

ผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่มีต่อความสามารถ  
ในการวิเคราะห์และใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดน่าน



นางสาวกนกกาญจน์ ชำนาญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF SCIENCE, TECHNOLOGY, AND SOCIETY INSTRUCTION  
ON ABILITIES IN ANALYZING AND USING SCIENTIFIC KNOWLEDGE  
OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS, NAN PROVINCE

Miss Kanokkan Chamnan



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education Program in Science Education  
Department of Curriculum and Instruction  
Faculty of Education  
Chulalongkorn University  
Academic Year 2014  
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์ และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา ตอนต้น จังหวัดน่าน

โดย นางสาวนกกกาญจน์ ชำนาญ

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี

---

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

.....คณบดีคณะครุศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปัญญา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(อาจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี)

.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์ดี เดชะคุปต์)

กนกกาญจน์ ชำนาญ : ผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดน่าน (EFFECTS OF SCIENCE, TECHNOLOGY, AND SOCIETY INSTRUCTION ON ABILITIES IN ANALYZING AND USING SCIENTIFIC KNOWLEDGE OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS, NAN PROVINCE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร.สกลรัชต์ แก้วดี, 169 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป 2) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 จังหวัดน่าน ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์และแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบไค-สแควร์ และสถิติทดสอบที

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ส่วนใหญ่ จำนวนร้อยละ 38 มีความสามารถในการวิเคราะห์อยู่ในระดับพอใช้ เมื่อเทียบกับเกณฑ์คะแนนมาตรฐานที่

2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

4) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน

ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557

# # 5483303627 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS: SCIENCE, TECHNOLOGY, AND SOCIETY INSTRUCTION / THE ABILITIES IN ANALYZING / THE ABILITIES IN USING SCIENTIFIC KNOWLEDGE

KANOKKAN CHAMNAN: EFFECTS OF SCIENCE, TECHNOLOGY, AND SOCIETY INSTRUCTION ON ABILITIES IN ANALYZING AND USING SCIENTIFIC KNOWLEDGE OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS, NAN PROVINCE. ADVISOR: SAKOLRAT KAEWDEE, Ph.D., 169 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of the study were to 1) study and compare the abilities in analyzing of students between an experimental group that learned through science, technology, and society instruction and a control group that learned through a traditional instruction method 2) study and compare the abilities in using scientific knowledge between the experimental group and the control group. The samples were two classes of eighth grade students in a large size school during the second semester of academic year 2014. The research instruments were the test on abilities in analyzing and the test on abilities in using scientific knowledge. The collected data was analyzed by arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation, chi-square test and t-test.

The research findings were summarized as follows:

1) The abilities in analyzing of almost science, technology, and society instruction group students were at 38 percent in moderate level.

2) Science, technology, and society instruction group students had mean score of the test on abilities in analyzing higher than the traditional instruction group students at .05 level of significance.

3) Science, technology, and society instruction group students had mean score of the abilities in using scientific knowledge was lower than the criterion score set at 70 percent.

4) The abilities in using scientific knowledge of science, technology, and society instruction group students higher than the traditional instruction group students at .05 level of significance.

Department: Curriculum and Instruction

Student's Signature .....

Field of Study: Science Education

Advisor's Signature .....

Academic Year: 2014

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาและความช่วยเหลือใน  
ทุกๆ ด้านจากอาจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการให้คำปรึกษา  
อบรมสั่งสอน และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัยด้วยความดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี  
ยิ่ง ประสบการณ์ที่ได้รับจากอาจารย์ในระหว่างการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำไปใช้กับการประกอบ  
วิชาชีพครูต่อไป และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ ประธานกรรมการสอบ  
วิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำ  
ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิทุก  
ท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ใน  
การวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนสา อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดน่าน  
ตลอดจนอาจารย์ทุกท่าน โดยเฉพาะอาจารย์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้ความ  
ช่วยเหลือในทุกด้าน ดูแลเอาใจใส่ด้วยความรักความเมตตา และให้โอกาสได้เรียนรู้ชีวิตความเป็น  
ครูในระหว่างที่ผู้วิจัยไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย และขอขอบใจนักเรียนมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2/2 2/3 และ 2/4 ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบใจมิตรสหายสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ที่ได้ให้คำแนะนำ ปรึกษา และ  
เพิ่มพูนส่งเสริมประสบการณ์ร่วมกันทั้งด้านวิชาการและการใช้ชีวิตมาโดยตลอด

ผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก "ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต" ของบัณฑิต  
วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัยเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

เหนือสิ่งใด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่ชายที่ให้การสนับสนุนด้าน  
การศึกษา อบรมเลี้ยงดูด้วยความรักความอบอุ่น และเป็นกำลังใจที่ดีที่สุดของผู้วิจัยมาโดยตลอด

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ญ
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญแผนภาพ .....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย.....	1
คำถามการวิจัย .....	8
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	8
สมมติฐานของการวิจัย.....	9
ขอบเขตของการวิจัย.....	10
นิยามศัพท์.....	11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	13
1. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (science, technology, and society).....	14
1.1 ความเป็นมาและจุดมุ่งหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม .....	14
1.2 ความสำคัญของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่มีต่อการจัดการเรียนการ สอนวิทยาศาสตร์ .....	16
1.3 บทบาทของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์.....	19
1.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม.....	21

1.5 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม .....	28
2. ความสามารถในการวิเคราะห์ (The abilities in analyzing) .....	33
2.1 ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์.....	33
2.2 องค์ประกอบและพฤติกรรมความสามารถในการวิเคราะห์.....	34
2.3 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการวิเคราะห์ .....	39
3. ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ (The abilities in using scientific knowledge) .....	45
3.1 ความหมายของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์.....	45
3.2 องค์ประกอบและพฤติกรรมความสามารถในการใช้ความรู้ .....	46
3.3 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์.....	54
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	60
4.1 งานวิจัยในประเทศ .....	60
4.2 งานวิจัยต่างประเทศ .....	61
5. กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	64
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	66
1. รูปแบบการวิจัย.....	66
2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย .....	67
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ดำเนินการวิจัย .....	69
3.1 เครื่องมือในการวิจัย.....	69
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	75
4. การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	83
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	87



ตอนที่ 1 ความสามารถในการวิเคราะห์ .....	87
ตอนที่ 2 ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ .....	91
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	93
สรุปผลการวิจัย.....	93
การอภิปรายผลวิจัย.....	94
1) ความสามารถในการวิเคราะห์.....	94
2) ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์.....	96
ข้อเสนอแนะ .....	99
รายการอ้างอิง .....	102
ภาคผนวก.....	106
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	169



## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการใช้หนังสือเรียนเป็นหลักกับการเรียนสอนด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม .....	31
ตารางที่ 2 แสดงคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของห้องเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 5 คู่ ที่มีความเท่าเทียมกันในระดับนัยสำคัญทางสถิติ.....	68
ตารางที่ 3 แสดงจำนวนข้อคำถามแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ตามองค์ประกอบการวิเคราะห์ .....	70
ตารางที่ 4 แสดงจำนวนข้อคำถามวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์.....	73
ตารางที่ 5 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับเนื้อหาบทเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 .....	76
ตารางที่ 6 เนื้อหาบทเรียนและจำนวนคาบเรียนของแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป.....	78
ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป .....	80
ตารางที่ 8 แสดงระดับความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (N = 42) เทียบกับเกณฑ์คะแนนมาตรฐานที่ (T-score) .....	88
ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .....	89
ตารางที่ 10 คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (N = 42) และกลุ่มควบคุม (N = 41).....	90
ตารางที่ 11 คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (N = 42) และกลุ่มควบคุม (N = 41).....	91

<b>ตารางที่ 12</b> ค่าดัชนีความสอดคล้องตามองค์ประกอบของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน.....	154
<b>ตารางที่ 13</b> ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ จำนวน 15 ข้อ.....	156
<b>ตารางที่ 14</b> ค่าดัชนีความสอดคล้องตามพฤติกรรมบ่งชี้ของแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้ วิทยาศาสตร์ ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน.....	157
<b>ตารางที่ 15</b> ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้ วิทยาศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ.....	158
<b>ตารางที่ 16</b> ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของความสอดคล้องในการให้คะแนนแบบวัด ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์รายข้อ จำนวน 7 ข้อ ระหว่างผู้วิจัยกับอาจารย์ผู้สอน วิทยาศาสตร์.....	159
<b>ตารางที่ 17</b> ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติการเปรียบเทียบ รายคู่ ของ Dunnett T3 ของผลการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2557 จำนวน 7 ห้อง.....	161

## สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม .....	15
แผนภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย .....	65
แผนภาพที่ 3 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group posttest design.....	66



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

สังคมฐานความรู้ (Knowledge-based society) ได้นำความรู้ของมนุษย์ไปใช้เป็นปัจจัยการผลิตในอุตสาหกรรม ส่งผลให้เศรษฐกิจโลกขยายตัวและเติบโตอย่างรวดเร็วในระยะยาว ภาวะเช่นนี้ ทำให้โลกก้าวเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจฐานความรู้ (knowledge-based economy) ซึ่งเป็นยุคที่ความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจมีฐานมาจากอุตสาหกรรมการผลิตและการจำหน่ายความรู้ที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีขั้นสูง จึงมีการแข่งขันกันสูงในด้านการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ภูเบศวร์ สมุทรจักร (2009) การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีและโลกาภิวัตน์ของเศรษฐกิจโลกในศตวรรษที่ 21 ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วนี้ส่งผลให้หลายประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยจำเป็นต้องปรับตัวไปตามกระแสเศรษฐกิจโลก การนำประเทศสู่ความเจริญทางด้านเศรษฐกิจในระยะยาวจึงต้องให้ความสำคัญกับการใช้ประโยชน์จากองค์ความรู้ (knowledge utilization) การเผยแพร่และกระจายความรู้ (knowledge diffusion) การสร้างสรรค์องค์ความรู้ (knowledge creation) และการพัฒนาทุนมนุษย์ (human capital) โดยให้การศึกษาแก่ประชากรเพื่อพัฒนาแรงงานให้มีความรู้และฝีมือ (สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2557)

