาพในใจ (จินตภาพ) ขึ้น*

การจินตนาการช่วยให้เราคิดสร้างสรรค์ได้อย่างไม่จำกัด ขณะที่ในโลกแห่งความเป็นจริง เราทำสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างจำกัด เพราะทุกอย่างที่เราทำต้องมีต้นทุน มีการลงแรง มีความยาก มีความเสี่ยงสูงและโอกาสในการลองผิดลองถูกมีจำกัด แต่ในสมองของเราไม่จำกัดจะคิดจะสร้างสิ่งมหัศจรรย์เล็ก ๆ เพียงโดยย่อทำได้

สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ จำนวนมากในโลกล้วนสร้างสรรค์ขึ้นจากจินตนาการที่ดูเหมือนเป็นไปได้ในโลกแห่งความเป็นจริง แต่จินตนาการนั้นได้ท้าทายความสามารถของมนุษย์ได้คิดค้นความเป็นไปได้ กระทำให้เป็นจริงได้ในที่สุด ยกตัวอย่างเช่น

ความปรารถนาที่จะบินได้เหมือนนกของมนุษย์นั้นมีมานานหลายพันปีในมหากาพย์อีเลียด (Liad) ประพันธ์โดยโฮเมอร์ (Homer) จินตกรีกชาวกรีกได้เล่าเรื่องของเดดาลุส (Daedalus) นักประติมากรคนหนึ่ง ซึ่งได้สร้างปีกขึ้นสองคู่สำหรับตัวเขาและลูกชายชื่ออิคารุส (Icarus) เพื่อบินหนีจากเกาะครีตที่ซึ่งเขาถูกคุมขังอยู่ เขาเอาปีกติดเข้ากับบ่าของเขาและลูกชายโดยใช้ขี้ผึ้ง และเตือนลูกชายว่าอย่าบินเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากนักเพราะขี้ผึ้งจะละลายและจะตกลงไปในทะเล แต่ลูกชายกลับตื่นเต้นมากจนลืมคำเตือนของบิดาทำให้ตกลงทะเลและจมน้ำตาย เรื่องเล่านี้ส่งอิทธิพลต่อชาวกรีกมาก พวกเขาถือเอาเดดาลุสเป็นสัญลักษณ์สำหรับการสร้างความใฝ่ฝันที่จะบินได้ให้สำเร็จ

ความใฝ่ฝันที่จะบินได้สืบทอดมาเรื่อย ๆ มีหลายคนได้สร้างปีกขึ้นติดตัวเองแล้วขึ้นไปบนที่สูงเพื่อกระโดดลงมา แต่ปรากฏว่าปีกที่ใส่ไว้ไม่ได้กางออกจึงตกลงมาเสียชีวิต จากนั้นในปี ค.ศ. 1290 พระชาวอังกฤษรูปหนึ่งชื่อ โรเจอร์ เบคอน (Roger Bacon) ได้กล่าวว่าอากาศมีลักษณะเหมือนน้ำคือมีปริมาตรอยู่ภายใน ถ้าเราสามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่เหมาะสม อากาศจะทำให้สิ่งนั้นลอยได้ เช่นเดียวกับน้ำที่ทำให้เรือลอยได้

ในปี ค.ศ. 1500 ลีโอนาร์โด ดา วินชี (Leonardo da Vinci) ชาวอิตาลี ได้ร่างแบบเครื่องจักรสำหรับใช้บินนั้นในสมุดภาพร่างของเขา แต่ยังไม่ได้ลงมือทำจริง ในปี ค.ศ. 1783 ฌอง ปีลาร์ต เดอ โรซีเยร์ (Jean Pilatre de Rozier) และขุนนางชื่อ ดาเลน (Marquis D' Arlandes) ได้ทำบอลลูนขนาดใหญ่จากกระดาษและผ้าลินิน สามารถลอยได้ไกลถึง 8 กิโลเมตร จากนั้น สองพี่น้องตระกูลมงโกฟิเยร์ (Montgolfier) แห่งฝรั่งเศสได้ผลิตบอลลูนที่ใช้ก๊าซไฮโดรเจนสำเร็จเป็นรายแรก

ต่อมาในปี ค.ศ. 1809 เซอร์ยอช เคย์ลีย์ (Sir George Cayley) ซึ่งถือว่าเป็นบิดาแห่งอากาศยาน ได้ออกแบบเฮลิคอปเตอร์รวมกับเครื่องบิน จากนั้นในปี ค.ศ. 1839 เฮนสัน (Henson) ได้ประดิษฐ์ยานที่ติดเครื่องยนต์ไอน้ำ 25 แรงม้าเพื่อให้บินได้ แต่ปรากฏว่าไม่สามารถบินขึ้นได้

ความพยายามที่จะบินได้ยังไม่สิ้นสุด 2-3 ปีต่อมา จอห์น สตริงเฟลโลว์ (John Stringfellow) ได้ออกแบบอากาศยานเครื่องแรกที่บินขึ้นได้จริง ๆ แต่ยังไม่สามารถบรรทุกคนได้ ในปี ค.ศ. 1890 คลีเมนต์ อาเดอร์ (Clement Ader) ได้ประดิษฐ์ยานอากาศไอน้ำได้สำเร็จ แต่สามารถบินขึ้นจากพื้นดินได้เพียง 2-3 นิ้วเท่านั้น และในที่สุดปี ค.ศ. 1905 สองพี่น้องตระกูลไรท์ (Wilbur and Orville Wright) สามารถสร้างเครื่องบินที่บรรทุกคนได้สำเร็จเป็นครั้งแรก

เรื่องจริงนี้เป็นเพียงตัวอย่างเดียวของความปรารถนาที่จะทำให้จินตนาการเป็นจริง จินตนาการเป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดสร้างสรรค์ คนที่คิดแหวกวงนอกกรอบได้ดีนั้น มักจะเป็นคนที่ใช้สมองซีกขวาได้ดี เป็นผู้มีจินตนาการ ไม่ยึดติดกับกรอบของประสบการณ์เดิม แต่สามารถสร้างสิ่งที่ดูเหมือนเป็นไปไม่ได้ให้ปรากฏเป็นจริงในความคิด

จินตนาการช่วยสร้างแรงบันดาลใจท้าทายให้มนุษย์ทำในสิ่งที่ดูเหมือนเป็นไปไม่ได้ให้สำเร็จ เช่น อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) ได้พัฒนาทฤษฎีสัมพันธภาพ ส่วนหนึ่งเกิดจากการวาดภาพว่าตนเองกำลังท่องเที่ยวไปบนลำแสงที่ยาวไกลลำแสงหนึ่ง แต่การจะทำให้จินตนาการเป็นจริงได้นั้นต้องใช้ความรู้ การคิดวิเคราะห์ใคร่ครวญ การคำนวณ การหาเหตุผลความเป็นไปได้ การประดิษฐ์ การลองผิดลองถูก และการต่อยอดความรู้จากคนรุ่นหนึ่งสู่คนอีกรุ่นหนึ่งเรื่อยมา

### 3.3.2) จินตนาการช่วยลดความเสี่ยงในการลองผิดลองถูก

สมองสามารถสร้างภาพในใจที่เคลื่อนไหวได้เป็นเรื่องราวตามแต่ที่เราจะจินตนาการ การสร้างภาพในใจเป็นส่วนประกอบสำคัญของการคิด การคิดจะเกิดขึ้นเมื่อเราเผชิญกับสถานการณ์ใหม่ที่ไม่อาจตอบสนองตามความเคยชินได้ แต่จำเป็นต้องพิจารณาไตร่ตรองอย่างดี และก่อนที่จะตัดสินใจเลือกใช้วิธีใดแก้ปัญหา เรามักจะคิดล่วงหน้าว่าคำตอบของสิ่งที่เราคิดจะเป็นเช่นไร ก่อนที่เราจะตัดสินใจลงมือกระทำสิ่งนั้น โดยการจินตนาการวิธีการและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในความคิดของเราก่อนเรียกว่าการทดลองในสนามความคิด เมื่อเราใคร่ครวญแล้วพบว่าทางเลือกที่เราคิดไว้มีความเป็นไปได้ เราจึงตัดสินใจเลือกวิธีการนั้น จากนั้นค่อยลงมือทำจริง

จินตนาการของเราเหมือนกับห้องทดลองขนาดใหญ่ก่อนตัดสินใจดำเนินการใด ๆ อันจะช่วยลดความผิดพลาดในโลกแห่งความเป็นจริง จินตนาการช่วยให้เราเตรียมความพร้อมต่อสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างรอบคอบมากขึ้น เช่น การบรรยายให้ความรู้ของนักวิชาการ การเข้าพบเพื่อเสนอขายสินค้าแก่ลูกค้า การนัดสัมภาษณ์บุคคลสำคัญระหว่างประเทศของผู้สื่อข่าว ในเหตุการณ์เหล่านี้ นอกจากเราต้องเตรียมพร้อมด้านข้อมูลเอกสารต่าง ๆ ให้เรียบร้อยแล้ว ยังต้องเตรียมความ

พร้อมในด้านเทคนิคการนำเสนอสาร เพื่อให้ผู้รับตอบสนองตามที่เรากำลังต้องการด้วย ในกรณีนี้การจินตนาการถึงเหตุการณ์ในวันนั้นจะช่วยให้เราเห็นภาพว่าเราต้องทำอะไรบ้างจึงเหมาะสม ใช้คำพูดอย่างไร คนฟังจะเกิดปฏิกิริยาอย่างไร เราอาจพบข้อบกพร่องของเราจากการจินตนาการนี้ และเป็นเหตุช่วยให้เราคิดแก้ไขสถานการณ์ไว้ล่วงหน้า

การคิดโดยการสร้างภาพลักษณ์ในใจเป็นสิ่งที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา เพราะทำให้ไม่ต้องลองผิดลองถูกในสนามจริง ซึ่งในโลกแห่งความจริงนั้นมีหลายเรื่องที่เรามีโอกาสตัดสินใจได้เพียงครั้งเดียว ถ้าตัดสินใจผิดนั้นหมายความว่าเราอาจจะพ่ายแพ้ ต้องสูญเสียบางสิ่งบางอย่างไป หรือต้องรับผลร้ายไปตลอดชีวิต เช่น การซื้อขายหุ้นในตลาดหลักทรัพย์แต่ละครั้งเรามีโอกาสในการตัดสินใจเพียงครั้งเดียว หรือแม้กระทั่งการเลือกคู่ชีวิต เราย่อมต้องเลือกคนที่คิดว่าเหมาะสมที่สุด ดังนั้นทางที่ดีกว่า คือ การคิดใคร่ครวญพิจารณาอย่างรอบคอบ นำทางเลือกต่าง ๆ มาทดลองใช้ในจินตนาการ เพื่อพิจารณาข้อดี-ข้อเสีย จุดแข็ง-จุดอ่อน จนมั่นใจว่าสิ่งที่เราจะตัดสินใจนั้นได้พิจารณาใคร่ครวญอย่างรอบคอบแล้ว

จินตนาการจะช่วยให้เราได้มากเป็นเหมือน “การทดลองในห้องทดลองในสมอง” ก่อนที่จะนำผลปฏิบัติการที่ดีที่สุดไปใช้จริง

### 3.3.3) จินตนาการช่วยพัฒนาทักษะด้านการเรียนรู้

นักประสาทวิทยาได้ค้นพบความจริงที่น่าทึ่งว่า จินตนาการสามารถช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ ได้

ในงานวิจัยของดรักแมนและยอร์ก ได้ทำการประเมินผลการใช้จินตนาการในการฝึกซ้อมของนักกรีฑาพบว่า การฝึกซ้อมทางความคิดเป็นวิธีที่มีประโยชน์ในการพัฒนาทักษะในการเล่นกีฬา (Druckman & Bjork, 1991) นอกจากนี้ยังรวมถึงการพัฒนาทักษะด้านอื่น ๆ ด้วย

ในงานวิจัยของ อัลวาโร ปาสคาล – เลโอน (Alvaro Pascual – Leone) เขาได้แบ่งกลุ่มคนเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งได้รับการสอนให้เล่นเปียโนและให้ซ้อมทุกวันเป็นเวลา 5 วัน กลุ่มที่สองให้เล่นเปียโนโดยไม่มีการสอน กลุ่มสุดท้ายมีการสอนแต่ไม่ได้รับอนุญาตให้เล่นเปียโนจริง โดยให้ฝึกซ้อมโดยใช้ความคิด ผู้เรียนจะได้รับอนุญาตให้นั่งหน้าเปียโนและมองที่คีย์บอร์ด ผลการทดลองเมื่อมีการสแกนสมองเปรียบเทียบ เขาพบว่ามีความแตกต่างระหว่างคนที่ได้รับการฝึกฝนกับคนที่เล่นแบบเดาสุ่มอย่างชัดเจน แต่ปรากฏว่ากลุ่มที่ทดลองฝึกฝนทางความคิด ลักษณะของสมองที่สแกนได้จะมีความคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ฝึกซ้อมกับเปียโนจริง ๆ

งานวิจัยของ ดร.จอห์น มิลตัน (John Milton) นักประสาทวิทยาจากมหาวิทยาลัยชิคาโกได้พยายามพิสูจน์ว่า การที่สมองใช้จินตนาการวาดภาพก่อนที่จะลงมือทำจริงนั้นจะไม่ต่างจากการปฏิบัติจริง เขาได้ให้คนไข้ซึ่งเป็นผู้ป่วยโรคหัวใจ ใช้สมองจินตนาการว่าพวกเขากำลังเดินไปรอบ ๆ ตึก ผลปรากฏว่าได้ผลใกล้เคียงกับการลงเดินจริง ๆ เขาหวังว่าคำตอบที่ได้รับจากการศึกษานี้จะช่วยให้ผู้ป่วยต่าง ๆ รวมถึงผู้ป่วยโรคหัวใจ สามารถเรียนรู้วิธีการทำสิ่งต่าง ๆ ที่หลงลืมไปแล้วได้

นอกจากนี้ เขาและทีมงานได้ศึกษาการทำงานของสมองบรรดานักกอล์ฟต่าง ๆ เพื่อค้นหาว่า การทำงานของนักกีฬาที่สามารถมีสมาธิเข้าสู่ระดับตัดขาดจากสิ่งรบกวนภายนอกได้นั้นเป็นอย่างไร ในการศึกษาทดลองครั้งนี้มีนักกอล์ฟหญิงชั้นนำ 9 คน เป็นอาสาสมัครโดยให้นักวิทยาศาสตร์ติดเครื่องตรวจวัดระดับกระแสไฟฟ้าที่เรียกว่า อิเล็กโตรเอนเซฟาโลแกรม (Electroencephalogram) หรือ อีอีจี บนศีรษะ 12 ชั้น และมีสายต่อมารวมกันอยู่ที่เครื่องรวมสัญญาณที่เอวขณะกำลังฝึกตีกอล์ฟลงหลุมในห้องทดลอง

จากการทดลอง พบว่า ขณะที่ตาข่ายของนักกอล์ฟเด้งกลับไปกลับมาจะระหว่างลูกกับหลุมที่อยู่ห่างออกไปราว 10 ฟุต มือกอล์ฟก็พร้อมที่จะตีในท่าพร้อมพัด สมองของนักกอล์ฟเริ่มปรากฏความเคลื่อนไหวออกมาขณะที่เธอกำลังเ็งและจินตนาการอยู่ คือขณะที่นักกอล์ฟกำลังรวบรวมสมาธิและใช้จินตนาการว่าเมื่อตัวเองตีไปแล้วลูกจะไปทิศทางใดไกลเท่าไร ระดับอีอีจีแสดงให้เห็นคลื่นอัลฟาที่ขยับขึ้นสูงจากสมองฝั่งซ้ายในช่วงที่เธอกำลังเ็งและซ้อมตีด้วยสมอง จากนั้นคลื่นสมองเบต้าที่มีขนาดเล็กกว่าจากทางฝั่งขวาจะปรากฏขึ้นมาเมื่อเธอสวิงไม้จริง โดยสมองฝั่งซ้ายซึ่งเป็นส่วนทำหน้าที่ในการคิดวิเคราะห์จะเคลื่อนไหวมากกว่าในขณะที่นักกอล์ฟกำลังพยายามรวบรวมสมาธิและใช้จินตนาการ ส่วนสมองซีกขวาซึ่งเป็นส่วนของทักษะนั้นจะทำงานน้อยกว่าในช่วงนี้

การทดลองที่เกิดขึ้นมาตลอดระยะเวลาหลายปีนี้ ทำให้เราได้ข้อสรุปว่าเราสามารถฝึกฝนทักษะต่าง ๆ จากการเรียนรู้ในสนามความคิดของเราและสามารถเป็นผู้ชำนาญการด้านต่าง ๆ โดยเริ่มต้นจากความคิดของเราได้

ความสามารถในการสร้างภาพในใจมีผลสำคัญต่อประสิทธิภาพการคิดในมิติต่าง ๆ โดยเฉพาะในเรื่องของการคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังนั้น เราจึงไม่ควรปิดกั้นจินตนาการของเรา เราอาจจะจินตนาการสิ่งที่ไม่เคยมีใครคิดมาก่อน จากปัญหาในชีวิตประจำวันที่เราประสบ

ดังนั้น เราจึงไม่ควรมองจินตนาการใด ๆ ว่าเป็นจินตนาการที่ล้ายุคและเป็นเพียงความฝันที่เลื่อนลอย แต่ควรพยายามที่จะมองว่ามันมีโอกาสที่จะเป็นไปได้ ซึ่งคุณอาจค้นพบว่าจินตนาการทำให้คุณสร้างสิ่งใหม่ ๆ ให้แก่โลกนี้ได้

### 3.4 จินตนาการกับนิยายวิทยาศาสตร์

นิยายคือโลกแห่งจินตนาการ แต่จินตนาการบางส่วนก็หยิบยืมออกมาจากชีวิตจริงที่พบเห็นอยู่ทุกเมื่อเชื่อวัน

หากนิยายทั่วไปคือโลกแห่งจินตนาการ ในความหมายนี้ นิยายวิทยาศาสตร์ก็คงจะหมายถึงจินตนาการที่หลุดไปจากโลกของความเป็นจริงโดยสิ้นเชิง และการหลุดไปจากความเป็นจริงโดยสิ้นเชิงนี้เอง กลายเป็นของชอบของคนกลุ่มหนึ่ง และอาจกลายเป็นแรงบันดาลใจอันสำคัญของบางคนในจำนวนนั้น ให้พวกเขาทำมากกว่าเป็นเพียงนักอ่านนิยายวิทยาศาสตร์ แต่พวกเขาได้กลายมาเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างสรรค์ อุทิศเวลาส่วนหนึ่งให้แก่นิยายวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียน การแปล และการทำหน้าที่บรรณาธิการ ทำให้จินตนาการหลุดโลกของนิยายวิทยาศาสตร์ ยังคงโลดแล่นอยู่อย่างต่อเนื่องไม่ขาดสายมาจนถึงทุกวันนี้

วิชัย เชิดชีวิตศาสตร์ (2543: 62) กล่าวว่า เมื่อกล่าวถึงนิยายวิทยาศาสตร์ทำให้นึกถึงวรรณกรรมที่ให้ความรู้สึกเร้าใจในจินตนาการ เป็นเรื่องในอนาคตที่ยังไม่เกิดขึ้นในปัจจุบัน สิ่งที่ได้จากนิยายวิทยาศาสตร์ อันที่หนึ่งคือการตอบสนองของความอยากรู้ได้สัมผัส เพราะนิยายอื่น ๆ ไม่สามารถให้ความรู้สึกตื่นตาตื่นใจเท่านิยายวิทยาศาสตร์ อันที่สองคือการที่จะสามารถประสานจินตนาการของตนเองไปด้วยกันได้ด้วยดี เพราะเป็นคนที่ชอบมองอนาคต แล้วมันก็เข้ามาสอดคล้องได้ แล้วเราก็พบว่านิยายวิทยาศาสตร์หลาย ๆ เรื่องในระยะหลังเป็นจินตนาการที่มีความเป็นจริงเข้ามาแทนที่

สิ่งที่สังคมได้รับจากนิยายวิทยาศาสตร์ คือ มันเป็นทางเลือกในการเสพวรรณกรรม คือ พัฒนาการของวัยรุ่นในยุโรป อเมริกา เขาจะอ่านนิยายวิทยาศาสตร์กัน ก่อนที่เขาจะโตขึ้นไปอ่านเล่มอื่นซึ่งถือเป็นประโยชน์ในการช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กเหล่านี้เกิดได้เร็ว และเด็กมีจินตนาการมีความคิดสร้างสรรค์ ทำอะไรในเชิงประดิษฐ์กรรมได้ดีกว่าเด็กเอเชีย

พิชิต อิทธิศานต์ (2543: 63) กล่าวว่า นิยายวิทยาศาสตร์เป็นงานสร้างสรรค์แนวจินตนาการที่โลดแล่นอยู่นอกหน้ากระดาษ เช่น ศิลปะแนวไซ-ไฟ เทคนิคพิเศษ เบื้องหลังภาพยนตร์ นักประดิษฐ์ที่ได้แรงบันดาลใจจากการอ่านนิยายวิทยาศาสตร์

วินทร์ เลียววาริณ (2543: 64) กล่าวว่านิยายวิทยาศาสตร์ให้มุมมองชีวิตที่กว้าง เพราะเป็นการมองโลก มองจักรวาลในมุมที่กว้างออกไป เป็นในเชิงจินตนาการ มองดูแล้วจะรู้สึกว่าตัวเองเล็กน้อย เมื่อเทียบกับความยิ่งใหญ่ของโลกภายนอกทั้งหมด มันทำให้เราถ่อมตัว มันเป็นเรื่องของความรู้สึก ที่ว่ามันมีอะไรที่น่าพิศวงอยู่อีกมากมายในโลกข้างนอก มันให้ความรู้สึกตัวเราเองไม่มีอะไรมากมาย ก็ค่อนข้างจะคล้ายกับปรัชญาทางศาสนาพุทธว่าทุกอย่างเป็นอย่างเป็นอะไรที่อนัตตา ไม่จริงยั่งยืนแล้วก็มีเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

สิ่งที่สังคมได้รับจากนิยายวิทยาศาสตร์นั้นคือเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องบิน เรือดำน้ำ ไมโครเวฟ หรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ มันก็มาจากนิยายวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น มันเริ่มมาจากจินตนาการ ความกล้าที่จะจินตนาการ แล้วก็การดิ้นรนที่จะทำให้จินตนาการนั้นเป็นผลสำเร็จออกมา

นิรันดร์ศักดิ์ บุญจันทร์ (2544: 65) กล่าวว่านิยายวิทยาศาสตร์เกิดจากจินตนาการของมนุษย์ เป็นจินตนาการที่ไม่มีการสิ้นสุด จินตนาการเหล่านั้นอาจจะไม่มีเหตุผลเลยก็ได้ ในขณะที่เดียวกันมันสามารถจุดประกายความคิดของมนุษย์เราให้เกิดสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นได้ และไม่ว่าจะเป็นนิยายวิทยาศาสตร์ประเภทไหน อย่างน้อยก็ทำให้มนุษย์เกิดจินตนาการและความคิด

### 3.5 ความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างภาพให้ปรากฏ เป็นเรื่องราวขึ้นในจิตใจทั้งที่เป็นไปได้ในปัจจุบันหรืออาจเป็นไปได้ในอนาคต (อดุลย์ วงศ์ก้อม. 2544 : 38 ; อ้างอิงจาก วิจิตรวาทะ พรหมบุตร. 2539 : 9) โดยมีตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวดำเนินเรื่อง (อดุลย์ วงศ์ก้อม. 2544 : 38 ; อ้างอิงจาก ชัยวัฒน์ คุปตะกุล. 2524)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในการคิดเชิงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจากการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction) ของนักเรียน ด้วยการประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบประเมินความสามารถในการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ของ วิจิตรวาทะ พรหมบุตร ซึ่งมีโครงสร้างการประเมิน 5 ด้าน ดังนี้

- (1) ด้านการจัดลำดับความคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์
- (2) ด้านความสอดคล้องของเรื่องกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่เรียน
- (3) ด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้
- (4) ด้านการจัดลำดับเนื้อเรื่อง
- (5) ด้านเทคนิคการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์

การประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ จะต้องประเมินจากความสามารถในการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ หรือก็คือความสามารถในการเขียนเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็นงานเขียนเดียวกันกับนิยายวิทยาศาสตร์นั้น เพราะความหมายที่ได้ศึกษา ดังนี้

อัจนรา ชีวพันธ์ (สมจิต สวธนไพบูลย์.2546 : 61; อ้างอิงจาก อัจนรา ชีวพันธ์. 2535 : 2) กล่าวว่า การเขียนเชิงสร้างสรรค์ เป็นการเขียนซึ่งมีลักษณะของความคิดริเริ่ม โดยที่ผู้เขียนจะต้องมีจินตนาการ และประสบการณ์ของตนมาเชื่อมโยงความคิดในการเขียน

มาลียา ระวังวงศ์ (สมจิต สวธนไพบูลย์.2546:61; อ้างอิงจาก มาลียา ระวังวงศ์. 2542: 21) กล่าวว่า การเขียนเชิงสร้างสรรค์เป็นการเขียนที่มีรูปแบบของตนเอง มีลักษณะแปลกใหม่ไม่เหมือนใคร เป็นการประมวลความรู้ ความรู้สึกนึกคิด และจินตนาการ โดยการถ่ายทอดจากประสบการณ์ของผู้เขียนแล้วนำมาสร้างเป็นผลงานที่มีลักษณะของการคิดริเริ่มสร้างสรรค์รูปแบบใหม่ขึ้นด้วยภาษาที่เหมาะสม

เฟอร์เนอร์ (สมจิต สวธนไพบูลย์.2546 : 61; อ้างอิงจาก Ferner. 1973 : 21) กล่าวว่า การเขียนเชิงสร้างสรรค์เป็นวิธีหนึ่งที่ให้นักเรียนได้แสดงความรู้สึนึกคิด เพราะการได้แสดงออกเช่นนี้เป็นความคิดริเริ่มตามธรรมชาติ ประสบการณ์ของนักเรียนจะมีความหมายมากขึ้นเมื่อนักเรียนได้มีโอกาสเขียนออกมา ดังนั้น จึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เขียนอย่างสร้างสรรค์

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การเขียนเชิงสร้างสรรค์เป็นวิธีการแสดงความรู้ ความคิดและจินตนาการของผู้เขียนออกมาเป็นผลงานที่สร้างสรรค์ และก่อให้เกิดประโยชน์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ก็เป็นงานเขียนที่ต้องอาศัยทั้งความรู้และจินตนาการ จึงถือได้ว่าเป็นงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์งานหนึ่ง

ประโยชน์ของการเขียนเชิงสร้างสรรค์หรือการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์

การเขียนเชิงสร้างสรรค์หรือการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์เป็นการส่งเสริม และเปิดโอกาสให้เด็กได้มีอิสระที่จะแสดงความคิดเห็นและได้รับการพัฒนาด้านการใช้ภาษาอย่างเหมาะสม การเขียนเชิงสร้างสรรค์เป็นการฝึกทักษะและพัฒนา การใช้ภาษาในการถ่ายทอดความรู้สึนึกคิดที่มีต่อสิ่งแวดล้อมทำให้ครูรู้จักและเข้าใจเด็กแต่ละคนมากขึ้น นอกจากนั้นยังฝึกให้ใช้การสังเกต ธรรมชาติ อารมณ์ สิ่งแวดล้อม และความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญญาความรู้สึกอันดีงามความเห็นอกเห็นใจ และรักเพื่อนมนุษย์ สัตว์ และธรรมชาติ

การประเมินผลการเขียนเชิงสร้างสรรค์ เป็นการประเมินงานเขียนที่เกิดจากการถ่ายทอดอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิด และจินตนาการที่แปลกใหม่ของแต่ละคน ซึ่งจะมีแนวความคิด ความรู้ และประสบการณ์ที่แตกต่างกัน เพราะฉะนั้นในการประเมินผลงานควรต้องพิถีพิถัน ระมัดระวังเป็นพิเศษ ควรพิจารณาแนวคิด ความสามารถในการลำดับเรื่องถ่ายทอดความคิด จินตนาการ การใช้ถ้อยคำสำนวนภาษาที่ไพเราะสละสลวยเหมาะสมกับข้อความ หรือเรื่องราวของแต่ละคน โดยครูจะต้องมีหลักเกณฑ์การพิจารณาที่แน่นอน มิใช่ตามแนวคิดของครูเองและที่สำคัญ ครูไม่ควรนำผลงานของเด็กมาเปรียบเทียบกัน เพราะจะทำให้เด็กบางคนหมดกำลังใจ อับอาย และไม่กล้าเขียนอีกต่อไป

โอ แฮ (สมจิต สวธนไพบุลย์.2546 : 62; อ้างอิงจาก O'Hare. 1973 : 50) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า เกณฑ์ในการพิจารณางานเขียนเชิงสร้างสรรค์ ควรพิจารณาในด้านความคิด จินตนาการ ความสามารถในการเขียนเรียบเรียงเรื่องราวและลีลาในการเขียน และพิจารณาด้านกลไกการเขียนด้วย

จาคอบส์. (สมจิต สวธนไพบุลย์.2546 : 62; อ้างอิงจาก Jacobs H.L.1981 : 15) ได้เสนอแนวการตรวจงานเขียนด้วยเกณฑ์การประเมิน ที่เรียกว่า LSE Composition Profile เป็นวิธีตรวจงานเขียนที่ละเอียดมาก ผู้ตรวจต้องตัดสินงานเขียนทั้งเรื่อง ว่าผู้เขียนได้สื่อความคิด และความหมายในกระบวนการสื่อสาร ไปยังผู้อ่านตามที่ต้องการได้หรือไม่ ถ้าได้แสดงว่าผู้เขียนมีการรวบรวมข้อมูลเรียบเรียงเรื่องราวโดยการทำให้ส่วนประกอบทางภาษาหลาย ๆ ส่วนสอดคล้องกัน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบ่งออกเป็น 5 ส่วนที่มองภาพรวม ๆ สำคัญ ดังนี้

|                                          |    |       |
|------------------------------------------|----|-------|
| 1) เนื้อหา (Content)                     | 30 | คะแนน |
| 2) การเรียบเรียงเรื่องราว (Organization) | 20 | คะแนน |
| 3) ศัพท์ (Vocabulary)                    | 20 | คะแนน |
| 4) การใช้ภาษา (Language Use)             | 25 | คะแนน |
| 5) กลไกทางภาษา (Mechanics)               | 5  | คะแนน |

โดยแต่ละส่วนมีการประเมินผล 4 ระดับ คือ

- 1) ดีมากถึงดีเยี่ยม (Very Good to Excellent)
- 2) ปานกลางถึงดี (Average to Good)
- 3) อ่อนถึงใช้ได้ (Poor to Fair)
- 4) อ่อนมาก (Very Poor)

ไรม์ (Raimes. 1983 : 19) เสนอสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในเรื่องของการตรวจงานเขียน สรุปได้ดังนี้

- 1) ครูควรจะอ่านงานเขียนของนักเรียนให้จบเสียก่อน ก่อนที่จะแก้ไขข้อบกพร่องหรือให้ข้อเสนอแนะหรือวิจารณ์ใด ๆ ทั้งสิ้น
- 2) ครูควรหาสิ่งที่ดีและข้อบกพร่องในงานเขียนของนักเรียน พร้อมทั้งบอกให้นักเรียนรับรู้ทั้งข้อดีและข้อบกพร่องเหล่านั้น
- 3) ถ้าครูใช้เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ใด ๆ ก็ตาม ในการตรวจหรือแก้งานเขียนของนักเรียน ครูต้องแน่ใจว่านักเรียนรู้จักหรือเข้าใจเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้เป็นข้อดีและรู้ความหมายว่าจะต้องแก้ไขงานเขียนอย่างไร

4) ครูต้องตัดสินใจว่าจะแก้ไขข้อบกพร่องในงานเขียนให้นักเรียนเลย หรือเพียงแต่ชี้ที่ผิดให้เท่านั้นหรือจะรวบรวมข้อบกพร่องแล้วนำอธิบายในชั้นเรียนและที่สำคัญ คือ ครูต้องตกลงกับนักเรียนด้วยว่าจะเน้นในเรื่องโครงสร้างไวยากรณ์ใดบ้าง และเน้นมากน้อยเพียงใด

5) ครูจะต้องคำนึงถึงเสมอว่า การตรวจงานของนักเรียนนั้น ไม่เพียงแต่ตรวจข้อบกพร่องทางด้านตัวภาษาเท่านั้น แต่ควรจะเสนอแนะในเรื่องของแนวคิดในการเขียนและแนวทางในการปรับปรุงงานเขียนด้วย

ในการตรวจงานเขียนทุกประเภทของนักเรียน จึงสรุปได้ว่า

- 1) ครูจะต้องมีหลักเกณฑ์ในการตรวจและให้คะแนนที่แน่นอน
- 2) นักเรียนควรจะได้ตรวจแก้และรับรู้ข้อบกพร่องด้วยตนเองด้วย
- 3) ครูควรให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ

## 4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับนิยายวิทยาศาสตร์

### 4.1 ความหมายของนิยายวิทยาศาสตร์

ชัยวัฒน์ คุปตระกูล (อดุลย์ วงศ์ก้อม. 2544 : 38 ; อ้างอิงจาก ชัยวัฒน์ คุปตระกูล. 2524 ) กล่าวว่า นิยายวิทยาศาสตร์ หมายถึง เรื่องที่แต่งเกี่ยวพันกับวิทยาศาสตร์ หรืออาศัยวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินเรื่อง หรือแสดงผลกระทบของวิทยาศาสตร์ต่อมนุษยชาติและอาจกล่าวว่านิยายวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่แต่งขึ้นอันน่าทึ่งเกี่ยวกับวิกฤตการณ์ของมนุษย์ความขัดแย้งและการผจญภัย ซึ่งสืบเนื่องมาจากการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ของโลกอนาคต

ฉวีวรรณ คูหาภินันท์ (อดุลย์ วงศ์ก้อม. 2544: 38 ; อ้างอิงจาก ฉวีวรรณ คูหาภินันท์. 2534 : 92) กล่าวว่า เรื่องแนววิทยาศาสตร์หรือนิยายวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องที่กำลังตื่นตัว เช่น เรื่องมนุษย์ต่างดาว เรื่องอวกาศ เด็กเฉลียวฉลาดบางคนชอบอ่านเรื่องวิทยาศาสตร์ล้ำยุคแนวนี้มาก แม้แต่ทำนอง เรื่อง การคาดเหตุการณ์สมมติล่วงหน้า เช่น “มนุษย์จะอยู่ได้อย่างไร หากเกิดน้ำท่วมโลก”

ไฮไลน์ (อดุลย์ วงศ์ก้อม. 2544 : 38 ; อ้างอิงจาก ชัยวัฒน์ คุปตระกูล. 2524 ) นักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ชาวสหรัฐอเมริกา กล่าวว่า นิยายวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องของ การคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยความรู้ของโลกปัจจุบันและอดีต รวมทั้งความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในธรรมชาติ และความสำคัญของระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์

หนังสือ Dictionary of World Literary Terms (เกศสุตา วาณิช. ม.ป.ป.: 1) ได้ให้คำจำกัดความของนิยายวิทยาศาสตร์ว่านิยายวิทยาศาสตร์เป็นนิยายที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาตอบสนองของมนุษย์เราที่มีต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอันจะมีผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของมนุษยชาติทั้งหมด

พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์ (2540: 39-40) กล่าวว่า นิยายวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องอ่านเล่นที่ผู้เขียนกำหนดแนวการเดินทางเรื่องให้น่าติดตามเช่นเดียวกับนิยายประเภทอื่น ๆ ทั่วไป แต่จุดสำคัญของเรื่องคือประเด็นที่ก่อให้เกิดการหักเห หักมุม หรือคลี่คลายปมเงื่อนของปัญหา หรือที่นำไปสู่ข้อยุติข้อสรุปของเรื่องนั้นจะต้องอาศัยหลักการ กฎเกณฑ์ ทางวิทยาศาสตร์เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องด้วยเสมอ เพราะฉะนั้น นอกจากสนุกสนาน ตื่นเต้นไปกับเนื้อเรื่องแล้ว ผู้อ่านยังจะได้รับความรู้หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นของแถมอีกด้วย

จึงนับได้ว่า นิยายวิทยาศาสตร์เป็นสื่อบันเทิงอีกประเภทหนึ่งที่มีบทบาทและอิทธิพลต่อการสร้างบรรยากาศ และวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์ให้สังคมมากที่สุดทีเดียว

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า นิยายวิทยาศาสตร์ หมายถึง งานเขียนประเภทหนึ่งที่ใช้จินตนาการและหลักความเป็นจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวดำเนินเรื่อง เป็นเรื่องเกี่ยวกับวิกฤตการณ์ของมนุษย์ ความขัดแย้ง และการผจญภัย อันเนื่องมาจากการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ของโลกในอนาคต

#### 4.2 พัฒนาการของนิยายวิทยาศาสตร์โลก

นิยายวิทยาศาสตร์แบ่งโดยทั่ว ๆ ไป ออกได้เป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ นิยายวิทยาศาสตร์เชิงแฟนตาซี หรือ Science fantasy และนิยายวิทยาศาสตร์จริง ๆ หรือ Science fiction ซึ่งมักจะเรียกกันสั้น ๆ เพียงนิยายวิทยาศาสตร์ (ชัยวัฒน์ คุประตกุล. 2543: 38-40)

ในส่วนของนิยายวิทยาศาสตร์จริง ๆ หรือ Science fiction ยังแบ่งออกได้เป็นอีกสองประเภทใหญ่ ๆ คือ Hard science fiction และ Soft science fiction

นิยายวิทยาศาสตร์เชิงแฟนตาซี เป็นนิยายวิทยาศาสตร์ที่ผู้เขียนสามารถจินตนาการได้อย่างไม่มีขีดจำกัด สร้างโลก สร้างจักรวาล สร้างมนุษย์ สร้างสัตว์ สร้างทุกสิ่งทุกอย่าง รวมทั้งวิทยาศาสตร์ได้ตามใจชอบ ที่มีกันมากคือ เรื่องเชิงอิทธิฤทธิ์ปาฏิหาริย์เหนือธรรมชาติ เรื่องของเทพเจ้า เรื่องของสัตว์ประหลาด ดังเช่น มังกร และอาวุธวิเศษในตำนานหรือเทพนิทาน เรื่องการผจญภัยในดินแดนมหัศจรรย์ เรื่องของอำนาจเหนือธรรมชาติ (ที่ไม่ใช่ไสยศาสตร์บริสุทธิ)

นิยายวิทยาศาสตร์ประเภท Hard science fiction เป็นนิยายวิทยาศาสตร์ที่อ้างอิงกฎเกณฑ์และหลักการต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ ส่วนนิยายวิทยาศาสตร์ประเภท Soft science

fiction เป็นนิยายที่ไม่เน้นกฎเกณฑ์และหลักการต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์จริง ๆ ดังเช่น Hard science fiction แต่เน้นบทบาทและเทคโนโลยีต่อมนุษย์

ตามประวัติพัฒนาการของนิยายวิทยาศาสตร์โลก นิยายวิทยาศาสตร์เชิงแฟนตาซี มีกำเนิดมาก่อนนิยายวิทยาศาสตร์จริง ๆ เป็นเวลานานมาก นานออกไปไกลถึงเรื่องราวในคัมภีร์ไบเบิล ของศาสนาคริสต์ ที่อซีเคียล ผู้มองเห็นอนาคต กล่าวถึงวงล้อไฟในท้องฟ้าที่มีเสียงดังคล้ายเสียง น้ำตก ซึ่งคล้ายคลึงกับสิ่งที่เรียนกันว่า UFO ในปัจจุบัน