ด้วยเหตุนี้ ประเทศไทยจำเป็นต้องวางแผนพัฒนากำลังคนให้สอดคล้องกับกระแสการเปลี่ยนแปลงตามสภาพเศรษฐกิจและสังคม จากข้อมูลการวิจัยของสถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2557) พบว่า สภาวะการณ์การศึกษาไทยในปัจจุบัน แบ่งเป็น 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ ประเด็นด้านโอกาสทางการศึกษา คุณภาพการศึกษา และประสิทธิภาพของการจัดการศึกษา และจากการประชุมของสภาปฏิรูปแห่งชาติด้านการศึกษาได้ประเมินสถานการณ์ปัญหาของการศึกษาไทยว่าไม่สอดคล้องกับงบประมาณที่ได้ลงทุนไป จากข้อมูลการสำรวจของสหประชาชาติ ในปี พ.ศ. 2554 พบว่า ประเทศไทยลงทุนเพื่อศึกษามากเป็นอันดับ 2 ของโลก แต่คุณภาพการศึกษากลับอยู่ในระดับต่ำ และไม่ตอบสนองความต้องการของสังคมทั้งในภาคการเกษตร ภาคธุรกิจ ภาคบริการ ภาคอุตสาหกรรม ภาควิจัยและสร้างนวัตกรรม ทำให้ภาคการผลิตประสบปัญหาขาดกำลังคนที่มีสมรรถนะและไม่สามารถผลิตงานที่มีคุณภาพและมีมูลค่าทางเศรษฐกิจได้ แม้ว่าประเทศไทยจะมีระดับความสามารถในการแข่งขันค่อนข้างสูง และมีรายได้ในระดับปานกลางค่อนข้างสูง แต่ความสามารถในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ และการสร้างสรรค์สังคมฐานความรู้ และการพัฒนานวัตกรรมยังอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ ดังนั้น ประเทศไทยจำเป็นต้องพัฒนา

ทรัพยากรมนุษย์ให้สามารถใช้และสร้างสรรค์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพและคุณภาพสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าและบริการ ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนและสร้างสังคมฐานความรู้อย่างต่อเนื่อง (ประกฤษ ธิยม, 2557)

การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีความรู้ ความสามารถ และสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะไม่มีทางเกิดขึ้นได้ หากคุณภาพการศึกษาไทยยังอยู่ในระดับต่ำทั้งระดับชาติและระดับนานาชาติ โดยพบว่า ตัวชี้วัดคุณภาพการศึกษาของนักเรียนไทยจากผลการทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐานแห่งชาติ (Ordinary National Educational Test หรือ O-Net) ที่ทดสอบกับนักเรียนแต่ละช่วงชั้น นั่นคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยของ 5 รายวิชาหลัก ได้แก่ ภาษาไทย สังคมศึกษา ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 ทุกรายวิชาติดต่อกันมาเป็นเวลาเกือบทศวรรษ หากพิจารณาคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นช่วงวัยสิ้นสุดการศึกษาภาคบังคับที่ระบบการศึกษามุ่งหวังให้นักเรียนเมื่อสำเร็จการศึกษาในระดับนี้ต้องสามารถดำเนินชีวิตโดยการเรียนรู้ต่อไปในระดับที่สูงขึ้นหรือประกอบอาชีพและดำเนินชีวิตได้อย่างเป็นปกติสุข แต่จากผลการทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐานแห่งชาติ ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ปี 2553 - 2556 มีค่าเท่ากับ 29.17 32.19 35.37 และ 37.40 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ) แม้ว่าจะมีแนวโน้มสูงขึ้นแต่คะแนนยังอยู่ในระดับต่ำ

นอกจากผลการทดสอบการศึกษาแห่งชาติแล้ว ตัวชี้วัดคุณภาพของการศึกษาไทยจากการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ที่เน้นประเมินนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ที่จะจบจากการศึกษาภาคบังคับ โดยประเมินความรู้และทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการดำเนินชีวิตตามสภาพจริงของโลกในอนาคต มีการประเมินใน 3 ด้าน ได้แก่ การรู้ด้านการอ่าน การรู้ด้านคณิตศาสตร์ และการรู้ด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลคะแนนเฉลี่ยของทุกด้านอยู่ในระดับต่ำกว่านานาประเทศ สำหรับผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปี 2009 ที่ได้คะแนน 425 คะแนน เพิ่มขึ้นเป็น 444 คะแนน ในปี 2012 แต่คะแนนอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 501 คะแนน และพบว่าจำนวนนักเรียนกว่าหนึ่งในสามของจำนวนที่เข้าร่วมประเมินมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย และนักเรียนเหล่านี้เป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนเอกชน โรงเรียนเทศบาล โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร วิทยาลัยอาชีวศึกษาของรัฐและเอกชน มีเพียงนักเรียนกลุ่มโรงเรียนจุฬาภรณ์และโรงเรียนสาธิตที่ได้คะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมด จากผลการประเมินนักเรียนนานาชาติชี้ให้เห็นว่านักเรียนไทยที่มีความรู้และทักษะที่จะสามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตได้ มีเพียงนักเรียนของโรงเรียนสองกลุ่มดังกล่าว และจากข้อมูลการวิเคราะห์คะแนนแยกตามภาคพื้นพบว่าทุกภาคมี

คะแนนเพิ่มสูงขึ้น ยกเว้นภาคเหนือตอนบนที่คะแนนไม่มีการเปลี่ยนแปลง (สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2557; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

จังหวัดน่านเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ในปีการศึกษา 2556 มีจำนวนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 37 ทั้งหมด 28 โรงเรียน นักเรียนทั้งหมดมีจำนวน 8,700 คน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการทดสอบการศึกษาแห่งชาติพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดน่านทำคะแนนเฉลี่ยได้ 43.01 คะแนน ซึ่งมากกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ คือ 37.95 คะแนน แม้คะแนนเฉลี่ยจะมากกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ แต่คะแนนวัดความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ยังคงไม่ถึงร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ) และจากผลการประเมินนักเรียนนานาชาติปี 2012 ได้แสดงให้เห็นว่าคะแนนของนักเรียนภาคเหนือตอนบนไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากปี 2009 อีกทั้งแสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มที่รู้วิทยาศาสตร์ในระดับต่ำเป็นนักเรียนที่อยู่ต่างจังหวัดเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น การพัฒนาความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงต้องแก้ไขให้ตรงกับกลุ่มที่มีปัญหา นั่นคือ ต้องเร่งพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนต่างจังหวัด

ด้วยการเปลี่ยนแปลงของกระแสโลกและสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนไทยดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงจำเป็นต้องจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับความคาดหวังของทักษะการดำเนินชีวิตแห่งศตวรรษที่ 21 นั่นคือ ต้องเตรียมนักเรียนทุกคนให้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญและทักษะการดำเนินชีวิตที่จำเป็นต่อการเจริญก้าวหน้าและการประสบความสำเร็จในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและเป็นโลกแห่งการเรียนรู้ที่ไม่มีวันสิ้นสุด ผู้เรียนควรจะได้รับโอกาสการเรียนรู้ และอยู่ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมให้ได้เรียนรู้ประสบการณ์ทั้งเชิงลึกและกว้างนำไปสู่การพัฒนาทักษะ ลักษณะนิสัย ความสามารถ และมีความรู้พื้นฐานแน่นเพียงพอที่จะเป็นรากฐานการเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต เรียนรู้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา เพื่อก้าวไปเป็นผู้นำ คนทำงาน และพลเมืองของโลกอนาคต (Partnership 21, 2012; วิจารณ์ พานิช, 2555)

เช่นเดียวกับเป้าหมายการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยที่มีเป้าหมายเพื่อเตรียมกำลังคนให้พร้อมที่จะก้าวเข้าสู่สังคมเศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้น นอกจากความรู้ที่ได้รับจากโรงเรียนแล้ว นักเรียนต้องสามารถใช้ความรู้และทักษะในสถานการณ์และบริบทต่างๆ อย่างกว้างขวางทั้งในชีวิตจริงและในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวัน และการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตที่มนุษย์ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตและการทำงาน การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นอกจาก

ต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎี ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังมุ่งให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม และสามารถนำ ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำเนินชีวิต ทั้งนี้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้เติบโตเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพชีวิตที่ดี มีความรับผิดชอบต่อสังคมและอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ ฉะนั้น นักเรียนทุกคนจึงควรได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจ ธรรมชาติและเทคโนโลยี พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552)

ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ (The ability in using scientific knowledge) คือ การที่นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้มาในสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ นักเรียนสามารถดำเนินชีวิตได้ปกติสุข หรือเป็นการหาทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (Enger S. K. & Yager R. E., 2001) การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ถือว่ามีความสำคัญกับนักเรียน ดังที่ Penick J. E. (1984 ) ได้กล่าวไว้ว่า พลเมืองในโลกอนาคตต้องเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้มาใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน นักเรียนต้องเข้าใจบทบาทของวิทยาศาสตร์และ การพัฒนาเทคโนโลยี มีความมั่นใจที่จะใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ ดังนั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จะไม่มีความหมายกับการดำเนินชีวิตของนักเรียนและไม่มีความหมายต่อการเป็นพลเมืองของโลก อนาคต หากนักเรียนไม่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้ในสถานการณ์จริงในการดำเนินชีวิต

การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เป็นการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้เรียนรู้มาใช้ในสถานการณ์ หรือแก้ไขปัญหาก็เกี่ยวข้อง กับชีวิตประจำวัน ประกอบด้วยการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจเรื่องสุขภาพส่วนบุคคล และ เรื่องการดำเนินชีวิตในชีวิตประจำวัน รวมถึงการเข้าใจหลักการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกี่ยวกับ เครื่องมือทางเทคโนโลยี อีกทั้งสามารถใช้ความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เหล่านั้น ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ ภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้ (Yager S. O., Lim G., & Yager R. E., 2006; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552)

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีการระบุให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียน นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน แต่สภาพปัญหาสังคมปัจจุบัน พบว่าคนไทยยังขาดทักษะการคิดที่ เป็นระบบ ทำให้นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้น้อย หรือยังมีความรู้ไม่เพียงพอในการเลือกรับเทคโนโลยี สารสนเทศที่ได้นำวัฒนธรรมอันหลากหลายเข้าสู่สังคมไทย (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2553) ทั้งนี้ยังมีคนไทยที่ขาดความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิตได้ไม่มากนัก



ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของตนเอง คนในชุมชน หรือพลเมืองของประเทศ รวมทั้งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัว ดังตัวอย่างเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ข่าว ต่อไปนี้

ผลการศึกษาการขาดสารไอโอดีนในเด็กทารกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2552 โดยการเจาะสัณเฑาะว์ระดับ Thyroid Stimulating Hormone (TSH) ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พบว่า มีเด็กทารกประมาณ 760,000 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 90 ของประเทศมีภาวะการขาดสารไอโอดีน ซึ่งก่อให้เกิดความผิดปกติทั้งร่างกายและด้านสติปัญญา เช่น แคระแกร็น เอ่อ ไม่สามารถพูด เดินหรือคิดได้ตามปกติ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2554)

สถิติผู้ป่วยเป็นต่อกระจกที่เป็นสาเหตุของตาบอดมากที่สุดในประเทศไทยและหลายประเทศทั่วโลก แต่เป็นโรคที่รักษาได้และให้ผลสำเร็จสูงเมื่อไม่สายเกินไป และจากรายงานประจำปี 2554 ของโรงพยาบาลน่านกลุ่มงานจักษุวิทยา พบว่าผู้ป่วยเกี่ยวกับตารักษาและผ่าตัดต่อกระจกมากที่สุด โดยมีข้อมูลดังนี้ ผู้ป่วยนอกที่เป็นต่อกระจกเข้ารับการตรวจตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 – 2554 มีจำนวน 2,852 2,537 และ 3,713 ราย ตามลำดับ ผู้ป่วยในที่เข้ารักษาโรคต่อกระจกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 – 2554 มีจำนวน 967 789 และ 869 ราย ตามลำดับ และจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดต่อกระจก ตั้งแต่ปี 2552 – 2554 มีจำนวน 1,539 1,438 และ 1,768 ราย ตามลำดับ จากข้อมูลบ่งชี้ว่าจำนวนผู้เข้ารับการผ่าตัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งไม่นับรวมกับผู้ที่เป็นการผ่าตัดแต่ยังไม่ได้เข้ามารับการผ่าตัดอีกจำนวนมาก (โรงพยาบาลน่าน, 2554)

การที่ยังคงพบปัญหาหมอกควันจากการเผาไหม้วัสดุทางการเกษตรของเกษตรกรอยู่อย่างต่อเนื่อง ผลการวิจัยของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าหมอกควันดังกล่าวก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็ง จากข้อมูลระบุว่ามียุโรปนักเรียนโรงเรียนบ้านสันหลวง อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ ร้อยละ 82.6 มีสาร 1-โอเอชพี โดยสารเคมีชนิดนี้สามารถนำมาหาปริมาณสารพีเอเอช (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAH) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งและเป็นสารชนิดเดียวกันกับที่พบในควันท่อไอเสีย ควันบุหรี่ และไฟฟ้า (สำนักงานกองทุนสร้างเสริมสุขภาพ, 2555)

ข้อมูลจากสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ที่รายงานไว้ว่า เกษตรกรมีผลการตรวจเลือดอยู่ในเกณฑ์ไม่ปลอดภัยและเสี่ยงต่อการได้รับพิษจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชคิดเป็นร้อยละ 16.35 หรือ 89,925 คน จากจำนวนผู้ตรวจเลือดทั้งหมด 563,353 คน (มูลนิธิชีววิถี, 2554) และกระทรวงสาธารณสุขระบุว่าประชาชนที่ได้รับพิษจากสารเคมีแบบเฉียบพลันประมาณ 1,600 คนต่อปี และคาดว่าจะมีเกษตรกรที่มีความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ปลอดภัยอีกกว่า 6 ล้านคน (กรมการแพทย์, 2554)

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science, technology, and society) เป็นแนวคิดที่ส่งเสริมให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ที่เกี่ยวเนื่องกันระหว่างตนเองกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ตรวจสอบประเด็นหรือปัญหาทางสังคม และได้นำความรู้ หลักการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง (Chiappetta L. & Koballa R., 2010) ทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับบุคคล ครอบครัว โรงเรียน ชุมชน ประเทศและสังคมโลกที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ ส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้ และตระหนักถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และขอบเขตของอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Enger S. K. & Yager R. E., 2001) การนำแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนานักเรียนในหลายด้าน ได้แก่ การสนใจใฝ่รู้ธรรมชาติและสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น การรู้วิทยาศาสตร์ ความสามารถในการใช้โน้ตทัศน์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Dass P. M., 2005)

ในปี ค.ศ. 1990 สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกาหรือ The NSTA (The National Science Teachers Association) ให้ความสำคัญกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม โดยได้รับการเสนอให้เป็นแนวทางการเรียนการสอนและการเรียนรู้ในลักษณะกรอบแนวคิดของหลักสูตร ลักษณะสำคัญของแนวคิดนี้ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การระบุปัญหาที่นักเรียนสนใจที่ส่งผลต่อตนเอง ชุมชนและสังคม นักเรียนมีการร่วมมือกันศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาคำตอบหรือหาทางแก้ปัญหาจากแหล่งเรียนรู้ สื่อสิ่งพิมพ์ และบุคคลากรในชุมชนอย่างกระตือรือร้น และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาให้สำเร็จลุล่วงด้วยตัวของนักเรียนเอง นักเรียนมีอิสระในกระบวนการเรียนรู้จากประเด็นที่ตนสนใจ อีกทั้งตระหนักถึงความสำคัญของอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การมีความรู้ความเข้าใจในข้อดีข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่ออนาคต ซึ่งลักษณะสำคัญดังกล่าวนี้นำไปสู่การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (Yager S. O. et al., 2006)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมได้เกิดขึ้นมาเป็นเวลาเกือบ 5 ทศวรรษแล้ว โดยมีจุดเริ่มต้นจากความต้องการบรรลุเป้าหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ที่ต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่ามีความหมายต่อนักเรียนในด้านการพัฒนาทางปัญญา ค้นพบว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความน่าสนใจและมีคุณค่า สามารถนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในชีวิตประจำวัน และสามารถเข้าร่วมในการอภิปรายประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมได้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวข้างต้น นักการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงพยายามผลักดันให้แนวคิด

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน (Akcaay H. & Yager R. E., 2010; Carin A. A., 1993; Ramsey J., 1993)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเป็นการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนานักเรียนให้สามารถใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน โดยการเรียนรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมทางสังคม และการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลในสังคม และค้นหาแนวทางและปฏิบัติตามแนวทางเหล่านั้นเพื่อให้การดำเนินชีวิตเป็นไปโดยปกติสุข การจัดการเรียนการสอนตามบูรณาการแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ประกอบด้วย ขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน (Dass P. M., 2005) ได้แก่ 1) การจูงใจ (Invitation) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจด้วยการเสนอสถานการณ์ ประเด็นหรือปัญหาทางสังคมในชีวิตประจำวันที่ส่งผลต่อบุคคล โรงเรียน หรือชุมชน จากนั้นทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน นักเรียนและครูร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ ประเด็นหรือปัญหาที่ได้นำเสนอไปแล้ว 2) การสำรวจและค้นหาคำตอบ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นหรือปัญหาสังคมที่ต้องการหาคำตอบจากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมทั้งแหล่งเรียนรู้และบุคคลในชุมชน จากนั้นนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์และจัดกระทำเพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบเบื้องต้น 3) การเสนอคำอธิบายและหาคำตอบ(Proposing explanations and solutions) เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ศึกษามาจากขั้นการสำรวจและค้นหาคำตอบมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อนำไปสู่การระบุสาเหตุ ผลกระทบ และแนวทางปฏิบัติหรือแนวทางแก้ปัญหา 4) การนำไปลงมือปฏิบัติ (Taking action) เป็นขั้นการนำแนวทางปฏิบัติแนวทางแก้ปัญหา หรือคำตอบที่ได้จากขั้นการเสนอคำอธิบายและหาทางแก้ปัญหาไปปฏิบัติหรือแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันโดยนำไปใช้ในลักษณะต่างๆ เช่น การนำไปปฏิบัติในชีวิตประจำวันของนักเรียนและบุคคลในครอบครัว จัดทำสื่อเผยแพร่ ทำจดหมายไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ถ่ายทอดความรู้แก่คนในชุมชน เป็นต้น