แต่ถ้าจะมองหาวิทยาศาสตร์เชิงแฟนตาซีที่เป็นนิยายโดยสมบูรณ์มากกว่าเรื่องในคัมภีร์ไบเบิลแล้ว มหากาพย์อีเลียด (The Iliad เรื่องราวเกี่ยวกับสงครามกรุงทรอย) และมหากาพย์โอดิสซีย์ (The Odyssey การผจญภัยของยูลิสซีส) ของกรีกโบราณ โฮเมอร์ (ประมาณ 800 ปีก่อนคริสตกาล) ซึ่งคาดกันว่าโฮเมอร์ได้เล่าเอาไว้ (เพราะโฮเมอร์เป็นคนตาบอดและภาษาเขียนยังไม่มีในกรีกยุคนั้น) เมื่อประมาณ 800 ปีก่อนคริสต์ศักราชก็ถือว่าเป็นนิยายวิทยาศาสตร์เชิงแฟนตาซีเรื่องแรก (สองเรื่อง) ของโลกที่สมบูรณ์ได้

หลังนิยายวิทยาศาสตร์เชิงแฟนตาซีเรื่องแรก ๆ ของโลกอยู่นานกว่าสองพันปี จนกระทั่งถึงคริสต์ศตวรรษที่ 16 นิยายวิทยาศาสตร์ยุคใหม่จึงเริ่มกำเนิดขึ้นมา ดังเช่นเรื่อง Utopia โดย เซอร์ โทมัส มอร์ (ค.ศ.1478-1535) โดยแต่งเป็นภาษาลาตินก่อนในปี พ.ศ.2059 และแปลเป็นภาษาอังกฤษในปี พ.ศ. 2029

ทว่า นิยายวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ก็เดินทางต่อมาอย่างช้า ๆ ร่วมขบวนโดยนักคิดนักเขียนสำคัญ เช่น โยฮันเนส เคปเลอร์ (ค.ศ. 1571-1630) ไซมอน สเตวิน (ค.ศ. 1580-1643) จอห์น เดอ เบอเกอเว (ค.ศ. 1619-1653) จนกระทั่งถึงคริสต์ศตวรรษที่ 19 นิยายวิทยาศาสตร์จึงได้ฝังรากหยั่งลึกมั่นคงขึ้น โดยนักเขียนสำคัญสองคน คือ แมรี เชลลีย์ และ เอ็ดการ์ อัลแลน โป

แมรี เชลลีย์ นี่เองที่ เป็นผู้เขียนเรื่อง แฟรงเกนสไตน์ ในปี พ.ศ. 2361 ซึ่งนับเป็นนิยายวิทยาศาสตร์ที่รู้จักกันมากที่สุดในโลกเรื่องหนึ่ง ส่วนเอ็ดการ์ อัลแลน โป ผู้มีชื่อเสียงในด้านการเป็นนักเขียนเรื่องประหลาดลึกลับ สยองขวัญนั้นได้เขียนนิยายวิทยาศาสตร์ไว้หลายเรื่อง ที่สำคัญมี เช่น The Narrative of Arthur Gordon Pym'S Adventure ในปี พ.ศ. 2381

จากนั้น โลกนิยายวิทยาศาสตร์ก็เขยิบเข้าสู่ยุคนักเขียนสองคน ผู้ได้รับการยกย่องเป็นผู้บุกเบิกนิยายวิทยาศาสตร์อันแท้จริงของโลกคือ จูลส์ เวิร์น (ค.ศ. 1828-1905) และ เอช.จี. เวลส์ (ค.ศ. 1866-1946) เพราะจูลส์ เวิร์น และ เอช.จี. เวลส์ เป็นนักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์สองคนแรกของโลกที่พยายามเขียนนิยายวิทยาศาสตร์โดยอิงวิทยาศาสตร์เป็นหลัก ไม่ใช่เขียนที่สร้างวิทยาศาสตร์ขึ้นมาเอง สำหรับเรื่องที่เขียนดังเช่นเรื่องของ เอ็ดการ์ อัลแลน โป

จูลส์ เวิร์น และ เอช.จี. เวลส์ จึงเป็นนักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์สองคนแรกของโลกที่เขียนนิยายวิทยาศาสตร์ประเภท hard science fiction ด้วยเหตุนี้เอง จูลส์ เวิร์น และเอช.จี. เวลส์ จึงได้มีบทบาทสำคัญช่วยให้นิยายวิทยาศาสตร์เขยิบฐานะขึ้นมาเป็นวรรณกรรมประเภทหนึ่งของโลกมิใช่เป็นเพียงเรื่องแต่ไร้สาระเพื่อจ้อ

เริ่มจากยุคของจูลส์ เวิร์น และ เอช.จี. เวลส์ เป็นต้นมา นิยายวิทยาศาสตร์ก็เจริญเติบโตแพร่หลายไปทั่วโลกอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว นักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ถือกำเนิดขึ้นมาใหม่เป็นจำนวนมาก และนิยายวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ยุคของจูลส์ เวิร์น และ เอช.จี. เวลส์ เป็นต้นมา ก็มีทั้งนิยายวิทยาศาสตร์จริง ๆ เจริญเติบโตเคียงคู่กันมา จนกระทั่งถึงยุคปัจจุบัน

#### 4.3 พัฒนาการของนิยายวิทยาศาสตร์ไทย

จุดกำเนิดความเป็นมาของนิยายวิทยาศาสตร์ไทยมีส่วนคล้ายคลึงกับนิยายวิทยาศาสตร์โลกในประเด็นที่ว่านิยายวิทยาศาสตร์ไทยเชิงแฟนตาซีมีกำเนิดเกิดขึ้นมาก่อนนิยายวิทยาศาสตร์จริง ๆ

นิยายวิทยาศาสตร์เชิงแฟนตาซีของไทยก่อนยุคสมัยของนิยายวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ ก็คือบรรดาเรื่องเชิงเทพนิทาน หรือตำนานการผจญภัย และส่วนใหญ่ก็ได้รับการยกย่องเป็นวรรณคดีของประเทศ ดังเช่น กากี, พระสุธน, มโนราห์, รามเกียรติ์ ไตรภูมิพระร่วง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสองเรื่องหลังน่าสนใจเป็นพิเศษ เพราะรามเกียรติ์เปรียบได้กับวรรณกรรมโลกเรื่องอีเลียดของโฮเมอร์ทีเดียว ส่วนเรื่องไตรภูมิพระร่วงนั้นสมควรอย่างยิ่งที่ได้รับการยกย่องเป็นเสมือนกับนิยายวิทยาศาสตร์เชิงแฟนตาซีเรื่องแรกของไทย ไตรภูมิพระร่วง เป็นพระราชนิพนธ์ของ พระเจ้าลิไท ในยุคสมัยกรุงสุโขทัยเมื่อประมาณหกร้อยปีเศษมาแล้ว ดังนั้น นิยายวิทยาศาสตร์เชิงแฟนตาซีเรื่องแรกของไทย จึงมีกำเนิดมานานทีเดียว ถึงแม้จะไม่ยาวนานเท่านิยายวิทยาศาสตร์เชิงแฟนตาซีเรื่องแรก ๆ ของโลกก็ตาม

นิยายวิทยาศาสตร์ไทยยุคใหม่ที่เป็นนิยายจริง ๆ เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นค่อนข้างใหม่ในประเทศไทย เกือบจะพอ ๆ กับอายุของระบอบการปกครองแบบประชาธิปไตยของไทยทีเดียว เพราะนิยายวิทยาศาสตร์ไทยยุคใหม่เรื่องแรกที่สมบูรณ์ มิใช่เพียงเรื่องสั้นหรือเรื่องแต่งเชิงเล่น ๆ คือเรื่อง มนุษย์ล่องหน ที่ ส.สมุทรโยธิน และ ส.บุรารวาส ดัดแปลงจากเรื่อง The Invisible Man ของ เอช.จี. เวลส์ ตีพิมพ์โดยสำนักพิมพ์เพลินจิต เมื่อปี พ.ศ. 2478-2479 หลังการเปลี่ยนแปลงระบอบการปกครองประเทศเมื่อ พ.ศ. 2475 เพียง 3-4 ปี

เรื่อง “มนุษย์ล่องหน” นี้สมควรจะได้รับพิจารณาเป็นนิยายวิทยาศาสตร์ไทยก็เพราะว่าผู้เขียนมิได้แปลนิยายวิทยาศาสตร์เรื่องนั้นจากต้นฉบับภาษาอังกฤษตรง ๆ แต่หากได้ดัดแปลงแก้ไขและปรับปรุงให้เป็นเรื่องไทย ๆ โดยสมบูรณ์ ทั้งตัวละครและฉากในเรื่อง

หลังเรื่อง “มนุษย์ล่องหน” การเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ก็แพร่หลายขึ้น แต่ก็ยังจำกัดในรูปแบบที่เน้นเรื่องเชิงตื่นเต้น ผจญภัยที่อาศัยหรืออิงหลักการวิทยาศาสตร์อย่างหลวม ๆ เท่านั้น

จนกระทั่งมาถึงยุคที่ได้รับการยกย่องเป็น ยุคทองแรกของนิยายวิทยาศาสตร์ไทย คือ ยุคของ จันตรี ศิริบุญรอด ที่ถือกำเนิดมากับวิทยาศาสตร์มหัศจรรย์ อันเป็นนิตยสารของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยความร่วมมือของสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช เป็นผู้จัดพิมพ์จำหน่าย เริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2498

จำนวนนิยายวิทยาศาสตร์ที่ จันตรี ศิริบุญรอด เขียนไว้เป็นเรื่องยาวมากกว่า 13 เรื่อง เช่น มนุษย์มหัศจรรย์ มนุษย์จุลินทรีย์ โลกเร้นลับ แสงสังหาร จันทรมนุษย์ มนุษย์เรืองแสง หุ่นล้างโลก ผู้สร้างอนาคต เมืองสายรุ้ง เป็นต้น

ยุคทองของนิยายวิทยาศาสตร์ไทยยุคแรกสิ้นสุดลงพร้อม ๆ กับการเลิกตีพิมพ์ “วิทยาศาสตร์ อัจฉริยะ” เพราะหลังจากนั้นมา นิยายวิทยาศาสตร์ไทยก็ซบเซาลงอย่างมากและนานเป็นเวลาเกือบ 20 ปีทีเดียว จนกระทั่งเริ่มฟื้นฟูใหม่อีกครั้งหนึ่ง เมื่อ สุชาติ สวัสดิ์ศรี แห่งสำนักพิมพ์ดวงกมล ได้รวบรวมผลงานนิยายวิทยาศาสตร์เรื่องสั้นของ จันตรี ศิริบุญรอด ตีพิมพ์เป็นเล่มรวม 2 เล่ม ในปี พ.ศ. 2521 ใช้ชื่อว่า มนุษย์คู่ และ ผู้ดับดวงอาทิตย์ และหลังจากนั้นมีนิตยสารและวารสารเกิดใหม่หลายฉบับที่ตีพิมพ์นิยายวิทยาศาสตร์เป็นประจำ เริ่มต้นจาก มิติที่ 4 ในปี พ.ศ. 2523 โลภวิทยาศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2524 โนวา ในปี พ.ศ. 2525 วิทยาศาสตร์มหัศจรรย์ยุคใหม่ มี วิริยะ สิริสิงห์ เป็นบรรณาธิการ ในปี พ.ศ. 2526 สอนเด็ก ในปี พ.ศ. 2532 และมิติพิศวง ในปี พ.ศ. 2533

นอกจาก จันตรี ศิริบุญรอด ยังมีนักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ไทยอีกหลายคน ทั้งนักเขียนอาชีพ นักเขียนสมัครเล่น และนักวิชาการที่เขียนนิยายวิทยาศาสตร์ อาทิ สันต์ เทวรักษ์ (เช่นเรื่องจากโลกมหัศจรรย์) อ.อรรถจินดา (เช่นเรื่อง ดาวพระศุกร์) สิริ พัฒนกำจร (เช่นเรื่อง มนุษย์ได้พิภพ) ป.อินทรปาลิต (เช่นเรื่อง ดำทมิฬ และห้านิยายชุดสามเกลอ พล-นิกร-กิมหงวน บางเรื่อง)

นอกจากนี้ ยังมี ระวี ภาวิไล, อนุช อาภาภิรม, วรรชิต มาลัยวงศ์, วิรัช แสงรัตนมณี, นิรันดร์ศักดิ์ บุญจันทร์, ยงยุทธ ยุทธวงศ์, ชัยคุปต์, จินตวิทย์ วิวัจน์, สมเถา สุจริตกุล, ณัฐ ศาสตร์สองวิทย์, วีรวัฒน์ กนกนุเคราะห์, วินทร์ เลียววาริณ, ไพรัตน์ ยิ้มวิสัย, โกศล อนุสิม และฉัตรเฉลิมตันติสุข

สำหรับ สมเถา สุจริตกุล ในปัจจุบันเป็นนักเขียนมีชื่อเสียงระดับโลก ทั้งนิยายวิทยาศาสตร์และนิยายสยองขวัญ ให้ชีวิตส่วนใหญ่อยู่ในสหรัฐอเมริกาและก็กลับมาเมืองไทยบ้างเป็นครั้งคราว ผลงานการเขียนทั้งหมดเป็นภาษาอังกฤษและได้รับการแปลเป็นภาษาไทยแล้วหลายเล่ม เริ่มต้นงานเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ประมาณปี พ.ศ.2520 ได้รับรางวัลสำคัญทางด้านนิยายวิทยาศาสตร์ เช่น รางวัลจอห์น ดับบลิว แคมป์เบล

ตัวอย่างผลงานนิยายวิทยาศาสตร์ของ สมเถา สุจริตกุล มีเช่น Starship & Haiku, Utopia Hunters และ Vampire Junction

#### 4.4 แนวเรื่องของนิยายวิทยาศาสตร์

ชัยวัฒน์ คุปตะกุล (2543: 42-45) กล่าวว่า การพิจารณาแนวเรื่องหรือ theme ของนิยายวิทยาศาสตร์ ทั้งระดับโลกและของไทย พิจารณาเป็นสองระดับ คือ ระดับทั่วไปและระดับเจาะจงเฉพาะแนว

แนวเรื่องระดับทั่วไป

นิยายวิทยาศาสตร์มักจะถูกมองว่าเป็นนิยายเฉพาะประเภทที่ไม่เหมือนนิยายประเภทอื่น นั่นคือ นิยายวิทยาศาสตร์มักจะถูกจัดเป็นประเภทหนึ่งของนิยายที่แตกต่างโดยสิ้นเชิงจากประเภทอื่น ดังเช่น นิยายผจญภัย นิยายรัก นิยายลึกลับซ่อนเงื่อน นิยายสยองขวัญ ฯลฯ

โดยความเป็นจริงแล้ว นิยายวิทยาศาสตร์ก็เป็นนิยายที่มีได้หลายประเภทหลายแนวเรื่อง อาจเป็นเรื่องแนวผจญภัยหรือแนวความบอย หรือแนวนิยายกำลังภายในของจีนก็ได้ เพียงแต่จะต้องให้เป็นเรื่องที่มีส่วนผูกพันกับวิทยาศาสตร์อยู่บ้าง โดยแล้วแต่ว่าจะเป็นเชิงแฟนตาซี หรือนิยายวิทยาศาสตร์จริง ๆ ประเภท hard หรือ soft science fiction

ดังนั้นการพิจารณาแนวเรื่องของนิยายวิทยาศาสตร์ระดับทั่วไปสำหรับนิยายวิทยาศาสตร์ที่มีการเขียนกันมาตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน จึงแบ่งได้เป็นแนวเรื่องประเภทใหญ่ ๆ ได้หลายประเภท ดังเช่น นิยายโดยทั่ว ๆ ไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- 1) แนวเรื่องประเภทแฟนตาซี
- 2) แนวเรื่องประเภทผจญภัย
- 3) แนวเรื่องประเภทสืบสวนสอบสวน
- 4) แนวเรื่องประเภทอาชญากรรม
- 5) แนวเรื่องประเภทลึกลับตื่นเต้น
- 6) แนวเรื่องประเภทอิงประวัติศาสตร์
- 7) แนวเรื่องประเภทการเมือง
- 8) แนวเรื่องประเภทขบขัน
- 9) แนวเรื่องประเภทรัก
- 10) แนวเรื่องประเภทสังคม

### แนวเรื่องเจาะเฉพาะ

แนวเรื่องของนิยายวิทยาศาสตร์ที่เจาะเฉพาะ มีแนวทางการพิจารณาหลายแนวทาง แต่โดยทั่วไป อาจจัดได้เป็น 5 แนวเรื่องใหญ่ ดังต่อไปนี้

1) แนวเรื่องประเภทเดินทางไปในอวกาศระหว่างดวงดาว ระหว่างสุริยะ ระหว่างกาแล็กซี่ การบุกเบิกอวกาศ การสำรวจอวกาศ และดาวเคราะห์ในกาแล็กซี่ และในจักรวาล รวมทั้งการเผชิญหน้ากับสิ่งมีชีวิตที่ทรงปัญญาจากโลกอื่นหรือในโลกอื่น

2) แนวเรื่องการเดินทางไปกับเวลา สู่อนาคตหรืออดีต

3) แนวเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยาและทางจิตวิทยาของมนุษย์ อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากนิยายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือธรรมชาติ

4) แนวเรื่องพลังทางกายหรือทางจิต “เหนือมนุษย์ธรรมดา” อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากความก้าวหน้าหรืออุบัติเหตุทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5) แนวเรื่องผลกระทบจากการประยุกต์วิทยาศาสตร์โดยตรง หรือโดยทางอ้อม ต่อความสัมพันธ์ของมนุษย์ทั้งในด้านสร้างสรรค์และด้านทำลาย

อย่างไรก็ดี เพื่อความชัดเจนยิ่งขึ้นและเป็นประโยชน์ยิ่งขึ้น สำหรับผู้สนใจจะศึกษาหรือเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ การจำแนกแจกแจงแนวเรื่องให้ละเอียดลงไปอีกก็น่าจะเป็นประโยชน์ ผู้วิจัยจึงขอนำแนวเรื่องที่แจกแจงแยกแยะลงไปอีก สำหรับนิยายวิทยาศาสตร์โลก มาก่อเสริมเพิ่มเติมดังนี้

- แนวเรื่องการล่องหนหายตัว
- แนวเรื่องพลังจิต (ของมนุษย์ สัตว์ และพืช)
- แนวเรื่องการเดินทางไปกับเวลา
- แนวเรื่องคอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์คอมพิวเตอร์ และหุ่นคน
- แนวเรื่องการเดินทางและการผจญภัยในอวกาศ
- แนวเรื่องการเดินทางและการผจญภัยใต้โลกหรือภายในโลก
- แนวเรื่องของมนุษย์ สัตว์ และพืชประหลาด
- แนวเรื่องวาระสุดท้ายของโลกและมนุษยชาติ
- แนวเรื่องโลกและจักรวาลหลายมิติ
- แนวเรื่องเทคโนโลยีโลกอนาคตหรือในอดีต
- แนวเรื่องเชิงจิตวิทยา
- แนวเรื่องการเมือง
- แนวเรื่องอิงประวัติศาสตร์
- แนวเรื่องสังคม

- แนวเรื่องจักรวรรดิระดับกาแล็กซี่ และระดับจักรวาล
  - แนวเรื่องสงครามระหว่างดวงดาว
  - แนวเรื่องสงครามระหว่างมนุษย์ต่างยุคต่างมิติของกาลเวลา
  - แนวเรื่องโลกอนาคต
  - แนวเรื่องโลกอนาคตอุดมคติหรือ utopia
  - แนวเรื่องโลกอนาคตที่ไม่พึงประสงค์ หรือ dystopia หรือ antiutopia
  - แนวเรื่องชีวิตและความตาย
  - แนวเรื่องนักวิทยาศาสตร์วิกลจริต
  - แนวเรื่องสงครามนิวเคลียร์หรืออุบัติเหตุนิวเคลียร์
- ฯลฯ

#### 4.5 ประเภทของนิยายวิทยาศาสตร์

เกศสุตา วานิช (2537: 3) จีน วูล์ฟ (Gene Wolfe) ได้กล่าวไว้ในบทความเกี่ยวกับนิยายวิทยาศาสตร์ที่ลงในนิตยสารเดอะไรท์เตอร์ว่านิยายวิทยาศาสตร์เป็นข้อเขียนที่ผู้เขียนต้องการจะเขียนฉีกแนวออกไปจากเรื่องหนักๆ ทางวิทยาศาสตร์ (Hard science) ซึ่งเต็มไปด้วยทฤษฎีและการทดลองเพื่อพิสูจน์หาข้อเท็จจริง และได้แสดงข้อคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะหรือประเภทของนิยายวิทยาศาสตร์ว่าเป็นนิยายประเภทหนึ่งที่มีการผสมผสานกันระหว่างนิยายสามลักษณะคือ

ลักษณะแรกเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวกับทางวิทยาศาสตร์โดยตรง (Science fiction) ลักษณะที่สองเป็นนิยายที่เสนอเรื่องราวที่คาดว่าจะมีเหตุการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นในอนาคต (Speculative fiction) ลักษณะที่สามเป็นนิยายที่เสนอเรื่องราวค่อนข้างจะเพ้อฝัน (Science fantasy)

ลักษณะแรกเป็นลักษณะของนิยายวิทยาศาสตร์ที่ผู้เขียนต้องการจะเขียนฉีกแนวไปจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่เดิม เช่น ผลงานของ เอช. จี. เวลส์ เรื่อง เครื่องกลเวลา (The Time Machine) เป็นเรื่องราวที่พูดถึงการที่มนุษย์ได้สร้างเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่สามารถเจาะเวลาหาอดีตและอนาคตได้ขึ้นมา ซึ่งถ้าจะพูดไปแล้วก็เป็นการให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทางด้านฟิสิกส์เกี่ยวกับทฤษฎีของความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับสถานที่โดยตัวของเรื่องได้ประดิษฐ์เครื่องจักรกลเจาะเวลาขึ้นมาเพื่อพิสูจน์ให้เห็นจริงถึงทฤษฎีที่ว่า เวลาไม่ว่าจะเป็นอดีตหรืออนาคตนั้นถือเป็นมิติที่ 4 ที่เครื่องเจาะเวลาของเขาจะพาเข้าไปถึงได้โดยไม่ปรากฏให้เห็น

ตัวอย่างอีกเรื่องหนึ่งก็คือเรื่อง แฟรงกิสไตน์ (Frankenstein) แต่งโดยแมรี เชลลีย์ ในปี ค.ศ.1817 ในเรื่องนี้ผู้เขียนต้องการจะเสนอความคิดที่ว่าจากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ อาจจะมีการ

ชุดชีวิตของมนุษย์ขึ้นมาได้จากร่างที่ปราศจากวิญญาณ ซึ่งการเขียนเรื่องราวตั้งว่านี่เป็นการแหวกแนวจากทฤษฎีทางด้านชีวเคมี

ลักษณะที่สอง เป็นนิยายวิทยาศาสตร์ที่เดาเหตุการณ์ในอนาคต นิยายหรือเรื่องราวที่ถือว่าเป็นต้นตำรับของนิยายประเภทนี้ก็คือเรื่อง เมืองนิมิต (Utopia) ที่เขียนขึ้นโดยนักเขียนชาวอังกฤษชื่อ โทมัส มอร์ ในปี ค.ศ.1551 ผู้เขียนได้พูดถึงเมืองในอุดมคติที่ต่างจากชีวิตจริงในอังกฤษสมัยนั้น เพื่อต้องการจะตอบคำถามที่ว่า “อะไรจะเกิดขึ้น ถ้าคนเรามีชีวิตอยู่ในเมืองอุดมคตินั้น” (What if people lived like this) แนวความคิดดังกล่าวได้มีอิทธิพลต่อนักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์หลายคนในสมัยหลัง ๆ ที่พยายามจะเดาหรือคาดการณ์ต่าง ๆ ไว้ล่วงหน้า ไอแซค อสิมอฟ นักเขียนและนักวิจารณ์นิยายวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกันที่โด่งดังมากในคริสต์ศตวรรษที่ 20 ได้ให้คำจำกัดความของนิยายวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

“อะไรจะเกิดขึ้นถ้า.....(What might happen if.....) “

“ถ้าเพียงแต่.....(If only.....) “

“ถ้ายังปล่อยสิ่งนี้ดำเนินอยู่.....(If this goes on.....) “

ลักษณะที่สามเป็นลักษณะของนิยายเพื่อผจญทางวิทยาศาสตร์ (Science fantasy) ซึ่งใช้เรื่องทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวในการเขียนเรื่องเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นไปไม่ได้เลย เป็นต้นว่า สัตว์ประหลาดหรือวัตถุบางอย่างที่ไม่น่าจะมีในโลกนี้ ทั้งนี้เพราะผู้เขียนต้องการจะสร้างความตื่นเต้นเร้าใจไปพร้อมกับความบันเทิงให้กับผู้อ่าน อย่างไรก็ตามนิยายวิทยาศาสตร์นี้นับเป็นนิยายที่อ่านกันมากในศตวรรษที่ 20 อาจจะเป็นเพราะว่าเป็นลักษณะนิยายที่มีหลายรส ที่ให้ทั้งความรู้ ความบันเทิง แง่คิดเกี่ยวกับผลสะท้อนของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมมนุษย์ ทั้งโดยเฉพาะส่วนบุคคล และโดยส่วนรวม

พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์ (2540: 39-40) นิยายวิทยาศาสตร์อาจเขียนได้หลายแบบ ซึ่งพอจะจำแนกง่าย ๆ ได้ดังนี้

แบบแรก คือนิยายวิทยาศาสตร์ที่อาศัยจินตนาการที่กว้างไกลไร้ขอบเขต จนไม่สามารถที่จะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องด้วยหลักการ กฎเกณฑ์ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างแท้จริงหรืออย่างชัดเจน แต่อาศัยเพียงความเชื่อ ที่มีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์หนุนหลังอยู่บ้าง ในขณะที่ไม่มีใครสามารถใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาหักล้างความเชื่อนั้นได้เช่นกัน

นั่นคือ ยังไม่มีใครพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ทั้งฝ่ายเชื่อและฝ่ายไม่เชื่อ

นิยายวิทยาศาสตร์แบบนี้จึงยังคงลอยนวลอยู่ได้ โดยไม่ถูกกล่าวหาว่าเพื่อเจตนาเกินควร

ตัวอย่างของนิยายวิทยาศาสตร์แบบนี้ ที่เห็นคดต้นก็มักจะได้แก่ เรื่องราวของโลกในอนาคตอันไกลโพ้น เรื่องราวของสิ่งมีชีวิตนอกโลกจักรวาลและอวกาศที่ไร้ขอบเขต เรื่องราวที่เกี่ยวกับ

มิติของเวลา เครื่องมือเปลี่ยนกาลเวลา เช่น เจาะเวลาหาอดีต เรื่องราวที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของร่างกายสิ่งมีชีวิตที่ดูจะเกินจริงไปมาก เช่น การย่อตัว ขยายตัว การหายตัวได้ ฯลฯ

นิยายวิทยาศาสตร์อีกแบบหนึ่ง ได้แก่ นิยายวิทยาศาสตร์ที่อาศัยหลักการ กฎเกณฑ์ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมาอ้างอิง ก่อให้เกิดการเดินเรื่องไปตามเหตุการณ์ที่ผู้เขียนกำหนด แม้จะเป็นเพียงเหตุการณ์สมมติที่ไม่ได้เกิดขึ้นจริง (หรือเกิดขึ้นจริงไม่ได้) แต่นำมาใช้ในการเดินเรื่องเพื่อความสนุกสนาน

ตัวอย่างของนิยายวิทยาศาสตร์แบบนี้ที่โด่งดังมาก ได้แก่ จูราสสิกปาร์ค ซึ่งอาศัยหลักการโคลนดีเอ็นเอของไดโนเสาร์ที่สูญพันธุ์ไปแล้วให้กำหนดชีวิตขึ้นใหม่ หรือนิยายที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ก่อให้เกิดความรุนแรง ความน่าตื่นเต้น เช่น Twister, Volcano, Earthquake

ไม่ว่าจะเป็นแบบใด นักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ (ที่ดี) จะได้รับคำยกย่องชมเชยอยู่เสมอ มาว่าเป็นผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าคนธรรมดาสามัญทั่ว ๆ ไป เพราะชอบคิดในสิ่งที่คนอื่นไม่ค่อยคิดหรือคิดไม่ค่อยถึง

ส่วนผู้อ่านนอกจากจะได้รับความสนุกสนานผสมกับความรู้แล้ว ในเวลาเดียวกันยังได้ฝึกการใช้ความคิดระดับสูง (Higher order thinking) แบบต่าง ๆ ได้แก่ การคิดวิจารณ์ (Critical thinking) และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative thinking) อีกด้วย

ชัยวัฒน์ คุปตะกุล (2543: 61) กล่าวว่างานเขียนที่จัดว่าเป็นนิยายวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ซึ่งหากจะแบ่งประเภทของนิยายวิทยาศาสตร์ตามสถานที่เกิดเหตุของเรื่องก็พอที่จะจัดได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ประเภทเรื่องที่เกิดขึ้นบนโลก กับ ประเภทเรื่องที่เกิดขึ้นนอกโลก อย่างไรก็ตาม หากแบ่งประเภทของนิยายวิทยาศาสตร์ตามแนวเรื่องแล้วก็พบว่านิยายวิทยาศาสตร์อยู่หลายแนวด้วยกัน คือ

- เรื่องแนวโลกสมมติ : เป็นเรื่องราวที่เกิดขึ้นบนโลกกับสิ่งมีชีวิตที่อยู่บนโลกของเรา โดยเฉพาะกับมนุษย์
- เรื่องแนวโลกต่างดาว : เป็นเรื่องที่พัวพันกับอวกาศ ดวงดาว สิ่งมีชีวิตจากดาวอื่น อาจเกิดขึ้นบนโลกหรือนอกโลกก็ได้ ถ้าเกิดบนโลกมักเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตจากดาวอื่น
- เรื่องแนวท่องเที่ยวเวลา : เป็นเรื่องราวของการเดินทางไปกับเวลาทั้งอดีต อนาคต ทุกรูปแบบ แม้แต่ไปด้วยจิตหรือความฝัน
- เรื่องแนวหุ่นยนต์ : เป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์กล มีตัวละครหลักเป็นหุ่นยนต์ เอนดอยด์ ไชบอร์ก
- เรื่องแนวโลกคู่ขนาน : เป็นเรื่องราวที่เกี่ยวกับแดนลึกลับที่มนุษย์ยังไม่พบ หรือเรื่องของโลก หรืออวกาศอีกแห่งหนึ่งที่ซ้อนอยู่กับโลกปัจจุบันหรืออวกาศปกติ

- เรื่องแนวลังจิต : เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับอำนาจพิเศษบางประการ ที่เรียกว่า อีเอสพี (ESP: Extra Sensory Perception) เช่น การเคลื่อนย้ายวัตถุ การเดาใจคน
- เรื่องแนวชีวิตพิสดาร : เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตบนโลกที่มีความเปลี่ยนแปลงบางประการจากผลของเทคโนโลยีหรือธรรมชาติ
- เรื่องแนวเทคโนโลยีระทึกขวัญ (Techno – Thriller) : เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดความตื่นเต้นระทึกขวัญ

จากการศึกษา พบว่า นักวิทยาศาสตร์และนักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์แต่ละท่านแบ่งประเภทของนิยายวิทยาศาสตร์ได้ต่างลักษณะกัน หลังจากผู้วิจัยศึกษาแล้ว สรุปได้ว่า นิยายวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ ประเภทที่เกิดบนโลก และประเภทที่เกิดนอกโลก และในการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทยังมีแนวเรื่องที่แตกต่างกันตามจินตนาการของผู้เขียน เช่น แนวโลกสมมติ แนวท่องอวกาศ แนวหุ่นยนต์ แนวชีวิตพิสดาร แนวเทคโนโลยีระทึกขวัญ เป็นต้น

#### 4.6 หลักการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์

นิยายวิทยาศาสตร์ เป็นวรรณกรรมประเภทหนึ่งที่ใช้จินตนาการและแพร่หลายมาก นิยายประเภทนี้จะมีวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องในโครงเรื่องหรือฉากของเรื่อง จะมีความแตกต่างกับนิยายประเภทเพื่อน เพราะต้องนึกถึงความเป็นไปได้ มีทฤษฎีที่เป็นไปได้สนับสนุน บางเรื่องก็เป็นการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ บางเรื่องก็เพียงแต่พาผู้อ่านไปสู่ดินแดนหรือเวลาที่ต่างออกไป

ผู้เขียนต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสนใจในเรื่องทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ประกอบการจินตนาการอันกว้างไกล จึงจะเหมาะสมที่จะเขียนนิยายประเภทนี้

นิยายวิทยาศาสตร์มีจุดประสงค์เช่นเดียวกับนิยายทั่วไป คือ มีความสนุกสนานและความเพลิดเพลินแก่ผู้อ่าน แต่ก็มีข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดอยู่หลายประการ คือ

1) นักเขียนจะต้องพยายามสอดแทรกบรรยากาศวิทยาศาสตร์ เข้าไปให้ได้มากที่สุด เช่น การเดินทางเข้าไปในเวลา หรือการ Jump ใน Hyperspace จะให้ความแตกต่างจากการล่องหนหายตัวธรรมดา ๆ เช่นเดียวกับที่หุ่นยนต์ของอาซิมอฟ ซึ่งให้ความรู้ลึกที่แตกต่างจากหุ่นยนต์ของสุนทรภู่

2) สิ่งสำคัญและให้คุณค่าแก่นเนื้อแท้ของนิยายวิทยาศาสตร์ ก็คือ Concept ที่ถูกต้องตามทฤษฎีที่วางเป็น Idea ของเรื่องนิยายวิทยาศาสตร์ที่ดี ๆ ย่อมคุ้มค่าแก่การอ่านเพื่อขบคิด และได้รับความนิยมนิยามไม่แพ้วรรณกรรมประเภทอื่น ๆ

ชัยวัฒน์ คุปตะกุล (2543: 59) กล่าวว่า การเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า การเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ แม้จะมีจินตนาการไม่จำกัดก็ตาม แต่กระนั้นก็ยังมีความหลักหรือกฎเกณฑ์บางอย่างที่นักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ที่ดีจะต้องยึดไว้

“หลักการ” หรือ “กฎเกณฑ์” ที่สำคัญนั้นมีอยู่ 2 ประการ

1) นิยายวิทยาศาสตร์จะต้องไม่ขัดกับความจริงของธรรมชาติ หรือหลักการหรือกฎเกณฑ์ของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพิสูจน์และทดสอบ จนกระทั่งเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าเป็นจริง

2) ถ้าจำเป็นหรือโดยเจตนาจะเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ที่ขัดกับทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอยู่แล้วโดยทั่ว ๆ ไป ก็จะต้องมีเหตุผลอธิบายได้ชัดเจน เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจว่า เรากำลังเขียนโดยเจตนาให้ขัดกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป และจะต้องมีเหตุผลที่ดีพอสมควรมาประกอบการขัดแย้งกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว

ถ้าหากผู้ที่รักจะเป็นนักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ ยึดหลักการหรือกฎเกณฑ์สองข้อนี้ไว้ ก็พอจะมองเห็นว่านิยายวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องแต่งที่ผู้เขียนสามารถใช้จินตนาการได้อย่างไม่จำกัดโดยแท้จริง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าเป็นนิยายวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกอนาคต ผู้เขียนก็ยังสามารถใช้จินตนาการของตนได้อย่างกว้างขวางไม่จำกัดด้วย

จากหลักการทั้งสองข้อที่กล่าวมาแล้วเราจะเห็นว่า ผู้ที่จะเป็นนักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้น จะต้องมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์พอสมควร... แต่กระนั้นก็ไม่จำเป็นจะต้องเป็นนักวิทยาศาสตร์

แน่นอน... นักวิทยาศาสตร์ย่อมได้เปรียบบุคคลอาชีพอื่นในการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ และนักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ระดับโลกจำนวนไม่น้อยก็มีพื้นฐานมาจากวิทยาศาสตร์หรือเคยเป็นนักวิทยาศาสตร์โดยอาชีพมาก่อน อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ที่สามารถจะเป็นนักเขียนที่ดีด้วยนั้น มักหาได้ไม่มากนัก

สำหรับผู้ที่ไม่ใช่นักวิทยาศาสตร์โดยอาชีพ แต่รักที่จะเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ ท่านก็สามารถทำได้ถ้ามีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมขึ้นมาเองซึ่งคงทำได้ไม่ยากนักและสำหรับนักเขียนประเภทนี้ก็น่าจะสร้างผลงานนิยายวิทยาศาสตร์ออกมาได้โดยไม่ต้องเน้นหลักการของวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยีต่อมนุษยชาติก็ย่อมได้...

การเขียนนิยายวิทยาศาสตร์หรือนวนิยายประเภทใดก็ตาม ย่อมไม่มีสูตรสำเร็จเป็นที่ยอมรับโดยทั่ว ๆ ไป เพราะงานเขียนเป็นงานศิลปะ งานสร้างสรรค์ ซึ่งถ้านักเขียนทุกคนยึดมั่นอยู่เฉพาะในกรอบบางอย่าง ก็จะไม่มีความสร้างสรรค์ใหม่ ๆ เกิดขึ้น และวรรณกรรมประเภทนั้น ๆ ก็ย่อมอาจถึงกาลอวสาน...

แต่สำหรับผู้ที่ต้องการคำแนะนำว่าจะเขียนนวนิยายวิทยาศาสตร์ ควรจะเริ่มต้นจากการศึกษาคำแนะนำของ แฮร์รี แฮร์สัน (Harry Harrison) นักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ผู้มีชื่อเสียงคนหนึ่งจากการเขียนเรื่อง Death World และ Captive Universe

แฮร์รี แฮร์สัน ได้แนะนำว่า ขั้นแรกในการเป็นนักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ ผู้เขียนจะต้องรักหรือชอบนิยายวิทยาศาสตร์อย่างจริงจังเสียก่อน...

ต่อจากนั้น ขั้นที่สอง เขาจะต้องยอมรับว่า เรากำลังอาศัยอยู่ในโลกที่กำลังมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ไม่ใช่โลกที่หยุดนิ่งหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำรอยกันอยู่เสมอ จากยุคหนึ่งไปยังอีกยุคหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงก็เหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ไม่ใช่สิ่งที่ดีหรือเลว เพียงแต่ว่ามันเกิดขึ้นอยู่เสมอเท่านั้น

จากนั้นขั้นที่สาม เขาจะต้องเชื่อว่า เราสามารถจะเปลี่ยนแปลงการเปลี่ยนแปลงได้ เขาจะต้องเชื่อว่า ทุกสิ่งทุกอย่างล้วนเป็นไปได้ ส่วนที่ว่าจะเป็นไปได้จริง ๆ หรือไม่นั้นเป็นอีกเรื่องหนึ่ง

ขั้นต่อไป ขั้นที่สี่ เขาจะต้องเป็นนักอ่านนิยายวิทยาศาสตร์ด้วยทั้งเรื่องเก่าและใหม่ เพื่อจะได้ทราบว่า มีใครเคยเขียนอะไรไว้บ้างแล้วและใครกำลังเขียนอะไรอยู่

หลังจากนั้น เขาจะต้องอ่านนวนิยายทั่ว ๆ ไป ที่ไม่ใช่นิยายวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้ทราบว่า การเขียนที่ดีนั้นเขียนอย่างไร ทั้งนี้เพราะว่านิยายวิทยาศาสตร์จำนวนมากมักถูกเขียนขึ้นมาอย่างไม่มีศิลปะ

ขั้นสุดท้าย เขาจะต้องนั่งลงแล้วก็เขียน... เขียน “นิยายวิทยาศาสตร์” ที่ไม่มีใครเคยเขียนมาก่อน

แม้ว่าการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์จะเน้นจินตนาการที่ไม่มีขีดจำกัดของผู้เขียน แต่การเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ก็ต้องเขียนอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเขียนอย่างมีหลักการ กฎเกณฑ์ จึงจะเป็นงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ ที่มีคุณค่าต่อผู้อ่าน ดังนั้นจึงต้องศึกษาหลักการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์และข้อแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านงานเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ก่อนลงมือเขียน

#### 4.7 ขั้นตอนการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์

ในการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์นั้น มีขั้นตอนการเขียนที่ต้องศึกษา เพื่อให้ได้ผลงานที่ดี มีคุณภาพ จึงมีนักเขียน นักวิชาการ และนักวิทยาศาสตร์จำนวนหนึ่งที่บรรยายถึงขั้นตอนการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ลมูล รัตตากร (อดุลย์ วงศ์ก้อม. 2544 : 38 ; อ้างอิงจาก ลมูล รัตตากร. 2529 : 88-89) ได้เสนอขั้นตอนการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1) การเลือกเรื่อง นวนิยายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เฉพาะสาขา เช่น ดาราศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ตลอดจนเรื่องเกี่ยวกับจรวด ดาวเทียม ยานอวกาศ และการสำรวจอวกาศ ล้วนเป็นเรื่องที่อยู่ในความสนใจระดับสูงของวัยรุ่นทั้งสิ้น

2) การตั้งชื่อเรื่อง ควรตั้งชื่อเรื่องที่บอกได้ทันทีว่าเป็นนิยายวิทยาศาสตร์ อาจมีคำว่า นอกพิภพ ต่างดาว อวกาศ คอมพิวเตอร์ ปะปนอยู่บ้าง หรือคำอื่น ๆ ที่ให้ความหมายในแนวเดียวกันนี้ก็จะสะดุดตาสะดุดใจผู้อ่านได้ดี

3) ฉาก อาจจะเป็นส่วนใดของโลกที่ไม่ค่อยมีใครไปมาหาสู่บ่อยนัก ยังเป็นดินแดนที่มีความมหัศจรรย์อยู่ หรือที่เกิดเหตุการณ์ประหลาดอยู่เป็นนิจุ และยังไม่มีการอธิบายได้ว่าเกิดจากอะไรไม่ว่าจะเป็นดินแดนในกลางทวีป ในป่าลึก ใต้สมุทร หรือในอวกาศ หรือแม้แต่ในดวงดาวอื่น และไม่ว่าเวลาในเรื่องจะเป็นปัจจุบัน อนาคต หรืออดีต ก็สามารถนำมาเป็นฉากของเรื่องได้ทั้งสิ้น

4) ทักษะของผู้เขียน ทักษะในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เขียนมักผ่านตัวละครคนหนึ่งในกลุ่มซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่สามารถเข้าใจในความลึกลับมหัศจรรย์ได้ดีกว่าผู้อื่น บุคคลผู้นี้จะช่วยอธิบายผู้อ่านเข้าใจถึงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปหรือปรากฏผลได้ต่าง ๆ นานา สุดแต่คาดการณ์กันในเชิงวิทยาศาสตร์

5) ตัวละคร ตัวละครเอกของเรื่องมักเป็นมนุษย์ในโลก แต่ตัวละครอื่น ๆ อาจจะเป็นมนุษย์หรือมนุษย์นอกพิภพหรือเป็นได้แม้กระทั่งหุ่นยนต์หรือสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การบรรยายลักษณะของตัวละครตลอดจนอุปนิสัยของผู้มีลักษณะต่างกันเช่นนี้ จึงต้องอาศัยความละเอียดรอบคอบและรอบรู้มากจึงจะสมจริง

6) โครงเรื่อง โครงเรื่องของนิยายวิทยาศาสตร์บางเรื่องอาจจะซับซ้อนแล้วค่อย ๆ คลี่คลายในภายหลัง แต่ไม่ควรสลับซับซ้อนจนผู้อ่านเกิดความงงงัน ทำให้วัยรุ่นที่มีความอดทนน้อย อาจเลิกอ่านเสียกลางคัน อย่างไรก็ตาม ความแปลกใหม่ของโครงเรื่องเป็นที่ต้องการของผู้อ่าน เช่นเดียวกับนิยายประเภทอื่น ๆ

7) แก่นของเรื่อง แก่นของเรื่องการเดินทางในอวกาศ การเดินทางในมิติเวลาที่แตกต่างกันไป การค้นพบที่มีความมหัศจรรย์ สิ่งประดิษฐ์ที่แสนวิเศษ เหล่านี้ เป็นต้น อันจะช่วยกระตุ้นหรือยั่วให้เกิดความริเริ่ม และสร้างสรรค์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แก่วัยรุ่นของชาติได้

8) ลีลาการเขียน ในนิยายเชิงวิทยาศาสตร์อาจมีการเอ่ยถึงทฤษฎี หรือศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้เขียนจำเป็นต้องอธิบายให้ผู้อ่านทราบโดยฉับพลัน เพื่อมิให้เรื่องที่จะดำเนินต่อไป ต้องมีดมนลงเพราะความไม่เข้าใจคำเหล่านั้น

9) บทสนทนา บทสนทนาในนิยายวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องที่จำเป็นมาก เพราะช่วยคลี่คลายความมึนงงหรือสับสน หรือแปลกประหลาดที่เกิดขึ้นในเรื่องได้เป็นอย่างดี แต่การสนทนาควรดำเนิน เมื่อเหตุการณ์เริ่มต้นเหล่านั้นผ่านไปแล้ว ทั้งนี้ควรดูตามความเหมาะสม

10) เนื้อหา จะมีทั้งการผจญภัย ความตื่นเต้นจำเริญใจ อาจมีการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินบ้าง แม้แต่ตัวเอกของเรื่อง ก็ไม่ควรแคล้วคลาดอันตรายไปทุกครั้ง ควรคำนึงถึงความสมจริงประกอบด้วย การดำเนินเรื่อง รูปเล่ม การสนองความต้องการของวัยรุ่น และการสอดแทรกคุณธรรมสำหรับวัยรุ่น

บุญยงค์ เกิดเทศ ( อดุลย์ วงศ์ก้อม. 2544 : 51 ; อ้างอิงจาก บุญยงค์ เกิดเทศ. 2524 : 303) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ลำดับแรกจะต้องมีการวางเค้าโครงเรื่องอย่างคร่าว ๆ เพื่อที่จะได้เขียนและสร้างเสริมส่วนต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ตาม Plot ที่วางไว้ในขั้นตอนนี้ต้องกำหนดจุดเริ่มเรื่อง การลำดับเนื้อหา ตลอดจนจุดจบของเรื่องให้พร้อม

ขั้นตอนการเขียนนิยายเป็นกลวิธีเฉพาะสำหรับผู้เขียนจะคิดค้นเพื่อให้เหมาะสมกับนิยายของตน การเขียนนิยายไม่ใช่การเขียนสารคดี หรือบทความ จึงไม่สามารถกำหนดสูตรตายตัวลงไปได้ ข้อเสนอแนะที่ดีสำหรับผู้ใฝ่ใจในการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ คือ ต้องอ่านให้มากแล้วลงมือให้ผู้อื่นมีโอกาสได้พิจารณาจากผลงาน

## 5. เอกสารที่เกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

นิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction) ที่ผู้วิจัยใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาความสามารถในการคิดจินตนาการของผู้เรียน เป็นการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์บนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยจะขออธิบายเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ตามที่ได้ศึกษาค้นคว้า ดังต่อไปนี้

### 5.1 ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Book) หรือที่นิยมเรียกกันแพร่หลายว่า e-book เป็นนวัตกรรมใหม่ทางด้านวงการหนังสือ หอสมุด และเทคโนโลยีการศึกษา สำหรับทางวิชาชีพห้องสมุดแล้ว e-book จะเป็นพัสดุห้องสมุดยุคใหม่ที่เปลี่ยนจากรูปแบบดั้งเดิมซึ่งเป็นหนังสือที่ผลิตจากการเขียนหรือพิมพ์ตัวอักษรหรือภาพกราฟิกลงในแผ่นกระดาษ หรือวัสดุชนิดอื่น ๆ เพื่อบันทึกเนื้อหาสาระในรูปแบบตัวหนังสือ รูปภาพ หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่นที่ใช้กันปกติทั่วไปจากอดีตถึงปัจจุบัน เปลี่ยนมาบันทึก และนำเสนอเนื้อหาสาระทั้งหมดเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบสัญญาณดิจิทัลลงในสื่อ

อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่าง ๆ เช่น แผ่นซีดีรอม (CD-ROM) ปาล์มบุค (Plam Book) หนังสือในระบบเครือข่าย (Online Book) หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์รูปแบบอื่น ๆ ซึ่งรวมเรียกว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หรือ e-book (จิระพันธ์ เดมะ. 2545 :1)

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) จะเป็นรูปแบบของหนังสือรูปแบบใหม่ในยุคต้นของสหัสวรรษนี้ขึ้นไป ทั้งนี้เพราะด้วยเหตุผลด้านบริบทความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องของเทคโนโลยีด้านข่าวสารอย่างทุกวันนี้ส่งผลทำให้เชื่อได้ว่า แนวโน้มของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ซึ่งนับวันจะยิ่งมีการพัฒนาทั้งรูปลักษณะและความสามารถ และได้รับความนิยมจากมหาชนมากขึ้น ซึ่งจะเข้าแทนที่หนังสือที่เป็นสิ่งพิมพ์ปกติที่เคยมีบทบาทในการทำหน้าที่บันทึก และถ่ายทอดองค์ความรู้จากผู้เขียนสู่ผู้อ่านมาช้านานนับหลายศตวรรษในอนาคตอย่างแน่นอน ทั้งนี้เพราะหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นหนังสือที่นำเอาเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ซึ่งมีศักยภาพครบถ้วน ทั้งทางด้านการบันทึกและการนำเสนอการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ หรือองค์ความรู้สู่ผู้อ่านในรูปแบบของสัญญาณดิจิทัล ที่สามารถทำหน้าที่พื้นฐานเช่นเดียวกับหนังสือแบบเดิมเล่มดี ๆ ได้ทุกประการ และศักยภาพของคอมพิวเตอร์ด้านอื่น ๆ สามารถบันทึกข้อมูลได้ในปริมาณมาก สามารถเรียกมาอ่าน ปรับปรุงแก้ไขได้ ทำสำเนาหรือโอนข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบด้านอื่น ๆ ที่จะช่วยให้ผู้อ่านสามารถปฏิสัมพันธ์กับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างกว้างขวาง ตลอดจนมีศักยภาพด้านอื่น ๆ อีกมากมายสนองความต้องการของผู้อ่านในขณะที่อ่านหนังสือ เป็นต้น คุณลักษณะดังกล่าวของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทำให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีศักยภาพสูงกว่าหนังสือปกติหลายเท่า ซึ่งจะเป็นเหตุผลโดยรวมที่หนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะเข้ามาแทนที่บทบาทหนังสือปกติดังได้กล่าวมาข้างต้น

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อสำเร็จรูปยุคใหม่(Neo Programmed Instructional Media) ชนิดหนึ่งที่มีการจัดระบบการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมเสริมการเรียนรู้เป็นอย่างดี ผู้อ่านสามารถอ่านและเรียนรู้เนื้อหาสาระในเล่มได้ตามความสนใจและความแตกต่างของแต่ละบุคคล มีการเปิดโอกาสให้ผู้อ่านได้ฝึกทักษะ หรือแบบฝึก หรือข้อคำถามสำหรับผู้อ่านหรือผู้เรียนสามารถตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนด้วยตนเองจากโปรแกรมที่มีในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

สุทิน ทองไสว (2547 : 46) กล่าวไว้ว่า e-book หรือ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คือ เอกสารที่มีขนาดเหมาะสม ซึ่งสามารถจัดเก็บเผยแพร่ หรือจำหน่ายได้ด้วยอุปกรณ์และวิธีการอิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้ใช้สามารถอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับอ่าน e-book ที่เรียกว่า “e-book Reader”

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง หนังสือหรือเอกสารที่ผู้อ่านสามารถอ่านผ่านทางอิเล็กทรอนิกส์ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกพาอื่น ๆ ได้ สำหรับหนังสือหรือเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จะมีความหมายรวมถึงเนื้อหาที่ถูกดัดแปลงอยู่ในรูปแบบที่สามารถแสดงผลออกมาได้ โดยเครื่องมือ

อิเล็กทรอนิกส์ แต่ก็ให้มีลักษณะการนำเสนอที่สอดคล้องและคล้ายคลึงกับการอ่านหนังสือทั่ว ๆ ไป ในชีวิตประจำวัน แต่จะมีลักษณะพิเศษ คือ สะดวกและรวดเร็วในการค้นหา และผู้อ่านสามารถอ่านพร้อม ๆ กันได้ โดยไม่ต้องรอให้อีกฝ่ายส่งคืนห้องสมุด เช่นเดียวกับหนังสือในห้องสมุดทั่ว ๆ ไป

ประภาพรณ หิรัญวัชรพฤษ (2545 : 43 ) กล่าวไว้ว่า คำว่า e-book ได้นิยามไว้ว่าเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งต้องอาศัยเครื่องมือในการอ่านหนังสือประเภทนี้ คือฮาร์ดแวร์ (Hardware) อาจเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พกพาอื่น ๆ พร้อมติดตั้งระบบปฏิบัติการหรือซอฟต์แวร์ (Software) ที่สามารถอ่านข้อความต่าง ๆ เช่น ออแกไนเซอร์แบบพกพา, Pocket PC หรือพีดีเอ (PDA) เป็นต้น สำหรับการดึงข้อมูลหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่บนเว็บไซต์ที่ให้บริการทางด้านนี้มาอ่าน โดยใช้วิธีการดาวน์โหลดผ่านทางอินเทอร์เน็ตเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของชนิดของไฟล์บางประเภทที่ไม่สามารถอ่านข้อมูลได้ จึงมีการแก้ปัญหาโดยนำซอฟต์แวร์บางตัวมาช่วยในการอ่านข้อมูลจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้อ่านข้อมูลจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนข้อมูลออกมาเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

## 5.2 พัฒนาการของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ในปี 1938 H.G.Wells ได้ตีพิมพ์ลงในหนังสือสารานุกรมที่ชื่อว่า World Brain ซึ่งเป็นแหล่งความรู้ที่สมบูรณ์และมีวิสัยทัศน์ที่กว้างไกล โดยได้รวบรวมองค์ความรู้ทุกอย่างที่เกิดขึ้นจากมันสมองของมนุษย์มาไว้ที่นี่ จากหนังสือชุดนี้ได้มีการนำแนวความคิดต่าง ๆ มาเรียบเรียงใหม่และก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่พลิกโฉมหน้าไปสู่การเป็นห้องสมุดดิจิทัล

ในปี 1945 Vannevar Bush ได้ตีพิมพ์บทความที่ชื่อว่า As We May Think ลงในวารสาร The Atlantic Monthly ซึ่งเขาได้ประมวลความคิดเกี่ยวกับ The Memory Extender หรือที่เรียกว่า Memex ซึ่งใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Electro-mechanical Device ซึ่งสามารถบรรจุองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นในโลกโดยใช้เทคนิค Micro Reduction

ในปี 1968 Alan Kay จากบริษัท KayPro frame ซึ่งเป็นผู้ประดิษฐ์ในยุคแรก ๆ ของ Portable PCs ได้ประดิษฐ์ cardboard จำลองให้แก่ the Dynabook ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีจอภาพที่มีความละเอียดสูงมากในการดูข้อความ ซึ่งเคยได้เรียกมันว่า “ซูเปอร์กระดาษเสมือน (something like superpaper)” และยังแนะนำว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นี้จะถูกเข้ามาแทนที่กระดาษในอนาคต

ในปี 1971 Michael Hart ได้ทำการบันทึกเอกสารเป็นครั้งแรกในรูปแบบของเอกสารฉบับเต็ม (Full text) โดยเก็บลงในฐานข้อมูล และสามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านั้นได้ จากเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรมของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (University of Illinois) ต่อมาได้เกิดโครงการ

กลูเตนเบิร์ก (Project Gutenberg) ขึ้นเพื่อพัฒนาไปสู่การจัดเก็บวรรณกรรมคลาสสิกไว้ในห้องสมุด และสามารถสืบค้นได้ทางอินเทอร์เน็ต

ในปี 1981 ได้จัดทำศัพท์สัมพันธ์ขึ้นคือ The Random House Electronic Thesaurus ซึ่งได้กลายมาเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เล่มแรกในโลกที่ใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

หลังจากนั้นอีก 2 ทศวรรษ และในวันที่ 29 มีนาคม 1999 บริษัท netLibrary<sup>TM</sup> ได้ประกาศว่า จะเปิดบริการหนังสืออิเล็กทรอนิกส์บนอินเทอร์เน็ต โดยสามารถใช้บริการได้ที่ [www.netLibrary.com](http://www.netLibrary.com) จากประกาศนี้ของบริษัท netLibrary ได้เปิดช่องให้ห้องสมุดและลูกค้าสามารถเข้ามาดูและสืบค้น รวมไปถึงการยืมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นแหล่งทรัพยากรประเภทหนังสืออ้างอิงได้ทุกที่ทุกเวลา โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และอินเทอร์เน็ตบราวเซอร์เป็นช่องทางในการสืบค้น

หลังจากช่วงนี้ ได้มีการพัฒนาความก้าวหน้าของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปอย่างรวดเร็ว และสะดวกมากขึ้น โดยสามารถส่งข้อมูลโดยตรงไปยังผู้ใช้บริการได้เลย และในช่วงปี 1980-1990 ได้เกิดผลกระทบจากการตั้งเป้าหมายที่เป็นผู้ซื้อในตลาดหนังสือในระดับอุดมศึกษาขึ้น โดยคาดว่า จะมีนักศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายนั้นจะซื้อตำราหนังสือที่อยู่ในรูปของอิเล็กทรอนิกส์ และคาดว่าจะได้รับการต้อนรับในแต่ละภาคเรียนด้วยแต่สุดท้ายแนวความคิดในการซื้อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ก็ค่อยๆ จางหายไปและเมื่อไม่นานมานี้ได้มีรูปแบบการบริการ ผ่านอินเทอร์เน็ตเกิดขึ้นโดยใช้แอปพลิเคชันอินเทอร์เน็ต เช่น การใช้เว็บเพจเพื่อการนำเสนอในการอ่าน นอกจากนี้ ยังมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้เป็นช่องทางไปสู่ห้องสมุดทุกประเภทในการแสวงหาหนังสือที่มีในห้องสมุดเท่านั้น

### 5.3 ประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เบเกอร์ (จิระพันธ์ เดมะ. 2545: 5; อ้างอิงจาก Baker. 1992) ได้แบ่งประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ออกเป็น 10 ประเภท ดังนี้คือ

5.3.1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือหรือแบบตำรา (Textbook) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประเภทนี้ เน้นการจัดเก็บและนำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือ และภาพประกอบในรูปแบบหนังสือปกติที่พบเห็นทั่วไป หลักหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ชนิดนี้สามารถกล่าวได้ว่าเป็นการแปลงหนังสือจากสภาพสิ่งพิมพ์ปกติเป็นสัญญาณดิจิทัล เพิ่มศักยภาพเดิมการนำเสนอ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้อ่านกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้วยศักยภาพของคอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐาน เช่น การเปิดหน้าหนังสือ การสืบค้น การคัดลอก เป็นต้น

5.3..2) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสืออ่าน เป็นหนังสือมีเสียงคำอ่าน เมื่อเปิดหนังสือจะมีเสียงอ่าน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้เหมาะสำหรับเด็กเริ่มเรียน หรือ สำหรับฝึกออกเสียง หรือฝึกพูด (Talking Books) เป็นต้น หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ชนิดนี้เป็นการเน้นคุณลักษณะด้านการนำเสนอเนื้อหาที่ทั้งเป็นตัวอักษร และเสียงเป็นคุณลักษณะหลัก นิยมใช้กับกลุ่มผู้อ่านที่มีระดับทักษะทางภาษาโดยเฉพาะด้านการฟังหรือการอ่านค่อนข้างต่ำเหมาะสำหรับการเริ่มต้นเรียนภาษาของเด็ก ๆ หรือผู้ที่กำลังฝึกภาษาที่สอง หรือฝึกภาษาใหม่ เป็นต้น

5.3.3) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือภาพนิ่ง หรืออัลบั้มภาพ (Static Picture Books) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณลักษณะหลักเน้นจัดเก็บข้อมูล และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพนิ่ง (Static Picture) หรืออัลบั้มภาพเป็นหลัก เสริมด้วยการนำศักยภาพของคอมพิวเตอร์มาใช้ในการนำเสนอ เช่น การเลือกภาพที่ต้องการ การขยายหรือย่อขนาดของภาพหรือตัวอักษร การสำเนาหรือถ่ายโอนภาพ การแต่งเติมภาพ การเลือกเฉพาะส่วนของภาพ (Cropping) หรือเพิ่มข้อมูลเชื่อมโยงภายใน (Linking Information) เช่น เชื่อมข้อมูลอธิบายเพิ่มเติม เชื่อมข้อมูลเสียงประกอบ เป็นต้น

5.3.4) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือภาพเคลื่อนไหว (Moving Picture Books) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เน้นการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพวีดิทัศน์ (Video Clips) หรือภาพยนตร์สั้น (Films Clips) ผสมกับข้อมูลสนเทศที่อยู่ในรูปตัวหนังสือ (Text Information) ผู้อ่านสามารถเลือกชม ศึกษาข้อมูลได้ ส่วนใหญ่นิยมนำเสนอข้อมูลเหตุการณ์ประวัติศาสตร์สำคัญ ๆ เช่น ภาพเหตุการณ์สงครามโลก ภาพการกล่าวสุนทรพจน์ของบุคคลสำคัญ ๆ ของโลกในโอกาสต่าง ๆ ภาพเหตุการณ์ความสำเร็จหรือสูญเสียของโลก เป็นต้น

5.3.5) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือสื่อประสม (Multimedia Books) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่นำเสนอข้อมูลเนื้อหาสาระในลักษณะแบบสื่อผสมระหว่างสื่อภาพ (Visual Media) ที่เป็นทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวกับสื่อประเภทเสียง (Audio Media) ในลักษณะต่าง ๆ ผสมกับศักยภาพของคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกันกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว

5.3.6) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือสื่อหลากหลาย (Polymedia Books) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับหนังสือแบบสื่อประสม แต่มีความหลากหลายในคุณลักษณะด้านความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลภายในเล่มที่บันทึกในลักษณะต่าง ๆ เช่น ตัวหนังสือ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ดนตรี และอื่น ๆ เป็นต้น

5.3.7) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือเชื่อมโยง (Hypermedia Book) เป็นหนังสือที่มีคุณลักษณะสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาสาระภายในเล่ม (Internal Information Linking) ซึ่งผู้อ่านสามารถคลิกเพื่อเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาสาระที่ออกแบบเชื่อมโยงกันภายในเล่ม การเชื่อมโยงเช่นนี้มี

คุณลักษณะเช่นเดียวกันกับบทเรียนโปรแกรมแบบแตกกิ่ง (Branching Programmed Instruction) นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงกับแหล่งเอกสารภายนอก (External or online Information Sources) เมื่อเชื่อมต่อเชื่อมระบบอินเทอร์เน็ต หรือ อินทราเน็ต

5.3.8) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสืออัจฉริยะ (Intelligent Electronic Books) เป็นหนังสือสื่อประสม แต่มีการใช้โปรแกรมขั้นสูงที่สามารถมีปฏิริยา หรือปฏิสัมพันธ์กับผู้อ่านเสมือนกับหนังสือมีสติปัญญา (อัจฉริยะ) ในการโต้ตอบ หรือคาดคะเนในการโต้ตอบ หรือมีปฏิริยากับผู้อ่าน (ดังตัวอย่างการทำงานของโปรแกรม Help ใน Microsoft Word เป็นต้น

5.3.9) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อหนังสือทางไกล (Telemedia Electronic Books) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้มีคุณลักษณะหลัก ๆ คล้ายกับ Hypermedia Electronic Book แต่เน้นการเชื่อมโยงกับแหล่งข้อมูลภายนอกผ่านระบบเครือข่าย (Online Information Resources) ทั้งที่เป็นเครือข่ายเปิด และเครือข่ายเฉพาะสมาชิกของเครือข่าย

5.3.10) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือไซเบอร์สเปส (Cyberspace Book) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้ มีลักษณะเหมือนกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์หลาย ๆ แบบที่กล่าวมาแล้วมาผสมกัน สามารถเชื่อมโยงข้อมูลทั้งจากแหล่งภายในและภายนอก สามารถนำเสนอข้อมูลในระบบสื่อที่หลากหลาย สามารถปฏิสัมพันธ์กับผู้อ่านได้หลากหลายมิติ

การสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ในงานวิจัยนี้ ดำเนินการโดยผู้เรียนเขียนนิยายวิทยาศาสตร์บนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในคอมพิวเตอร์ซึ่งจัดนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์จัดเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือหรือตำราเรียน

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ยังสามารถแบ่งประเภทตามชนิดของสื่อที่ใช้ในการนำเสนอ และองค์ประกอบของเครื่องอำนวยความสะดวกภายในเล่ม สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทหลัก ๆ ดังต่อไปนี้ (Baker and Gill. 1992d)

1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทบรรจุหรือบันทึกข้อมูล เนื้อหาสาระเป็นหมวดวิชา หรือรวมวิชาโดยเฉพาะเป็นหลัก (Some Particular Subject Area)

2) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทบรรจุข้อมูล เนื้อหาสาระเป็นหัวเรื่องหรือชื่อเรื่องเฉพาะเรื่อง (a Particular Topic Area) เป็นหลัก หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้จะมีเนื้อหาใกล้เคียงกับประเภทแรกแต่ขอบข่ายแคบกว่าหรือจำเพาะเจาะจงมากกว่า

3) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทบรรจุข้อมูล เนื้อหาสาระ และเทคนิคการนำเสนอ ขั้นสูงที่มุ่งเน้นเพื่อสนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรม (Support of Learning and Training Activities)

4) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทบรรจุข้อมูล เนื้อหาสาระเน้นเพื่อการทดสอบหรือสอบวัดผลเพื่อให้ผู้อ่านได้ศึกษาและตรวจสอบวัดระดับความรู้ หรือความสามารถของตนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง (to support testing, quizzing and assessment activities about any particular topic)

นอกจากรูปแบบที่ได้กล่าวแล้ว หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ยังได้รับการพัฒนาให้มีศักยภาพในการตอบสนองความต้องการของผู้อ่าน หรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อ่าน (End-user Interfaces) และสามารถเป็นแหล่งความรู้และสื่อการเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางอีกด้วย (Baker 1992a, 1992c, Baker and Gill 1992c)

#### 5.4 รูปแบบไฟล์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ในการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สามารถเลือกได้ 4 รูปแบบ คือ

Hyper Markup Language (HTML),

Portable Document Format (PDF),

Peanut Markup Language (PML) และ

Extensive Markup Language (XML) ซึ่งมีรายละเอียดของไฟล์แต่ละประเภท ดังนี้

HTML เป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมสูงสุด มักจะมีนามสกุลของไฟล์หลาย ๆ แบบ เช่น .htm หรือ .html เป็นต้น ซึ่งได้รับความนิยมอย่างสูง เนื่องจากบราวเซอร์ในการเข้าชมเว็บ เช่น Internet Explorer หรือ Netscape Communicator ที่ใช้กันทั่วโลกและสามารถอ่านไฟล์ HTML ได้

XML ก็มีลักษณะเดียวกันกับไฟล์ประเภท HTML นั่นเอง

PDF ไฟล์ประเภท PDF หรือที่เรียกว่า Portable Document Format นี้ถูกพัฒนาโดย Adobe System Inc เพื่อจัดเอกสารให้อยู่ในรูปแบบที่เหมือนกับเอกสารพร้อมพิมพ์และสามารถอ่านได้ โดยใช้ระบบปฏิบัติการจำนวนมาก ซึ่งรวมถึงอุปกรณ์ e-book Reader ของ Adobe ด้วย

PML พัฒนาโดย Peanut Press เพื่อใช้สำหรับสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะ อุปกรณ์พกพาต่าง ๆ ที่สนับสนุนไฟล์ประเภท PML นี้จะสนับสนุนไฟล์นามสกุล .pdb ด้วย

#### 5.5 ซอฟต์แวร์ในการเขียนและการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ซอฟต์แวร์ที่จำเป็นสำหรับการทำงานของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะแบ่งซอฟต์แวร์ออกเป็น 2 ประเภทคือ

5.5.1) ซอฟต์แวร์สำหรับเขียน

5.5.2) ซอฟต์แวร์สำหรับอ่าน

ซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการอ่าน จะถูกติดตั้งอยู่กับอุปกรณ์ของผู้ใช้ทั่วไป แต่ซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการเขียนมักจะใช้กันเฉพาะในสำนักพิมพ์หรือในกลุ่มของผู้เขียนเท่านั้น

การเลือกใช้ซอฟต์แวร์ตัวใดจะขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงาน รวมไปถึงอุปกรณ์ที่ผู้ใช้อยู่และความต้องการส่วนตัวของผู้ใช้ ผู้ใช้บางรายต้องการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออาจต้องการอ่านผ่านอุปกรณ์พกพา

ซอฟต์แวร์สำหรับการเขียน สามารถสั่งซื้อผ่านทางอินเทอร์เน็ตโดยการเลือกใช้จะต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของฮาร์ดแวร์ที่ผู้ใช้อยู่ในโปรแกรม ExeBook Self-Publisher : มีฟังก์ชันต่าง ๆ ตามมาตรฐานไม่ซับซ้อนมากนัก เหมาะสำหรับมือใหม่ที่จะเริ่มหัดสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีจำหน่ายทางเว็บไซต์ [www.exebook.com](http://www.exebook.com) ซึ่งเว็บไซต์นี้จะรับเป็นตัวแทนจำหน่ายหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เราเขียนด้วยโปรแกรม e-ditor : พัฒนาโดย [www.editorial.com](http://www.editorial.com)

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้แก่ Adobe Acrobat eBook Reader และ Microsoft Reader แต่สำหรับอุปกรณ์พกพาอย่างปาล์มนั้น จะใช้ซอฟต์แวร์ตัวอื่นแทน เช่น Plam Reader

## 5.6 ฮาร์ดแวร์สำหรับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ฮาร์ดแวร์สำหรับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถแบ่งตามผู้ใช้ ออกเป็น 3 กลุ่มคือ

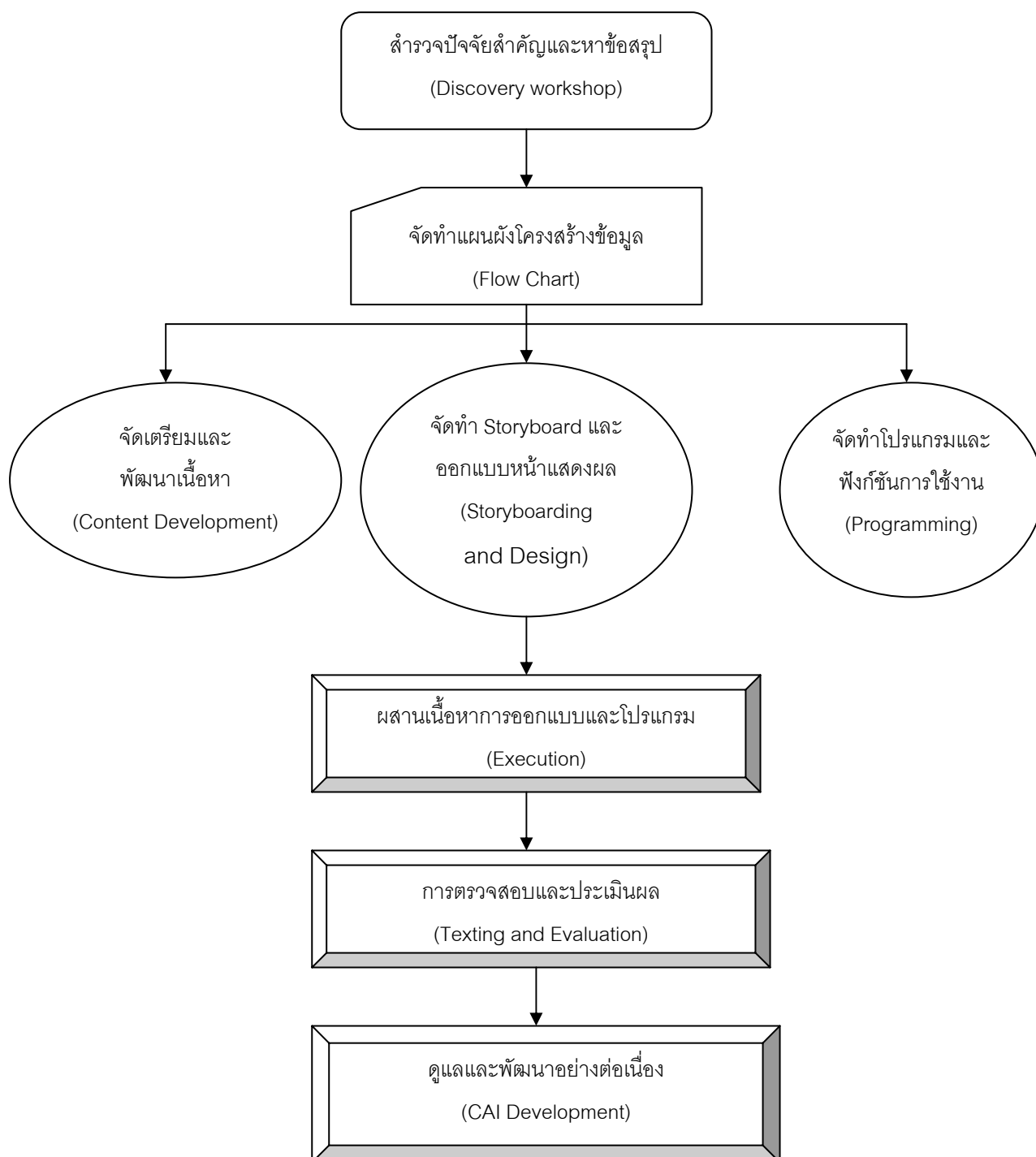
5.6.1) กลุ่มผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ Decktop และเครื่องคอมพิวเตอร์ Notebook

5.6.2) กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์พกพาต่าง ๆ

5.6.3) กลุ่มผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ซีพียู (CPU) ระดับเพนเทียม (Pentium) ซึ่งสามารถอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้แทบทั้งสิ้นเพียงแต่ให้ติดตั้งซอฟต์แวร์บางตัวเพิ่มเติมลงไปเท่านั้น

## 5.7 กระบวนการจัดทำและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ก่อนที่จะลงมือจัดทำ หรือพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้น ควรคำนึงขั้นตอนและกระบวนการจัดทำที่ถูกต้องและเหมาะสม โดยศึกษาให้เข้าใจถึงขั้นตอน และกระบวนการจัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกต้องว่ามีขั้นตอนการดำเนินงานอย่างไร จากนั้นจึงนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการลงมือปฏิบัติจริง เมื่อเราต้องการจัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหนังสือเล่มใดเล่มหนึ่ง จะมีกระบวนการจัดทำและพัฒนาโครงสร้างพอสั่งเขปต่อไปนี้



ภาพประกอบ 5 กระบวนการจัดทำและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

## 5.8 ข้อดีของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เมื่อเปรียบเทียบกับหนังสือ

สุทิน ทองใสว (2547 : 47) กล่าวเกี่ยวกับข้อดีของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ไว้ในวารสารวิชาการ ดังนี้คือ

1) ประหยัดพื้นที่ในการเก็บ เนื่องจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้สร้างขึ้นมาให้อยู่ในรูปของไฟล์ดิจิทัล ผู้ใช้สามารถจัดเก็บหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้หลายเล่ม ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว หรือบนที่กึ่งกลางบนแผ่นซีดี-รอม ที่มีขนาดกะทัดรัดได้ ในขณะที่การจัดเก็บหนังสือจำนวนมากนั้น จะต้องอาศัยชั้นวางหนังสือขนาดใหญ่ และสิ้นเปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บมาก

2) การมีระบบนำวิเคชั่น (Navigation) และไฮเปอร์ลิงค์ (Hyperlinks) ทำให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูล และเนื้อหาสาระสำคัญที่มีอยู่ภายในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ง่ายกว่าค้นหาจากหนังสือ

3) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์บางเล่ม (ไฟล์) จะอ้างอิงถึงชื่อเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ เมื่อผู้ใช้คลิกที่ลิงค์ (Link) หรือชื่อเว็บไซต์นั้น ๆ ก็สามารถเข้าสู่เว็บไซต์ได้ทันที

4) กระบวนการจัดทำและการผลิตนั้น หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถจัดทำและผลิตได้รวดเร็วกว่าการจัดพิมพ์หนังสือทั่วไป และในกรณีที่ข้อผิดพลาดระหว่างจัดทำ ก็สามารถควบคุมและแก้ไขได้ง่ายกว่า

จะเห็นได้ว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อที่มีประโยชน์และมีข้อดีหลายประการ แต่การจะนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้งานให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ก็ขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดทำและการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ว่าผู้จัดทำจะสามารถสร้างสรรค์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้นๆ ให้มีคุณภาพมากน้อยเพียงใดสิ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีคุณภาพก็คือ กระบวนการจัดทำที่เป็นระบบมีลำดับขั้นตอน การวางแผนและการดำเนินงานที่ชัดเจน รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการเลือกสื่อและวิธีการนำเสนอสื่ออย่างเหมาะสมจะเป็นการช่วยสนับสนุนให้สามารถถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี สื่อแต่ละชนิดจะมีจุดเด่นจุดด้อยแตกต่างกันออกไป ฉะนั้น ในการเลือกสื่อ เราต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- คุณสมบัติของสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้
- บุคลิกลักษณะของผู้เรียนและสื่อที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้
- สภาพแวดล้อมในการเรียนและอุปกรณ์ที่ช่วยสื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 6.1.1 งานวิจัยในประเทศ

กัญญารัตน์ ทองมัน (2534: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิไลพร คำเพราะ (อุบลรัตน์ อานามวงษ์. 2548: 19; อ้างอิงจาก วิไลพร คำเพราะ. 2538: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เรวดี ศุภมั่งมี (2542: ออนไลน์) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง สารรอบตัว สูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สุรศักดิ์ เมาเพือก (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าการสอนโดยคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

มนมนัส สุดสิ้น (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และ

ความสามารถในการคิดที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมิติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุธรรม ชุมพร้อมญาติ(2544: ออนไลน์) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือกับการสอนแบบสืบเสาะของนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านเนื้อหาของนักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือสูงกว่าการสอนแบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอนทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน

กาญจนา ฉัตรศรีตระกูล (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานภูมิปัญญาไทย การคิดแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกการทำภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบสืบเสาะ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้แบบฝึกการทำโครงงานภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบสืบเสาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ลักษณีย์ โคตรสีเขียว (2545: ออนไลน์) ได้ศึกษาการใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แล้วความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อาภาพร สิงหาราช (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามคอนสตรัคติวิซึมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ธวัชชัย วิจารณนิกรกิจ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จากการสอนแบบสืบค้นด้วยตนเองกับการสอนแบบบรรยาย ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบค้นด้วยตนเองกับการสอนแบบบรรยายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการสอนแบบสืบค้นด้วยตนเองสูงกว่าก่อนได้รับการสอน

#### 6.1.2 งานวิจัยต่างประเทศ

วิลเลียม (William. 1981:1605-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เดิม กลุ่มควบคุม 43 คน ส่วนแบบเดิมทำการสอนเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