แสดงให้เห็นว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเป็นแนวคิดที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตนเองกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ตรวจสอบประเด็นหรือปัญหาในสังคมและได้นำความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง (Chiappetta L. & Koballa R., 2010) ส่งเสริมให้นักเรียนสนใจใฝ่รู้ธรรมชาติและสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น ไซมโนทัศน์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่ และพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Dass P. M., 2005) นอกจากนี้ มีการนำแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า สามารถพัฒนาการเรียนรู้อาชีพของนักเรียนได้หลายด้าน ตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Yager S. O. et al. (2006) ที่เปรียบเทียบผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตาม

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมกับการเรียนการสอนโดยใช้หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีมีโนทัศน์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้หนังสือเรียน แต่มีการใช้มีโนทัศน์ การสร้างคำอธิบาย และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่า และการศึกษาของธารทิพย์ จันทรมิมา (2551) ที่จัดการเรียนการสอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น เช่น การคิดจำแนกประเภท การเปรียบเทียบข้อแตกต่าง การให้เหตุผล การตีความ การเก็บรวบรวมข้อมูล และการตัดสินใจ และผลการศึกษาของศักดิ์อนันต์ อนันตสุข (2553) ที่ศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้โดยใช้นแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนนำความรู้วิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ มาใช้ในการตัดสินใจ โดยนักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีกระบวนการตัดสินใจเหมือนกัน กล่าวคือแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม สามารถพัฒนานักเรียนได้ทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มาใช้พัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์และความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดน่าน

### คำถามการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีความสามารถในการวิเคราะห์ในระดับดีหรือไม่ และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปหรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในระดับดี คือ ร้อยละ 70 ขึ้นไปหรือไม่ และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปหรือไม่ อย่างไร

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
- 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมกับนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

3) เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมกับนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

### สมมติฐานของการวิจัย

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เป็นแนวคิดที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียน เป็นการตรวจสอบประเด็นหรือปัญหาทางสังคม และใช้กระบวนการและหลักการทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมให้ความสำคัญกับบุคคล ซึ่งเป็นผู้ที่จำเป็นต้องใช้มนทัศน์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และให้ความสำคัญกับประเด็นทางสังคมที่เป็นประเด็นหรือปัญหาส่วนบุคคล ปัญหาระดับโลกที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และส่งผลกระทบต่อมนุษย์ (Enger S. K. & Yager R. E., 2001)

ธารทิพย์ จันทรมาน (2551) ทำการวิจัยเรื่อง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ในการสอนและการเรียนรู้เกี่ยวกับเสียง โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสาน ปรากฏว่านักเรียนได้รับการส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยสามารถให้ความคิดหรือแสดงลักษณะการคิดวิเคราะห์ เช่น การคิดจำแนกประเภท การเปรียบเทียบและการเห็นข้อแตกต่าง การให้เหตุผล การตีความ การเก็บรวบรวมข้อมูล และการตัดสินใจ นอกจากนี้ Yager S. O. et al. (2006) ได้ศึกษาเปรียบเทียบข้อดีของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมกับการเรียนการสอนโดยใช้หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมสามารถใช้มนทัศน์และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ อีกทั้ง โชคชัย ยืนยง (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 พบว่า แนวคิดนี้สามารถพัฒนาความเข้าใจเรื่องพลังงาน ส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะการตัดสินใจ และนักเรียนมีเจตคติที่ดีในการเรียน

จากความสำเร็จและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่กล่าวมานี้ แสดงให้เห็นว่าจัดการเรียนรู้บูรณาการแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

สามารถพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ นำมาสู่การตั้งสมมติฐานการวิจัย 4 ข้อ ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ในระดับดีเมื่อเทียบกับเกณฑ์คะแนนมาตรฐานที่ (T-score)

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมจะมีคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีคะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในระดับดี คือ ร้อยละ 70 ขึ้นไป

สมมติฐานข้อที่ 4 นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมจะมีคะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

#### ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 จังหวัดน่าน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. ตัวแปรในการวิจัย มี 2 ตัวแปร ดังนี้

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ (Treatment Variable) คือ

2.1.1 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

2.1.2 การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ

2.2.1 ความสามารถในการวิเคราะห์

2.2.2 ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

## นิยามศัพท์

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม หมายถึง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีการนำประเด็นในระดับบุคคล ครอบครัว ชุมชน และสังคมมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน (Dass P. M., 2005) ดังนี้

1. **การจูงใจ (Invitation)** คือ ขั้นตอนที่ครูกระตุ้นความสนใจ ความสงสัย และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนโดยการนำเสนอสถานการณ์ ประเด็นหรือปัญหาทางสังคมที่พบเห็นในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และมีส่งผลต่อบุคคล โรงเรียน หรือชุมชน จากนั้นครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน และให้นักเรียนระดมความคิดร่วมกันตั้งคำถามสำคัญที่เกี่ยวกับสถานการณ์ ประเด็นหรือปัญหาที่ได้นำเสนอไปแล้ว

2. **การสำรวจและค้นหาคำตอบ (Exploration)** คือ ขั้นตอนที่นักเรียนทำการรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ หรือข้อมูลที่จำเป็นซึ่งเกี่ยวข้องกับประเด็นหรือปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ โดยใช้การสังเกต ทดลอง หรือสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ในโรงเรียนหรือชุมชน รวมทั้งศึกษาเรียนรู้จากบุคคลในชุมชน แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์และจัดกระทำ และนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลหรือแนวทางปฏิบัติเบื้องต้นในการเสนอคำอธิบายและหาแนวทางแก้ไขต่อไป

3. **การเสนอคำอธิบายและคำตอบ (Proposing explanations and solutions)** คือ ขั้นตอนที่นักเรียนนำผลการศึกษาหรือข้อมูลที่ได้จากขั้นการสำรวจและค้นหาคำตอบ มาอภิปราย แสดงความคิดเห็นร่วมกันกับครูและเพื่อน เพื่อนำไปสู่การเสนอแนวทางปฏิบัติ แนวทางแก้ไขปัญหา หรือคำตอบ

4. **การนำไปลงมือปฏิบัติ (Taking action)** คือ ขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแนวทางปฏิบัติ แนวทางแก้ไขปัญหา หรือคำตอบไปใช้ในการดำเนินชีวิตหรือใช้ในการปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในระดับบุคคล ครอบครัว ชุมชน และสังคม

**การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป** หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบสอบ ประกอบด้วยขั้นตอนการสอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ

1) **ขั้นนำ** คือ ขั้นที่ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนด้วยการกระตุ้นความสนใจนักเรียน โดยใช้สื่อต่างๆ การถามคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมเพื่อเตรียมพร้อมรับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนในบทเรียน

2) **ขั้นกิจกรรม** คือ ขั้นที่ให้นักเรียนได้สำรวจค้นหา สืบค้นตรวจสอบ ค้นคว้าหาข้อมูล และลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง

3) **ขั้นสรุป** คือ ขั้นที่ให้นักเรียนนำผลการศึกษาจากขั้นกิจกรรมมาอภิปรายร่วมกัน ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับครู เพื่อนำไปสู่การสรุปบทเรียนด้วยตนเอง

**ความสามารถในการวิเคราะห์** หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบ บอกความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหนึ่งกับโครงสร้างขององค์ประกอบทั้งหมด และระบุเจตนาารมณ์ของการนำเสนอข้อมูลข่าวสาร ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น

**ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการระบุโน้ตทัศน์หรือหลักการ ให้เหตุผลการใช้โน้ตทัศน์หรือหลักการ และใช้ความรู้แก้ปัญหาและคาดการณ์ผลจากการใช้ความรู้ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดน่าน มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
  - 1.1 ความเป็นมาและจุดมุ่งหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
  - 1.2 ความสำคัญของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
  - 1.3 บทบาทของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
  - 1.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
  - 1.5 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
2. ความสามารถในการวิเคราะห์
  - 2.1 ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์
  - 2.2 องค์ประกอบและพฤติกรรมความสามารถในการวิเคราะห์
  - 2.3 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการวิเคราะห์
3. ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์
  - 3.2 องค์ประกอบและพฤติกรรมความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์
  - 3.3 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. กรอบแนวคิดของการวิจัย

## 1. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (science, technology, and society)

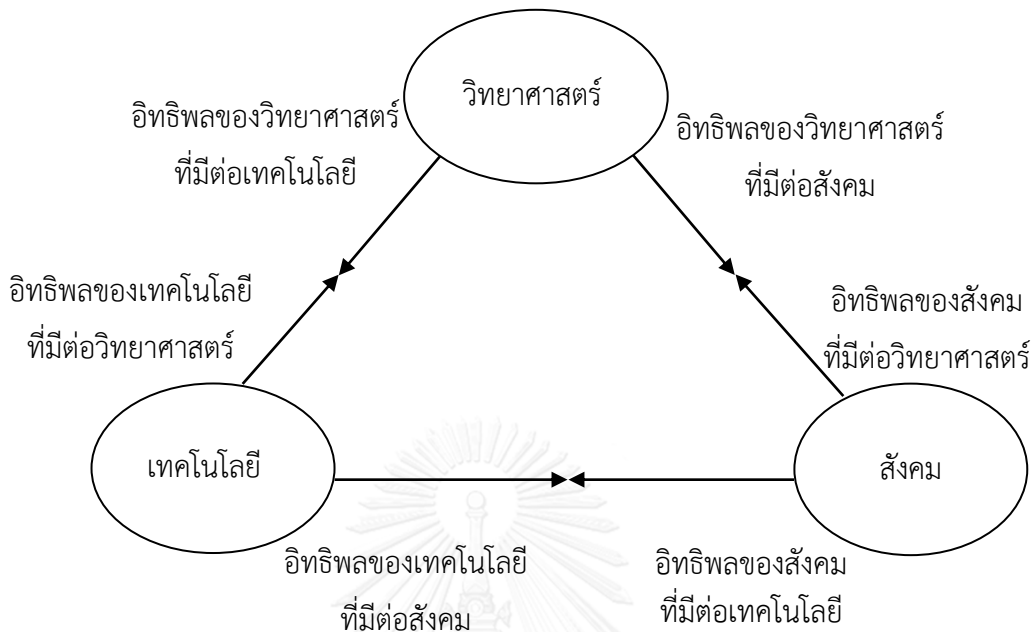
### 1.1 ความเป็นมาและจุดมุ่งหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