คอลลินส์ (Collin. 1990: 2783-A) ได้ศึกษารูปแบบการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้ไคคิดและเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย 4 ครั้ง ๆ 5 นาที เนื้อหาที่ใช้อภิปรายนั้นเป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยาและทฤษฎีเซต ทั้งสองกลุ่มใช้การสืบเสาะตลอดเวลา จัดประสบการณ์ด้านต่าง ๆ เช่น จัดภาพยนตร์และตั้งปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

### 6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตามสภาพจริง

#### 6.2.1 งานวิจัยในประเทศ

จิตฐิพร ศิริตานนท์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการประเมินด้วยพอร์ทโฟลิโอที่มีต่อความรับผิดชอบ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

พบว่านักเรียนมีความรับผิดชอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ได้รับการประเมินด้วยพอร์ทโฟลิโอกับนักเรียนที่ได้รับการประเมินแบบปกติ นักเรียนมีความรับผิดชอบสูงขึ้นหลังจากได้รับการประเมินด้วยพอร์ทโฟลิโอและการประเมินแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

และนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ได้รับการประเมินด้วยพอร์ทโฟลิโอกับนักเรียนที่ได้รับการประเมินแบบปกติ นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น หลังจากที่ได้รับการประเมินด้วยพอร์ทโฟลิโอและการประเมินแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มที่ได้รับการประเมินด้วยพอร์ทโฟลิโอ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการประเมินแบบปกติและนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นหลังจากได้รับการประเมินด้วยพอร์ทโฟลิโอและการประเมินแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมศักดิ์ ภูวิภาดาธรรม (2544 : ออนไลน์) ได้พัฒนารูปแบบ ศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินตามสภาพจริงในการประกันคุณภาพการเรียนรู้ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษาของนักศึกษาระดับบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการประเมินตามสภาพจริงในทักษะด้านความรู้ ทักษะปฏิบัติ และเจตคติเกี่ยวกับการวิจัยทางการศึกษา

ผลการวิจัยครั้งนี้ได้รูปแบบการประเมินตามสภาพจริง เพื่อการประกันคุณภาพการเรียนรู้ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย เป้าหมายการเรียนรู้ ดัชนีบ่งชี้การเรียนรู้ การจัดโอกาสการเรียนรู้ การกำหนดชิ้นงาน และเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการประเมิน รูปแบบการประเมินผลดังกล่าวให้ผลเป็นที่น่าพึงพอใจกับผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะปฏิบัติ และเจตคติต่อการเรียน การวิจัยการศึกษา เมื่อพิจารณาด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการประเมินตามสภาพจริงของนักศึกษาครั้งนี้ พบผลเป็นที่น่าพึงพอใจเช่นเดียวกัน

รัชณี จรุงศิริวัฒน์ และ กุลจิรา รักชนคร (2546 : อัดสำเนา) ศึกษาทดลองการวัดและประเมินผลตามสภาพที่แท้จริง ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการดำเนินการทดลองและพัฒนาการวัดและประเมินผลตามสภาพที่แท้จริงในวิชาภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า

ผลที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียน นักเรียนมีความสุข พึงพอใจกับการเรียนการสอนที่เกิดจากการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง เพราะผลจากการสรุปคะแนนในปลายภาคของแต่ละภาคการเรียน นักเรียนสามารถผ่านเกณฑ์ทุกคน นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดจุดมุ่งหมายกิจกรรม และวิธีการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการประเมินผลการพัฒนาการเรียนรู้ นักเรียนได้ร่วมคิด ร่วมทำ ปฏิบัติเอง

ผลที่เกิดขึ้นกับผู้ปกครอง จากแบบประเมินที่ส่งให้ผู้ปกครองได้มีส่วนในการประเมินการเรียนของบุตรหลาน ปรากฏว่า ผู้ปกครองทุกคนเห็นด้วยกับวิธีการประเมินตามสภาพจริง ด้วยเหตุ

ที่ว่าเป็นวิธีการที่ดีที่จะได้รับทราบรับรู้พัฒนาการเรียนของบุตรหลาน ได้รู้จุดเด่นและจุดด้อยของบุตรหลาน ทำให้ได้มีโอกาสใกล้ชิดบุตรหลานของตนด้วย

ผลที่เกิดขึ้นกับครู อาจารย์ผู้สอนภาษาไทย เห็นว่าเป็นวิธีการและประเมินผลที่ดี มีวิธีการที่สอดคล้องกับแนวปฏิรูปการศึกษา วัดเด็กได้หลากหลาย และใช้หลายวิธีในการประเมินผล

ศิริพร มาวรณา (2546 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการนำเสนอข้อมูล ก่อนเรียนกับหลังเรียนจากการได้รับการสอนตามคู่มือครูโดยการแทรกกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสระโบสถ์วิทยาจารย์ จังหวัดลพบุรี จำนวน 37 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ใช้เวลาสอน 10 คาบ คาบละ 50 นาที

ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยแทรกกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริงสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อมรา เขียวรักษา (2548 : อัดสำเนา) ได้พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมเรื่อง การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง โดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน สำหรับครูวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้น และผลการใช้หลักสูตรการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ความเข้าใจ เจตคติ และความสามารถของครูผู้เข้ารับการฝึกอบรมในการนำความรู้เรื่องการประเมินผลตามสภาพจริงไปใช้พัฒนาผู้เรียน ในชั้นเรียนจริง รวมทั้งความคิดเห็นของครูผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อหลักสูตรการฝึกอบรม

ผลการศึกษา พบว่า หลักสูตรฝึกอบรมมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ครูผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ความเข้าใจหลังจากการฝึกอบรม ครูมีเจตคติต่อการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงอยู่ในเกณฑ์ดี ความคิดเห็นของครูที่มีต่อหลักสูตรฝึกอบรมอยู่ในระดับดีมาก และครูสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการฝึกอบรมไปใช้ในชั้นเรียนได้จริง และใช้ได้อยู่ในเกณฑ์ดี

จากเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสรุปได้ว่า การประเมินผลพัฒนาการเรียนการสอนหรือศักยภาพเป็นกระบวนการสำคัญ เพื่อชี้บอกพัฒนาการความสามารถการเรียนรู้ของนักเรียน การประเมินตามสภาพจริงที่กระทำควบคู่กับกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นวิธีการที่สามารถค้นหาความก้าวหน้า สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของผู้เรียนที่แสดงถึงการลงมือปฏิบัติในสภาพที่เกิดขึ้น มีความสอดคล้องกับลักษณะกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผลการประเมินมีความหมายต่อนักเรียนและสามารถพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนได้

ดังนั้นครูและบุคลากรทางการศึกษาควรตระหนักถึงความสำคัญของการประเมินตามสภาพจริงที่ควบคู่กับการจัดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยออกแบบการประเมินตามสภาพจริงมาใช้ประกอบการวิจัยด้วย โดยจะประเมินตามสภาพจริงนักเรียนทั้ง ก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนต่อไป

### 6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดจินตนาการ

#### 6.3.1 งานวิจัยในประเทศ

วิจิตรา พรหมบุตร (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้เทคนิคนาฏการประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู โดยที่กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย เขตบางรัก กรุงเทพฯ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งสอนโดยใช้เทคนิคนาฏการประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และกลุ่มควบคุม ซึ่งสอนด้วยการสอนตามคู่มือครูกลุ่มละ 30 คน

ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แต่ความสามารถในการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อดุลย์ วงศ์ก้อม (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนประกอบการใช้แบบฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์กับการสอนประกอบการฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนพรานกระต่าย อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนประกอบการใช้แบบฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนประกอบการฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการใช้แบบฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดเชิงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการใช้แบบฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นัยนา พรหมมา. (2546 : บทคัดย่อ) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านจินตนาการของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน จากการใช้สื่อการสอนทางศิลปะที่สร้างตามแนวทางของทฤษฎีเกสตัลท์ที่แทรกระหว่างเนื้อหาบททำนองเนื้อหา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเศรษฐเสถียร กรุงเทพฯ จำนวน 22 คน ใช้ระยะเวลาทดลอง 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 วัน วันละ 50 นาที

ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านจินตนาการของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน จากการใช้สื่อการสอนทางศิลปะที่สร้างตามแนวทางของทฤษฎีเกสตัลท์ที่แทรกระหว่างเนื้อหาบททำนองเนื้อหา ทั้งในภาพรวม และรายละเอียดรายด้าน ได้แก่ จินตนาการในการใช้สี, จินตนาการสร้างสรรค์, จินตนาการด้านเนื้อหา, จินตนาการออกแบบ และจินตนาการเทคนิควิธีการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### 6.3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

มัทนิก (อดุลย์ วงศ์ก้อม.2544 : 65; อ้างอิงจาก Mutnick. 1994 : 855) ได้ศึกษาวิเคราะห์ตำราและนิยายวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาและตีความหมายโครงสร้างทางสังคมซึ่งเป็นพื้นฐานการเขียนของนักเรียน และเพื่อให้ครูได้ตรวจสอบประสิทธิผลของโครงการเขียนและการอ่านขั้นพื้นฐาน (BMW) ซึ่งเริ่มโครงการในปี ค.ศ. 1990 ในมหาวิทยาลัยเมืองพิทซ์เบิร์กซึ่งเป็นเมืองที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม การประเมินรูปแบบโครงการ ในส่วนของสถานที่ วิธีการและรูปแบบในการศึกษา แสดงให้เห็นถึงการหลอมละลายของรูปแบบนิยายวิทยาศาสตร์ด้วยการแสดงโลกทัศน์ทางการเมืองอย่างชัดเจน เนื่องจากที่ตั้งของมหาวิทยาลัยอยู่ในเมืองนักศึกษามาจากประชากรที่มีความหลากหลาย จากการศึกษาเฉพาะกรณีซึ่งทำการวิเคราะห์และตีความตำราของนักเรียน ประวัติการศึกษาของนักเรียน และวรรณกรรมนิยายวิทยาศาสตร์ สะท้อนให้เห็นถึงช่องว่างทางวิชาการ ซึ่งถูกสกัดกั้นจากสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัย และการกีดกันคนผิวดำ เช่นเดียวกับการกีดกันผู้หญิง คนทำงาน ออกจากการศึกษาในระดับสูง ข้อเสนอจากการศึกษาเป็นการทำนายความเปลี่ยนแปลงในการศึกษาระดับสูง การศึกษาลักษณะโครงสร้างการเขียนจากสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัย เสนอข้อที่ควรปรับปรุง และแนวความคิดเกี่ยวกับโอกาสทางการศึกษา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการเสริมสร้างความสามารถในการคิดจินตนาการมีหลายรูปแบบด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคนิคการประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ การใช้แบบฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ ล้วนเสริมสร้างความคิดจินตนาการอันไร้ขีดจำกัด อีกทั้งมีการนำเสนอผลงานด้วยการแสดงงานด้านศิลปะ งานเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ ต่างสรุปตรงกันว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมีความสนใจในเรื่องของความคิดจินตนาการและนิยายวิทยาศาสตร์ จึงได้นำมาประยุกต์เข้ากับสื่ออิเล็กทรอนิกส์

เพื่อทำการศึกษาผลของการฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
และความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

## 6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนเชิงสร้างสรรค์

### 6.4.1 งานวิจัยในประเทศ

พิมพ์ประไพ ธีรขวงศ์ (2542 : ออนไลน์) ได้สร้างแผนการสอนการใช้กิจกรรมนิทาน เพื่อทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ และเปรียบเทียบความก้าวหน้าทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการใช้กิจกรรมนิทาน ผลการวิจัยพบว่า แผนการสอนการใช้กิจกรรมนิทานเพื่อพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนแสดงออก ทางการเขียนเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบของนิทานได้ และความก้าวหน้าทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กชกร สารราชฤทธิ์ (2544: ออนไลน์) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเขียนเชิง สร้างสรรค์วิชาภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนชินเนกติกส์กับการ สอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเขียนเชิงสร้างสรรค์ วิชาภาษาไทย ของนักเรียนที่ ได้รับการสอนแบบชินเนกติกส์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สุพิศ เนตรคำยวง (2548 : ออนไลน์) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการ เขียนเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการสอนการเขียนเชิงสร้างสรรค์ โดยใช้เทคนิคชินเนกติกส์ และเปรียบเทียบผลการใช้เทคนิคชินเนกติกส์ในการเขียนเชิงสร้างสรรค์กับ ลักษณะของกิจกรรมการเขียนที่ต่างกัน

ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความสามารถในการเขียนเชิงสร้างสรรค์ ที่เรียนโดยใช้ เทคนิคชินเนกติกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยเรื่องการเขียนเรื่อง จากสิ่งเร้าที่เป็นภาพ การเขียนเรื่องจากสิ่งเร้าที่เกิดจากการลิ้มรส การเขียนเรื่องจากสิ่งเร้าที่เป็นกลิ่น การเขียนเรื่องจากสิ่งเร้าที่เป็นเสียง การเขียนเรื่องจากสิ่งเร้าที่เกิดจากการสัมผัส และการเขียนเรื่อง จากสิ่งเร้าที่เกิดจากการบูรณาการสิ่งเร้าที่เป็นภาพ, การลิ้มรส, กลิ่น, เสียง และการสัมผัส และ นักเรียนที่เรียนการเขียนเชิงสร้างสรรค์โดยใช้เทคนิคชินเนกติกส์ ในกิจกรรมการเขียนเรื่องจากสิ่งเร้าที่ เกิดจากการลิ้มรส มีคะแนนความสามารถในการเขียนเชิงสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น รองลงมาคือกิจกรรมการ เขียนเรื่องจากสิ่งเร้าที่เป็นภาพ ส่วนการเขียนเรื่องจากสิ่งเร้าที่เกิดจากเสียง และการเขียนเรื่องจากสิ่ง เร้าที่เกิดจากการบูรณาการสิ่งเร้าที่เป็นภาพ, การลิ้มรส, กลิ่น, เสียง และการสัมผัส มีคะแนน ความสามารถในการเขียนเชิงสร้างสรรค์ต่ำที่สุด

นิยายวิทยาศาสตร์ถือเป็นงานเขียนสร้างสรรค์ชิ้นหนึ่ง ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน หากมีการสร้างกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้น ส่งเสริมให้เกิดทักษะการคิดตลอดเวลา มีความต่อเนื่อง นักเรียนก็ย่อมมีการพัฒนาศักยภาพทางสมอง พัฒนาทักษะกระบวนการคิดด้วย ฉะนั้นผู้วิจัยจึงพยายาม ศึกษา ค้นหาวิธีที่จะเสริมสร้างความสามารถในการคิดจินตนาการนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

## 6.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

### 6.5.1 งานวิจัยในประเทศ

สิทธิพร บุญญานุวัตร (2540: 23-37) ได้วิจัยเกี่ยวกับการนำเอาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการฝึกอบรมเรื่อง “การใช้โปรแกรมออโต้แคด (AutoCAD R13c4) ในการสร้างภาพ 2 มิติ” โดยสรุปประเด็นปัญหาไว้ 2 ประเด็น

ประการแรกคือ ขาดสื่อในการฝึกอบรมที่เหมาะสม เนื่องด้วยเวลาที่จำกัด การสอนโดยการบรรยายจากแผ่นใส หรือการเขียนลงบนกระดานแล้วให้ลงมือปฏิบัติกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนพะวงกับการจดเนื้อหาจนไม่เข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติ ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับการฝึกหัดทักษะไม่เพียงพอ

ประการที่สอง คือเอกสารและตำราส่วนใหญ่จะแปลมาจากต่างประเทศ ซึ่งไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับเริ่มต้น ซึ่งควรศึกษาจากหนังสือที่ผ่านการวิเคราะห์เนื้อหามาแล้ว เขาจึงได้นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้เป็นสื่อในการจัดฝึกอบรม โดยใช้ข้อดีของสื่อคือ ลดการสิ้นเปลืองวัสดุและพลังงานในการจัดทำสื่อแผ่นใส ช่วยในการใช้สื่อมีความสะดวกยิ่งขึ้น เพราะสามารถเรียกใช้ได้ทันที ไม่ต้องเสียเวลาในการค้นหาและจัดเรียงสื่อ อีกทั้งยังช่วยให้การอบรมนอกสถานที่มีความคล่องตัวยิ่งขึ้น เนื่องจากสามารถเก็บไว้ในแผ่นซีดีได้ การใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในการอบรมจะช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาวิชานั้น ๆ มากขึ้น

นอกจากนี้ยังได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรมีการนำเอาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปใช้ในการเรียนการสอนด้วย

เพ็ญภา พัทธชนม์ (2544:บทคัดย่อ) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กราฟิกเบื้องต้น และหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องกราฟิกเบื้องต้น ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ ที่ไม่เคยเรียนรายวิชา 263-201 เทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี จำนวน 30 คน ซึ่งเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน

ทิพย์มณฑา สดชื่น (2544 : ออนไลน์) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การถ่ายภาพเบื้องต้นด้วยโปรแกรม Adobe Acrobat สำหรับใช้ประกอบการเรียนวิชา 263-201 เทคโนโลยีการศึกษา แล้วหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การถ่ายภาพเบื้องต้น ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การถ่ายภาพเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ 87.5/83.44 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังจากที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ (2545 : ออนไลน์) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องนวัตกรรมการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พิเชษฐ เพียรเจริญ (2546 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สื่อการสอน เพื่อหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามเกณฑ์ 80/80 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ไม่เคยเรียนวิชา 263-201 เทคโนโลยีการศึกษามาก่อน จำนวน 55 คน ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สื่อการสอน มีประสิทธิภาพ 82.0/82.5 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สื่อการสอน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### 6.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ฮิกกินส์และฮีส (Higgin and Hess, 1998) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับคำศัพท์จากกลอนบทหนึ่งชื่อว่า “My Incredible Headache” ในซีดีรอม The New kid on the block ซึ่งเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับความนิยมจากนักเรียน มีคำและภาพเหมือนกับหนังสือปกติ แต่สามารถอ่านออกเสียงดัง ๆ เป็นคำ วลีและเรื่องราวเป็นรายบุคคล มีภาพเคลื่อนไหว และภาพที่ใช้เลือกวัตถุในภาพหนังสือ ของนักเรียนเกรด 3 จำนวน 15 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม นักเรียนในกลุ่มควบคุมให้อ่านพร้อมฟังเสียงจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และดูภาพเคลื่อนไหว

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งหมด ให้ความสนใจกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพราะมีภาพเคลื่อนไหว และได้รับความรู้ จากแบบสอบถามก่อนและหลังเรียนแตกต่างกัน

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่มีบทบาทต่อการศึกษายุคสมัยนี้ ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงนำมาใช้ในโรงเรียน ให้ผู้เรียนได้สัมผัส เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ อีกทั้งก่อให้เกิดผลต่อนักเรียนทั้งด้านผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นได้

## บทที่ 3

### การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกตัวอย่าง
2. การกำหนดเนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
3. การกำหนดแบบแผนการทดลอง
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การกำหนดประชากรและการเลือกตัวอย่าง

##### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 200 คน

##### การเลือกตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน คือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 จำนวน 40 คน

#### การกำหนดเนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

##### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1) สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

1) สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ แปลความหมายจากการพยากรณ์อากาศ อธิบายผลของลมฟ้าอากาศต่อการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2) สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบายและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติของโลกและกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม

### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- 1) อธิบายองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ
- 2) แสดงการวัดและอธิบายความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ
- 3) อธิบายการเกิดปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและเสนอแนะวิธีการป้องกันภัยที่เกิดจากปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ
- 4) อธิบายและแปลความหมายของสัญลักษณ์และข้อความในการพยากรณ์อากาศ
- 5) อธิบายและยกตัวอย่างกิจกรรมของมนุษย์และปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก

### สาระการเรียนรู้

บรรยากาศ แบ่งเป็น 5 หน่วยการเรียนรู้ย่อย คือ

- 1) อากาศที่ห่อหุ้มโลก
- 2) สมบัติของอากาศ
- 3) ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ
- 4) การพยากรณ์อากาศ
- 5) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก

### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง

### การกำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design ซึ่งมีรูปแบบการวิจัย ดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

| กลุ่มทดลอง | การทดสอบก่อนเรียน | ทดลอง | การทดสอบหลังเรียน |
|------------|-------------------|-------|-------------------|
| RE         | T <sub>1</sub>    | X     | T <sub>2</sub>    |

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

RE แทน กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction) ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling)

X แทน การจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์

T<sub>1</sub> แทน การทดสอบก่อนเรียน

T<sub>2</sub> แทน การทดสอบหลังเรียน

### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction)
- 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ
- 3) แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 4) แบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

#### การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction)

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction) ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ การจัดทำหน่วยการเรียนรู้ การจัดทำคำอธิบายรายวิชา จากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1-3)

2) จัดทำประมวลรายวิชา (Course Syllabus) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- 2.1) คำอธิบายรายวิชา
- 2.2) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- 2.3) กำหนดการสอน
- 2.4) การจัดกระบวนการเรียนรู้
- 2.5) การวัดและประเมินผล

3) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction) ประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 3.1) มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น
- 3.2) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- 3.3) สาระสำคัญ
- 3.4) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3.5) สาระการเรียนรู้
- 3.6) กิจกรรมการเรียนรู้
- 3.7) สื่อการเรียนรู้
- 3.8) การวัดและประเมินผล
- 3.9) บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

4) แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ มีขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน คือ

- 4.1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ครูนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ โดยเริ่มจากความสนใจของนักเรียน หรือการอภิปรายภายในกลุ่ม โดยใช้สื่อต่าง ๆ หรือครูเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน

- 4.2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น ใบความรู้ ป้ายนิเทศ สารสนเทศ ข่าวสารต่าง ๆ เป็นต้น

#### 4.3) <sup>ขั้น</sup>อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

นักเรียนข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอข้อมูลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ วาดรูป สร้างตารางการค้นพบ เขียนแผนผังความคิด เป็นต้น

#### 4.4) <sup>ขั้น</sup>ขยายความรู้ (Elaboration)

นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ด้วยการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้การใช้คอมพิวเตอร์ และจินตนาการในการสร้างสรรค์ผลงาน

#### 4.5) <sup>ขั้น</sup>ประเมิน (Evaluation)

นักเรียนประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น การทำแบบทดสอบหลังเรียน การประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการ แล้วนำไปสู่การประยุกต์ใช้กับเรื่องอื่น ๆ

5) แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาจัดการเรียนรู้แผนละ 3 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง รวมเวลาที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 15 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย 5 หน่วยการเรียนรู้ย่อย ดังนี้

5.1) อากาศที่ห่อหุ้มโลก

5.2) สมบัติของอากาศ

5.3) ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

5.4) การพยากรณ์อากาศ

5.5) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก

6) ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

6.1) นำแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทาง

อิเล็กทรอนิกส์ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ

6.2) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์แนะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความสอดคล้องของจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

6.3) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาความเที่ยงตามเชิงเนื้อหา ซึ่งได้จากการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.8 – 1

6.4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมในการสื่อความหมาย กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

6.5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

### การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง บรรยากาศ มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง วิธีการสร้างแบบทดสอบ และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2) ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1) รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 มาตรฐาน ว 6.1-1, ว 6.1-2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และคู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งพฤติกรรมออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ – ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ และตอนที่ 2 แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ – ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(0) บรรยากาศชั้นใดที่มีการเปลี่ยนแปลงของอากาศมากที่สุด (ความรู้-ความจำ)

ก. เอกซอสเฟียร์

ข. ไทรโอสเฟียร์

ค. สตราโตสเฟียร์

ง. ไอโอโนสเฟียร์

จ. เทอร์โมสเฟียร์

(00) อากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 100 % มีผลตามข้อใด (ความเข้าใจ)

- ก. ตากผ้าแห้งช้า ร่างกายรู้สึกเย็นสบาย
- ข. ตากผ้าแห้งเร็ว ร่างกายรู้สึกเย็นสบาย
- ค. ตากผ้าแห้งช้า ร่างกายรู้สึกอึดอัดและเหนียวตัว
- ง. ตากผ้าแห้งเร็ว ร่างกายรู้สึกอึดอัดและเหนียวตัว
- จ. เป็นไปได้ทุกข้อ

(000) เราจะช่วยรักษาสภาพอากาศให้ดีอยู่เสมอได้อย่างไร (การนำไปใช้)

- ก. ช่วยกันรณรงค์ เมาห้ามขับ
- ข. ช่วยกันปลูกและดูแลรักษาต้นไม้
- ค. ใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ อย่างประหยัด
- ง. ช่วยกันรณรงค์ต่อต้านการสูบบุหรี่
- จ. งดใช้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สาร CFC

(0000) ภูเขาสูงหนึ่งวัดความดันอากาศที่ตำแหน่ง A และ B ได้ 700 และ 600 มิลลิเมตรของปรอท จงหาความสูงจากระดับน้ำทะเลของตำแหน่ง A และ B (ทักษะการคำนวณ)

.....

.....

.....

.....

4) หากคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนดังนี้

4.1) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจสอบหาความถูกต้อง ความชัดเจน ความเหมาะสม ข้อผิดพลาดต่างๆ

4.2) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ทั้งแบบปรนัยและแบบอัตนัยไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความชัดเจนของข้อคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือก ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ และความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด เลือกแบบทดสอบข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.6 - 1

4.3) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งได้เรียนเรื่อง บรรยากาศ มาแล้ว จำนวน 100 คน

4.4) ตรวจข้อสอบตอนที่ 1 แบบปรนัย และนำคะแนนที่ได้โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน แล้วใช้เทคนิค 27% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด มาวิเคราะห์หาดัชนีความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) เลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.02 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบตอนที่ 1 แบบปรนัย มีค่าความยากง่าย 0.23 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.27 - 0.64

4.5) ตรวจข้อสอบตอนที่ 2 แบบอัตนัย และนำคะแนนที่ได้โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน แล้วใช้เทคนิค 27% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด มาวิเคราะห์หาดัชนีความยากง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ใช้วิธีของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney and Sabers) เลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย อยู่ระหว่าง .20 - .80 และอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02 ขึ้นไป จำนวน 5 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบตอนที่ 2 แบบอัตนัย มีค่าความยากง่าย 0.46 - 0.58 และค่าอำนาจจำแนก 0.21-0.63

4.6) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกแล้วไปหาความเชื่อมั่น โดยนำไปทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ซึ่งเรียนเรื่อง บรรยากาศ มาแล้ว แล้ววิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตอนที่ 1 แบบปรนัยจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตอนที่ 2 แบบอัตนัย จากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78

4.7) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

### การสร้างแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

แบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินผลตามสภาพจริง มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

- 1) ศึกษาหลักการสร้างแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนจากเอกสารการประเมินผลตามสภาพจริง
- 2) กำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์และเกณฑ์ในการให้คะแนนพฤติกรรมของนักเรียน
- 3) สร้างแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งเป็นแบบประเมินตามสภาพจริงที่ใช้การประเมินแบบรูปรีด เป็นแบบมาตรวัดให้คะแนน แบ่งเป็น 4 ระดับคือ 4, 3, 2 และ 1 โดยประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 5 ด้าน คือ ความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความมีระเบียบในการทำงาน ความเสียสละ และความซื่อสัตย์

- 4) นำแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์พิจารณาหาข้อบกพร่อง เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้อง สมบูรณ์มากขึ้น
- 5) นำแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างพฤติกรรมที่ต้องการวัด และความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 1 ทุกข้อ
- 6) นำแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนที่ได้ปรับปรุงแล้วไปหาค่าอำนาจจำแนกโดยนำแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง จำนวน 40 คน แล้วใช้เทคนิค 27% ในการแบ่งกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ แล้วนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) เป็นรายข้อ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่ม ในแต่ละข้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งข้อคำถามมีอำนาจจำแนก ระหว่าง 3.80 – 8.66
- 7) นำแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเดิม จำนวน 40 คน เพื่อค่าผลการประเมินมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91
- 8) นำแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

### การสร้างแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบประเมินความสามารถในการคิดเชิงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของ อดุลย์ วงศ์ก้อม (2544) ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดจินตนาการ
- 2) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายและหลักการประเมินตามสภาพจริงที่ทำการประเมินแบบรูปวาด เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์
- 3) สร้างแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ โดยปรับปรุงมาจากแบบประเมินของ อดุลย์ วงศ์ก้อม (2544: 180-183) โดยกำหนดรายการของแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นระดับคุณภาพ 4 ระดับ คือ 4, 3, 2 และ 1 โดยมีองค์ประกอบในการประเมินดังนี้
  - 3.1) ด้านการจัดลำดับความคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์
  - 3.2) ด้านความสอดคล้องของเรื่องกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่เรียน

3.3) ด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้

3.4) ด้านการจัดลำดับเนื้อเรื่อง

3.5) ด้านเทคนิคการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์

4) นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อแก้ไขปรับปรุงอีกครั้ง ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.6 - 1

5) นำแบบประเมินที่ได้ปรับปรุงแล้วไปหาค่าอำนาจจำแนกโดยนำแบบประเมิน พฤติกรรมของนักเรียนไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง จำนวน 40 คน แล้วใช้เทคนิค 27% ในการแบ่งกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ แล้วนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) เป็นรายข้อ คะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่ม ในแต่ละข้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ว่าข้อคำถามมีอำนาจจำแนกระหว่าง 3.81 – 9.00

7) นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเดิม จำนวน 40 คน เพื่อค่าผลการประเมินมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90

5) นำแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1) ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลาก จำนวน 1 ห้องเรียน จาก 5 ห้องเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 200 คน จากโรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร โดยได้กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 จำนวน 40 คน

2) ให้ความรู้และฝึกการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) โดยใช้คอมพิวเตอร์แก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานองค์ความรู้เท่าเทียมกันทุกคน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3) ดำเนินการทดสอบและประเมินกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ ตอนที่ 2 แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์โดย

ให้กลุ่มตัวอย่างเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ลงบนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในคอมพิวเตอร์ คนละ 1 เรื่อง โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

4) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดำเนินการตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ใช้เวลา 15 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน

5) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้ว ดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยายากศ แบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลา 2 ชั่วโมงเท่ากัน

6) ตรวจให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบ การประเมินพฤติกรรมและประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์โดยผู้วิจัย และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์

### การจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ t-test แบบ dependent samples

#### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538: 53)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

|       |           |     |                      |
|-------|-----------|-----|----------------------|
| เมื่อ | $\bar{X}$ | แทน | คะแนนเฉลี่ย          |
|       | $\sum X$  | แทน | ผลรวมของคะแนนทั้งหมด |
|       | $n$       | แทน | จำนวนตัวอย่าง        |

2) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนจากสูตร  
(ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538: 53)

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

|       |            |     |                                 |
|-------|------------|-----|---------------------------------|
| เมื่อ | $SD$       | แทน | ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน         |
|       | $n$        | แทน | จำนวนกลุ่มตัวอย่าง              |
|       | $\sum X$   | แทน | ผลรวมของคะแนนทั้งหมด            |
|       | $\sum X^2$ | แทน | ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง |

### สถิติคุณภาพเครื่องมือ

1) หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Consistency) โดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539: 249)

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

|       |          |     |                                   |
|-------|----------|-----|-----------------------------------|
| เมื่อ | $IOC$    | แทน | ดัชนีความสอดคล้อง                 |
|       | $\sum R$ | แทน | ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ |
|       | $N$      | แทน | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ                 |

2) หาดัชนีค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 1 แบบปรนัยเป็นรายข้อ โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน แล้วใช้เทคนิค 27% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539: 196)

$$p = \frac{R}{N}$$

|       |     |     |                                 |
|-------|-----|-----|---------------------------------|
| เมื่อ | $p$ | แทน | ดัชนีความยากง่าย                |
|       | $R$ | แทน | จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก     |
|       | $N$ | แทน | จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด |

3) หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 1 แบบปรนัยเป็นรายข้อ โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน แล้วใช้เทคนิค 27% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วใช้สูตรดังนี้ (บุญเรียง ขจรศิลป์. 2539; ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. ม.ป.ป.: 211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

|       |       |     |                              |
|-------|-------|-----|------------------------------|
| เมื่อ | $D$   | แทน | ค่าอำนาจจำแนก                |
|       | $R_U$ | แทน | จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง   |
|       | $R_L$ | แทน | จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ   |
|       | $N$   | แทน | จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ |

4) หาดัชนีค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 2 แบบอัตนัยเป็นรายข้อ โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน แล้วใช้เทคนิค 27% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด ใช้วิธีของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney and Sabers) แล้วใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539: 199-200)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2N X_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

|       |            |     |                                          |
|-------|------------|-----|------------------------------------------|
| เมื่อ | $P_E$      | แทน | ดัชนีค่าความยากง่าย                      |
|       | $S_U$      | แทน | ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง                   |
|       | $S_L$      | แทน | ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน                   |
|       | $N$        | แทน | จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน |
|       | $X_{\max}$ | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด              |
|       | $X_{\min}$ | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด              |

5) หาดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 2 แบบอัตนัยเป็นรายข้อ โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน แล้วใช้เทคนิค 27% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด ใช้วิธีของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney and Sabers) แล้วใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539: 201)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

|       |            |     |                                          |
|-------|------------|-----|------------------------------------------|
| เมื่อ | $D$        | แทน | ดัชนีค่าอำนาจจำแนก                       |
|       | $S_U$      | แทน | ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง                   |
|       | $S_L$      | แทน | ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน                   |
|       | $N$        | แทน | จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน |
|       | $X_{\max}$ | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด              |
|       | $X_{\min}$ | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด              |

6) หาค่าอำนาจจำแนกของแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 27% ในการแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำแล้วนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) เป็นรายข้อ มีสูตรดังนี้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2538: 56)

$$t = \frac{\overline{X_H} - \overline{X_L}}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

|       |                  |     |                                 |
|-------|------------------|-----|---------------------------------|
| เมื่อ | $t$              | แทน | ค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณ       |
|       | $\overline{X_H}$ | แทน | คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง          |
|       | $\overline{X_L}$ | แทน | คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ          |
|       | $S_H^2$          | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มสูง     |
|       | $S_L^2$          | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มต่ำ     |
|       | $n_H$            | แทน | จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง |
|       | $n_L$            | แทน | จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ |

7) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 1 แบบปรนัย โดยคำนวณตามสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538: 197-199)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right)$$

|       |          |     |                                                                                          |
|-------|----------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|
| เมื่อ | $r_{tt}$ | แทน | ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ                                                              |
|       | $n$      | แทน | จำนวนข้อของแบบทดสอบ                                                                      |
|       | $p$      | แทน | สัดส่วนของผู้ที่ได้ในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$ |

|         |     |                                                |
|---------|-----|------------------------------------------------|
| $q$     | แทน | สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ $1 - p$ |
| $S_t^2$ | แทน | คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ            |

8) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 2 แบบอัตนัย แบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณตามสูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538: 200)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

|       |          |     |                                        |
|-------|----------|-----|----------------------------------------|
| เมื่อ | $\alpha$ | แทน | ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ/แบบประเมิน |
|       | $n$      | แทน | จำนวนข้อของแบบทดสอบ/แบบประเมิน         |
|       | $S_i^2$  | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนคำถามแต่ละข้อ       |
|       | $S_t^2$  | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ            |

### สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานการวิจัยนี้เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ ทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ t-test แบบ Dependent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 165-167) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

$$df = n - 1$$

|       |            |     |                                                            |
|-------|------------|-----|------------------------------------------------------------|
| เมื่อ | $t$        | แทน | ค่าที่ใช้พิจารณาค่า t-test                                 |
|       | $D$        | แทน | ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่                                |
|       | $n$        | แทน | จำนวนตัวอย่าง                                              |
|       | $\sum D$   | แทน | ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน            |
|       | $\sum D^2$ | แทน | ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน |

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

|              |     |                                                                 |
|--------------|-----|-----------------------------------------------------------------|
| $n$          | แทน | จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง                                    |
| $\bar{X}$    | แทน | ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (Mean)                           |
| $SD$         | แทน | ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)                    |
| $\Sigma D$   | แทน | ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน            |
| $\Sigma D^2$ | แทน | ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน |
| $t$          | แทน | ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาค่า t-test                            |

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิยายวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยายภาค ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิยายวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยายภาค ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน

| การทดลอง  | $n$ | $\bar{X}$ | $SD$ | $\Sigma D$ | $\Sigma D^2$ | $t$     |
|-----------|-----|-----------|------|------------|--------------|---------|
| ก่อนเรียน | 40  | 14.73     | 2.59 | 601        | 10,131       | 26.10** |
| หลังเรียน | 40  | 29.75     | 3.30 |            |              |         |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 14.73 และ 2.59 .ตามลำดับ และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 29.75 และ 3.30 .ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 4 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน

| การทดลอง  | <i>n</i> | $\bar{X}$ | <i>SD</i> | $\Sigma D$ | $\Sigma D^2$ | <i>t</i> |
|-----------|----------|-----------|-----------|------------|--------------|----------|
| ก่อนเรียน | 40       | 8.57      | 1.48      | 284        | 2151         | 24.08**  |
| หลังเรียน | 40       | 15.67     | 1.38      |            |              |          |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 8.57 และ 1.48 ตามลำดับ และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 15.67 และ 1.38 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์มีความสามารถในการคิดจินตนาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร การศึกษามีรายละเอียดและผลการวิจัย ดังนี้

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

#### สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ มีความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

#### วิธีดำเนินการวิจัย

##### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 200 คน

### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน คือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 จำนวน 40 คน

### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1)

สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

1) สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ แปลความหมายจากการพยากรณ์อากาศ อธิบายผลของลมฟ้าอากาศต่อการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2) สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบายและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติของโลกและกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- 1) อธิบายองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ
- 2) แสดงการวัดและอธิบายความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ
- 3) อธิบายการเกิดปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและเสนอแนะวิธีการป้องกันภัยที่เกิดจากปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ
- 4) อธิบายและแปลความหมายของสัญลักษณ์และข้อความในการพยากรณ์อากาศ
- 5) อธิบายและยกตัวอย่างกิจกรรมของมนุษย์และปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก

สาระการเรียนรู้

บรรยากาศ แบ่งเป็น 5 หน่วยการเรียนรู้ย่อย คือ

- 1) อากาศที่ห่อหุ้มโลก
- 2) สมบัติของอากาศ
- 3) ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

- 4) การพยากรณ์อากาศ
- 5) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก

### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction)
- 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ
- 3) แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 4) แบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

#### แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์

(e-science fiction) มี 5 แผน ประกอบด้วย 5 หน่วยการเรียนรู้ย่อย คือเรื่อง อากาศที่ห่อหุ้มโลก, สมบัติของอากาศ, ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ, การพยากรณ์อากาศ และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ใช้เวลาจัดการเรียนรู้แผนละ 3 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง รวม 15 ชั่วโมง นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.8 - 1

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ** เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ วัดพฤติกรรม 5 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำแบบทดสอบไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อหาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก พบว่า แบบทดสอบแบบปรนัย มีค่าความยากง่าย 0.23 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.27 - 0.64 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77 แบบทดสอบแบบอัตนัย มีค่าความยากง่าย 0.46 – 0.58 และค่าอำนาจจำแนก 0.21-0.63 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78

**แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์** ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงที่ใช้การประเมินแบบรูบริค เป็นแบบมาตราวัดให้คะแนน แบ่งเป็น 4 ระดับคือ 4, 3, 2 และ 1 โดยประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 5 ด้าน คือ

ความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความมีระเบียบในการทำงาน ความเสียสละ และความซื่อสัตย์ นำแบบประเมินไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมิน ได้เท่ากับ 0.91

**แบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์** ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยปรับปรุงมาจากแบบประเมินของ อดุลย์ วงศ์ก้อม (2544: 180-183) โดยกำหนดรายการของแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นระดับคุณภาพ 4 ระดับ คือ 4, 3, 2 และ 1 มีองค์ประกอบในการประเมินความสามารถ 5 ด้าน ดังนี้ ด้านการจัดลำดับความคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์, ด้านความสอดคล้องของเรื่องกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่เรียน, ด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้, ด้านการจัดลำดับเนื้อเรื่อง และด้านเทคนิคการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ นำแบบประเมินไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมิน ได้เท่ากับ 0.90

### วิธีดำเนินการทดลอง

1) ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลาก จำนวน 1 ห้องเรียน จาก 5 ห้องเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 200 คน จากโรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร โดยได้กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 จำนวน 40 คน

2) ให้ความรู้และฝึกการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) โดยใช้คอมพิวเตอร์แก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานองค์ความรู้เท่าเทียมกันทุกคน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3) ดำเนินการทดสอบและประเมินกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ ตอนที่ 2 แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์โดยให้กลุ่มตัวอย่างเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ลงบนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในคอมพิวเตอร์ คนละ 1 เรื่อง โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

4) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดำเนินการตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ใช้เวลา 15 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน

5) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้ว ดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ แบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลา 2 ชั่วโมงเท่ากัน

6) ตรวจให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบ การประเมินพฤติกรรมและประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์โดยผู้วิจัย และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ และความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ Dependent Samples

### สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ มีความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนให้สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก

ประการแรก การจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์นี้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพราะมีการจัดกระบวนการเรียนรู้ เป็นไปตาม มาตรา 4 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 75-79) คือจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมเรื่อง บรรยากาศ สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน ฝึกทักษะกระบวนการคิดจินตนาการ กิจกรรมการเรียนรู้มีการฝึกปฏิบัติจริง เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง จัดการเรียนการสอนที่ผสมผสานสาระความรู้ต่าง ๆ เพื่อนำไปเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ ครูอำนวยความสะดวก จัดบรรยากาศอย่างเหมาะสม พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จึงสามารถสรุปได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนให้สูงขึ้น

ประการที่สอง การจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์นี้ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (สสวท. 2546:219 - 222) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์ข้อมูลได้ นำไปสู่การมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนได้จริง และสอดคล้องกับงานวิจัยของกัญญรัตน์ ทองมัน (2534: บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ เรวดี สุภมั่งมี (2542: ออนไลน์) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่

ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง สารรอบตัว สูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของธวัชชัย วิจารย์นิกกรกิจ (2548: บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จากการสอนแบบสืบค้นด้วยตนเองกับการสอนแบบบรรยาย ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบค้นด้วยตนเองกับการสอนแบบบรรยายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการสอนแบบสืบค้นด้วยตนเองสูงกว่าก่อนได้รับการสอน สอดคล้องกับงานวิจัยของอดุลย์ วงศ์ก้อม (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนประกอบการใช้แบบฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์กับการสอนประกอบการฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการใช้แบบฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้น การจัดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงมีส่วนให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จึงสามารถสรุปได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนให้สูงขึ้น

ประการที่สาม การวัดและประเมินผลในแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ยึดหลักการประเมินตามสภาพจริง เพราะการประเมินตามสภาพจริงเป็นวิธีการประเมินที่สะท้อนพฤติกรรมและทักษะของนักเรียนอย่างแท้จริง (สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. 2540: 85) อีกทั้งการประเมินตามสภาพจริงสามารถค้นหาความสามารถและความก้าวหน้าในการเรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียน ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาใช้ประกอบการตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนและเป็นการประเมินเชิงคุณภาพอย่างต่อเนื่องในด้านความรู้ ความคิด พฤติกรรม วิธีการปฏิบัติ ผลการปฏิบัติ และเจตคติของผู้เรียน (ชนาธิป พรกุล. 2544: 2) ฉะนั้น นอกจากการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง บรรยากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย แบบอัตนัยซึ่งวัดด้านพุทธิพิสัย (Knowledge) กับด้านทักษะพิสัย (Process) แล้ว ผู้วิจัยยังมีการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนด้านจิตพิสัย (Attitude) หรือคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 5 ด้าน คือ ความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความมีระเบียบในการทำงาน ความ

เสียสละ และความซื่อสัตย์ เพราะการวัดและประเมินผลด้วยข้อสอบเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถสนองเจตนารมณ์การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนคิด ลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการหลากหลายเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 91-91) ดังนั้น การวัดและประเมินผลในแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์นี้ จึงวัดและประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง เพราะการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงสามารถสะท้อนพฤติกรรมของผู้เรียนทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัยหรือด้านความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะพิสัยหรือด้านทักษะกระบวนการ (Process) และด้านจิตพิสัยหรือคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude) สอดคล้องกับงานวิจัยของรัชนี้ จรุงศิริวัฒน์ และ กุลจิรา รักชนคร (2546 : อัดสำเนา) ศึกษาทดลองการวัดและประเมินผลตามสภาพที่แท้จริง ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการดำเนินการทดลองและพัฒนาการวัดและประเมินผลตามสภาพที่แท้จริงในวิชาภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียน นักเรียนมีความสุข พึงพอใจกับการเรียนการสอนที่เกิดจากการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง เพราะผลจากการสรุปคะแนนในปลายภาคของแต่ละภาคการเรียน นักเรียนสามารถผ่านเกณฑ์ทุกคน นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดจุดมุ่งหมายกิจกรรม และวิธีการเรียนรู้มีส่วนร่วมในการประเมินผลการพัฒนาการเรียนรู้ นักเรียนได้ร่วมคิด ร่วมทำ ปฏิบัติเอง จึงสามารถสรุปได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนให้สูงขึ้น

ประการสุดท้ายการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นการเพิ่มพูนความรู้ทางหนึ่ง และยังมีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมาสังเคราะห์เป็นนิยายวิทยาศาสตร์ จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง บรรยากาศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง บรรยากาศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ มีความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 แสดงว่า การจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถเพิ่มความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก

การส่งเสริมความคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน โดยผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ส่งเสริมเพิ่มพูนความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง บรรยากาศ จากนั้นนักเรียนนำความรู้เหล่านั้นมาสร้างเป็นนิยายวิทยาศาสตร์ เขียนลงบนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสในการนำความรู้และความคิดจินตนาการมาถ่ายทอดเป็นนิยายวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์เป็นงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ที่มีรูปแบบของตนเอง มีลักษณะแปลกใหม่ไม่เหมือนใคร เป็นการประมวลความรู้ ความรู้สึกนึกคิดและจินตนาการ ถ่ายทอดเป็นผลงานที่มีลักษณะของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (มาลียา ะวังวงศ์. 2542: 21) การเขียนและการอ่านนิยายวิทยาศาสตร์จะเป็นสิ่งจูงใจให้เกิดความสนใจหรือมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ หากได้รับการปลูกฝังตั้งแต่วัยเยาว์ก็ทำให้เกิดความสนใจ ผักใฝ่ในวิทยาศาสตร์ จนเป็นแรงผลักดันให้ประสบความสำเร็จในโลกวิทยาศาสตร์ เจกเช่น นักวิทยาศาสตร์คนสำคัญ ๆ ของโลก (วนิดา บำรุงไทย. 2544: 75) อีกทั้งการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ก็มีส่วนส่งเสริมความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ เพราะการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ลงบนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถกระทำและผลิตได้อย่างรวดเร็ว (สุทิน ทองใสว. 2547: 47) นักเรียนเห็นผลงานได้ทันที จึงทำให้นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นตัวกระตุ้นจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ มีผลต่อความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของวิจิตรา พรหมบุตร (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้เทคนิคการประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แต่ความสามารถในการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของอดุลย์ วงศ์ก้อม (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนประกอบการใช้แบบฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์กับการสอนประกอบการฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดเชิงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการใช้แบบฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 สอดคล้องกับงานวิจัยของนัยนา พรหมมา. (2546 : บทคัดย่อ) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านจินตนาการของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน

จากการใช้สื่อการสอนทางศิลปะที่สร้างตามแนวทางของทฤษฎีเกสตัลท์ที่แทรกระหว่างเนื้อหาบททำยเนื้อหา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านจินตนาการของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน จากการใช้สื่อการสอนทางศิลปะที่สร้างตามแนวทางของทฤษฎีเกสตัลท์ที่แทรกระหว่างเนื้อหาบททำยเนื้อหา ทั้งในภาพรวม และรายละเอียดรายด้าน ได้แก่ จินตนาการในการใช้สี, จินตนาการสร้างสรรค์, จินตนาการด้านเนื้อหา, จินตนาการออกแบบ และจินตนาการเทคนิควิธีการ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพ์ประไพ ธวัชวงศ์ (2542 : ออนไลน์) ได้สร้างแผนการสอนการใช้กิจกรรมนิทานเพื่อฝึกทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์และเปรียบเทียบความก้าวหน้าทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการใช้กิจกรรมนิทาน ผลการวิจัยพบว่า แผนการสอนการใช้กิจกรรมนิทานเพื่อพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนแสดงออกทางการเขียนเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบของนิทานได้ และความก้าวหน้าทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์มีผลต่อความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาวิจัย ดังนี้

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ศักยภาพของนักเรียนในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่เท่ากันถือเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุม ฉะนั้น จึงควรนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นักเรียนยังไม่เคยใช้มาก่อน เพื่อความทัดเทียมกันในการสร้างผลงานทางคอมพิวเตอร์ แล้วการวัดความสามารถด้านต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยต้องการก็จะไม่ผิดพลาดจากความแปรปรวนของตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้

1.2 ผู้วิจัยจะต้องจัดสรรส่วนเวลาที่ให้นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างให้มีความเหมาะสม ตรวจสอบตารางการใช้ห้องคอมพิวเตอร์อย่างรอบคอบ เพื่อป้องกันเหตุการณ์ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อทดลองใช้ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องห้องคอมพิวเตอร์ไม่ว่าง มีความจำเป็นต้องใช้โดยด่วน การแลกเปลี่ยนคาบเรียนกับเพื่อนร่วมงานเป็นไปได้ยาก เป็นต้น

## 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาดูผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ ช่วงชั้นที่ 2 – ช่วงชั้นที่ 3

2.2 ควรมีการศึกษาดูผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการคิดสังเคราะห์ คิดอนาคต หรือคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์  
องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.)
- กองบรรณาธิการ. (2543, มีนาคม). นานาพรรณนากับนิยายวิทยาศาสตร์. วารสารอัมพเตห.  
10(151): 62-66.
- กองบรรณาธิการ. (2546, กรกฎาคม). สัมภาษณ์ประจำฉบับ. สารปฏิรูป. 6(63): 66-71.
- กัญญารัตน์ ทองมัน. (2534). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และพัฒนา  
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบ  
เสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง. ปรินิพนธ์  
กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ:  
ธรรมสาร.
- กาญจนา จัตรศรีตระกูล. (2544). การเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงาน  
ภูมิปัญญาไทย การคิดแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกการทำโครงงานภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์กับ  
การสอนแบบสืบเสาะ. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กิตติรัตน์ พรหมรัตน์. (2548). 7 สุดยอดไซไฟแฟนตาซี. กรุงเทพฯ: เอ.อาร์.อินฟอร์เมชัน แอนด์  
พับลิเคชัน.
- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2545, มกราคม). การประเมินตามสภาพจริง. วารสารการศึกษาปฐมวัย.  
6(1): 26-33.
- เกศสุดา วานิช. (2537). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนิยายวิทยาศาสตร์. คณะมนุษยศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จิตฐิพร ศิริตานนท์. (2542). ผลของการประเมินด้วยพอร์ทโฟลิโอที่มีต่อความรับผิดชอบ เจตคติต่อ  
วิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.  
ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จิระพันธ์ เดมะ. (2545, มกราคม – เมษายน). หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Book).

วารสารวิทยบริการ มอ. 13(1): 1-18.

จิราภรณ์ ประเสริฐสังข์. (2544). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยกิจกรรมซีแน็คติคส์และวิธี  
จินตนาการ. รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). มหาสารคาม:  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

ชนาธิป พรกุล. (2544, กันยายน). การจัดการเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.

วารสารวิชาการ. 4(9): 6-7.

ชมรมนักเขียนและผู้จัดทำหนังสือวิทยาศาสตร์. (2543, มีนาคม). เราจะเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ได้  
อย่างไร. วารสารอัปเดต. 10(151): 59-61.

ชัยวัฒน์ คุประตกุล. (2543, มีนาคม). พัฒนาการและแนวเรื่องของนิยายวิทยาศาสตร์.

วารสารอัปเดต. 10(151): 38-52.

เชษฐา ชาบง. (2544, กุมภาพันธ์). ฐปรีดี. วารสารวิชาการ. 4(2): 42-45.

ทิพย์มณฑา สดชื่น. (2544). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การถ่ายภาพเบื้องต้น.

วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2549, จากฐานข้อมูลการวิจัย  
การศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

ทิววรรณ จิตตะภาค. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารด้วยการ  
จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ธวัชชัย วิจารณนิกรกิจ. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) เรื่อง  
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จากการสอนแบบสืบค้นด้วยตนเองกับการสอนแบบ  
บรรยาย. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นพเก้า ณ พัทลุง. (2546, เมษายน). การประเมินผลตามสภาพจริงตามมาตรฐานการศึกษา.

วารสารการศึกษา. 26(7): 7-10.

- นัยนา พรหมมา. (2546). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านจินตนาการในผลงานทัศนศิลป์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินจากการใช้สื่อการสอนทางศิลปะที่สร้างตามแนวทางของทฤษฎีเกสตัลท์ที่แทรกระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับทำเยื่อหา. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิรมล ศตวุฒิ. (2546). ประสบการณ์ภาคสนามในการพัฒนาหลักสูตรและการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- บัญชา แสงทวิ. (2547). คู่มือครู แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ม.1 . กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2539). วิธีวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: พี.เอ็น. การพิมพ์.
- บุญสม ยอดมาลี. (2542, มิถุนายน – 2543, พฤษภาคม). จินตนาการของมนุษย์. วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 18(1-2): 61-64.
- ประภาพรพรณ หิรัญวัชรพุกษ์. (2545, กันยายน – ธันวาคม). E-book: หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในฐานะแหล่งสารสนเทศออนไลน์. วารสารสารสนเทศ. 3(2): 43-48.
- ปรียา ก้อนแก้ว. (2544). การประเมินผลการพัฒนาทักษะการอ่านและการเขียนภาษาอังกฤษและความสามารถในการประเมินตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้แฟ้มสะสมงาน. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การสอนภาษาอังกฤษ). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์. (2540, เมษายน – มิถุนายน). นิยายวิทยาศาสตร์. วารสาร สสวท. 25(97): 39-40.
- พิจิตร ทองชั้น. (2547, เมษายน). การประเมินตามสภาพจริง. วารสารวงการศึกษา. 1(4): 81-83.
- พิเชษฐ เพียรเจริญ. (2546, พฤษภาคม – สิงหาคม). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สื่อการสอน. วารสารวิทยบริการ มอ. 14(2): 67-76.
- เพ็ญนภา พัทธชนม์. (2544). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กราฟิกเบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2549, จากฐานข้อมูลการวิจัย การศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- พวงเพชร ขาวปลอด. (2546). การศึกษาผลการวัดและประเมินตามสภาพจริงวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์และสังคม*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มนมนัส สุตสิน. (2543). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ผังมโนมิติ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. (2549). *ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. สืบค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2549. จาก <http://csweb.bsru.ac.th/4000105/chap1/page1.htm>
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2538). *ประมวลสาระชุดวิชาวิทยานิพนธ์ 2 แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน*. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. บัณฑิตวิทยาลัย. (2547). *คู่มือการจัดทำวิทยานิพนธ์และสารนิพนธ์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เรวดี ศุภมั่งมี. (2542). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้*. วิทยานิพนธ์. ศษ.ม. (การมัธยมศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้นเมื่อ 13 กรกฎาคม 2549. จากฐานข้อมูลการวิจัยการศึกษาศาสนาและวัฒนธรรม สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สุวิทย์สาส์น.
- \_\_\_\_\_. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- ลักษณีย์ โคตรสีเขียว. (2545). *การใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์*. สืบค้นเมื่อ 13 กรกฎาคม 2549, จากฐานข้อมูลการวิจัยการศึกษาศาสนาและวัฒนธรรม สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- วนิดา บำรุงไทย. (2543). *ศาสตร์และศิลป์แห่งนวนิยาย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิจิตรวาทการ, พล.ต.หลวง. (2544). *มันสมอง*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สร้างสรรค์บุ๊คส์.

- วิจิตรา พรหมบุตร. (2539). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ  
ความสามารถในการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้  
เทคนิคการประกอบการสอนวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินซ์นิพนธ์.  
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.
- วิรัช วงศ์นันท์วัฒนา. (2535, พฤศจิกายน – 2536, เมษายน). ภาษาโทรทัศน์สรรค์สร้างอารมณ์  
และจินตนาการ. วารสารมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 10(2): 13-23.
- วิสุทธิ กล้าหาญ. (2545, ตุลาคม). จินตนาการกับการเรียนรู้แบบโครงงาน. วารสารวิชาการ.  
5(10): 2-3.
- ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ และคณะ. (2546). สื่อการเรียนรู้และเสริมสร้างทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้  
ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ บรรยายภาศ. กรุงเทพฯ: นิยมวิทยา.
- ศิริพร มาวรณา. (2546). ผลการใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริงที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การนำเสนอข้อมูล.  
สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์  
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ  
เทคโนโลยี.
- สมจิต สวณไพบูลย์. (2535). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมจิต สวณไพบูลย์ และคณะ. (2546). รายงานการวิจัย การวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัด  
กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมหลากหลาย. กรุงเทพฯ:  
ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาบรรณ. (2545, มีนาคม – เมษายน). การประเมินตามสภาพจริง: อีกทางเลือกหนึ่ง  
ของการประเมินผล. ข่าวสาร กองบริการการศึกษา. 13(96): 8-23.
- สุชาดา บวรกิตติวงศ์. (2548). สถิติประยุกต์ทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุชานาถ ยอดอินทร์พรหม. (2544, ธันวาคม). การประเมินตามสภาพจริง. วารสารวิชาการ.  
4(12): 57-64.
- สุทิน ทองไสว. (2547, ตุลาคม – ธันวาคม). หนังสือยุคคอมพิวเตอร์. วารสารวิชาการ. 7(4): 46-53.

- สุธรรม ชุมพร้อมญาติ. (2544). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างการสอนโดยใช้การเรียนแบบร่วมมือกับการสอนสืบเสาะของนักศึกษาเทคโนโลยีราชมงคล*.  
วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สืบค้นเมื่อ 13 กรกฎาคม 2549, จากฐานข้อมูลการวิจัย  
การศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สุพัชรี ผุดผ่อง. (2548, ธันวาคม). นิทานภาพ พลังเสริมสร้างจินตนาการ. *วารสารวงการศึกษา*.  
2(24): 37-40.
- สุศักดิ์ เมาเทือก. (2542). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*.  
วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิธาน มนแพวงสานนท์. (2546). *วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS for Windows*. กรุงเทพฯ:  
ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ลำลี รักสุทธิ. (2546). *ตารางวิเคราะห์หลักสูตร การศึกษาชั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สู่การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)*. กรุงเทพฯ:  
สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา.
- เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ. (2545). *การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง นวัตกรรมการสอนที่ยืดผู้เรียนเป็นสำคัญ*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2549, จากฐานข้อมูลการวิจัย  
การศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- รัชนี้ จรุงศิริวัฒน์. (2546, มกราคม – ธันวาคม). ผลการวิจัย ศึกษาทดลองการวัดและประเมินตามสภาพที่แท้จริงของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น. *วารสารสมาคมนักวิจัย*. 8(1-2):  
40-48.
- วีณา อัครธรรม. (2546, ตุลาคม). หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ของกรมวิชาการ. *วารสารวิชาการ*.  
6(10): 27-36.
- อดุลย์ วงศ์ก้อม. (2544). *การศึกษาผลการสอนประกอบการใช้แบบฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชิงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อมรา เขียวรักษา. (2546, กันยายน). การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม เรื่องการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน สำหรับครุวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา.

วารสารพวงแสง. 24(28): 101-112.

อัศวิน มัธยมจันทร์. (2543, มีนาคม). บนเส้นทาง คนเขียนความฝัน. วารสารอัปเดต.

10(151): 53-56.

อาภาพร สิงหาฯ. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อุบลรัตน์ อานามวงษ์. (2548). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยการศึกษาทักษะการสำรวจค้นหาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT). สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

Collins. W.O. (1990, March). "The Impact of Computer Assisted Instruction upon Student Achievement in Magnet School" *Dissertation Abstracts International*. 50(3): 2783-A.

Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Maguire, Mamie Irene. (1997). *Writing fiction as a form of inquiry: A defense and exploration of fiction writing as transformative discipline*. Retrieved August 7, 2006, from <http://proquest.umi.com>.

Raimes, Ann. (1983). *Technique in Teaching Writing*. New York: Oxford University Press.

William, James Melford. (1981, October). "A Comparison Study of The Effect of Inquiry and Traditional Teaching Procedures on Student Attitude, Achievement and Critical Thinking Ability in Eleventh Grade United States History" *Dissertation Abstracts International*. 42(4): 1605-A.

ภาคผนวก

### ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

## รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ เสนอแนะข้อบกพร่องจากผู้เชี่ยวชาญ ดังมีรายนามต่อไปนี้

1. นางจิรภา มาลัยธรรม

ผู้ช่วยผู้อำนวยการโรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

2. นางสาวปัญจรัตน์ จงภักทรนิพันธ์

อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

3. นางนิตินาถ ครุฑเวโช

อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร  
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4. นางจิตตินันท์ นกแสง

อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร  
ฝ่ายวัดและประเมินผล

5. นางสาวเบญจมาศ เนืองสิทธิระ

อาจารย์ 1 ระดับ 6 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร  
ฝ่ายวัดและประเมินผล



### ภาคผนวก ข

- แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินความสามารถในกาคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์

โดยผู้เชี่ยวชาญ

**ชื่อเรื่อง**

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 1

**ผู้วิจัย**

นางสาวอรอนงค์ เหล็กกนก  
สาขาวิชา การมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์)  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

**อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์**

รองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบุลย์

**ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ**

ชื่อ-สกุล .....  
ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....  
สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**  
**แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ**



**วัตถุประสงค์**

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1) ในสาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มาตรฐาน ว 6.1-1, ว 6.1-2 สาระการเรียนรู้ เรื่อง บรรยากาศ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บข้อมูล ข้อสังเกต หรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มา วิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอข้อมูลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับ ความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ โดยการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-science fiction) จะลงมือปฏิบัติในขั้นขยายความรู้นี้ เพราะเป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางคอมพิวเตอร์ และ ความคิดจินตนาการมาเชื่อมโยงกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ แล้วนำไปสู่การประยุกต์ใช้กับเรื่องอื่น ๆ

### คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย 4 แผนจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาแผนละ 3 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 15 ชั่วโมง ดังนี้

- |                           |        |                              |
|---------------------------|--------|------------------------------|
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 | เรื่อง | อากาศที่ห่อหุ้มโลก           |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 | เรื่อง | สมบัติของอากาศ               |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 | เรื่อง | ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ      |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 | เรื่อง | การพยากรณ์อากาศ              |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 | เรื่อง | การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก |

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)  
 แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 อากาศที่ห่อหุ้มโลก  
 โดยผู้เชี่ยวชาญ



**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมรวมทั้งข้อวิจารณ์ สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดไว้ดังนี้

+1 หมายถึง สอดคล้อง  
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ  
 -1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

| รายการประเมิน                                                                  | ระดับความคิดเห็น |   |    | หมายเหตุ |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|----|----------|
|                                                                                | +1               | 0 | -1 |          |
| <b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>                                                |                  |   |    |          |
| 1.1 จุดประสงค์มีความชัดเจน                                                     |                  |   |    |          |
| 1.2 จุดประสงค์ครอบคลุมเนื้อหาในแผนการเรียนรู้                                  |                  |   |    |          |
| 1.3 จุดประสงค์มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย   |                  |   |    |          |
| <b>2. เนื้อหา</b>                                                              |                  |   |    |          |
| 2.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์                                         |                  |   |    |          |
| 2.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด                                        |                  |   |    |          |
| 2.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน                                |                  |   |    |          |
| 2.4 เนื้อหามีความถูกต้องครบถ้วน                                                |                  |   |    |          |
| <b>3. กิจกรรมการเรียนรู้</b>                                                   |                  |   |    |          |
| 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้                         |                  |   |    |          |
| 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาในแผนการเรียนรู้                       |                  |   |    |          |
| 3.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องและถูกต้องตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน |                  |   |    |          |
| 3.4 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง                                |                  |   |    |          |
| 3.5 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ                                    |                  |   |    |          |

| รายการประเมิน                                                           | ระดับความคิดเห็น |   |    | หมายเหตุ |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------|---|----|----------|
|                                                                         | +1               | 0 | -1 |          |
| <b>4. สื่อการเรียนรู้</b>                                               |                  |   |    |          |
| 4.1 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้                        |                  |   |    |          |
| 4.2 สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                             |                  |   |    |          |
| 4.3 สื่อการเรียนรู้ส่งเสริมทั้งความรู้และความคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ |                  |   |    |          |
| <b>5. การวัดและประเมินผล</b>                                            |                  |   |    |          |
| 5.1 การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์                       |                  |   |    |          |
| 5.2 การวัดและประเมินผลสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง                          |                  |   |    |          |
| 5.3 การวัดและประเมินผลมีวิธีการ เครื่องมือ เกณฑ์ให้คะแนน สอดคล้องกัน    |                  |   |    |          |
| 5.4 การวัดและประเมินผลถูกต้องตามแบบการประเมินตามสภาพจริง                |                  |   |    |          |

### ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ

โดยผู้เชี่ยวชาญ

### ชื่อเรื่อง

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 1

### ผู้วิจัย

นางสาวอรอนงค์ เหล็กกนก  
สาขาวิชา การมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์)  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

### อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

รองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบุลย์

### ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล .....  
ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....  
สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**  
**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ**



### วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขต บางเขน กรุงเทพมหานคร

### คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ แบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นแบบปรนัย มีข้อสอบ 40 ข้อ และ

ตอนที่ 2 เป็นแบบอัตนัย มีข้อสอบ 5 ข้อ

จำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด ด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย ดังนี้

1. ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความตีความ และแปลความ โดยอาศัยข้อเท็จจริง คำศัพท์ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่ว ความชำนาญ สามารถใช้กิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วัดประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป





## ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**  
**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ (ตอนที่ 2)**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ**



**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาและประเมินรายการแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในด้านความชัดเจนในข้อคำถาม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดไว้ดังนี้

+1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่า เห็นด้วย

0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่า ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่า ไม่เห็นด้วย

| ข้อที่ | ความชัดเจนของ<br>ข้อคำถาม |   |    | ความสอดคล้อง<br>กับจุดประสงค์ |   |    | ความสอดคล้องของ<br>พฤติกรรมที่ต้องการวัด |   |    | ความเหมาะสมของ<br>เกณฑ์การให้คะแนน |   |    |
|--------|---------------------------|---|----|-------------------------------|---|----|------------------------------------------|---|----|------------------------------------|---|----|
|        | +1                        | 0 | -1 | +1                            | 0 | -1 | +1                                       | 0 | -1 | +1                                 | 0 | -1 |
| 1      |                           |   |    |                               |   |    |                                          |   |    |                                    |   |    |
| 2      |                           |   |    |                               |   |    |                                          |   |    |                                    |   |    |
| 3      |                           |   |    |                               |   |    |                                          |   |    |                                    |   |    |
| 4      |                           |   |    |                               |   |    |                                          |   |    |                                    |   |    |
| 5      |                           |   |    |                               |   |    |                                          |   |    |                                    |   |    |

**ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์**

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
 (.....)

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

โดยผู้เชี่ยวชาญ

**ชื่อเรื่อง**

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 1

**ผู้วิจัย**

นางสาวอรอนงค์ เหล็กกนก  
สาขาวิชา การมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์)  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

**อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์**

รองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบุลย์

**ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ**

ชื่อ-สกุล .....  
ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....  
สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**  
**แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ**



### วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

### คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เป็นแบบประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินเอง แบบประเมินนี้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 อันดับ คือ 4, 3, 2 และ 1 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดแต่ละด้าน

แบบประเมินนี้พิจารณาพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 6 ด้าน คือ

1. ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการตรวจสอบความคิดของตนเองจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ ไม่เชื่อใครง่ายๆ ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่น
2. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการช่างซักถาม ช่างอ่าน ริเริ่มสิ่งใหม่ ตื่นเต้น เมื่อได้ข้อมูลหรือความคิดใหม่เพิ่มเติม
3. ความมีระเบียบในการทำงาน หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงการรู้จักระวังความปลอดภัยของตนเองและเพื่อน รักษาเครื่องมือที่ใช้ไม่ให้แตกหักในขณะทดลองวิทยาศาสตร์
4. ความเสียสละ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงการทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมาย โดยไม่คำนึงถึงผลตอบแทน เต็มใจอุทิศตนเพื่อสร้างผลงาน
5. ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการรายงานสิ่งที่สังเกตได้ตามความเป็นจริงไม่เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูล

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**  
**แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ**



**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาและประเมินรายการแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ในด้านความสอดคล้องของคุณลักษณะกับพฤติกรรมหรือลักษณะตัวบ่งชี้ โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดไว้ดังนี้

- +1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่า คุณลักษณะมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมหรือลักษณะบ่งชี้
- 0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่า คุณลักษณะมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมหรือลักษณะบ่งชี้
- 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่า คุณลักษณะไม่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมหรือลักษณะบ่งชี้

| รายการประเมิน  | คำอธิบายคุณภาพ                                                                                                                  | ระดับความคิดเห็น |   |    | หมายเหตุ |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|----|----------|
|                |                                                                                                                                 | +1               | 0 | -1 |          |
| 1.ความมีเหตุผล | <u>4 คะแนน</u> หมายถึง พุดและเขียนอธิบาย บรรยาย สรุปความคิดเห็นอย่างมีเหตุมีผล ครบถ้วน สมบูรณ์ถูกต้อง ไม่อาศัยความรู้สึกส่วนตัว |                  |   |    |          |
|                | <u>3 คะแนน</u> หมายถึง พุดและเขียนอธิบาย บรรยาย สรุปความคิดเห็นอย่างมีเหตุมีผล มีความสมบูรณ์ ถูกต้องเพียงบางส่วน                |                  |   |    |          |
|                | <u>2 คะแนน</u> หมายถึง พุดหรือเขียนอธิบาย บรรยาย สรุปความคิดเห็นได้อย่างมีเหตุมีผล มีความสมบูรณ์ ถูกต้องเพียงบางส่วน            |                  |   |    |          |
|                | <u>1 คะแนน</u> หมายถึง พุดหรือเขียนอธิบาย บรรยาย สรุปความคิดเห็นได้ แต่ยังขาดความมีเหตุมีผลที่ถูกต้อง                           |                  |   |    |          |

| รายการ<br>ประเมิน                 | คำอธิบายคุณภาพ                                                                                                                                                                    | ระดับความคิดเห็น |   |    | หมายเหตุ |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|----|----------|
|                                   |                                                                                                                                                                                   | +1               | 0 | -1 |          |
| 2.ความ<br>อยากรู้<br>อยากเห็น     | <u>4 คะแนน</u> หมายถึง เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทุกกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์ ตอบโต้ ชักถามกับครูตลอดกิจกรรมการเรียนรู้ ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง                               |                  |   |    |          |
|                                   | <u>3 คะแนน</u> หมายถึง เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทุกกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์ ตอบโต้ ชักถามกับครูบ้างเป็นบางครั้ง ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง                                     |                  |   |    |          |
|                                   | <u>2 คะแนน</u> หมายถึง เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทุกกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์ ตอบโต้ ชักถามกับครูบ้างแต่นาน ๆ ครั้ง ไม่ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง แต่นั่งดูเพื่อนทำการทดลอง      |                  |   |    |          |
|                                   | <u>1 คะแนน</u> หมายถึง เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้บางกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์ ตอบโต้ ชักถามกับครูน้อยมาก ไม่ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง แต่นั่งดูเพื่อนทำการทดลอง                 |                  |   |    |          |
| 3.ความมี<br>ระเบียบใน<br>การทำงาน | <u>4 คะแนน</u> หมายถึง การทำงานในสมุดบันทึกที่มีความสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อย สวยงามทั้งลายมือและการตกแต่งตลอดทั้งเล่ม มีความระมัดระวังในการใช้อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์        |                  |   |    |          |
|                                   | <u>3 คะแนน</u> หมายถึง การทำงานในสมุดบันทึกที่มีความสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อย สวยงามทั้งลายมือและการตกแต่งเป็นบางส่วน มีความระมัดระวังในการใช้อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์         |                  |   |    |          |
|                                   | <u>2 คะแนน</u> หมายถึง การทำงานในสมุดบันทึกที่มีความสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อย สวยงามทั้งลายมือและการตกแต่งเป็นบางส่วน ขาดความระมัดระวังในการใช้อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์        |                  |   |    |          |
|                                   | <u>1 คะแนน</u> หมายถึง การทำงานในสมุดบันทึกที่มีความสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อย สวยงามทั้งลายมือและการตกแต่งเป็นส่วนน้อยในเล่ม ขาดความระมัดระวังในการใช้อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ |                  |   |    |          |

| รายการ<br>ประเมิน    | คำอธิบายคุณภาพ                                                                                                                              | ระดับความคิดเห็น |   |    | หมายเหตุ |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|----|----------|
|                      |                                                                                                                                             | +1               | 0 | -1 |          |
| 4. ความ<br>เสียสละ   | <u>4 คะแนน</u> หมายถึง อุทิศเวลาส่วนตนทำงานต่าง ๆ และสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ ช่วยเหลืองานของครูด้วยความเต็มใจ ไม่หวังผลตอบแทน      |                  |   |    |          |
|                      | <u>3 คะแนน</u> หมายถึง อุทิศเวลาส่วนตนทำงานต่าง ๆ และสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์เป็นบางครั้ง ช่วยเหลืองานของครูด้วยความเต็มใจ ไม่หวังผลตอบแทน  |                  |   |    |          |
|                      | <u>2 คะแนน</u> หมายถึง อุทิศเวลาส่วนตนทำงานต่าง ๆ และสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ แต่นาน ๆ ครั้ง หลีกเลียงการช่วยเหลืองานของครู                 |                  |   |    |          |
|                      | <u>1 คะแนน</u> หมายถึง ใช้เวลาส่วนตนในกิจกรรมที่ไม่มีประโยชน์ หลีกเลียงทำงานต่าง ๆ หรือสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ ไม่เคยช่วยเหลืองานของครูเลย |                  |   |    |          |
| 5. ความ<br>ซื่อสัตย์ | <u>4 คะแนน</u> หมายถึง นำเสนอผลงานทางวาจาและรายงานด้วยความเป็นจริงทุกชิ้นงาน ไม่นำผลงานของผู้อื่นมาเป็นผลงานของตน                           |                  |   |    |          |
|                      | <u>3 คะแนน</u> หมายถึง นำเสนอผลงานทางวาจาและรายงานด้วยความเป็นจริงบางชิ้นงาน ไม่นำผลงานของผู้อื่นมาเป็นผลงานของตน                           |                  |   |    |          |
|                      | <u>2 คะแนน</u> หมายถึง นำเสนอผลงานทางวาจาและรายงานด้วยความเป็นจริงบางชิ้นงาน นำผลงานของผู้อื่นมาเป็นผลงานของตน                              |                  |   |    |          |
|                      | <u>1 คะแนน</u> หมายถึง นำเสนอผลงานทางวาจาและรายงานด้วยความเป็นจริงบางชิ้นงาน ลอกผลงานของผู้อื่นแล้วนำผลงานของผู้อื่นมาเป็นผลงานของตน        |                  |   |    |          |

**ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์**

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**  
**แบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ**

**ชื่อเรื่อง**

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อ  
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่ 1

**ผู้วิจัย**

นางสาวอรอนงค์ เหล็กกนก  
 สาขาวิชา การมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์)  
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

**อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์**

รองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพญญ์

**ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ**

ชื่อ-สกุล .....  
 ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....  
 สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ.....  
 (.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**  
**แบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ**



**วัตถุประสงค์**

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

**คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน**

แบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น โดยครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินเอง แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 อันดับ คือ 4, 3, 2 และ 1 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดแต่ละด้าน

แบบประเมินนี้พิจารณาความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน คือ

1. ด้านการจัดรวบรวมความคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์
2. ด้านความสอดคล้องของเรื่องกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
3. ด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้
4. ด้านการจัดลำดับเนื้อเรื่อง
5. ด้านเทคนิคการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์

แบบประเมินนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของ อุดุลย์ วงศ์ก้อม (2544: 180-183) และวิจิตรา พรหมบุตร (2539: 116-117)

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**  
**แบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์**  
**โดยผู้เชี่ยวชาญ**



**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาและประเมินรายการแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ในด้านลักษณะการใช้คำ ความถูกต้องของภาษา ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดไว้ดังนี้