เหตุการณ์การปล่อยระเบิดนิวเคลียร์ที่เมืองนางาซากิและฮิโรชิมาของประเทศญี่ปุ่น ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ปี ค.ศ. 1945 ได้นำมาสู่การสูญเสียชีวิตของผู้บริสุทธิ์เกือบสองแสนคน แสดงให้เห็นถึงผลกระทบทางลบของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปในทางที่ทำลายล้างเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการเรียกร้องให้ประชากรโลกตระหนักถึงผลของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อร่างกายและจิตใจของมนุษย์ ในช่วงเวลานั้นจึงได้มีการก่อตั้งขององค์กรและสมาคมมากมายเกี่ยวกับการรับผิดชอบต่อนุชนรุ่นหลังและสังคมที่เป็นผลมาจากการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สมาคมเพื่อรับผิดชอบต่อสังคมในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (the Society for Social Responsibility in Science) สมาคมชาวอังกฤษเพื่อรับผิดชอบต่อสังคมด้านวิทยาศาสตร์ (the British Society for Social Responsibility) สหภาพนักวิทยาศาสตร์เพื่อรับผิดชอบต่อสังคมและป้องกันสิ่งแวดล้อม (United Scientists for Environmental Responsibility and Protection) สมาคมเพื่อรับผิดชอบต่อสังคมด้านวิศวกรรม (the Society for Social Responsibility in Engineering) เป็นต้น (Mansour N., 2009)

ปัญหามากมายบนโลกทั้งสงครามและผลพวงของสงคราม วิกฤตพลังงานและประชากร ความเสื่อมโทรมของแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ มลภาวะสิ่งแวดล้อม การขาดแคลนอาหาร โรคระบาด ฯลฯ เป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไขโดยการร่วมมือกันของพลเมืองโลกในการเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับขีดจำกัด การลุกลามของปัญหา และให้ความสนใจในปัญหาที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงต่อความก้าวหน้าหรือปัญหาที่สืบเนื่องมาจากการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่กำลังละเลยมุมมองหรือสภาพของความเป็นมนุษย์ที่ต้องเกี่ยวข้องกับประเด็นที่อยู่รอบตัวอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Ziman J. M., 2008)

มนุษย์ทุกคนได้รับอิทธิพลจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ตลอดเวลาในหลายด้าน เช่น ด้านสุขภาพและโภชนาการ การเกษตร การสื่อสาร ข่าวสารจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์ การขนส่ง ด้านการขาดแคลนพลังงาน มลภาวะทางสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรม การเปลี่ยนแปลงของอากาศและอุณหภูมิโลก เป็นต้น วิทยาศาสตร์ช่วยอธิบายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นบนโลกได้ ขณะที่เทคโนโลยีสร้างขึ้นมาจากความรู้และการอธิบายปรากฏการณ์ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ ได้นำมาใช้อำนวยความสะดวกหรือแก้ไขปัญหาสังคมที่ซับซ้อนและตอบสนองต่อชีวิตที่มีความ

ทันสมัย (Carin A. A., 1993) ดังความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (ภาพ เลขาไพบูลย์, 2537) ที่แสดงในแผนภาพที่ 1



**แผนภาพที่ 1** แสดงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

วิทยาศาสตร์เริ่มต้นขึ้นจากการตั้งคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติ แล้วนำไปสู่การค้นหาวิธีการสืบสอบหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ เพื่อสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ทำให้มนุษย์ได้รู้ความจริงของธรรมชาติ ดังนั้น วิทยาศาสตร์จึงเป็นแนวทางของการอธิบายโลก ส่วนเทคโนโลยีนั้นเริ่มต้นจากปัญหาการปรับตัวของมนุษย์ในสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ แล้วนำไปสู่การหาวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์และคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อให้มนุษย์สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ เทคโนโลยีจึงเป็นแนวทางของการปรับเปลี่ยนโลก วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์กับค่านิยมของมนุษย์ กล่าวคือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ขณะเดียวกันเทคโนโลยีได้สร้างความเป็นไปได้ใหม่ๆ ในการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่างให้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน และความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะแปรผันไปตามกาลเวลาและยุคสมัยตลอดเวลา วิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์เข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมากขึ้น การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของมนุษย์จึงส่งเสริมให้งานของสังคมมนุษย์มีความเจริญก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว แต่ในทางกลับกันความเจริญก้าวหน้าและความต้องการของมนุษย์ก็ส่งผลให้วิทยาศาสตร์ต้องแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ในขั้นที่สูงขึ้นไปอีก ส่งผลให้การพัฒนาวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างไม่หยุดนิ่ง นอกจากนี้ บริบททางสังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้มีอิทธิพลต่อ

การจัดการและความรู้สึกพึงพอใจของมนุษย์ต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เมื่อเทคโนโลยีพัฒนาขึ้น มีสิ่งประดิษฐ์ที่อำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์มากขึ้นจะส่งผลให้มนุษย์ในสังคมมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และในทางกลับกันความต้องการของมนุษย์ในสังคมก็จะผลักดันให้นักเทคโนโลยีพยายามพัฒนา เทคโนโลยีใหม่ๆ มากขึ้นด้วยเช่นกัน (Carin A. A., 1993; Ramsey J., 1993; ฎพ เลหาไฟพูลฎ, 2537)

## 1.2 ความสำคัญของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์

เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั่วโลกเน้นให้นักเรียนเป็นผู้รู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (scientifically and technologically literacy) นั่นคือ มีความเข้าใจเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่ามีความหมายต่อนักเรียนในด้านการพัฒนาทางสติปัญญา ค้นพบว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความน่าสนใจและมีคุณค่า สามารถนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในชีวิตประจำวัน และเข้าร่วมการอภิปรายถึงประเด็นทาง วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมได้ด้วย ดังนั้นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว นักการศึกษาจึง พยายามผลักดันให้มีการนำแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมาใช้เป็นแนวทางการจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน (Akçay H. & Yager R. E., 2010; Carin A. A., 1993; Ramsey J., 1993)

ในช่วงปี ค.ศ. 1960 แนวทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มประเทศตะวันตกเน้นการสืบ สอบเป็นศูนย์กลาง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้การศึกษาวิทยาศาสตร์ปรับเปลี่ยนจากการเน้นการรู้ ทางด้านปัญญา (cognitive knowing) ไปสู่การหาแนวทางของการได้มาซึ่งความรู้และการพัฒนา ความรู้ (acquired and developed knowledge) การศึกษาที่เน้นการสืบสอบมุ่งหวังให้ผู้เรียน พัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการสำรวจและค้นหาความรู้ เช่น การสังเกต การจำแนกแยกแยะ การวัด การสื่อสาร การระบุปัญหา การให้เหตุผล เป็นต้น และมุ่งหวังให้พัฒนาเจตคติที่ดีทางการเรียน วิทยาศาสตร์ เช่น การพัฒนาความอยากรู้อยากเห็น ความกระตือรือร้น การพิจารณาด้วยเหตุผล เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนที่เน้นการสืบสอบเป็นศูนย์กลางยังไม่ประสบความสำเร็จตามที่มุ่งหวัง ให้นักเรียนมีความรู้ด้านเนื้อหาและมีทักษะในการสืบสอบ และสามารถใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้น ในชีวิตประจำวันด้วย (Blunck S. M. & Yager R. E., 1993) แต่จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า นักเรียน ยังคงเน้นเรียนด้วยการท่องจำและการทดลองเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงที่เคยรู้มาก่อนแล้ว ส่งผลให้ วิทยาศาสตร์กลายเป็นวิชาที่น่าเบื่อ โกลดตัว และไม่น่าสนใจสำหรับนักเรียน (Mansour N., 2009; Yager R. E. & Tamir P., 1993) นอกจากนี้ในช่วงปลายปี ค.ศ. 1970 นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำนวนหนึ่งได้ให้ข้อสังเกตว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำลังนำไปสู่สังคม เศรษฐกิจ และ

สิ่งแวดล้อมที่เชื่อมโยงโทรมอย่างต่อเนื่อง จึงเรียกร้องให้มีการเรียนการสอนที่ส่งเสริมมุมมองที่แสดงให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน นั่นคือการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของผลจากความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อชีวิตมนุษย์ (Mansour N., 2009)

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แรกเริ่มนั้นได้รับความสนใจจากประเทศในแถบยุโรปก่อน เช่น ประเทศอังกฤษได้นำแนวคิดนี้มาใช้ในชื่อ Science and Society ในปี ค.ศ. 1981 และต่อมาในปี ค.ศ. 1983 มีการเสนอให้ Science in Social Context เป็นรายวิชาเรียนวิชาหนึ่งในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ สำหรับประเทศเนเธอร์แลนด์ ได้นำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ในชื่อ PLON (Projekt Leerpakketontwikkeling Natuurkunde) ซึ่งเป็นโปรแกรมการเรียนการสอนที่เน้นแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมกับสิ่งแวดล้อม และประเทศแคนาดา ได้นำแนวคิดนี้มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรของประเทศ โดยใช้ชื่อว่า Science Plus ที่ได้มีการนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วประเทศ (Yager R. E. & Tamir P., 1993; Yager S. O. et al., 2006)

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมได้รับการส่งเสริมอย่างมากในประเทศสหรัฐอเมริกาสืบเนื่องจากการปฏิรูปหลักสูตรใน ปี ค.ศ. 1960 ที่เน้นให้มีการเรียนการสอนแบบสืบสอบแต่ไม่ประสบความสำเร็จตามความมุ่งหวังของการปฏิรูปครั้งนี้ จึงส่งผลให้มีการเริ่มขับเคลื่อนแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ซึ่งเน้นการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของบุคคลและสังคม และเน้นบทบาทหลักของครูในการมีส่วนร่วมพัฒนาหลักสูตรด้วย โดยคาดหวังว่าแนวคิดนี้จะทำให้นักเรียนพัฒนากระบวนการวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์วิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาของสหรัฐอเมริกาได้กล่าวถึงรูปแบบการขับเคลื่อนการศึกษาโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แตกต่างกันไป เช่น Bybee Rosenthal ได้กล่าวถึงแนวคิดนี้ในลักษณะที่เป็นการเพิ่มเติมเข้าไปในหลักสูตร Robert E. Yager ได้ขยายแนวคิดนี้ให้กว้างขึ้นโดยประกอบไปด้วย เป้าหมาย (goal) หลักสูตร (curriculum) การประเมิน (assessment) และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนการสอน (instruction) เป็นต้น (Yager R. E. & Tamir P., 1993)

Keil (Mansour N., 2009) ได้อภิปรายในงานสัมมนานานาชาติของการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว่าโปรแกรมวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีศักยภาพในการทำให้โครงการวิจัย Project Synthesis ในสหรัฐอเมริกาประสบความสำเร็จในเป้าหมายย่อย 3 เป้าหมาย ได้แก่ 1) ความต้องการจำเป็นส่วนบุคคล (personal needs) คือ การเตรียมบุคคลให้สามารถใช้วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาชีวิตและเผชิญกับโลกที่เต็มไปด้วยเทคโนโลยี 2) ประเด็นทางสังคม

(societal issue) คือ การสร้างพลเมืองที่มีความรอบรู้วิทยาศาสตร์และรับผิดชอบต่อประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 3) ความตระหนักในการประกอบอาชีพ (career awareness) คือ การมีความตระหนักในธรรมชาติและความหลากหลายของอาชีพทางวิทยาศาสตร์ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนปรับเปลี่ยนความถนัดของตนและความสนใจมาประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ทำให้ Project Synthesis สามารถพัฒนาให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่มีความรอบรู้ในการจัดการให้สังคมมีความยุติธรรม ความเท่าเทียมกัน และรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และสามารถใช้ความรอบรู้นั้นไปตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของทุกคนได้อย่างเหมาะสม (Hassard J. & Dias M., 2009; Mansour N., 2009; Ramsey J., 1993)

การขับเคลื่อนการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ทำให้มีการเผยแพร่บทความมากมายเกี่ยวกับแนวคิดนี้ และในช่วงปลายศตวรรษที่ 20 มีการประชุมที่ว่าด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ทำให้มีการจัดตั้งสมาคมสำหรับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมขึ้น (Association for STS, NASTS) โดยมีการพัฒนา Chautauqua Program ในปี ค.ศ. 1983 และโครงการ Science Through STS ในปี ค.ศ. 1985 เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมในระดับอนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย พร้อมทั้งการพัฒนาครูให้สามารถจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพไปพร้อมกันด้วย แนวคิดนี้มีการขยายผลแพร่หลายไปยังโรงเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่นๆ ทั่วโลก จึงทำให้มีการพัฒนาหลักสูตร บทความ และสื่อการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมขึ้นมามากมาย (Blunck S. M. & Yager R. E., 1993)

ในระหว่างช่วงปี ค.ศ. 1980 แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมขยายผลแพร่หลายเข้าไปในหลายประเทศ ซึ่งแต่ละประเทศได้เรียกชื่อแนวคิดนี้แตกต่างกันไป จนกระทั่งได้มีการตกลงกันเรียกแนวคิดนี้ แบบย่อว่า STS (Science Technology and Society) โดยชื่อดังกล่าวได้รับอิทธิพลมาจากหนังสือ Teaching and Learning about Science and Society ของ John Ziman หนังสือเล่มนี้ทำให้เกิดความสนใจเกี่ยวกับมุมมองของวิทยาศาสตร์ในสังคม โดยได้บรรยายวิชา หัวข้อ และโครงการพิเศษไว้มากมาย รวมทั้งประเภทของแนวคิดของหลักสูตรในการเรียนวิทยาศาสตร์และสังคม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการดำเนินชีวิตของนักเรียนอย่างมาก (Aikenhead G. S., 2003)

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของแต่ละประเทศพัฒนาขึ้นมาด้วยจุดประสงค์ที่แตกต่างกันไปตามลักษณะและสภาพทางสังคมที่ต้องการพัฒนาของแต่ละประเทศ เช่น ประเทศแคนาดาและเนเธอร์แลนด์ได้พัฒนาโครงการ STSE (Science Technology Society and

Environment) และหลักสูตร PLON เพื่อนำมาใช้ด้านสิ่งแวดล้อม ประเทศออสเตรเลียนำแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมาใช้กับเทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรม และประเทศเบลเยียมได้ส่งเสริมแนวคิดนี้ในด้านจริยธรรม (Aikenhead G. S., 2003) แสดงให้เห็นว่าแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมขึ้นอยู่กับบริบทตามสภาพจริงของแต่ละประเทศ

### 1.3 บทบาทของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมส่งเสริมให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ตนเองสนใจ มีความตื่นตัวและกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียน และเป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อตนเอง ครอบครัว โรงเรียน ชุมชนและสังคม โดยการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ บุคคลากรและสื่อที่มีอยู่ในชุมชน เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหา การเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีอิสระในกระบวนการเรียนรู้จากประเด็นที่นักเรียนระบุและดำเนินการให้สำเร็จได้ด้วยตนเอง เน้นให้นักเรียนมีมุมมองว่าเนื้อหาวิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นเพียงมโนทัศน์ที่นักเรียนจำได้ รู้และเข้าใจเพื่อใช้ในการทดสอบความรู้เท่านั้น แต่เน้นให้เรียนรู้ในฐานะที่นักเรียนจะเติบโตเป็นพลเมืองที่สามารถนำวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาและใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่อย่างมั่นใจ ระบุผลกระทบที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะส่งผลกระทบต่ออนาคต ระบุแนวทางการแก้ปัญหาได้ เน้นให้ตระหนักในอาชีพโดยเฉพาะอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งต้องมีความเข้าใจข้อได้เปรียบ ข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลต่อบุคคล ชุมชน สังคม และสิ่งแวดล้อม นำไปสู่การพัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ส่งเสริมสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรมให้งอกงามขึ้นได้ (Akçay H. & Yager R. E., 2010; Hassard J. & Dias M., 2009; Hull R., 1993; Yager S. O. et al., 2006; Ziman J. M., 2008)

แสดงให้เห็นว่าบริบทในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสังคมต้องอยู่ในสภาพสังคมที่นักเรียนอาศัยอยู่จริง ซึ่งต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วย Enger S. K. and Yager R. E. (2001) ได้เสนอขอบเขตของบริบทที่นักเรียนสามารถใช้สำหรับการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ได้ คือ โรงเรียนและในชีวิตประจำวัน โดยในโรงเรียนการใช้ความรู้จะเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการเรียนรู้สื่อการเรียนการสอนใหม่ๆ โดยใช้ความรู้ และทักษะที่เคยได้เรียนรู้มาก่อนในการแก้ปัญหา และในสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการเลือกมโนทัศน์และทักษะที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์ใหม่ การนำประเด็นทางสังคมและเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนช่วยทำให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญจำเป็นของการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้ง

การเรียนรู้ที่มีพื้นฐานเริ่มต้นจากความสนใจและใส่ใจในประเด็นหรือเรื่องราวที่ส่งผลกระทบต่อตัวนักเรียน อาจช่วยลดช่องว่างระหว่างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ นอกจากนี้ยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องราวต่างๆ ในชุมชนและท้องถิ่นของตนเองอีกด้วย (Enger S. K. & Yager R. E., 2001)

ประเด็นทางสังคมที่มักนำมาใช้ในการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม จึงเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนทั้งในเรื่องระดับบุคคล เช่น เรื่องสุขภาพอนามัย อาหาร และโภชนาการ จริยธรรมและการรับผิดชอบต่อสังคม เป็นต้น และเกี่ยวข้องกับนักเรียนในระดับชุมชนและท้องถิ่น เช่น การเกษตร ทรัพยากรดิน แหล่งน้ำและแร่ธาตุ เป็นต้น เกี่ยวข้องกับนักเรียนในระดับชาติ เช่น การใช้และการอนุรักษ์พลังงาน โรงงานอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เป็นต้น และเกี่ยวข้องกับนักเรียนในระดับสังคมโลก เช่น เรื่องสิ่งแวดล้อม การส่งข้อมูลและข่าวสาร การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก เป็นต้น (Hassard J. & Dias M., 2009)

นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ยังให้ความสำคัญกับการลงมือปฏิบัติของผู้เรียนในการเสนอแนะแนวทางหรือแก้ไขประเด็นปัญหาในระดับบุคคล หรือระดับสังคมตามสภาพจริงที่นักเรียนอาศัยอยู่ เนื่องจากในการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียนได้รับอิทธิพลจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ตลอดเวลา เช่น การสื่อสาร การขนส่ง ยารักษาโรค การทำฟาร์ม การผลิต การค้นคว้าด้านอวกาศ การสงคราม การเมืองการปกครอง เป็นต้น อีกทั้งในการดำเนินชีวิตประจำวันของวัยของนักเรียนก็เช่นเดียวกัน เทคโนโลยีและประเด็นต่างๆ ที่อยู่รอบตัวมีส่วนในการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนได้ เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ และเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ การทำความเข้าใจของเครื่องปรับอากาศ ความเปลี่ยนแปลงของร่างกายนักเรียน การกำจัดของเสียและขยะจากห้องน้ำ เป็นต้น (Carin A. A., 1993) ดังนั้น ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนจึงเกี่ยวข้องกับกิจกรรมการดำเนินชีวิตระดับบุคคล และเกี่ยวกับกิจกรรมในชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่ ทั้งกิจกรรมที่อยู่ในโรงเรียน ชุมชน การเรียนรู้ในบริบทตามสภาพจริงที่นักเรียนอาศัยอยู่ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาในประเด็นต่างๆ ด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้นและมีความหมายกับนักเรียน ดังตัวอย่างกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Hassard J. & Dias M., 2009; Ramsey J., 1993) เช่น

การตั้งศูนย์คอมพิวเตอร์ในโรงเรียนโดยกลุ่มนักเรียนวิชาชีววิทยา เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลให้คำปรึกษาแนะนำเรื่องการคุมกำเนิดกับนักเรียนในโรงเรียน

กิจกรรมรณรงค์เรื่องการรีไซเคิลขยะในโรงเรียนโดยการแยกขยะที่เป็นกระป๋อง ขวด กระดาษบรรจุภัณฑ์ และหนังสือพิมพ์นำไปรีไซเคิล



การสอนเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ให้แก่ผู้ที่สนใจ เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ กลไกและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของคอมพิวเตอร์ เป็นต้น โดยสอนในช่วงหลังเลิกเรียน

การวิเคราะห์ปริมาณพลังงานที่บริโภคและหาแนวปฏิบัติในการลดใช้พลังงานที่นักเรียนและคนรอบข้างสามารถทำได้ที่บ้าน ที่ทำงาน และในการเดินทาง เป็นต้น

การจัดทำบ่อเพาะพันธุ์ปลาเทราต์เพื่อเพิ่มจำนวนประชากรของปลาเทราต์ โดยการควบคุมคุณภาพทางเคมีของน้ำในลำธาร ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาเทราต์ในภาคตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐวิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา

การรวบรวมความคิดเห็นเรื่องการอนุรักษ์สุนัขจิ้งจอก โดยนักเรียนส่งจดหมายที่เขียนเองและแบบแสดงความคิดเห็นไปให้กับผู้ที่อาศัยอยู่ในท้องถิ่นใกล้เคียงกัน 300 คน ใน 7 เขตพื้นที่บริเวณตอนเหนือของรัฐวิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา เพื่อรวบรวมความคิดเห็นส่งให้กับกระทรวงทรัพยากรธรรมชาตินำไปตีพิมพ์ลงในหนังสือพิมพ์ท้องถิ่น

การรณรงค์ห้ามทิ้งขยะในที่สาธารณะ โดยนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนแห่งหนึ่งทางตอนใต้ของรัฐอิลลินอย สหรัฐอเมริกา ได้จัดทำแบบสอบถามพร้อมกับแผนที่ที่แสดงจุดที่มีการทิ้งขยะบริเวณที่ห้ามทิ้ง เช่น บริเวณข้างถนน เหมืองแร่ที่รกร้างว่างเปล่า และลำห้วย เป็นต้น จากนั้นส่งแบบสอบถามและแผนที่ดังกล่าวไปยังตัวแทนคณะกรรมการของแต่ละเมืองให้ประกาศเขตห้ามทิ้งขยะเพื่อแจ้งให้สมาชิกของเมืองรับทราบ ภาพและรายงานผลการทำกิจกรรมดังกล่าวนี้ได้นำไปตีพิมพ์ลงในหนังสือพิมพ์ท้องถิ่น

การเข้าร่วมสัมมนานานาชาติ โดยอภิปรายร่วมกันทางระบบอินเทอร์เน็ต เพื่ออภิปรายและแลกเปลี่ยนแนวคิดกับนักเรียนจากประเทศต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น โลกร้อน การลดลงของปริมาณโอโซน ฝนกรด การตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น

#### 1.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

การเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีพื้นฐานมาจากรูปแบบการเรียนรู้แบบสังคมนิยม (constructivist learning model) ที่เน้นการสร้างความหมายของผู้เรียนอย่างกระตือรือร้น (Akçay H. & Yager R. E., 2010) เริ่มต้นจากการที่ผู้เรียนนำความรู้เดิมนำไปใช้ในการตีความปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วจึงขยายความคิดจากการลงมือปฏิบัติหรือทำงานร่วมกับผู้อื่นในสภาพแวดล้อมที่มีแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ (Mansour N., 2009; Yager R. E. & Akçay H., 2008) และหากปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือเหตุการณ์ที่ผู้เรียนต้องตีความหมายและขยายความคิดนั้นมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่เป็นบริบทตามสภาพจริง ทั้งในด้านการใช้ชีวิต

สมัยใหม่ การทำงาน และการรับรู้ข่าวสารที่สัมพันธ์กับผู้คนที่กำลังดำเนินชีวิตอยู่บนโลกนี้ (Mansour N., 2009) การสำรวจและหาคำตอบในประเด็นหรือปัญหาที่สัมพันธ์กับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันและอยู่ในบริบทที่เกิดขึ้นในสังคมหรือเกิดขึ้นกับตัวของนักเรียนเองจะดำเนินไปอย่างมีความหมาย ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของรูปแบบการเรียนรู้สังคมนิยม (Dass P. M., 1999; Yager R. E. & Akcay H., 2008) การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีนักรับการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนไว้ดังต่อไปนี้

#### 1) การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยนฤมล ยุตาคุม

นฤมล ยุตาคุม (นฤมล ยุตาคุม, 2542) ได้เสนอแนะการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โมเดลการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ซึ่งมุ่งหมายให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทบาทของครูจะเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้กับนักเรียนและนักเรียนมีหน้าที่จดจำและจดบันทึกตามที่ครูบอกไปเป็นครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือแนะนำและร่วมเรียนรู้ไปกับนักเรียนที่เรียนรู้ได้อย่างกระตือรือร้น โมเดลการสอนประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นสอน และขั้นประเมินผล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 1.1 ขั้นวางแผน ประกอบด้วย การกำหนดจุดมุ่งหมาย และการเตรียมหน่วยการสอน

1.1.1 การกำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยมุ่งหวังให้นักเรียนมีความสามารถใช้วิทยาศาสตร์ปรับปรุงพัฒนาชีวิตและอยู่ในสังคมโลกเทคโนโลยีได้ แสวงหาความรู้นำไปสู่การแก้ปัญหาสังคม ร่วมประเมินและตัดสินใจในปัญหาสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยคำนึงถึงจริยธรรมความดีงามของสังคม ลงมือแก้ปัญหาจริงตามที่ได้ตัดสินใจไว้ และตระหนักถึงงานสายวิทยาศาสตร์และงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

1.1.2 การเตรียมหน่วยการสอน ดำเนินการในระยะเวลา 1 – 2 เดือน โดยเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ความคิดรวบยอดและทักษะที่จำเป็นของหน่วยการสอน รวมทั้งการเตรียมสื่อหรือสถานการณ์กระตุ้นความคิด เช่น วีดิทัศน์ รูปภาพ ข่าวหนังสือพิมพ์ ประสบการณ์ การทดลองสาธิต เป็นต้น นอกจากนี้เตรียมแหล่งการเรียนรู้ที่เป็นบุคคลผู้เชี่ยวชาญ สื่อสิ่งพิมพ์ หรือสถานที่ทัศนศึกษา เกี่ยวกับหน่วยการเรียนรู้ที่เตรียมสอน

1.2 ขั้นสอนใช้โมเดลการเรียนรู้ในการพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 ขั้นสงสัย (I wonder) เป็นขั้นที่ครูนำสถานการณ์มากระตุ้นความสนใจนำไปสู่การตั้งคำถามและทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนด้วย

1.2.2 ขั้นวางแผน (I plan) ครูเป็นผู้นำนักเรียนวางแผนการค้นคว้า รวบรวมวัสดุอุปกรณ์ เอกสาร และหาแหล่งการสืบค้นความรู้ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางการดำเนินงานสู่การหาคำตอบที่นักเรียนสนใจ

1.2.3 ขั้นค้นหาคำตอบ (I investigate) ขั้นนี้ นักเรียนดำเนินการหาคำตอบ โดยวิธีต่างๆ เช่น การทดลอง การอ่าน การขอคำแนะนำจากผู้รู้ การใช้คอมพิวเตอร์และวิดิทัศน์เป็น แหล่งความรู้ โดยมีครูช่วยเหลือโดยร่วมอภิปรายข้อมูลที่นักเรียนได้จากวิธีการค้นหาคำตอบ เช่น การอภิปรายข้อมูล การวิเคราะห์ผลและข้อค้นพบ เป็นต้น นักเรียนอาจสามารถตอบคำถามได้ บางส่วนหรืออาจเกิดคำถามใหม่ขึ้นอีก