- +1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่า คำอธิบายคุณภาพมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันรายการประเมิน
- 0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่า คำอธิบายคุณภาพมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันรายการประเมิน
- 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่า คำอธิบายคุณภาพไม่สอดคล้องสัมพันธ์กันรายการประเมิน

| รายการประเมิน                                            | คำอธิบายคุณภาพ                                                                                                                                                                                                                                                             | ระดับความคิดเห็น |   |    | หมายเหตุ |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|----|----------|
|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                            | +1               | 0 | -1 |          |
| 1.ด้านการจัดรวบรวม<br>ความคิดจินตนาการ<br>ทางวิทยาศาสตร์ | <u>4 คะแนน</u> หมายถึง สามารถลำดับความคิดและ<br>จินตนาการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง โดย<br>- นำเสนอความคิดที่แปลกใหม่<br>- นำเสนอปรากฏการณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มี<br>ผลกระทบต่อมวลมนุษย์ ทั้งทางสร้างสรรค์และ<br>ทำลาย<br>- มีเหตุผลมาอธิบายเมื่ออ่านแล้วเข้าใจง่าย |                  |   |    |          |
|                                                          | <u>3 คะแนน</u> หมายถึง สามารถลำดับความคิดและ<br>จินตนาการเชิงวิทยาศาสตร์มีความต่อเนื่อง โดย<br>- นำเสนอความคิดที่แปลกใหม่<br>- นำเสนอปรากฏการณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์<br>แต่ขาดเหตุผลมาอธิบายข้อความหรือเรื่องนั้น                                                             |                  |   |    |          |
|                                                          | <u>2 คะแนน</u> หมายถึง สามารถลำดับความคิดและ<br>จินตนาการเชิงวิทยาศาสตร์มีความต่อเนื่อง โดย<br>- นำเสนอความคิดที่เลียนแบบ<br>- นำเสนอปรากฏการณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์<br>- แต่ขาดเหตุผลมาอธิบายข้อความหรือเรื่องนั้น                                                           |                  |   |    |          |
|                                                          | <u>1 คะแนน</u> หมายถึง สามารถลำดับความคิดและ<br>จินตนาการเชิงวิทยาศาสตร์ โดย<br>- ขาดการนำเสนอความคิดที่แปลกใหม่<br>- ไม่สามารถนำเสนอเหตุผลหรือข้อสนับสนุนมา<br>อธิบายข้อความหรือเรื่องที่เขียนเมื่ออ่านแล้วสับสน<br>ไม่เข้าใจในคาบนั้น ๆ                                  |                  |   |    |          |

| รายการประเมิน                                     | คำอธิบายคุณภาพ                                                                                                                                                                        | ระดับความคิดเห็น |   |    | หมายเหตุ |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|----|----------|
|                                                   |                                                                                                                                                                                       | +1               | 0 | -1 |          |
| 2. ด้านความสอดคล้องของเรื่องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ | <u>4 คะแนน</u> หมายถึง สามารถเขียนชื่อเรื่องได้ สอดคล้องกับเรื่องและเนื้อหาวิทยาศาสตร์                                                                                                |                  |   |    |          |
|                                                   | <u>3 คะแนน</u> หมายถึง สามารถเขียนชื่อเรื่องได้ สอดคล้องกับเรื่องและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เรียนในคาบนั้น ๆ ชื่อเรื่องและเนื้อหาไปในทิศทางเดียวกันที่เรียนในคาบนั้น ๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง |                  |   |    |          |
|                                                   | <u>2 คะแนน</u> หมายถึง สามารถเขียนเรื่องได้ แต่ไม่ สอดคล้องกับชื่อเรื่องหรือเนื้อหาวิทยาศาสตร์                                                                                        |                  |   |    |          |
|                                                   | <u>1 คะแนน</u> หมายถึง เขียนชื่อเรื่องไม่สอดคล้องกับเรื่องและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ได้                                                                                                 |                  |   |    |          |
| 3. ด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้            | <u>4 คะแนน</u> หมายถึง สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ และทฤษฎีมาประกอบกับเนื้อเรื่องครบทุกด้าน                                                      |                  |   |    |          |
|                                                   | <u>3 คะแนน</u> หมายถึง สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ และทฤษฎีมาประกอบกับเนื้อเรื่องอย่างน้อย 3 ด้าน                                                |                  |   |    |          |
|                                                   | <u>2 คะแนน</u> หมายถึง สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้าน ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ และทฤษฎี ประกอบกับเนื้อเรื่องได้อย่างน้อย 2 ด้าน                                             |                  |   |    |          |
|                                                   | <u>1 คะแนน</u> หมายถึง นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎและทฤษฎี มาประกอบกับเนื้อเรื่องได้อย่างน้อย 1 ด้าน                                                 |                  |   |    |          |

| รายการประเมิน                                          | คำอธิบายคุณภาพ                                                                                                                                                              | ระดับความคิดเห็น |   |    | หมายเหตุ |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|----|----------|
|                                                        |                                                                                                                                                                             | +1               | 0 | -1 |          |
| 4. ด้านการจัดลำดับเนื้อเรื่อง                          | <u>4 คะแนน</u> หมายถึง สามารถจัดลำดับเนื้อความของเรื่องโดยมีโครงเรื่องสามส่วนได้แก่ ตอนเปิดเรื่อง ตอนกลางเรื่องและตอนปิดเรื่อง มีความสัมพันธ์กัน เนื้อเรื่องมีความต่อเนื่อง |                  |   |    |          |
|                                                        | <u>3 คะแนน</u> หมายถึง สามารถจัดลำดับเนื้อความของเรื่องโดยมีโครงเรื่องสามส่วนได้แก่ ตอนเปิดเรื่อง ตอนกลางเรื่องและตอนปิดเรื่อง มีความสัมพันธ์กัน เนื้อเรื่องยังไม่ต่อเนื่อง |                  |   |    |          |
|                                                        | <u>2 คะแนน</u> หมายถึง สามารถจัดลำดับเนื้อความของเรื่องโดยขาดตอนเปิดเรื่อง ตอนกลางเรื่องและตอนปิดเรื่อง อย่างใดอย่างหนึ่ง เนื้อเรื่องยังไม่ต่อเนื่อง                        |                  |   |    |          |
|                                                        | <u>1 คะแนน</u> หมายถึง ไม่สามารถจัดลำดับเนื้อความของเรื่องได้ครบทั้ง 3 ส่วน เนื้อเรื่องไม่ปะติดปะต่อขาดความต่อเนื่อง                                                        |                  |   |    |          |
| 5. ด้านเทคนิคการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ | <u>4 คะแนน</u> หมายถึง สามารถสื่อความหมายด้วยภาพที่สอดคล้องกับเนื้อหา ขนาดตัวอักษรเหมาะสม เลือกใช้สีตัวอักษร สีพื้นหลัง กราฟิกได้สวยงาม แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร                  |                  |   |    |          |
|                                                        | <u>3 คะแนน</u> หมายถึง สามารถสื่อความหมายด้วยภาพที่สอดคล้องกับเนื้อหา ขนาดตัวอักษรเหมาะสม เลือกใช้สีตัวอักษร สีพื้นหลัง กราฟิกได้สวยงาม ดัดแปลงจากผู้อื่น                   |                  |   |    |          |
|                                                        | <u>2 คะแนน</u> หมายถึง สามารถสื่อสารด้วยภาพโดยสอดคล้องกับเนื้อหา ขนาดตัวอักษรและสีตัวอักษรเหมาะสม แต่มีสีพื้นหลังและกราฟิกไม่เหมาะสม                                        |                  |   |    |          |
|                                                        | <u>1 คะแนน</u> หมายถึง สามารถสื่อสารด้วยภาพได้ แต่การใช้ขนาดสีตัวอักษร พื้นหลัง และกราฟิกยังไม่สวยงาม                                                                       |                  |   |    |          |

### ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ
- แบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- แบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา วิทยาศาสตร์  
เรื่อง อากาศที่หล่อหุ้มโลก

ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
เวลาที่ใช้สอน 3 ชั่วโมง



มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น (ว 6.1-1)

สืบค้นข้อมูล อภิปรายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ แปลความหมายจากการพยากรณ์อากาศ อธิบายผลของลมฟ้าอากาศต่อการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม

### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

## อธิบายองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ

## สาระสำคัญ

บรรยากาศเป็นอากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวของสิ่งมีชีวิตและห่อหุ้มโลก มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกอย่างมาก เช่น ช่วยในการหายใจ สะท้อนแสงและดูดกลืนพลังงาน ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต และปกป้องสิ่งแปลกปลอมจากนอกโลก บรรยากาศประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ และอื่น ๆ นักวิทยาศาสตร์ได้จัดแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้เกณฑ์อุณหภูมิสมบัติของก๊าซ และอุตุนิยมวิทยา

## จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายความหมายของบรรยากาศได้
- 2) สรุปความสำคัญของบรรยากาศได้
- 3) บอกส่วนประกอบของบรรยากาศได้
- 4) อธิบายลักษณะของชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกและประโยชน์ได้
- 5) เขียนภาพแสดงสมบัติของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นได้ถูกต้อง
- 4) นำความรู้ที่ได้ไปบูรณาการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ได้
- 5) มีมารยาทในการอภิปราย ให้เหตุผล

## สาระการเรียนรู้

- 1) องค์ประกอบของบรรยากาศ
- 2) ความสำคัญของบรรยากาศ
- 3) การแบ่งชั้นบรรยากาศ

## กิจกรรมการเรียนรู้ (กระบวนการสืบเสาะหาความรู้)

### 1) ขั้นสร้างความสนใจ

#### 1.1) ครูถามนักเรียนด้วยคำถาม

*“ถ้านักเรียนออกไปนอกโลก แล้วมองมายังโลก นักเรียนจะมองเห็นอะไร”*

1.2) นักเรียนตอบคำถามของครูทีละคน ด้วยการยกมือ แล้วรอให้ครูเรียกชื่อ จากนั้นตอบคำถามจากการคิดจินตนาการของตนเอง ในการมองโลกจากนอกโลก

#### 1.3) นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

### 2) ขั้นสำรวจและค้นหา

#### 2.1) นักเรียนรับ ใบงาน เรื่อง “ฉันคือใคร (Who am I)”

#### 2.2) นักเรียนพิจารณารูปภาพในใบงาน แล้วร่วมกันอภิปรายว่า

*“ขอบเขตระหว่างโลกกับอวกาศคืออะไร”*

*“แล้วสิ่งนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง”*

2.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้และหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย แล้วสรุปองค์ความรู้ลงในใบงานตามข้อคำถามที่ถามว่า

*“บรรยากาศคืออะไร”*

*“บรรยากาศประกอบด้วยอะไรบ้าง”*

### 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1) ตัวแทนแต่ละกลุ่มอธิบายความหมายและองค์ประกอบของบรรยากาศ จากการสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายกลุ่มย่อย

#### 3.2) นักเรียนร่วมกันระดมสมองคิดต่อไปว่า

*“หากไม่มีชั้นบรรยากาศ โลกของเราจะเป็นอย่างไร”*

*“บรรยากาศมีความสำคัญต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร”*

3.3) นักเรียนเขียนความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มทุกคนลงในใบงาน และลงข้อสรุปนำความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องมากที่สุดมาเขียนเป็นข้อสรุปของกลุ่มเพียง 4 ความคิดเห็น

3.4) นักเรียนดูภาพและศึกษาการแบ่งชั้นบรรยากาศตามเกณฑ์อุณหภูมิในใบความรู้ เรื่อง “ฉันคือบรรยากาศ (I am atmosphere)”

3.5) ครูสุ่มถามนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้น

3.6) นักเรียนอธิบายสมบัติของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นตามความเข้าใจ

3.7) นักเรียนและครูร่วมกันสรุปสมบัติของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้นบนกระดานดำ

3.8) นักเรียนเขียนภาพแสดงชั้นบรรยากาศและสมบัติของแต่ละชั้น ตกแต่งภาพตามจินตนาการ แต่ยึดหลักความเป็นจริงของข้อมูล

#### 4) ขั้นขยายผลความรู้

4.1) นักเรียนแต่ละคนนำผลงานภาพของตนให้สมาชิกในกลุ่มประเมิน โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันออกแบบประเมินผลงานเอง โดยยึดหลักการประเมินในเรื่องของความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

4.2) นักเรียนในแต่ละกลุ่มเลือกภาพที่ได้รับการประเมินดีเยี่ยมมา 1 ภาพ นำเสนอให้เพื่อนกลุ่มอื่นดู พร้อมกับนำเสนอสาระสำคัญในเรื่อง บรรยากาศ ด้วย

4.3) นักเรียนนำความรู้เรื่อง บรรยากาศ และภาพที่เขียนด้วยตนเองนั้น ไปประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ โดยการศึกษาใบความรู้ เรื่อง “การฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์กันนะ” ควบคู่กับการทำใบงาน เรื่อง “นิยายบรรยายบรรยากาศ”

4.4) เมื่อนักเรียนเขียนนิยายวิทยาศาสตร์เสร็จแล้ว นำมาให้ครูตรวจความสมบูรณ์

4.5) นักเรียนเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ลงบนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในคอมพิวเตอร์

#### 5) ขั้นประเมิน

5.1) เมื่อนักเรียนสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์เสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนประเมินผลงานตัวเอง และให้เพื่อนที่สนิท 1 คน ร่วมประเมินผลงานด้วย

5.2) นักเรียนบันทึกนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ลงในแผ่น CD แล้วนำเสนอครู ประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

5.3) นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

### สื่อการเรียนรู้

- 1) ใบความรู้ เรื่อง ฉันคือบรรยากาศ (I am atmosphere)
- 2) ใบความรู้ เรื่อง การฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์กันนะ
- 3) ใบงาน เรื่อง ฉันคือใคร (Who am I)
- 4) ใบงาน เรื่อง นิยายบรรยายบรรยากาศ

## การวัดและประเมินผล

| พฤติกรรมที่ต้องการวัดและประเมินผล               | วิธีการ                                                                                                                                           | เครื่องมือ                                                                 | เกณฑ์                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้ – ความคิด</b><br>(Knowledge)     | 1) การทดสอบด้วยแบบทดสอบ<br>2) การสังเกตจากการตอบคำถามและซักถามปัญหา<br>3) การสังเกตจากการอภิปรายกลุ่มย่อยและการแสดงความคิดเห็น<br>4) การตรวจผลงาน | 1) แบบทดสอบ<br>2) แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนด้านความรู้-ความคิด<br>3) ใบงาน | 1) แบบทดสอบหลังเรียน ต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 จึงผ่านเกณฑ์<br>2) ใบงาน ต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 จึงผ่านเกณฑ์<br>3) แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในแต่ละด้านต้อง |
| <b>ด้านทักษะกระบวนการ</b><br>(Process)          | 1) ให้ปฏิบัติกิจกรรมการสืบค้น<br>2) ให้อภิปรายกลุ่มย่อยนำเสนอผลงาน                                                                                | แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนด้านทักษะกระบวนการ                                | ได้รับคะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 จึงผ่านเกณฑ์                                                                                                                                |
| <b>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</b><br>(Attitude) | สังเกตและบันทึกผลจากการสังเกต                                                                                                                     | แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์                        |                                                                                                                                                                             |

**บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้**  
**เรื่อง อากาศที่ห่อหุ้มโลก**

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้นี้ พบว่า

1) ผลที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

2) ปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

3) แนวทางในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

4) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

ครูผู้สอน

(นางสาวอรอนงค์ เหล็กกนก)

แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน

ตอนที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ❶ บรรยายภาพหมายถึงข้อใด
  - ก. สิ่งที่ไม่มีน้ำหนัก
  - ข. สิ่งที่มีมองเห็นเป็นท้องฟ้า
  - ค. อากาศที่อยู่รอบตัวเราและห่อหุ้มโลก
  - ง. อากาศส่วนที่อยู่เหนือก้อนเมฆขึ้นไป
- ❷ ส่วนประกอบของอากาศแตกต่างกันอย่างไร
  - ก. ตามเวลาและปริมาตร
  - ข. ตามสถานที่และตามดิน
  - ค. ตามเวลาและตามดิน
  - ง. ตามเวลาและสถานที่
- ❸ อัตราส่วนระหว่างปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนต่อแก๊สออกซิเจนเป็นเท่าไร
  - ก. 4 : 1
  - ข. 3 : 1
  - ค. 1 : 4
  - ง. 5 : 1
- ❹ ถ้าต้องการทราบว่าอากาศมีไอน้ำหรือไม่มีจะทดสอบได้อย่างไร
  - ก. นำน้ำแข็งใส่แก้ว สังเกตมีหยดน้ำมาเกาะรอบ ๆ แก้ว
  - ข. ต้มน้ำให้เดือด สังเกตมีไอน้ำพุ่งออกมา
  - ค. ชุบน้ำมือแล้วมีน้ำซึมออกมา
  - ง. ถ้ำหินปูนมีหยดน้ำจากเพดานลงพื้น
- ❺ บรรยายภาพในชั้นใดมีสภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด
  - ก. โทโรปอสเฟียร์
  - ข. สตราโตสเฟียร์
  - ค. ไอโอโนสเฟียร์
  - ง. เอกโซสเฟียร์

⑥ ชั้นที่มีการสะท้อนคลื่นวิทยุได้ดีคือข้อใด

- ก. โทโรโปสเฟียร์
- ข. สตราโตสเฟียร์
- ค. ไอโอโนสเฟียร์
- ง. เอกโซสเฟียร์

⑦ ชั้นใดเหมาะกับการบิน

- ก. โทโรโปสเฟียร์
- ข. สตราโตสเฟียร์
- ค. ไอโอโนสเฟียร์
- ง. เอกโซสเฟียร์

⑧ ชั้นใดที่อุณหภูมิจะลดลงตามระดับความสูง

- ก. โทโรโปสเฟียร์
- ข. สตราโตสเฟียร์
- ค. ไอโอโนสเฟียร์
- ง. เอกโซสเฟียร์

⑨ ส่วนประกอบของอากาศแต่ละบริเวณเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

- ก. ต่างกัน เพราะแต่ละบริเวณก่อให้เกิดส่วนประกอบของอากาศต่างกัน
- ข. ต่างกัน เพราะสิ่งมีชีวิตบนโลกต่างชนิดกัน
- ค. เหมือนกัน เพราะอยู่บนดาวเคราะห์ดวงเดียวกัน
- ง. เหมือนกัน เพราะอากาศกระจายอยู่ทั่วไป

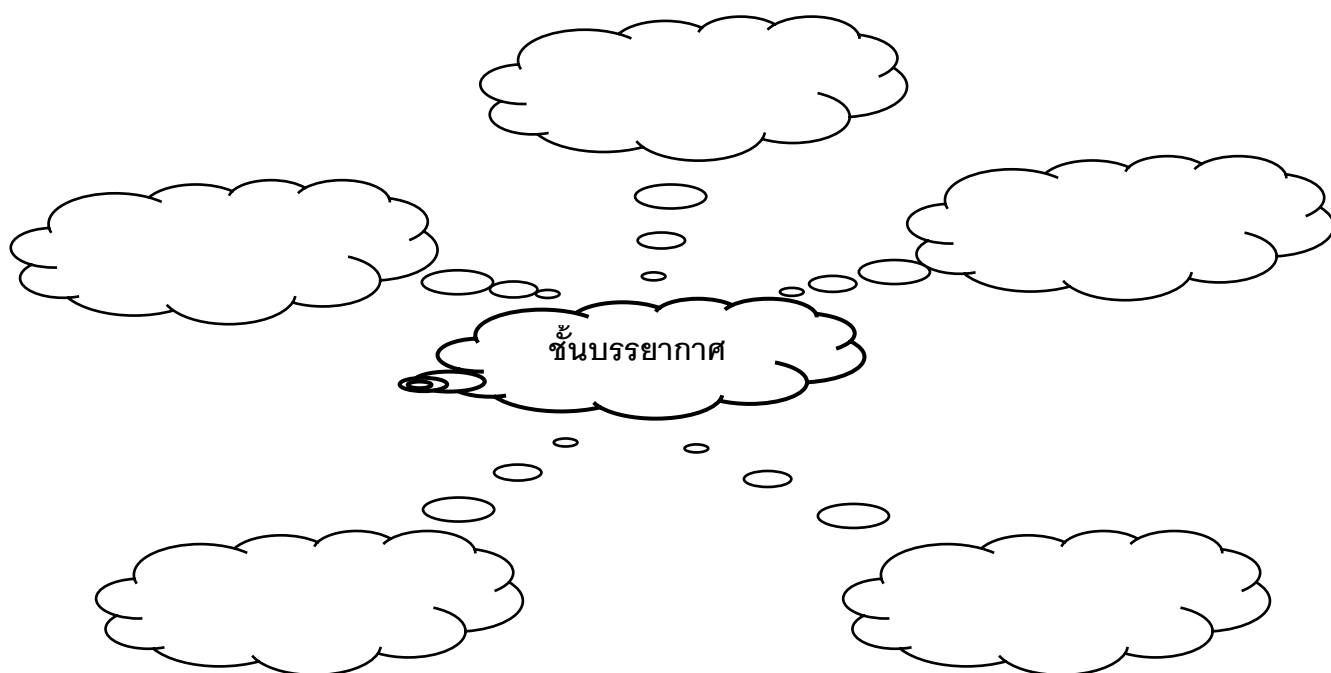
⑩ ไนโตรเจนมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตเพราะเหตุใด

- ก. ทำให้ออกซิเจนเจือจางเหมาะแก่การหายใจ
- ข. ติดไฟและช่วยให้ไฟติด
- ค. ป้องกันการลุกไหม้ของสรรพสิ่งในโลก
- ง. เป็นตัวกรองรังสี และทำให้โลกได้รับความร้อนพอเหมาะ

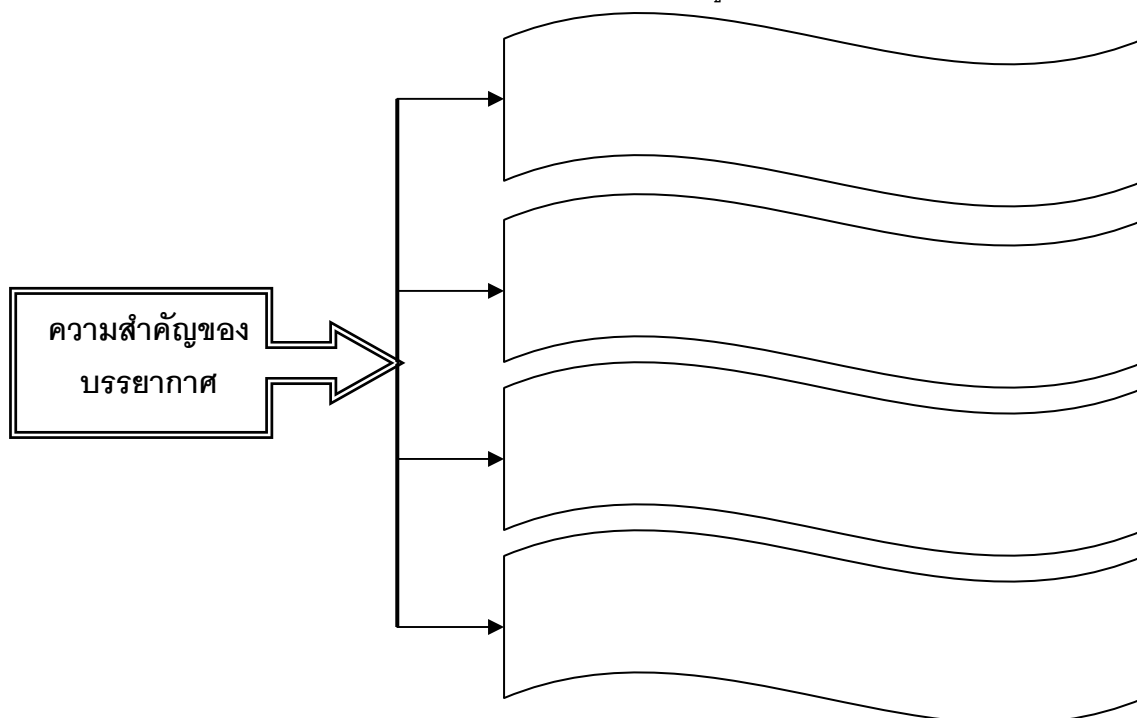
ตอนที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรมและตอบคำถามต่อไปนี้

- ❶ ให้นักเรียนเติมชื่อชั้นบรรยากาศต่าง ๆ ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



- ❷ ให้นักเรียนเติมความสำคัญบรรยากาศ ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



**แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน**  
**ด้านความรู้ – ความคิด (Knowledge)**

ชื่อ.....ชื่อสกุล.....เลขที่.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 /.....

ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

| ที่               | พฤติกรรม/ลักษณะบ่งชี้     | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   | หมายเหตุ              |
|-------------------|---------------------------|-------------|---|---|---|---|-----------------------|
|                   |                           | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 |                       |
| 1                 | การตอบคำถาม               |             |   |   |   |   | 1 หมายถึง ควรปรับปรุง |
| 2                 | การซักถามปัญหา            |             |   |   |   |   | 2 หมายถึง พอใช้       |
| 3                 | การอภิปรายแสดงความคิดเห็น |             |   |   |   |   | 3 หมายถึง ปานกลาง     |
| 4                 | การนำเสนอผลงาน            |             |   |   |   |   | 4 หมายถึง ดี          |
| 5                 | การจดบันทึก               |             |   |   |   |   | 5 หมายถึง ดีมาก       |
| รวมคะแนน          |                           |             |   |   |   |   | = .....               |
| ระดับคุณภาพร้อยละ |                           | =.....      |   |   |   |   |                       |

สรุปผลจากการสังเกต = ☐ ควรปรับปรุง (ต่ำกว่าร้อยละ 60)  
 (เขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในวงกลม) ☐ พอใช้ (ร้อยละ 60 – 69)  
☐ ปานกลาง (ร้อยละ 70 – 79)  
☐ ดี (ร้อยละ 80 – 89)  
☐ ดีมาก (ร้อยละ 90 ขึ้นไป)

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

(

)

วัน เดือน ปีที่ประเมิน...../...../.....

**แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน**  
**ด้านทักษะกระบวนการ(Process)**

ชื่อ.....ชื่อสกุล.....เลขที่.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 /.....

ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

| ที่               | พฤติกรรม/ลักษณะบ่งชี้                   | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   | หมายเหตุ                             |
|-------------------|-----------------------------------------|-------------|---|---|---|---|--------------------------------------|
|                   |                                         | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 |                                      |
| 1                 | การวางแผน จัดการ แบ่งหน้าที่            |             |   |   |   |   | 1 หมายถึง ควรปรับปรุง                |
| 2                 | การสังเกต เปรียบเทียบ<br>หาความสัมพันธ์ |             |   |   |   |   | 2 หมายถึง พอใช้<br>3 หมายถึง ปานกลาง |
| 3                 | การใช้เหตุผล การแสดงความคิดเห็น         |             |   |   |   |   | 4 หมายถึง ดี                         |
| 4                 | การคำนวณ                                |             |   |   |   |   | 5 หมายถึง ดีมาก                      |
| 5                 | การกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน              |             |   |   |   |   |                                      |
| 6                 | การรวบรวมข้อมูล                         |             |   |   |   |   |                                      |
| 7                 | การวิเคราะห์ผล และการสรุป               |             |   |   |   |   |                                      |
| 8                 | การสร้างบรรยากาศในการทำงาน              |             |   |   |   |   |                                      |
| 9                 | ความสนใจ พอใจ และตั้งใจทำงาน            |             |   |   |   |   |                                      |
| 10                | งานสำเร็จทันเวลาและมีคุณภาพ             |             |   |   |   |   |                                      |
| รวมคะแนน          |                                         |             |   |   |   |   | = .....                              |
| ระดับคุณภาพร้อยละ |                                         | =.....      |   |   |   |   |                                      |

สรุปผลจากการสังเกต =  
(เขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในวงกลม)

- ☐ ควรปรับปรุง (ต่ำกว่าร้อยละ 60)
- ☐ พอใช้ (ร้อยละ 60 – 69)
- ☐ ปานกลาง (ร้อยละ 70 – 79)
- ☐ ดี (ร้อยละ 80 – 89)
- ☐ ดีมาก (ร้อยละ 90 ขึ้นไป)

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

(

)

วัน เดือน ปีที่ประเมิน...../...../.....

**แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน**  
**ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)**

ชื่อ.....ชื่อสกุล.....เลขที่.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 /.....

ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

| คุณลักษณะ                      | พฤติกรรม/ลักษณะบ่งชี้                                                                    | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   | หมายเหตุ                                                           |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|---|---|---|--------------------------------------------------------------------|
|                                |                                                                                          | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 |                                                                    |
| 1. ความมีเหตุผล                | - การยอมรับข้อสรุปที่มีเหตุผล                                                            |             |   |   |   |   | 1 = ควรปรับปรุง<br>2 = พอใช้<br>3 = ปานกลาง<br>4 = ดี<br>5 = ดีมาก |
|                                | - เห็นคุณค่าการสืบหาความจริงก่อนยอมรับ หรือปฏิบัติตาม                                    |             |   |   |   |   |                                                                    |
| 2. ความอยากรู้<br>อยากเห็น     | - เชื่อว่าการทดลองค้นคว้าจะทำให้ค้นพบการแก้ปัญหาได้                                      |             |   |   |   |   |                                                                    |
|                                | - ชอบค้นคว้าทดลอง                                                                        |             |   |   |   |   |                                                                    |
| 3. ความใจกว้าง                 | - ตระหนักถึงความสำคัญของความมีเหตุผลของผู้อื่น                                           |             |   |   |   |   |                                                                    |
|                                | - ยอมรับฟังความคิดเห็นและคำวิจารณ์ของผู้อื่น                                             |             |   |   |   |   |                                                                    |
| 4. ความมีระเบียบ<br>ในการทำงาน | - ตระหนักถึงการรู้จักระวังรักษาความปลอดภัยของตนเองและ<br>เพื่อนในขณะทดลองวิทยาศาสตร์     |             |   |   |   |   |                                                                    |
|                                | - เห็นคุณค่าของการระวังรักษาเครื่องมือที่ใช้มิให้แตกหัก<br>เสียหาย ในขณะทดลองวิทยาศาสตร์ |             |   |   |   |   |                                                                    |
| 5. ความเสียสละ                 | - ตระหนักถึงการทำงานให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย โดยไม่<br>คำนึงถึงผลตอบแทน                |             |   |   |   |   |                                                                    |
|                                | - เต็มใจที่จะอุทิศตน เพื่อสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ได้                                    |             |   |   |   |   |                                                                    |
| 6. ความซื่อสัตย์               | - เห็นคุณค่าต่อการเสนอผลงานตามความเป็นจริงที่ทดลองได้                                    |             |   |   |   |   |                                                                    |
|                                | - ดำเนินบุคคลที่นำผลงานผู้อื่นมาเสนอเป็นผลงานของตนเอง                                    |             |   |   |   |   |                                                                    |
| รวมคะแนน                       |                                                                                          |             |   |   |   |   | =.....                                                             |
| ระดับคุณภาพร้อยละ              |                                                                                          | =.....      |   |   |   |   |                                                                    |

สรุปผลจากการสังเกต = ☐ ควรปรับปรุง (ต่ำกว่าร้อยละ 60)  
 (เขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในวงกลม) ☐ พอใช้ (ร้อยละ 60 – 69)  
☐ ปานกลาง (ร้อยละ 70 – 79)  
☐ ดี (ร้อยละ 80 – 89)  
☐ ดีมาก (ร้อยละ 90 ขึ้นไป)

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้ประเมิน

( )

วัน เดือน ปีที่ประเมิน...../...../.....



ใบความรู้ เรื่อง ฉันทิอบรรยากาศ  
(I am atmosphere)

ถ้าเราออกไปนอกโลก แล้วมองลงมายังโลก โลกมีลักษณะคล้ายผลส้ม มีสีน้ำเงินปนขาว มองคล้ายหมอกสีน้ำเงิน และมีปุยสีขาวกระจายปนกัน

และถ้ามองผ่านหมอกสีน้ำเงินลงไป จะเห็นบริเวณส่วนใหญ่มีประกายสีน้ำเงิน และมีสีน้ำตาลบางบริเวณ ส่วนที่เป็นสีน้ำตาลจะมีบริเวณเล็กกว่าและมีลักษณะขรุขระ

ซึ่งส่วนที่มองเห็นเป็นหมอกสีน้ำเงินก็คือ บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก

บริเวณประกายสีน้ำเงิน คือ ส่วนที่เป็นพื้นน้ำ

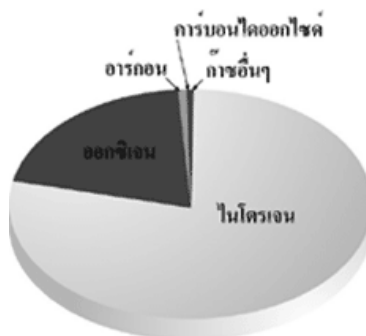
สำหรับที่เป็นสีน้ำตาล คือ พื้นดิน



## ส่วนประกอบของอากาศ



บรรยากาศ หมายถึง อากาศทั้งหมดที่อยู่รอบตัวเราและห่อหุ้มโลกเราไว้ โดยอยู่ในช่วง 800 - 960 กิโลเมตรจากผิวโลก ประกอบด้วยแก๊สต่าง ๆ มากมาย นอกจากนี้ยังมีฝุ่นละออง ไอน้ำ และอนุภาคต่าง ๆ อยู่อีกมากมาย





### บทบาทของแก๊สในบรรยากาศ



แก๊สในโตรเจน จะช่วยลดความรุนแรงของปฏิกิริยาของแก๊สออกซิเจน และมีความสำคัญในการสร้างโปรตีนในพืช

แก๊สออกซิเจน สิ่งมีชีวิตใช้หายใจเพื่อการดำรงชีวิต และในการสันดาปเชื้อเพลิงต่าง ๆ

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วยในการสร้างอาหารของพืช ก่อให้เกิดการหมุนเวียนระหว่างแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนด้วย



### บรรยากาศมีความสำคัญดังต่อไปนี้



☀ ให้ก๊าซออกซิเจนแก่พืชและสัตว์ เพื่อใช้ในกระบวนการหายใจ

และให้แก๊สคาร์บอนได ออกไซด์ แก่พืชใน กระบวนการสังเคราะห์แสง

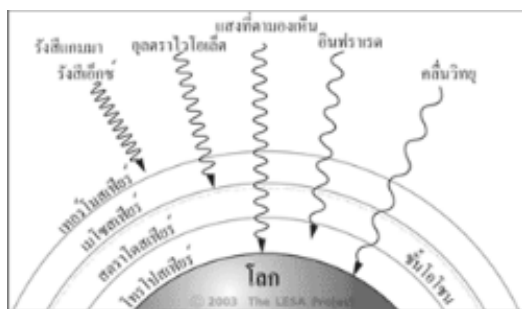
☀ ช่วยให้มีวัฏจักรของน้ำในธรรมชาติ เช่น เกิดเมฆ ฝน หมอก น้ำค้าง

☀ ป้องกันอันตรายจากอุกกาบาต

☀ ทำให้เกิดการลูกไหม้

☀ ป้องกันอันตรายจากรังสี เช่น คุกกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ต ทำให้เกิดการเน่าเปื่อยของพืชและสัตว์ที่ตายแล้ว

☀ ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เย็นหรือร้อนเกินไป ถ้าไม่บรรยากาศในเวลากลางวันอากาศจะมีอุณหภูมิ  $110^{\circ}\text{C}$  เวลากลางคืนอุณหภูมิจะต่ำถึง  $180^{\circ}\text{C}$

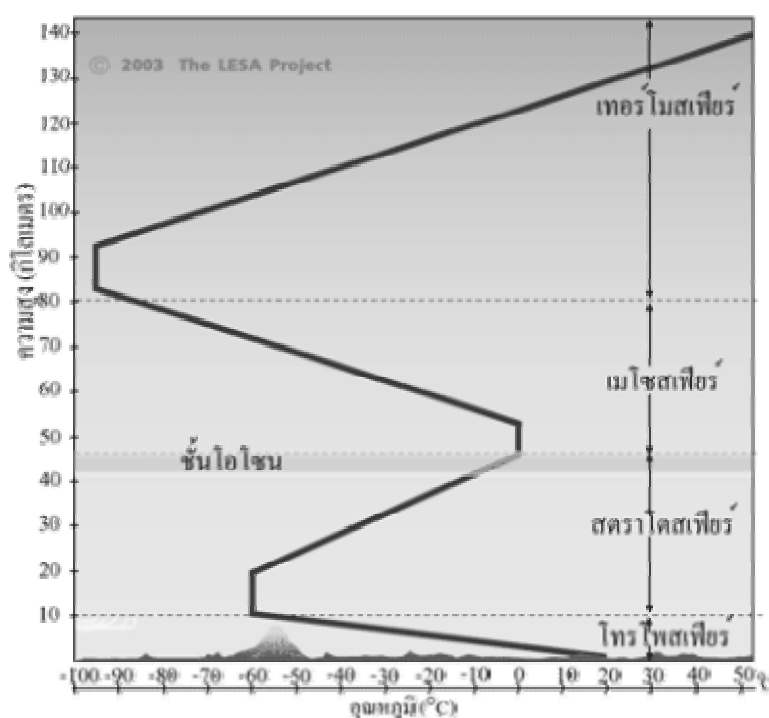


การก่อร์รังสีของบรรยากาศ



## ชั้นบรรยากาศ

นักวิทยาศาสตร์แบ่งโครงสร้างของบรรยากาศออกเป็นชั้นๆ โดยใช้เกณฑ์ต่างๆ กัน อาทิ แบ่งตามสัดส่วนของก๊าซ แบ่งตามคุณสมบัติทางไฟฟ้า แต่ในการศึกษาด้านอุตุนิยมวิทยาแล้ว เราแบ่งชั้นบรรยากาศตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ดังนี้



ภาพการแบ่งชั้นบรรยากาศ ตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

### • โทรโปสเฟียร์ (Troposphere)

เป็นบรรยากาศชั้นล่างสุดที่เราอาศัย มีความหนาประมาณ 10 - 15 กิโลเมตร ร้อยละ 80 ของมวลอากาศทั้งหมดอยู่ในบรรยากาศชั้นนี้ แหล่งกำเนิดความร้อนของโทรโปสเฟียร์คือ พื้นผิวโลกซึ่งดูดกลืนรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ และแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา ดังนั้นยิ่งสูงขึ้น ภูมิอากาศจะลดลงในอัตรา  $6.5^{\circ}\text{C}$  ต่อ 1 กิโลเมตร จนกระทั่งระยะสูงประมาณ 12 กิโลเมตร อุณหภูมิจะคงที่ประมาณ  $-60^{\circ}\text{C}$  ที่รอยต่อชั้นบนซึ่งเรียกว่า โทรโปพอส (Tropopause)

โทรโปสเฟียร์มีไอน้ำอยู่มาก จึงทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำฟ้าต่างๆ เช่น เมฆ พายุ ฝน เป็นต้น บรรยากาศชั้นนี้มักปรากฏสภาพอากาศรุนแรง เนื่องจากมีมวลอากาศอยู่หนาแน่น และการดูดคายความร้อนแฝง อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนสถานะของน้ำในอากาศ รวมทั้งอิทธิพลทางภูมิศาสตร์ของพื้นผิวโลก

### • สตราโตสเฟียร์ (Stratosphere)

มวลอากาศในชั้นนี้มีร้อยละ 19.9 ของมวลอากาศทั้งหมด เหนือระดับโทรโปพอสขึ้นไป อุณหภูมิยิ่งสูงขึ้นในอัตรา  $2^{\circ}\text{C}$  ต่อ 1 กิโลเมตร เนื่องจากโอโซนที่ระยะสูง 48 กิโลเมตร ดูดกลืนรังสีอุลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์เอาไว้ บรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์มีความสงบมากกว่าชั้นโทรโปสเฟียร์ เครื่องบินไอพ่นจึงนิยมบินในตอนล่างของ บรรยากาศชั้นนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงสภาพอากาศที่รุนแรงในชั้นโทรโปสเฟียร์

### • เมโซสเฟียร์ (Mesosphere)

เหนือสตราโตสเฟียร์ขึ้นไป อุณหภูมิลดต่ำลงอีกครั้ง จนถึง  $-90^{\circ}\text{C}$  ที่ระยะสูง 80 กิโลเมตร ทั้งนี้เนื่องจากห่างจากแหล่งความร้อนในชั้นโอโซนออกไป มวลอากาศในชั้นนี้มีไม่ถึงร้อยละ 0.1 ของมวลอากาศทั้งหมด

### • เทอร์โมสเฟียร์ (Thermosphere)

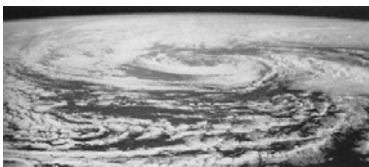
มวลอากาศในชั้นเทอร์โมสเฟียร์มีได้อยู่ในสถานะของก๊าซ หากแต่อยู่ในสถานะของประจุไฟฟ้า เนื่องจากอะตอมของก๊าซในโครเจนและออกซิเจนในบรรยากาศชั้นบน ได้รับรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ เช่น รังสีเอ็กซ์ และแตกตัวเป็นประจุ อย่างไรก็ตามแม้ว่าบรรยากาศชั้นนี้จะมีอุณหภูมิสูงมาก แต่ก็มิได้มีความร้อนมาก เนื่องจากมีอะตอมของก๊าซอยู่เบาบางมาก (อุณหภูมิเป็นเพียงค่าเฉลี่ยของพลังงานในแต่ละอะตอม ปริมาณความร้อนขึ้นอยู่กับมวลทั้งหมดของสสาร)

เหนือชั้นเทอร์โมสเฟียร์ขึ้นไป ที่ระยะสูงประมาณ 500 กิโลเมตร โมเลกุลของอากาศอยู่ห่างไกลกันมาก จนอาจมีสามารถวิ่งชนกับโมเลกุลอื่นได้ ในบางครั้งโมเลกุลซึ่งเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงเหล่านี้ อาจหลุดพ้นอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงโลก เราเรียกบรรยากาศในชั้นที่อะตอมหรือโมเลกุลของอากาศมีแนวโน้มจะหลุดหนีไปสู่อวกาศนี้ว่า “เอ็กโซสเฟียร์” (Exosphere)

### หมายเหตุ:

บางครั้งเราเรียกบรรยากาศที่ระดับความสูง 80-400 กิโลเมตร ว่า “ไอโอโนสเฟียร์” (Ionosphere) เนื่องจากก๊าซในบรรยากาศชั้นนี้มีสถานะเป็นประจุไฟฟ้า ซึ่ง มีประโยชน์ในการสะท้อนคลื่นวิทยุสำหรับการสื่อสาร โทรคมนาคม





หากไม่มี**ชั้นบรรยากาศ**  
โลกของเราจะเป็นอย่างไรคะ

.....

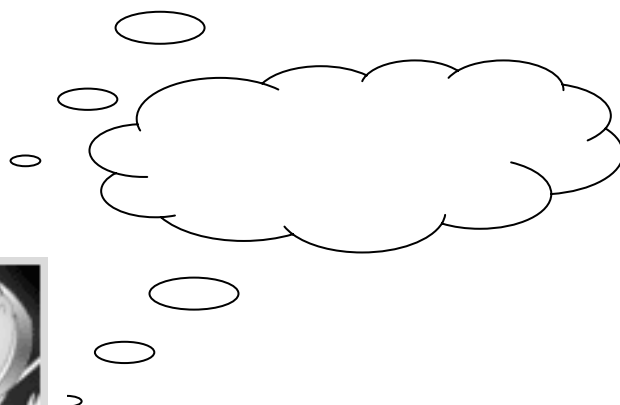
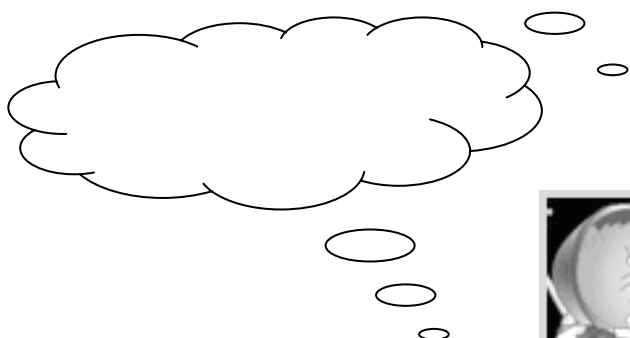
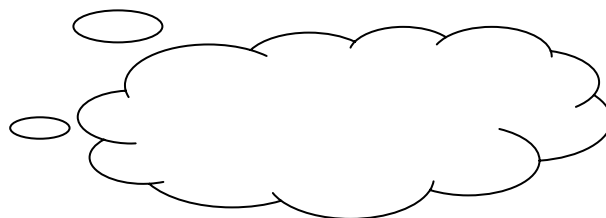
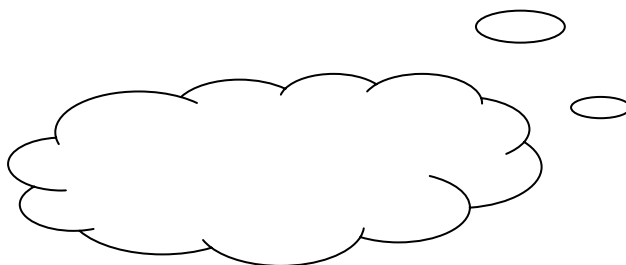
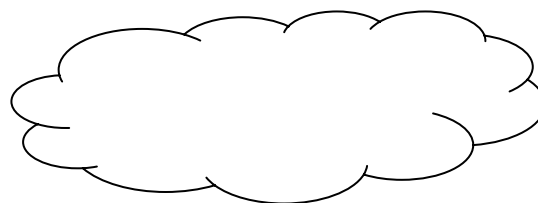
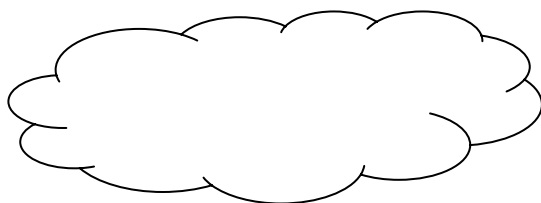
.....

.....

.....

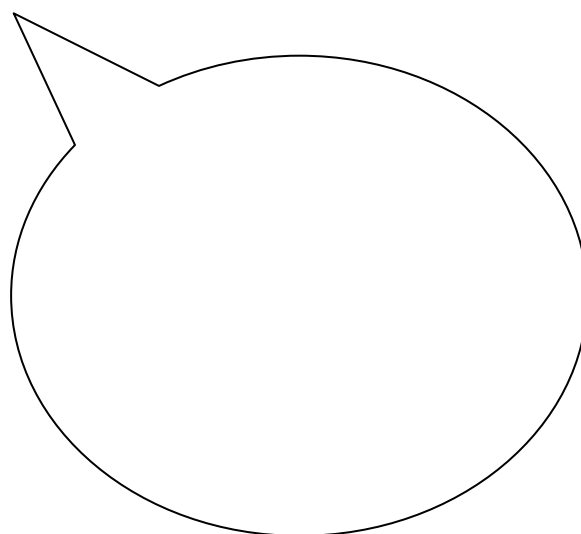
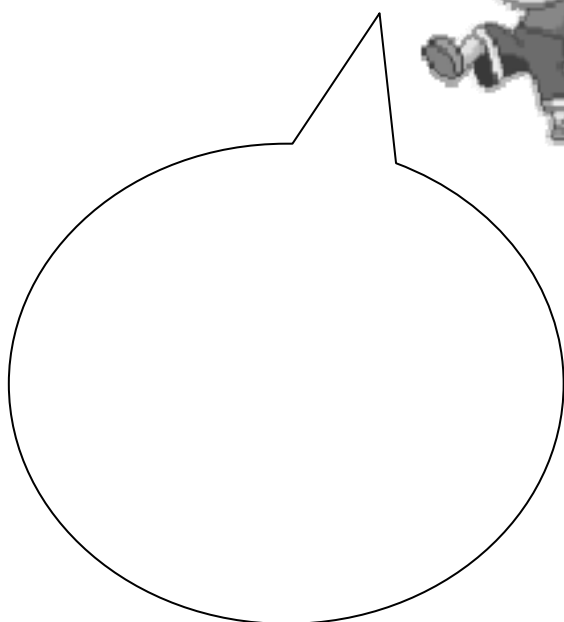
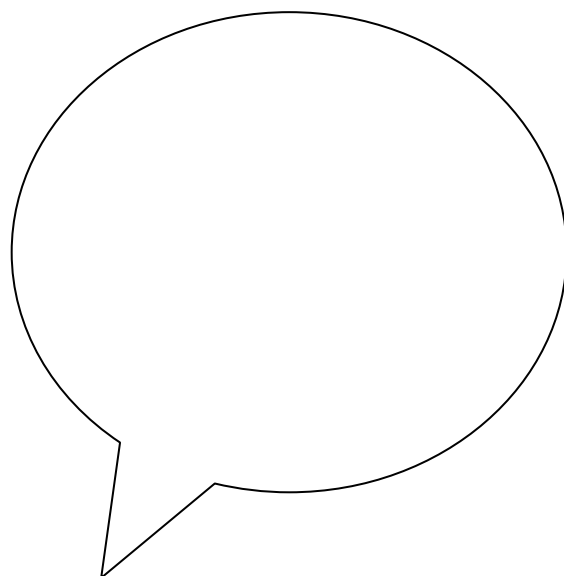
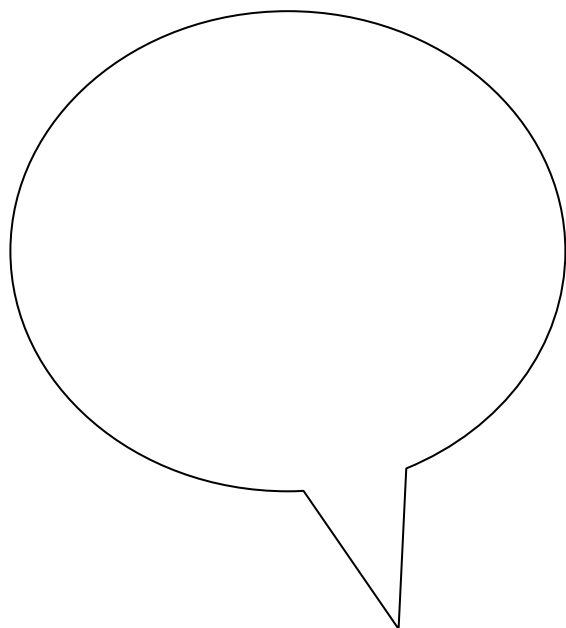


นักเรียนเขียนความคิดเห็นของเพื่อน ๆ เกี่ยวกับ **“บรรยากาศมีความสำคัญต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร”** ลงในกรอบคำอธิบายที่ครูกำหนดให้สิคะ





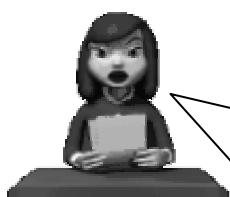
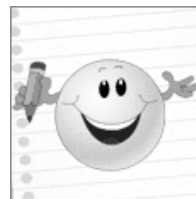
นักเรียนสรุปให้ครูทราบหน่อยสิคะว่า  
**“บรรยากาศมีความสำคัญต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร”**





เมื่อนักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่อง “การแบ่งชั้นบรรยากาศ” แล้ว ให้นักเรียน  
เขียนภาพแสดงชั้นบรรยากาศ และสมบัติของบรรยากาศแต่ละชั้นอย่างถูกต้อง  
 ตกแต่งตามจินตนาการ แต่ต้องยึดหลักความจริงของข้อมูลด้วยนะคะ

# ใบความรู้ เรื่อง มาฝึกเขียน นิยายวิทยาศาสตร์กันนะคะ



ถามว่า “นิยายวิทยาศาสตร์คืออะไร” หรือคะ  
คำตอบก็คือ “นิยายวิทยาศาสตร์ เป็นงานเขียนประเภทหนึ่งที่ใช้จินตนาการและหลักความเป็นจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินเรื่อง เป็นเรื่องเกี่ยวกับวิฤตการณ์ของมนุษย์ ความขัดแย้ง และการผจญภัย อันเนื่องมาจากการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ของโลกในอนาคต” ค่ะ

นิยายวิทยาศาสตร์มีหลักการหรือกฎเกณฑ์ในการเขียน 2 ประการ ค่ะ

ข้อ 1 นิยายวิทยาศาสตร์ต้องไม่ขัดกับความเป็นจริงของธรรมชาติ ไม่ขัดกับหลักการหรือกฎเกณฑ์ของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าจริง

ข้อ 2 ถ้าหากจำเป็นหรือเจตนาจะเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ที่ขัดกับทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีเหตุผลอธิบายให้ชัดเจน

ประเภทของนิยายวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

ประเภทที่ 1 ประเภทที่เกิดขึ้นบนโลก

ประเภทที่ 2 ประเภทที่เกิดขึ้นนอกโลก

ในการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์แต่ละประเภคนั้นจะมีแนวเรื่องที่แตกต่างกันตามจินตนาการของผู้เขียน เช่น แนวโลกสมมติ แนวท้องอวกาศ แนวหุ่นยนต์ แนวชีวิตพิสดาร แนวเทคโนโลยีระทึกขวัญ นะคะ



แม้ไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์ แต่ทุกคนก็  
สามารถเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ได้นะคะ  
เพียงแต่ต้องมีศิลปะในการเขียนและมีความรู้ทาง  
วิทยาศาสตร์ดี พอที่จะเป็นแนวทางในการ  
ดำเนินเรื่องค่ะ

มาเริ่มฝึกการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์กันเลยนะ  
การเขียนนิยายวิทยาศาสตร์  
มีขั้นตอนการเขียน ดังนี้ค่ะ

#### 1. การเลือกเรื่อง

ควรเลือกเรื่องที่**นักเรียนชอบ** มีความ**น่าสนใจ**กับผู้อ่าน เป็น  
นิยายวิทยาศาสตร์เฉพาะสาขา เช่น ดาราศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี  
หรือเรื่องเกี่ยวกับจักรวาล ดาวเทียม ยานอวกาศ และการสำรวจ  
อวกาศ

#### 2. การตั้งชื่อเรื่อง

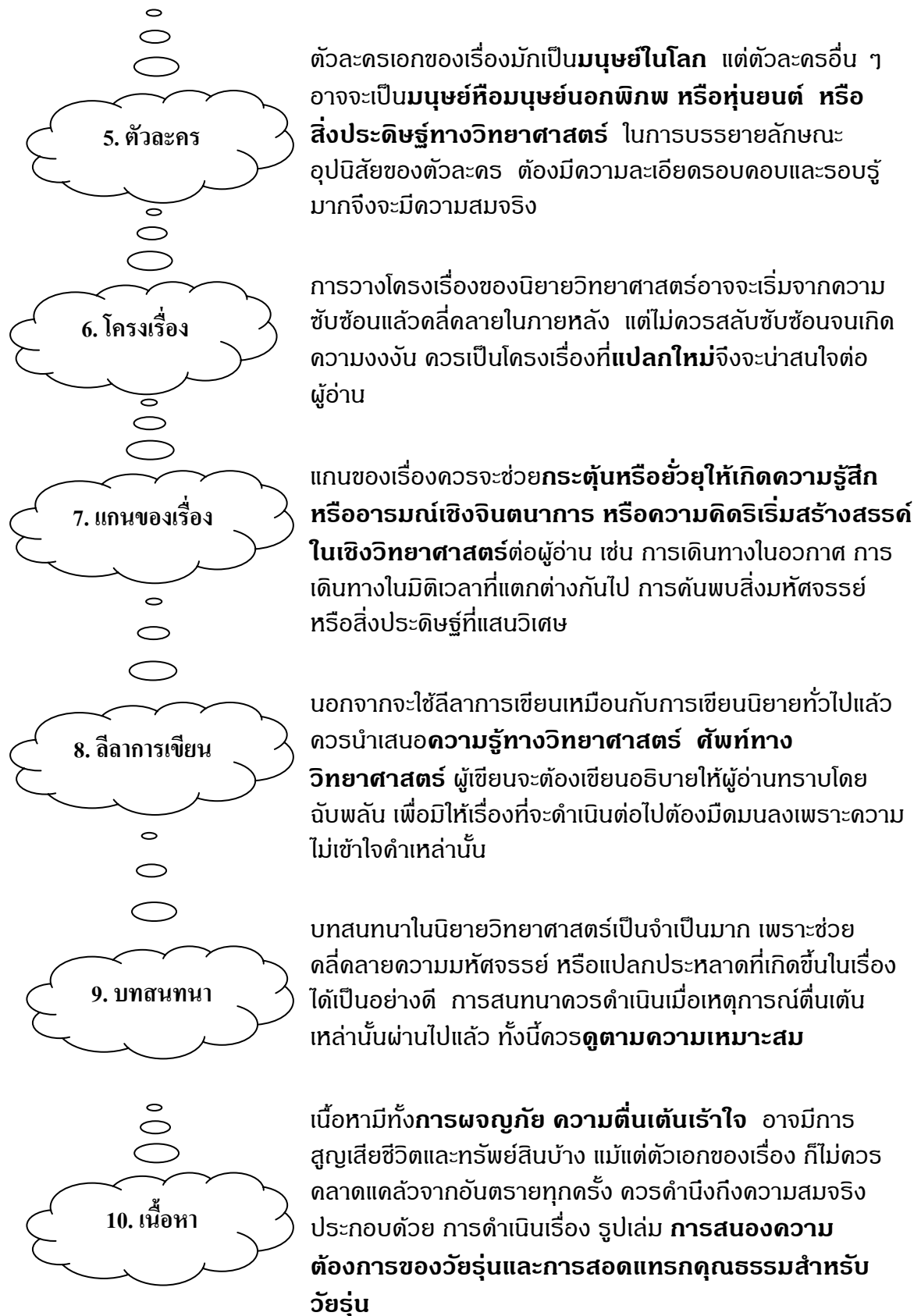
ควรตั้งชื่อเรื่องที่**สะดุดตาสะดุดใจ** บอกได้ทันทีว่าเป็นนิยาย  
วิทยาศาสตร์

#### 3. ฉาก

จากที่เกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ นั้น อาจจะเป็น**ส่วนใดของโลก**ที่ไม่  
ค่อยมีใครไปมาหาสู่บ่อยนัก หรือที่เกิดเหตุการณ์ประหลาดอยู่  
เป็นนิจ และยังมีใครอธิบายได้ว่าเกิดจากอะไร ไม่ว่าจะเป็น  
**ดินแดนในกลางทวีป ในป่าลึก ใต้สมุทร หรือในอวกาศ**  
**หรือแม้แต่ในดวงดาวอื่น** และไม่ว่าเวลาในเรื่องจะเป็นปัจจุบัน  
อนาคต หรืออดีต ก็สามารถนำมาเป็นฉากของเรื่องได้ทั้งนั้น

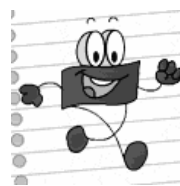
#### 4. ทักษะผู้เขียน

ทักษะในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เขียนมักผ่าน**ตัวละครคนหนึ่งในกลุ่ม** ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่สามารถเข้าใจในความลึกลับ  
มหัศจรรย์ได้ดีกว่าผู้อื่น บุคคลผู้นี้จะช่วยอธิบายผู้อ่านเข้าใจ  
**ถึงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์** อันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปหรือ  
ปรากฏผลได้ต่าง ๆ นานา สุดท้ายแต่ขาดการค้นกันเชิง  
วิทยาศาสตร์



# ใบงาน เรื่อง

## นิยายบรรยายบรรยากาศ



✍ เมื่อนักเรียนเขียนภาพแสดงชั้นบรรยากาศ และสมบัติของแต่ละชั้น ตกแต่งตามจินตนาการเรียบร้อยแล้ว มาฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์กันนะค่ะ เพื่อเพิ่มความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

✍ พร้อมหรือยังคะกับการฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ พร้อมแล้ว ลุยเลยคะ!

✍ สมมติว่านักเรียนเป็นนักบินอวกาศ ต้องเดินทางออกนอกโลกด้วยจรวด เพื่อไปสำรวจดาวเสาร์ ซึ่งในการเดินทางนั้นต้องผ่านชั้นบรรยากาศแต่ละชั้น ให้นักเรียนจินตนาการว่าในระหว่างการเดินทางนั้นได้เจอกับเหตุการณ์ไต่บ้าง เกิดอะไรขึ้นกับนักบินอวกาศ และเหตุการณ์นั้นจบลงอย่างไร 🌍

นักเรียนจงเขียนนิยายวิทยาศาสตร์โดยใช้จินตนาการจากภาพชั้นบรรยากาศที่วาดด้วยตนเอง ลงในกรอบข้อความ

ชื่อเรื่อง.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์**  
**ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. แบบทดสอบนี้มี 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 แบบทดสอบปรนัย มี 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และตอนที่ 2 แบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
3. แบบทดสอบแบบอัตนัยให้นักเรียนอ่านคำถามด้วยความตั้งใจ แล้วเขียนคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง ชัดเจน
4. แบบทดสอบแบบปรนัย ให้นักเรียนอ่านคำถามอย่างรอบคอบแล้วเลือกคำตอบเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ กากบาท ในกระดาษคำตอบดังตัวอย่าง

 ของเหลวที่นิยมใช้บรรจุอยู่ในเทอร์โมมิเตอร์ คืออะไร

- ก. น้ำ  
 ข.ปรอท  
 ค. น้ำมัน  
 ง. แอลกอฮอล์  
 จ. โซเดียมคลอไรด์

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข ดังนั้นให้ทำเครื่องหมาย ✕ ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับอักษร ข

| ข้อ | ก | ข | ค | ง | จ |
|-----|---|---|---|---|---|
|     |   | ✕ |   |   |   |

5. ถ้านักเรียนทำเครื่องหมายผิดหรือต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับเครื่องหมาย ✕ เดิมแล้วจึงทำเครื่องหมาย ✕ ในคำตอบใหม่ ดังตัวอย่าง ต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก ข เป็น จ

| ข้อ | ก | ข            | ค | ง | จ |
|-----|---|--------------|---|---|---|
|     |   | <del>✕</del> |   |   | ✕ |

6. ห้ามนักเรียนขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบโดยเด็ดขาด หากต้องการทบทวน ให้ใช้ด้านหลังกระดาษคำตอบได้ และส่งแบบทดสอบกับกระดาษคำตอบคืนเมื่อหมดเวลา

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์  
ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1)**

.....

**คำชี้แจง** แบบทดสอบแบ่งเป็น ตอนที่ 1 ปรนัย 20 ข้อ 20 คะแนน  
ตอนที่ 2 อัตนัย 5 ข้อ 20 คะแนน

.....

**ตอนที่ 1 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว**

**ผก. 1 อธิบายองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ**

1. บรรยากาศหมายถึงข้อใด (ความรู้-ความจำ)

- ก. สิ่งที่ไม่มีน้ำหนัก
- ข. สิ่งที่มีมองเห็นเป็นท้องฟ้า
- ค. อากาศส่วนที่อยู่เหนือเมฆขึ้นไป
- ง. อากาศที่อยู่รอบตัวเราและห่อหุ้มโลก
- จ. อากาศที่อยู่รอบตัวเรา ปกคลุมเป็นบริเวณกว้าง

2. ถ้าโลกเราไม่มีอากาศห่อหุ้ม อุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันและช่วงกลางคืนจะเป็นอย่างไร (ความรู้-ความจำ)

- ก. อุณหภูมิช่วงกลางวันต่ำมาก อุณหภูมิช่วงกลางคืนสูงมาก
- ข. อุณหภูมิช่วงกลางวันสูงมาก อุณหภูมิช่วงกลางคืนต่ำมาก
- ค. อุณหภูมิช่วงกลางวันและกลางคืนมีค่าเท่ากันและคงที่
- ง. อุณหภูมิสูงต่ำสลับกันตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน
- จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

3. การกระทำของผู้ใด ที่ทำให้ส่วนประกอบของอากาศแตกต่างไปจากเดิม (การนำไปใช้/ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)

นิ่ม เปิดร้านขายอาหารประเภทปิ้งย่าง เช่น หมูย่าง ไก่ย่าง

นิล ทำสวนเกษตร ปลูกต้นมะม่วง และต้นมะม่วงกำลังเจริญเติบโต

นาง ส่องไฟฉายให้ลำแสงผ่านไปในอากาศ

น้อย รับจ้างทาสีตามอาคารสูง

- ก. นิ่ม กับ นาง
- ข. นิ่ม กับ นิล
- ค. นิล กับ น้อย
- ง. นาง กับ น้อย
- จ. นิ่ม นิล นาง และน้อย

4. ถ้าต้องการทราบว่าอากาศมีไอน้ำหรือไม่ จะทดสอบอย่างไร (ความเข้าใจ/ทักษะการสังเกต)

- ก. ชุบป้อทรายแล้วมีน้ำซึมออกมา
- ข. ถ้าหินปูนมีหยดน้ำตากเพดานลงพื้น
- ค. ต้มน้ำให้เดือด สังเกตมีไอน้ำพุ่งออกมา
- ง. ปริมาณน้ำในแก้ว ที่ตั้งทิ้งไว้ 1 วัน ลดลง
- จ. นำน้ำแข็งใส่แก้ว สังเกตมีหยดน้ำมาเกาะรอบ ๆ แก้ว

5. นักบินจะต้องขับเครื่องบินอยู่ในบรรยากาศชั้นใดจึงจะเหมาะสมที่สุด (ความรู้-ความจำ)

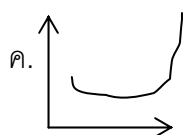
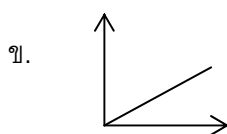
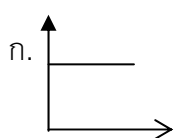
- ก. โทรโพสเฟียร์
- ข. สตราโตสเฟียร์
- ค. เมโซสเฟียร์
- ง. เทอร์โมสเฟียร์
- จ. เอกโซสเฟียร์

**ผก. 2 แสดงการวัดและอธิบายความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ**

6. การกระทำใดของนักเรียนที่ไม่ได้นำหลักความดันอากาศมาใช้ประโยชน์ (การนำไปใช้)

- ก. กาลักน้ำ
- ข. รินน้ำใส่ขวด
- ค. ปลดอยจรวดขวดน้ำ
- ง. เต็มลมล้อรถจักรยาน
- จ. สายยางวัดระดับความสูง

7. นักเรียนนำข้อมูลของความสูงกับความหนาแน่นของอากาศมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ จะได้กราฟรูปแบบใดจึงถูกต้อง กำหนดให้แกนตั้งเป็นความหนาแน่น และแกนนอนเป็นความสูง (การนำไปใช้/ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล)



8. ในตอนกลางคืนอากาศเหนือพื้นน้ำทะเลมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศเหนือพื้นดิน เนื่องจากสาเหตุใด (ความรู้-ความจำ)

- ก. น้ำคายความร้อนได้ช้ากว่าพื้นดิน
- ข. น้ำมีความหนาแน่นน้อยกว่าดินมาก
- ค. พื้นดินเป็นของแข็งรับความร้อนได้เร็ว
- ง. น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำตลอดเวลา
- จ. น้ำเป็นของเหลว ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

9. เพราะเหตุใดอุณหภูมิของอากาศบนยอดเขาจึงเย็นกว่าอุณหภูมิของอากาศบริเวณเชิงเขา (ความรู้-ความจำ)

- ก. บนยอดเขามีลมพัดแรงกว่าเชิงเขา
- ข. บนยอดเขาไม่มีต้นไม้บังลม ลมจึงพัดได้แรง
- ค. บนยอดเขาได้รับแสงลมเสริมจากหุบเขา เหวลึก
- ง. บนยอดเขาอากาศมีความหนาแน่นน้อยกว่าเชิงเขา จึงดูดความร้อนได้น้อยกว่า
- จ. บนยอดเขาอากาศมีความหนาแน่นมากกว่าเชิงเขา จึงดูดความร้อนได้น้อยกว่า

10. ในวันที่รู้สึกอึดอัด เหงื่อตัว เหนื่อยระเหยน้อยและร้อนมาก เนื่องมาจากสาเหตุข้อใด (ความเข้าใจ)

- ก. อุณหภูมิของอากาศสูง      ข. อุณหภูมิของอากาศต่ำ
- ค. ความชื้นของอากาศมาก      ง. ความชื้นของอากาศน้อย
- จ. ความหนาแน่นของอากาศมาก

**ผก. 3 อธิบายการเกิดปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศและเสนอแนะวิธีการป้องกันภัยที่เกิดจากปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ**

11. ระหว่างการเดินทาง หากเห็นเมฆในภาพ จะต้องปฏิบัติตัวอย่างไร (การนำไปใช้/ทักษะการสังเกต/ทักษะการพยากรณ์)

- ก. นั่งอยู่ในรถ เพราะฝนตกหนัก
- ข. จอดรถ นั่งรับประทานอาหารใต้ต้นไม้ใหญ่
- ค. ขับรถด้วยความระมัดระวัง อาจเกิดพายุ
- ง. จอดรถท่ามกลางฝนปรอย ถ่ายภาพเก็บไว้
- จ. รีบขับรถให้เร็ว เพราะจะเกิดพายุอีกไม่กีนาที



12. ถ้าเราวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้ค่าเท่ากับ 98% แล้วเราจะอธิบายการเกิดฝนได้ตามข้อใด (ความรู้-ความจำ)

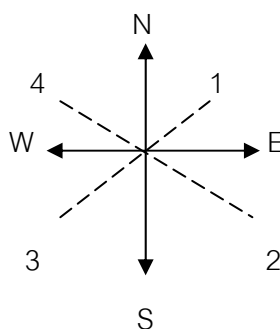
- ก. ฝนไม่ตก
- ข. ฝนมีโอกาสตกมาก
- ค. ฝนมีโอกาสตกปานกลาง
- ง. ฝนมีโอกาสตกมาก จนอาจเกิดน้ำท่วมได้
- จ. ข้อมูลไม่เพียงพอ

13. ลมในข้อใดมีความเร็วลมแตกต่างจากพวก และก่อให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด (ความรู้-ความจำ)

- ก. ไชโคลอน
- ข. ดีเปรสชัน
- ค. บาเกียว
- ง. วิลลี-วิลลี
- จ. ใต้ฝุ่น

14. จากภาพ ถ้าลมพัดจากตะวันตกเฉียงเหนือ ลูกศรของศรลมจะชี้ไปทางตัวเลขหรือตัวอักษรใด

- ก. ตัวเลข 2
- ข. ตัวเลข 3
- ค. ตัวเลข 4
- ง. ตัวอักษร W
- จ. ตัวอักษร E



15. บุคคลใดต่อไปนี้ไม่มีวิธีการป้องกันภัยจากปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศได้ดีที่สุด (ความเข้าใจ)

- ก. ไมค์จะไม่ออกไปไหนเลย หากมีจิ้งจกตก
- ข. กอล์ฟติดตามข่าวการพยากรณ์อากาศเสมอ
- ค. โฟร์อ่านคำพยากรณ์ดวงชะตาก่อนออกจากบ้านทุกวัน
- ง. อี๊ดขับรถด้วยความระมัดระวัง ความเร็วไม่เกิน 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- จ. ฟิล์มตรวจสอบสภาพดินฟ้าอากาศก่อนออกจากบ้านด้วยการสังเกตและวิเคราะห์ด้วยตนเอง

ตนเอง

**ผกว. 4 อธิบายและแปลความหมายของสัญลักษณ์และข้อความในการพยากรณ์อากาศ**  
**อธิบายถึงสาเหตุและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก**

16. การพยากรณ์อากาศ หมายถึงข้อใด (ความรู้-ความจำ)

- ก. การสรุปการเปลี่ยนแปลงของอากาศ
- ข. การคาดคะเนเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นกับอากาศ

ค. การรายงานเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วในอากาศ

ง. การรายงานเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศในแต่ละวัน

จ. การรายงานสิ่งที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของอากาศ

17. หากนักเรียนเป็นผู้อนุมัติซื้อเครื่องมือตรวจสอบสภาพอากาศมาใช้ในการพยากรณ์อากาศ นักเรียนจะซื้อเครื่องมือใด โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพการตรวจอากาศและใช้งานอย่างกว้างขวาง (การนำไปใช้/ทักษะการจำแนกประเภท)

ก. พู่ลมหยั่งความลึก

ข. เครื่องวิทยุหยั่งอากาศ

ค. ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

ง. เรดาร์ตรวจสอบสภาพอากาศ

จ. บอลลูนตรวจสอบสภาพอากาศ

18. ขณะที่เรากำลังจะเดินทางไปท่องเที่ยว ณ ชายทะเลแห่งหนึ่ง เราได้ทราบพยากรณ์อากาศว่าบริเวณที่เราจะไปนั้นมีฝนตกเป็นแห่ง ๆ คำพยากรณ์นี้ตรงกับข้อใด (ความรู้- ความจำ/ทักษะการพยากรณ์)

ก. มีฝนตกไม่เกิน 20% ของพื้นที่

ข. มีฝนเกิน 20% แต่ไม่เกิน 40% ของพื้นที่

ค. มีฝนเกิน 40% แต่ไม่เกิน 60% ของพื้นที่

ง. มีฝนเกิน 60% แต่ไม่เกิน 80% ของพื้นที่

จ. มีฝนตกเกิน 80% ของพื้นที่

19. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์จากการพยากรณ์อากาศ (ความรู้ – ความจำ)

ก. การเกษตรและสิ่งแวดลอม

ข. การดำรงชีวิตของชาวประมง

ค. อุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยและสารเคมี

ง. การป้องกันและการบรรเทาภัยพิบัติ

จ. การคมนาคมทั้งทางอากาศ ทางบก และทางน้ำ

20. นักเรียนคิดว่าสาเหตุใดที่ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศภายในโลกร้อนขึ้นทุกปี และไม่เป็นไปตามฤดูกาลนั้น (ความเข้าใจ)

ก. ป่าไม้มีปริมาณลดลง

ข. โลกหมุนรอบตัวเองเร็วขึ้น

ค. โลกเคลื่อนที่เข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากขึ้น

ง. สunamiแม่เหล็กโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง

จ. แหล่งอุตสาหกรรมปล่อยแก๊สพิษมากขึ้น

**ตอนที่ 2** ให้นักเรียนหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยการแสดงวิธีทำ  
เต็มข้อความ หรือเขียนบรรยายตามที่โจทย์กำหนด ให้ถูกต้อง ชัดเจน

❶ ห้องนอนของนักเรียนมีขนาดความกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 3 เมตร ถ้าอากาศในห้องนอนมี  
มวล 800 กิโลกรัม จะมีความหนาแน่นของอากาศเป็นเท่าใด (ความเข้าใจ/ทักษะการคำนวณ)

.....

.....

.....

.....

❷ ห้องเรียนห้องหนึ่งมีปริมาตร  $90 \text{ m}^3$  วัดอุณหภูมิของอากาศได้  $32^\circ\text{C}$  มีไอน้ำอยู่  $1,250 \text{ g}$   
ถ้าอากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ  $160 \text{ g/m}^3$  จะมีค่าความชื้นสัมบูรณ์เท่าใด (ความเข้าใจ/ทักษะการคำนวณ)

.....

.....

.....

❸ เด็กหญิงมะนาวนำดินและน้ำใส่ในกระป๋องนม ให้ปริมาตรเท่ากัน นำเทอร์โมมิเตอร์เสียบไว้ทั้ง 2  
กระป๋อง อ่านค่าอุณหภูมิเริ่มต้นทั้งของดินและน้ำ จากนั้นนำชุดการทดลองไปตั้งไว้กลางแจ้ง บันทึกร  
เวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทุกๆ องศา จนอุณหภูมิครบ 5 องศา แล้วย้ายชุดการทดลองไว้ในที่  
ร่มและบันทึกเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทุกๆ องศา จนอุณหภูมิลดลงเท่าเดิม (5 องศา)  
ได้ผลการทดลองดังตาราง

| สาร | อุณหภูมิ<br>เริ่มต้น ( $^\circ\text{C}$ ) | เวลาที่ใช้เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป $5^\circ\text{C}$ (นาทีก) |                   |                   |                   |                   |        |                   |                   |                   |                   |                   |        |
|-----|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|
|     |                                           | วางกลางแจ้ง                                                    |                   |                   |                   |                   | เฉลี่ย | อยู่ในร่ม         |                   |                   |                   |                   | เฉลี่ย |
|     |                                           | $1^\circ\text{C}$                                              | $1^\circ\text{C}$ | $1^\circ\text{C}$ | $1^\circ\text{C}$ | $1^\circ\text{C}$ |        | $1^\circ\text{C}$ | $1^\circ\text{C}$ | $1^\circ\text{C}$ | $1^\circ\text{C}$ | $1^\circ\text{C}$ |        |
| ดิน | 28                                        | 3                                                              | 2.5               | 3                 | 3                 | 4                 | 3.1    | 3.5               | 4                 | 4                 | 4                 | 5                 | 4.1    |
| น้ำ | 28                                        | 3.5                                                            | 4                 | 4                 | 5                 | 5.5               | 4.4    | 5                 | 5.5               | 6                 | 6                 | 6.5               | 5.8    |

จากข้อความข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้ (ทักษะการตั้งสมมติฐาน/ ทักษะการกำหนดและควบคุม  
ตัวแปร/ทักษะการทดลอง)

3.1 ปัญหาที่เด็กหญิงมะนาวศึกษาคือ.....

3.2 เด็กหญิงมะนาวตั้งสมมติฐานว่า.....





## รายการประเมินพฤติกรรมนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

### 1) ความมีเหตุผล

มีรายละเอียดการให้คะแนนดังนี้

- 4 คะแนน หมายถึง พุดและเขียนอธิบาย บรรยาย สรุปความคิดเห็นอย่างมีเหตุมีผล  
ครบถ้วน สมบูรณ์ถูกต้อง ไม่อาศัยความรู้สึกส่วนตัว
- 3 คะแนน หมายถึง พุดและเขียนอธิบาย บรรยาย สรุปความคิดเห็นอย่างมีเหตุมีผล  
มีความสมบูรณ์ ถูกต้องเพียงบางส่วน
- 2 คะแนน หมายถึง พุดหรือเขียนอธิบาย บรรยาย สรุปความคิดเห็นได้อย่างมีเหตุมีผล  
มีความสมบูรณ์ ถูกต้องเพียงบางส่วน
- 1 คะแนน หมายถึง พุดหรือเขียนอธิบาย บรรยาย สรุปความคิดเห็นได้ แต่ยังขาด  
ความมีเหตุมีผลที่ถูกต้อง

### 2) ความอยากรู้อยากเห็น

มีรายละเอียดการให้คะแนนดังนี้

- 4 คะแนน หมายถึง เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทุกกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์ ตอบโต้ ชักถาม  
กับครูตลอดกิจกรรมการเรียนรู้ ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง
- 3 คะแนน หมายถึง เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทุกกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์ ตอบโต้ ชักถาม  
กับครูบ้างเป็นบางครั้ง ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง
- 2 คะแนน หมายถึง เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทุกกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์ ตอบโต้ ชักถาม  
กับครูบ้างแต่นาน ๆ ครั้ง ไม่ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง  
แต่นั่งดูเพื่อนทำการทดลอง
- 1 คะแนน หมายถึง เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้บางกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์ ตอบโต้ ชักถาม  
กับครูน้อยมาก ไม่ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง  
แต่นั่งดูเพื่อนทำการทดลอง

### 3) ความมีระเบียบในการทำงาน

มีรายละเอียดการให้คะแนนดังนี้

- 4 คะแนน หมายถึง การทำงานในสมุดบันทึกที่มีความสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อย สวยงาม ทั้งลายมือและการตกแต่งตลอดทั้งเล่ม มีความระมัดระวังในการใช้ อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์
- 3 คะแนน หมายถึง การทำงานในสมุดบันทึกที่มีความสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อย สวยงาม ทั้งลายมือและการตกแต่งเป็นบางส่วน มีความระมัดระวังในการใช้ อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์
- 2 คะแนน หมายถึง การทำงานในสมุดบันทึกที่มีความสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อย สวยงาม ทั้งลายมือและการตกแต่งเป็นบางส่วน ขาดความระมัดระวังในการใช้ อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์
- 1 คะแนน หมายถึง การทำงานในสมุดบันทึกที่มีความสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อย สวยงาม ทั้งลายมือและการตกแต่งเป็นส่วนน้อยในเล่ม ขาดความระมัดระวังในการใช้อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์

### 4) ความเสียสละ

มีรายละเอียดการให้คะแนนดังนี้

- 4 คะแนน หมายถึง อุทิศเวลาส่วนตนทำงานต่าง ๆ และสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ อยู่เสมอ ช่วยเหลืองานของครูด้วยความเต็มใจ ไม่หวังผลตอบแทน
- 3 คะแนน หมายถึง อุทิศเวลาส่วนตนทำงานต่าง ๆ และสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ เป็นบางครั้ง ช่วยเหลืองานของครู ด้วยความเต็มใจ ไม่หวังผลตอบแทน
- 2 คะแนน หมายถึง อุทิศเวลาส่วนตนทำงานต่าง ๆ และสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ แต่นาน ๆ ครั้ง หลีกเลียงการ ช่วยเหลืองานของครู
- 1 คะแนน หมายถึง ใช้เวลาส่วนตนในกิจกรรมที่ไม่มีประโยชน์ หลีกเลียงทำงานต่าง ๆ หรือสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ ไม่เคยช่วยเหลืองานของครูเลย

## 5) ความซื่อสัตย์

มีรายละเอียดการให้คะแนนดังนี้

- 4 คะแนน หมายถึง นำเสนอผลงานทางวาจาและรายงานด้วยความซื่อสัตย์ทุกชิ้นงาน  
ไม่นำผลงานของผู้อื่นมาเป็นผลงานของตน
- 3 คะแนน หมายถึง นำเสนอผลงานทางวาจาและรายงานด้วยความซื่อสัตย์บางชิ้นงาน  
ไม่นำผลงานของผู้อื่นมาเป็นผลงานของตน
- 2 คะแนน หมายถึง นำเสนอผลงานทางวาจาและรายงานด้วยความซื่อสัตย์บางชิ้นงาน  
นำผลงานของผู้อื่นมาเป็นผลงานของตน
- 1 คะแนน หมายถึง นำเสนอผลงานทางวาจาและรายงานด้วยความซื่อสัตย์บางชิ้นงาน  
ลอกผลงานของผู้อื่นแล้วนำผลงานของผู้อื่นมาเป็นผลงานของตน

## แบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

ชื่อนักเรียน.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ...../.....

นิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง .....

วันที่ประเมิน.....



ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

| ลำดับที่          | รายการประเมิน                                           | ระดับคุณภาพ |   |   |   | หมายเหตุ                     |
|-------------------|---------------------------------------------------------|-------------|---|---|---|------------------------------|
|                   |                                                         | 1           | 2 | 3 | 4 |                              |
| 1                 | ด้านการจัดรวบรวม<br>ความคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์      |             |   |   |   | 1 = ควรปรับปรุง<br>2 = พอใช้ |
| 2                 | ด้านความสอดคล้อง<br>ของเรื่องกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์  |             |   |   |   | 3 = ดี<br>4 = ดีมาก          |
| 3                 | ด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้                     |             |   |   |   |                              |
| 4                 | ด้านการจัดลำดับเนื้อเรื่อง                              |             |   |   |   |                              |
| 5                 | ด้านเทคนิคการสร้าง<br>นิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ |             |   |   |   |                              |
| รวมคะแนน          |                                                         |             |   |   |   | =.....                       |
| ระดับคุณภาพเฉลี่ย |                                                         | =.....      |   |   |   |                              |

สรุปผลจากการสังเกต = ☐ ควรปรับปรุง (1.00 – 1.99)

(เขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในวงกลม) ☐ พอใช้ (2.00 – 2.99)

☐ ปานกลาง (3.00 – 3.99)

☐ ดี (4.00 – 4.99)

☐ ดีมาก (5.00)

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

( )

วัน เดือน ปีที่ประเมิน...../...../.....

## รายการประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

### 1) ด้านการจัดรวบรวมความคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

มีรายละเอียดการให้คะแนนดังนี้

4 คะแนน หมายถึง สามารถลำดับความคิดและจินตนาการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง

โดย

- นำเสนอความคิดที่แปลกใหม่
- นำเสนอปรากฏการณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อ  
มวลมนุษย์ ทั้งทางสร้างสรรค์และทำลาย
- มีเหตุผลมาอธิบายเมื่ออ่านแล้วเข้าใจง่าย

3 คะแนน หมายถึง สามารถลำดับความคิดและจินตนาการเชิงวิทยาศาสตร์มีความต่อเนื่อง

โดย

- นำเสนอความคิดที่แปลกใหม่
- นำเสนอปรากฏการณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ แต่ขาดเหตุผล  
มาอธิบายข้อความหรือเรื่องนั้น

2 คะแนน หมายถึง สามารถลำดับความคิดและจินตนาการเชิงวิทยาศาสตร์มีความต่อเนื่อง

โดย

- นำเสนอความคิดที่เลียนแบบ
- นำเสนอปรากฏการณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ แต่ขาดเหตุผล  
มาอธิบายข้อความหรือเรื่องนั้น

1 คะแนน หมายถึง สามารถลำดับความคิดและจินตนาการเชิงวิทยาศาสตร์ โดย

- ขาดการนำเสนอความคิดที่แปลกใหม่
- ไม่สามารถนำเสนอเหตุผลหรือข้อสนับสนุนมาอธิบายข้อความ  
หรือเรื่องที่เขียนเมื่ออ่านแล้วสับสนไม่เข้าใจเรียนมาในคาบนั้น ๆ

## 2) ด้านความสอดคล้องของเรื่องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์

มีรายละเอียดการให้คะแนนดังนี้

- 4 คะแนน หมายถึง สามารถเขียนชื่อเรื่องได้สอดคล้องกับเรื่องและเนื้อหาวิทยาศาสตร์
- 3 คะแนน หมายถึง สามารถเขียนชื่อเรื่องได้สอดคล้องกับเรื่องและเนื้อหาวิทยาศาสตร์  
ที่เรียนในคาบนั้น ๆ ชื่อเรื่องและเนื้อหาไปในทิศทางเดียวกันที่เรียน  
ในคาบนั้น ๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถเขียนเรื่องได้ แต่ไม่สอดคล้องกับชื่อเรื่องหรือเนื้อหาวิทยาศาสตร์
- 1 คะแนน หมายถึง เขียนชื่อเรื่องไม่สอดคล้องกับเรื่องและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ได้

## 3) ด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้

มีรายละเอียดการให้คะแนนดังนี้

- 4 คะแนน หมายถึง สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ  
กฎและทฤษฎีมาประกอบกับเนื้อเรื่องครบทุกด้าน
- 3 คะแนน หมายถึง สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ  
กฎและทฤษฎีมาประกอบกับเนื้อเรื่องอย่างน้อย 3 ด้าน
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้าน ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ  
กฎ และทฤษฎี ประกอบกับเนื้อเรื่องได้อย่างน้อย 2 ด้าน
- 1 คะแนน หมายถึง นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ  
และทฤษฎี มาประกอบกับเนื้อเรื่องได้อย่างน้อย 1 ด้าน

#### 4) ด้านการจัดลำดับเนื้อเรื่อง

มีรายละเอียดการให้คะแนนดังนี้

- 4 คะแนน หมายถึง สามารถจัดลำดับเนื้อเรื่องของเรื่องโดยมีโครงเรื่องสามส่วนได้แก่  
ตอนเปิดเรื่อง ตอนกลางเรื่องและตอนปิดเรื่อง มีความสัมพันธ์กัน  
เนื้อเรื่องมีความต่อเนื่อง
- 3 คะแนน หมายถึง สามารถจัดลำดับเนื้อเรื่องของเรื่องโดยมีโครงเรื่องสามส่วนได้แก่  
ตอนเปิดเรื่อง ตอนกลางเรื่องและตอนปิดเรื่อง มีความสัมพันธ์กัน  
เนื้อเรื่องยังไม่ต่อเนื่อง
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถจัดลำดับเนื้อเรื่องของเรื่องโดยขาดตอนเปิดเรื่อง  
ตอนกลางเรื่องและตอนปิดเรื่อง อย่างใดอย่างหนึ่ง เนื้อเรื่องยังไม่ต่อเนื่อง
- 1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถจัดลำดับเนื้อเรื่องของเรื่องได้ครบทั้ง 3 ส่วน  
เนื้อเรื่องไม่ปะติดปะต่อ ขาดความต่อเนื่อง

#### 5) ด้านเทคนิคการสร้างนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์

มีรายละเอียดการให้คะแนนดังนี้

- 4 คะแนน หมายถึง สามารถสื่อความหมายด้วยภาพที่สอดคล้องกับเนื้อหา ขนาดตัวอักษร  
เหมาะสม เลือกใช้สีตัวอักษร สีพื้นหลัง กราฟิกได้สวยงาม แปลกใหม่  
ไม่ซ้ำใคร
- 3 คะแนน หมายถึง สามารถสื่อความหมายด้วยภาพที่สอดคล้องกับเนื้อหา ขนาดตัวอักษร  
เหมาะสม เลือกใช้สีตัวอักษร สีพื้นหลัง กราฟิกได้สวยงาม ดัดแปลงจาก  
ผู้อื่น
- 2 คะแนน หมายถึง สามารถสื่อสารด้วยภาพโดยสอดคล้องกับเนื้อหา ขนาดตัวอักษรและสี  
ตัวอักษรเหมาะสม แต่มีสีพื้นหลังและกราฟิกไม่เหมาะสม
- 1 คะแนน หมายถึง สามารถสื่อสารด้วยภาพได้ แต่การใช้ขนาดสีตัวอักษร พื้นหลัง และ  
กราฟิกยังไม่สวยงาม

### ภาคผนวก ง

- ตารางสรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความชัดเจนของข้อคำถาม  
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ตอนที่ 1 แบบปรนัย  
จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

- ตารางสรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความเหมาะสมของตัวเลือก  
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ตอนที่ 1 แบบปรนัย  
จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

- ตารางสรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความสอดคล้องกับจุดประสงค์  
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ตอนที่ 1 แบบปรนัย  
จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

- ตารางสรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่  
ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ตอนที่ 1  
แบบปรนัย จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

- ตารางสรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความชัดเจนของข้อคำถาม  
ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดและความเหมาะสมของ  
เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ  
ตอนที่ 2 แบบอัตนัย จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

- ตารางสรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียน  
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ตารางสรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินความสามารถในการคิด  
จินตนาการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 5 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความชัดเจนของข้อคำถาม ของ  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรายากาศ ตอนที่ 1 แบบปรนัย  
จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อ | ความชัดเจนของข้อคำถาม |            |            |            |            | รวม | IOC | สรุป   |
|-----|-----------------------|------------|------------|------------|------------|-----|-----|--------|
|     | คนที่<br>1            | คนที่<br>2 | คนที่<br>3 | คนที่<br>4 | คนที่<br>5 |     |     |        |
| 1   | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 2   | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 3   | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 4   | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 5   | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 6   | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 7   | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 8   | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 9   | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 10  | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 11  | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 12  | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 13  | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 14  | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 15  | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 16  | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 17  | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 18  | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 19  | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 20  | 1                     | 1          | 1          | 1          | 1          | 5   | 1   | ใช้ได้ |

ตาราง 5 (ต่อ)

| ข้อ | ความชัดเจนของข้อคำถาม |       |       |       |       | รวม | IOC | สรุป   |
|-----|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|--------|
|     | คนที่                 | คนที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ |     |     |        |
|     | 1                     | 2     | 3     | 4     | 5     |     |     |        |
| 21  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 22  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 23  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 24  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 25  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 26  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 27  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 28  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 29  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 30  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 31  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 32  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 33  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 34  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 35  | 1                     | 1     | 1     | 0     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 36  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 37  | 1                     | 1     | 1     | -1    | 1     | 3   | 0.6 | ใช้ได้ |
| 38  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 0     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 39  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 40  | 1                     | 1     | 1     | 1     | 0     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |

ตาราง 6 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความเหมาะสมของตัวเลือก  
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ตอนที่ 1  
แบบปรนัย จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อ | ความเหมาะสมของตัวเลือก |       |       |       |       | รวม | IOC | สรุป   |
|-----|------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|--------|
|     | คนที่                  | คนที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ |     |     |        |
|     | 1                      | 2     | 3     | 4     | 5     |     |     |        |
| 1   | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 2   | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 3   | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 4   | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 5   | 1                      | 1     | 1     | 0     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 6   | 1                      | 1     | 1     | 0     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 7   | 1                      | 1     | 1     | 0     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 8   | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 9   | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 10  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 11  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 12  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 13  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 14  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 15  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 16  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 17  | 1                      | 1     | 1     | 0     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 18  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 19  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 20  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |

ตาราง 6 (ต่อ)

| ข้อ | ความเหมาะสมของตัวเลือก |       |       |       |       | รวม | IOC | สรุป   |
|-----|------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|--------|
|     | คนที่                  | คนที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ |     |     |        |
|     | 1                      | 2     | 3     | 4     | 5     |     |     |        |
| 21  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 22  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 23  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 24  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 25  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 26  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 27  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 28  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 29  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 30  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 31  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 32  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 33  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 34  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 35  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 36  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 37  | 1                      | 1     | 1     | 0     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 38  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 39  | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 40  | 1                      | 0     | 1     | 1     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |

ตาราง 7 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความสอดคล้องกับจุดประสงค์  
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ตอนที่ 1 แบบปรนัย  
จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อ | ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ |         |         |         |         | รวม | IOC | สรุป   |
|-----|---------------------------|---------|---------|---------|---------|-----|-----|--------|
|     | คนที่ 1                   | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 |     |     |        |
| 1   | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 2   | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 3   | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 4   | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 5   | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 6   | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 7   | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 8   | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 9   | 1                         | 1       | 1       | 0       | 1       | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 10  | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 11  | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 12  | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 13  | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 14  | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 15  | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 16  | 1                         | 1       | 1       | 0       | 1       | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 17  | 1                         | 1       | 1       | 0       | 1       | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 18  | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 19  | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 20  | 1                         | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |

ตาราง 7 (ต่อ)

| ข้อ | ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ |       |       |       |       | รวม | IOC | สรุป      |
|-----|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----------|
|     | คนที่                     | คนที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ |     |     |           |
|     | 1                         | 2     | 3     | 4     | 5     |     |     |           |
| 21  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 22  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 23  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 24  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 25  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 26  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 27  | 1                         | 1     | 1     | 0     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้    |
| 28  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 29  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 30  | 1                         | 1     | -1    | 1     | -1    | 1   | 0.2 | ใช้ไม่ได้ |
| 31  | 1                         | 1     | -1    | 1     | -1    | 1   | 0.2 | ใช้ไม่ได้ |
| 32  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 33  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 34  | 1                         | 1     | 1     | 0     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้    |
| 35  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 36  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 37  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 38  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 39  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |
| 40  | 1                         | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้    |

ตาราง 8 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด  
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ตอนที่ 1  
แบบปรนัย จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อ | ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด |       |       |       |       | รวม | IOC | สรุป   |
|-----|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|--------|
|     | คนที่                                | คนที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ |     |     |        |
|     | 1                                    | 2     | 3     | 4     | 5     |     |     |        |
| 1   | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 2   | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 0     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 3   | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 4   | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 5   | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 6   | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 7   | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 8   | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 9   | 1                                    | 1     | 1     | 0     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 10  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 11  | 1                                    | 1     | 1     | -1    | 1     | 3   | 0.6 | ใช้ได้ |
| 12  | 1                                    | 1     | 1     | -1    | 1     | 3   | 0.6 | ใช้ได้ |
| 13  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 14  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 0     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 15  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 16  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 17  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 1   | 1   | ใช้ได้ |
| 18  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 19  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 20  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |

ตาราง 8 (ต่อ)

| ข้อ | ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด |       |       |       |       | รวม | IOC | สรุป   |
|-----|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|--------|
|     | คนที่                                | คนที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ |     |     |        |
|     | 1                                    | 2     | 3     | 4     | 5     |     |     |        |
| 21  | 1                                    | 1     | 1     | 0     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 22  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 0     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 23  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 24  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 25  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 26  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 27  | 1                                    | 1     | 1     | 0     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 28  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 29  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 0     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 30  | 0                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 31  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 32  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 33  | 0                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 34  | 1                                    | 1     | 1     | 0     | 1     | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 35  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 36  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 37  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 38  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 39  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 40  | 1                                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 5   | 1   | ใช้ได้ |

ตาราง 9 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความชัดเจนของข้อคำถาม

ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศ ตอนที่ 2 แบบอัตนัย จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

| ความชัดเจนของข้อคำถาม                |         |         |         |         |         | รวม | IOC | สรุป   |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-----|--------|
| ข้อ                                  | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 |     |     |        |
| 1                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 2                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 3                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 4                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 5                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| ความสอดคล้องกับจุดประสงค์            |         |         |         |         |         | รวม | IOC | สรุป   |
| ข้อ                                  | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 |     |     |        |
| 1                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 2                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 3                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 4                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 5                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด |         |         |         |         |         | รวม | IOC | สรุป   |
| ข้อ                                  | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 |     |     |        |
| 1                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 2                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 3                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 4                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 5                                    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |

ตาราง 9 (ต่อ)

| ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน |         |         |         |         |         | รวม | IOC | สรุป   |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-----|--------|
| ข้อ                            | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 |     |     |        |
| 1                              | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 2                              | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 3                              | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 4                              | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 5                              | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 5   | 1   | ใช้ได้ |

ตาราง 10 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียน  
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

| รายการ<br>พิจารณา             | เกณฑ์คะแนน | ผู้เชี่ยวชาญ |   |   |   |   | รวม | IOC | สรุป   |
|-------------------------------|------------|--------------|---|---|---|---|-----|-----|--------|
|                               |            | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 |     |     |        |
| 1.ความมีเหตุผล                | 4 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 3 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 2 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 1 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 2.ความอยากรู้<br>อยากเห็น     | 4 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 3 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 2 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 1 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 3.ความมีระเบียบ<br>ในการทำงาน | 4 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 3 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 2 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 1 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 4. ความเสียสละ                | 4 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 3 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 2 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 1 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 5. ความซื่อสัตย์              | 4 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 3 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 2 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                               | 1 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1 | 5   | 1   | ใช้ได้ |

ตาราง 11 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินความสามารถในการคิด  
จินตนาการทางวิทยาศาสตร์

| รายการ<br>พิจารณา   | เกณฑ์คะแนน | ผู้เชี่ยวชาญ |   |   |   |    | รวม | IOC | สรุป   |
|---------------------|------------|--------------|---|---|---|----|-----|-----|--------|
|                     |            | 1            | 2 | 3 | 4 | 5  |     |     |        |
| 1. ด้านการจัด       | 4 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1  | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| รวบรวมความคิด       | 3 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1  | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| จินตนาการทาง        | 2 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 0  | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| วิทยาศาสตร์         | 1 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | -1 | 3   | 0.6 | ใช้ได้ |
| 2. ด้านความ         | 4 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 0  | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| สอดคล้องของ         | 3 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 0  | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| เรื่องกับเนื้อหา    | 2 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 0  | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| วิชาวิทยาศาสตร์     | 1 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 0  | 4   | 0.8 | ใช้ได้ |
| 3. ด้านการนำ        | 4 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1  | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| ความรู้ทาง          | 3 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1  | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| วิทยาศาสตร์มาใช้    | 2 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1  | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                     | 1 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1  | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| 4. ด้านการ          | 4 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1  | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| จัดลำดับเนื้อเรื่อง | 3 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1  | 5   | 1   | ใช้ได้ |
|                     | 2 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | -1 | 3   | 0.6 | ใช้ได้ |
|                     | 1 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | -1 | 3   | 0.6 | ใช้ได้ |
| 5. ด้านเทคนิคการ    | 4 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1  | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| สร้างนิยาย          | 3 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | 1  | 5   | 1   | ใช้ได้ |
| วิทยาศาสตร์ทาง      | 2 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | -1 | 3   | 0.6 | ใช้ได้ |
| อิเล็กทรอนิกส์      | 1 คะแนน    | 1            | 1 | 1 | 1 | -1 | 3   | 0.6 | ใช้ได้ |

### ภาคผนวก จ

- ตารางแสดงค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ตอนที่ 1 แบบปรนัย
- ตารางแสดงค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ตอนที่ 2 แบบอัตนัย
- ตารางแสดงค่าอำนาจจำแนกแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- ตารางแสดงค่าอำนาจจำแนกแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 12 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
 วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ตอนที่ 1 แบบปรนัย

| ข้อที่ | ความยากง่าย | อำนาจจำแนก | หมายเหตุ  | ข้อที่ | ความยากง่าย | อำนาจจำแนก | หมายเหตุ  |
|--------|-------------|------------|-----------|--------|-------------|------------|-----------|
| 1      | 0.68        | 0.27       | ใช้ได้    | 21     | 0.41        | 0.45       | ใช้ได้    |
| 2      | 0.23        | 0.27       | ใช้ได้    | 22     | 0.23        | 0.27       | ใช้ได้    |
| 3      | 0.59        | 0.27       | ใช้ได้    | 23     | 0.82        | 0.36       | ใช้ไม่ได้ |
| 4      | 0.59        | 0.82       | ใช้ได้    | 24     | 0.64        | 0.27       | ใช้ได้    |
| 5      | 0.73        | 0.00       | ใช้ไม่ได้ | 25     | 0.23        | 0.09       | ใช้ไม่ได้ |
| 6      | 0.32        | 0.27       | ใช้ได้    | 26     | 0.27        | 0.00       | ใช้ไม่ได้ |
| 7      | 0.45        | 0.36       | ใช้ได้    | 27     | 0.32        | 0.27       | ใช้ได้    |
| 8      | 0.32        | 0.45       | ใช้ได้    | 28     | 0.23        | 0.09       | ใช้ไม่ได้ |
| 9      | 0.59        | 0.09       | ใช้ไม่ได้ | 29     | 0.32        | 0.09       | ใช้ไม่ได้ |
| 10     | 0.41        | 0.27       | ใช้ได้    | 30     | 0.36        | 0.36       | ใช้ได้    |
| 11     | 0.27        | -0.18      | ใช้ไม่ได้ | 31     | 0.36        | 0.36       | ใช้ได้    |
| 12     | 0.18        | 0.00       | ใช้ไม่ได้ | 32     | 0.44        | 0.27       | ใช้ได้    |
| 13     | 0.36        | 0.36       | ใช้ได้    | 33     | 0.44        | 0.27       | ใช้ได้    |
| 14     | 0.32        | 0.64       | ใช้ได้    | 34     | 0.32        | 0.36       | ใช้ได้    |
| 15     | 0.27        | 0.36       | ใช้ได้    | 35     | 0.41        | 0.27       | ใช้ได้    |
| 16     | 0.45        | 0.18       | ใช้ไม่ได้ | 36     | 0.27        | -0.36      | ใช้ไม่ได้ |
| 17     | 0.18        | 0.36       | ใช้ไม่ได้ | 37     | 0.91        | 0.18       | ใช้ไม่ได้ |
| 18     | 0.45        | 0.27       | ใช้ได้    | 38     | 0.80        | 0.36       | ใช้ได้    |
| 19     | 0.32        | 0.27       | ใช้ได้    | 39     | 0.27        | 0.36       | ใช้ได้    |
| 20     | 0.14        | 0.09       | ใช้ไม่ได้ | 40     | 0.73        | 0.27       | ใช้ได้    |

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ  
 ตอนที่ 1 แบบปรนัย คำนวณโดยใช้ สูตร KR-20 (Kuder Richardson) มีค่าเท่ากับ 0.77

ตาราง 13 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ตอนที่ 2 แบบอัตนัย

| ข้อที่ | ความยากง่าย | อำนาจจำแนก | หมายเหตุ |
|--------|-------------|------------|----------|
| 1      | 0.57        | 0.21       | ใช้ได้   |
| 2      | 0.46        | 0.50       | ใช้ได้   |
| 3      | 0.47        | 0.33       | ใช้ได้   |
| 4      | 0.48        | 0.23       | ใช้ได้   |
| 5      | 0.58        | 0.63       | ใช้ได้   |

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ตอนที่ 2 แบบอัตนัย คำนวณโดยใช้วิธีการสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.78

ตาราง 14 แสดงค่าอำนาจจำแนกแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

| ข้อที่ | คุณลักษณะ                   | ค่าเฉลี่ยกลุ่มสูง | ค่าเฉลี่ยกลุ่มต่ำ | ค่าอำนาจจำแนก |
|--------|-----------------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 1      | ความมีเหตุผล                | 4.3               | 2.2               | 5.824         |
| 2      | ความอยากรู้อยากเห็น         | 4.1               | 1.9               | 8.666         |
| 4      | ความมีระเบียบ<br>ในการทำงาน | 4.4               | 1.7               | 7.245         |
| 5      | ความเสียสละ                 | 3.6               | 2.3               | 3.806         |
| 6      | ความซื่อสัตย์               | 3.7               | 2.1               | 3.919         |

ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์  
คำนวณโดยใช้วิธีการสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.91

ตาราง 15 แสดงค่าอำนาจจำแนกแบบประเมินความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

| ข้อที่ | รายการ                                                      | ค่าเฉลี่ยกลุ่มสูง | ค่าเฉลี่ยกลุ่มต่ำ | ค่าอำนาจจำแนก |
|--------|-------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 1      | ด้านการจัดรวบรวมความคิด<br>จินตนาการ                        | 3.2               | 1.6               | 4.800         |
| 2      | ด้านความสอดคล้องของเรื่อง<br>กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์          | 3.6               | 1.5               | 9.000         |
| 3      | ด้านการนำความรู้ทาง<br>วิทยาศาสตร์ไปใช้                     | 3.5               | 1.3               | 7.117         |
| 4      | ด้านการจัดลำดับเนื้อเรื่อง                                  | 2.7               | 1.7               | 3.810         |
| 5      | ด้านเทคนิคการสร้างนิยาย<br>วิทยาศาสตร์ทาง<br>อิเล็กทรอนิกส์ | 3.2               | 1.7               | 4.569         |

ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์  
คำนวณโดยใช้วิธีการสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.90

### ภาคผนวก จ

- ตารางแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test)

- ตารางแสดงคะแนนความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test)

- กราฟแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน

- กราฟแสดงคะแนนความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 16 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test)

| นักเรียนคนที่ | ก่อนเรียน<br>( $X_1$ ) | หลังเรียน<br>( $X_2$ ) | ผลต่าง<br>(D) | ผลต่างกำลังสอง<br>( $D^2$ ) |
|---------------|------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------|
| 1             | 11                     | 29                     | 18            | 324                         |
| 2             | 11                     | 27                     | 16            | 256                         |
| 3             | 19                     | 35                     | 16            | 256                         |
| 4             | 15                     | 37                     | 22            | 484                         |
| 5             | 14                     | 29                     | 15            | 225                         |
| 6             | 15                     | 33                     | 18            | 324                         |
| 7             | 12                     | 31                     | 19            | 361                         |
| 8             | 14                     | 28                     | 14            | 196                         |
| 9             | 15                     | 34                     | 19            | 361                         |
| 10            | 18                     | 27                     | 9             | 81                          |
| 11            | 14                     | 29                     | 15            | 225                         |
| 12            | 14                     | 28                     | 14            | 196                         |
| 13            | 16                     | 32                     | 16            | 256                         |
| 14            | 14                     | 31                     | 17            | 289                         |
| 15            | 12                     | 25                     | 13            | 169                         |
| 16            | 10                     | 27                     | 17            | 289                         |
| 17            | 16                     | 30                     | 14            | 196                         |
| 18            | 10                     | 29                     | 19            | 361                         |
| 19            | 14                     | 34                     | 20            | 400                         |
| 20            | 18                     | 22                     | 4             | 16                          |
| 21            | 16                     | 24                     | 8             | 64                          |
| 22            | 15                     | 31                     | 16            | 256                         |
| 23            | 18                     | 29                     | 11            | 121                         |
| 24            | 12                     | 25                     | 13            | 169                         |
| 25            | 14                     | 33                     | 19            | 361                         |

ตาราง 16 (ต่อ)

| นักเรียนคนที่ | ก่อนเรียน<br>( $X_1$ ) | หลังเรียน<br>( $X_2$ ) | ผลต่าง<br>(D)  | ผลต่างกำลังสอง<br>( $D^2$ ) |
|---------------|------------------------|------------------------|----------------|-----------------------------|
| 26            | 19                     | 32                     | 13             | 169                         |
| 27            | 10                     | 30                     | 20             | 400                         |
| 28            | 11                     | 25                     | 14             | 196                         |
| 29            | 15                     | 29                     | 14             | 196                         |
| 30            | 18                     | 33                     | 15             | 225                         |
| 31            | 14                     | 30                     | 16             | 256                         |
| 32            | 15                     | 29                     | 14             | 196                         |
| 33            | 17                     | 31                     | 14             | 196                         |
| 34            | 16                     | 24                     | 8              | 64                          |
| 35            | 14                     | 33                     | 19             | 361                         |
| 36            | 17                     | 34                     | 17             | 289                         |
| 37            | 15                     | 30                     | 15             | 225                         |
| 38            | 14                     | 29                     | 15             | 225                         |
| 39            | 19                     | 32                     | 13             | 169                         |
| 40            | 18                     | 30                     | 12             | 144                         |
| N = 40        | $\sum X_1 = 589$       | $\sum X_2 = 1190$      | $\sum D = 601$ | $\sum D^2 = 9547$           |

การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

สมมติฐาน

$$H_1 = \mu_1 < \mu_2$$

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ t-test Dependent

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

ตาราง 17 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์

ก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test)

| นักเรียนคนที่ | ก่อนเรียน<br>( $X_1$ ) | หลังเรียน<br>( $X_2$ ) | ผลต่าง<br>(D) | ผลต่างกำลังสอง<br>( $D^2$ ) |
|---------------|------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------|
| 1             | 8                      | 15                     | 7             | 49                          |
| 2             | 11                     | 16                     | 5             | 25                          |
| 3             | 9                      | 16                     | 7             | 49                          |
| 4             | 6                      | 17                     | 11            | 121                         |
| 5             | 8                      | 16                     | 8             | 64                          |
| 6             | 9                      | 18                     | 9             | 81                          |
| 7             | 8                      | 14                     | 6             | 36                          |
| 8             | 10                     | 17                     | 7             | 49                          |
| 9             | 10                     | 16                     | 6             | 36                          |
| 10            | 9                      | 14                     | 5             | 25                          |
| 11            | 9                      | 15                     | 6             | 36                          |
| 12            | 7                      | 14                     | 7             | 49                          |
| 13            | 10                     | 18                     | 8             | 64                          |
| 14            | 9                      | 14                     | 5             | 25                          |
| 15            | 8                      | 15                     | 7             | 49                          |
| 16            | 12                     | 17                     | 5             | 25                          |
| 17            | 7                      | 15                     | 8             | 64                          |
| 18            | 10                     | 17                     | 7             | 49                          |
| 19            | 8                      | 14                     | 6             | 36                          |
| 20            | 7                      | 16                     | 9             | 81                          |
| 21            | 8                      | 16                     | 8             | 64                          |
| 22            | 5                      | 17                     | 12            | 144                         |
| 23            | 10                     | 15                     | 5             | 25                          |
| 24            | 7                      | 15                     | 8             | 64                          |
| 25            | 10                     | 14                     | 4             | 16                          |

ตาราง 17 (ต่อ)

| นักเรียนคนที่ | ก่อนเรียน<br>( $X_1$ ) | หลังเรียน<br>( $X_2$ ) | ผลต่าง<br>(D)  | ผลต่างกำลังสอง<br>( $D^2$ ) |
|---------------|------------------------|------------------------|----------------|-----------------------------|
| 26            | 9                      | 15                     | 6              | 36                          |
| 27            | 7                      | 15                     | 8              | 64                          |
| 28            | 8                      | 14                     | 6              | 36                          |
| 29            | 10                     | 18                     | 8              | 64                          |
| 30            | 7                      | 16                     | 9              | 81                          |
| 31            | 8                      | 15                     | 7              | 49                          |
| 32            | 7                      | 16                     | 9              | 81                          |
| 33            | 9                      | 17                     | 8              | 64                          |
| 34            | 8                      | 14                     | 6              | 36                          |
| 35            | 7                      | 18                     | 11             | 121                         |
| 36            | 10                     | 15                     | 5              | 25                          |
| 37            | 11                     | 15                     | 4              | 16                          |
| 38            | 8                      | 13                     | 5              | 25                          |
| 39            | 9                      | 17                     | 8              | 64                          |
| 40            | 10                     | 18                     | 8              | 64                          |
| N = 40        | $\sum X_1 = 343$       | $\sum X_2 = 627$       | $\sum D = 284$ | $\sum D^2 = 2152$           |

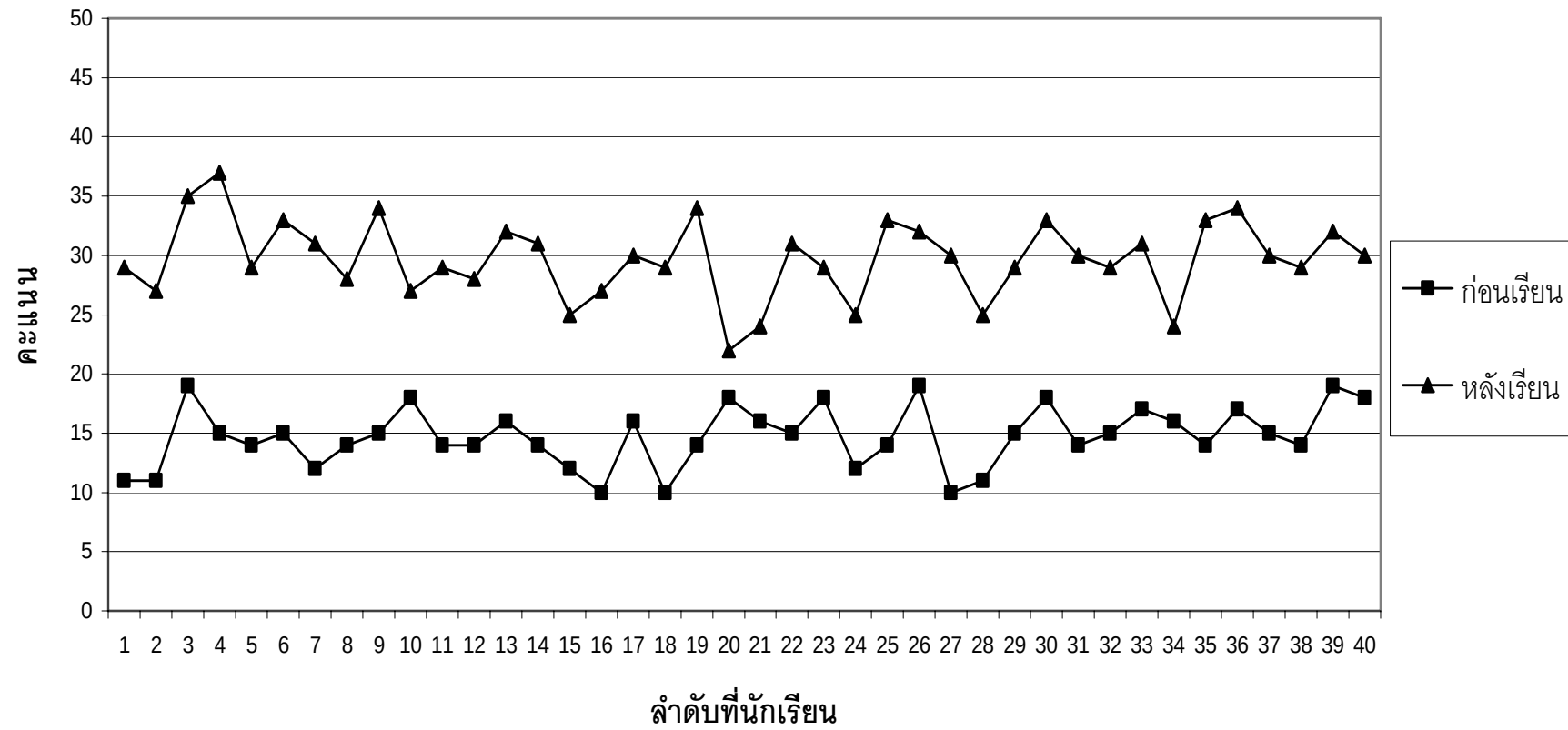
การวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์  
ก่อนเรียนและหลังเรียน

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

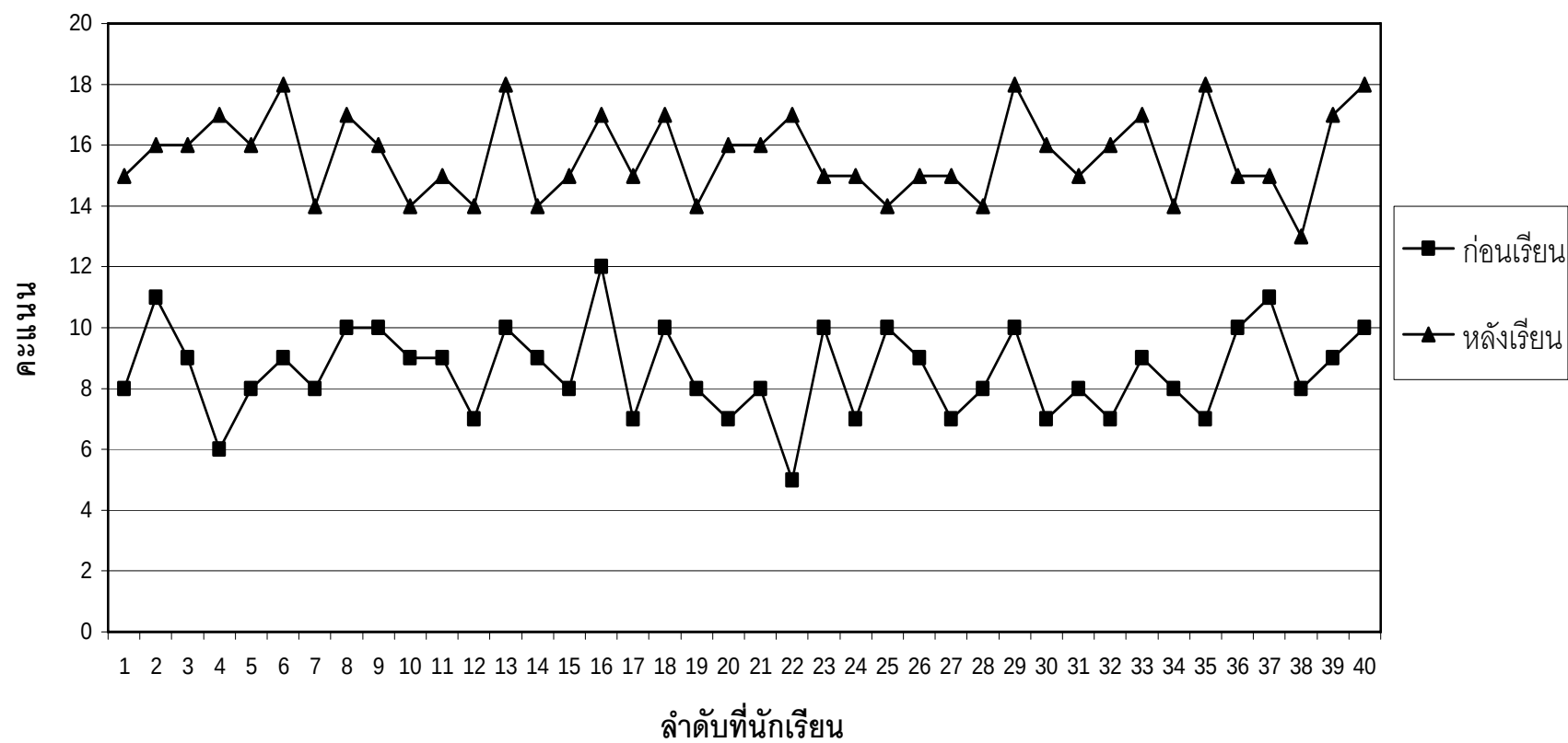
$$H_1 = \mu_1 < \mu_2$$

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ t-test Dependent

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$



ภาพประกอบ 6 กราฟแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน



ภาพประกอบ 7 กราฟแสดงคะแนนความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

|                              |                                                                                          |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ ชื่อสกุล                | นางสาวอรอนงค์ เหล็กกนก                                                                   |
| วันเดือนปีเกิด               | วันที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2522                                                               |
| สถานที่เกิด                  | อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา                                                             |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน          | 46/110 หมู่ 7 ถนนพหลโยธิน ซอยพหลโยธิน 59<br>แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220 |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน | อาจารย์ 1 ระดับ 5                                                                        |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน         | โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน<br>กรุงเทพมหานคร                              |
| ประวัติการศึกษา              |                                                                                          |
| พ.ศ. 2539                    | มัธยมศึกษาตอนปลาย<br>จากโรงเรียนพิมายวิทยา จังหวัดนครราชสีมา                             |
| พ.ศ. 2544                    | วท.บ.(ฟิสิกส์)<br>จากสถาบันราชภัฏมหาสารคาม                                               |
| พ.ศ. 2545                    | ป.บัณฑิต สาขาวิชาชีพอครู<br>จากสถาบันราชภัฏมหาสารคาม                                     |
| พ.ศ. 2549                    | รป.บ.(การบริหารงานบุคคล)<br>จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช                             |
| พ.ศ. 2549                    | กศ.ม.(การมัธยมศึกษา สาขาการสอนวิทยาศาสตร์)<br>จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ              |