1.2.4 ขั้นสะท้อนความคิด (I reflect) ครูแนะนำนักเรียนคิดไตร่ตรองผล การเรียนรู้ที่ได้จากการค้นหาคำตอบเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการค้นหาคำตอบและครูช่วยนำให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ออกมาในรูปแบบต่างๆ ได้อย่าง เข้าใจ

1.2.5 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (I share) เป็นขั้นที่ครูจัดให้นักเรียน มีโอกาสได้เสนอผลการค้นหาคำตอบกับนักเรียนคนอื่นๆ ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การรายงานการ ทดลองหรือการสาธิต การจัดแสดงผลงาน การรับฟังคนอื่นๆ จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติม

1.2.6 ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (I act) นักเรียนนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ มาไปใช้กับชีวิตจริงนอกห้องเรียน เช่น การรณรงค์ การแยกขยะ การทำหนังสือเล่มเล็กไปสอน เป็นต้น

1.3 ขั้นการประเมินผล ประกอบด้วย การประเมิน 6 ด้าน ได้แก่ ความคิดรวบยอด (concept) กระบวนการ (process) การนำไปใช้และการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง (applications and connections) เจตคติ (attitudes) ความคิดสร้างสรรค์ (creativity) และโลกทัศน์ (world views) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.3.1 ความคิดรวบยอด (concept) คือ ความรู้ ความเข้าใจในข้อเท็จจริง มโนทัศน์ กฎ หลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

1.3.2 กระบวนการ (process) คือ ทักษะกระบวนการที่ใช้ในการสืบสอบ ความรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งกระบวนการคิดและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การอธิบาย การจำแนก การวัด การสื่อความหมาย การทำนาย การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การกำหนดตัวแปร การแปลความหมายข้อมูล การสร้างแบบจำลอง เป็นต้น

1.3.3 การนำไปใช้และการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง (applications and connections) คือ ความสามารถในการเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน การนำแนวคิดและทักษะกระบวนการไปใช้ในการแก้ปัญหา การเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของเครื่องมืออุปกรณ์อำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน ความเข้าใจและสามารถประเมินข่าวสาร ความก้าวหน้าเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากสื่อและสิ่งพิมพ์แหล่งต่างๆ และสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับสุขภาพ โภชนาการ และการดำรงชีวิตโดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และบูรณาการวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นๆ

1.3.4 เจตคติ คือ ความรู้สึกรู้สึกถึงคุณค่า ทักษะในการตัดสินใจในประเด็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม และสังคม รวมถึงการมีมุมมองที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ และอาชีพทางวิทยาศาสตร์

1.3.5 ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการสร้างภาพในสมอง การมีวิสัยทัศน์ การเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ และความคิดเข้าด้วยกันจนเกิดเป็นแนวทางใหม่ การผลิตการสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ในแนวทางใหม่ การแก้ปัญหา ในทางวิทยาศาสตร์อาจใช้คำถามที่เป็นสถานการณ์ขัดแย้งที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่เหมาะสม

1.3.6 โลกทัศน์ คือ ความเข้าใจในวิธีการต่างๆ ของการได้มาซึ่งความรู้ วิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของกระบวนการในการค้นหาความรู้หรือการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ความคิดเรื่องแนวทางการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ประวัติความเป็นมาของความคิดทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทำงานการจัดการระบบงานของนักวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ การเมือง ประวัติศาสตร์ สังคมศึกษา และปรัชญา

## 2) การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยโชคชัย ยืนยง

โชคชัย ยืนยง (2550) ได้นำเสนอการจัดการเรียนการสอนโดยใช้หน่วยการเรียนการสอนพลังงานโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่ใช้ประเด็นปัญหาเกี่ยวกับพลังงานในประเทศไทยและจัดให้มีกระบวนการตัดสินใจและวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหาพลังงานโดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ประกอบด้วย 5 ชั้น ดังนี้

2.1 ชั้นระบุปัญหาสังคมเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในขั้นนี้นักเรียนต้องตระหนักถึงปัญหาสังคมที่สืบเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และรู้สึกว่าคุณสามารถมีส่วนช่วยแก้ปัญหาสังคมได้

2.2 ขั้นหาแนวทางการแก้ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนต้องวางแผนการหาคำตอบโดยพิจารณาทบทวนความรู้เดิมของตนและทำการวางแผนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมไปใช้ค้นหาและสนับสนุนคำตอบ

2.3 ขั้นต้องการความรู้ นักเรียนต้องศึกษาความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับปัญหาเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการประเมิน ตัดสินใจแนวทางเลือกของการแก้ปัญหา

2.4 ขั้นการตัดสินใจ นักเรียนใช้ความรู้พิจารณาทบทวน และตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ไขปัญหา ซึ่งต้องเป็นแนวทางที่เป็นไปได้สำหรับประเทศไทย

2.5 ขั้นกระบวนการทางสังคม ในขั้นนี้นักเรียนนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าของตนเองในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์ การจัดนิทรรศการหรือโครงการรณรงค์ เป็นต้น เพื่อที่จะได้ทบทวนแนวคิดของตนในการแก้ปัญหา

3. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่เน้นการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

การจัดการเรียนการสอนนี้เน้นพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมและขยายความรู้เดิมเพื่อนำมาใช้กำหนดประเด็นปัญหาที่สนใจและดำเนินตามกระบวนการแก้ปัญหาหรือนำความรู้มาใช้ในการลงมือแก้ไขปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (Carin A. A., 1993) ดังนี้

3.1 สืบค้น (search) เป็นการเลือกประเด็นการศึกษาร่วมกันในกลุ่มโดยการค้นหาประเด็นจากหนังสือเรียน การสาธิตเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริง กิจกรรมการลงมือปฏิบัติอย่างเต็มที่ และเต็มใจ การไปทัศนศึกษา รายการโทรทัศน์ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชุมชน เป็นต้น เมื่อได้ประเด็นศึกษา นำประเด็นที่ศึกษาเขียนให้อยู่ในรูปแบบของคำถามที่สามารถสำรวจและตรวจสอบได้ จากนั้นเลือกคำถามที่สนใจหนึ่งหรือสองคำถามนำมาสืบค้นหาในรายละเอียดมากขึ้น

3.2 แก้ไข (solve) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลและขั้นตอนวิธีการที่ได้สืบค้นจากขั้นสืบค้นมาประยุกต์ใช้ในเบื้องต้นก่อน โดยเน้นการใช้วิธีวิทยาศาสตร์วิจัย และนักเรียนสามารถใช้แนวคิดของการอธิบายเชิงสถิติ การทดลอง หรือแนวคิดที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับประเด็นที่สนใจ

3.3 สร้างสรรค์ (create) การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นนี้ใช้วิธีการจัดการข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟเส้น แผนภูมิแท่ง ตัวอย่างเช่น นักเรียนอาจสำรวจและค้นหาคำตอบปัญหาขยะจากเศษอาหารโดยการชั่งกราฟแสดงปริมาณเศษอาหารในแต่ละวันหรือปริมาณเศษอาหารของอาหารแต่ละชนิด เป็นต้น

3.4 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (share) นักเรียนสื่อสารผลการสืบค้นในประเด็นที่ตนสนใจ โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นด้วยรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การสนทนาและการเขียนรายงาน แผ่นภาพนำเสนอ เพลง บทกวี หรือรูปแบบอื่นที่สามารถใช้ในการสื่อสารข้อค้นพบและข้อเสนอแนะกับคนอื่นได้ และในการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม นักเรียนต้องได้ลงมือปฏิบัติตามข้อค้นพบ โดยอาจจะนำข้อค้นพบไปเสนอด้วยการเขียนจดหมายถึงองค์กรส่วนท้องถิ่น หรือลงมือปฏิบัติโดยการไปช่วยทำความสะอาดสวนสาธารณะ และการปฏิบัติของนักเรียนอาจทำให้นักเรียนได้คำถามใหม่ที่นำกลับมาสืบค้น และนำไปลงมือปฏิบัติต่อไปอีก

#### 4. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดย Dass

Dass P. M. (1999) การจัดการเรียนการสอนเน้นการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีมุมมองว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับเรื่องราวนอกห้องเรียน โดยการนำความรู้ หลักการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับประเด็นหรือปัญหาที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริงทั้งระดับบุคคลและสังคม ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 การจูงใจ (Invitation) คือ ขั้นตอนที่ครูกระตุ้นความสนใจ ความสงสัย และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนโดยการนำเสนอสถานการณ์ ประเด็นหรือปัญหาทางสังคมที่พบเห็นในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และมีส่งผลต่อบุคคล โรงเรียน หรือชุมชน จากนั้นครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน และให้นักเรียนระดมความคิดร่วมกันตั้งคำถามสำคัญที่เกี่ยวกับสถานการณ์ ประเด็นหรือปัญหาที่ได้นำเสนอไปแล้ว

4.2 การสำรวจและค้นหาคำตอบ (Exploration) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนทำการรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ หรือข้อมูลที่จำเป็นซึ่งเกี่ยวข้องกับประเด็นหรือปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ โดยใช้การสังเกต ทดลอง หรือสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ในโรงเรียนหรือชุมชน รวมทั้งศึกษาเรียนรู้จากบุคคลในชุมชน แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์และจัดกระทำ และนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลหรือแนวทางปฏิบัติเบื้องต้นในการเสนอคำอธิบายและหาแนวทางแก้ไขต่อไป

4.3 การเสนอคำอธิบายและคำตอบ (Proposing explanations and solutions) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนนำผลการศึกษาหรือข้อมูลที่ได้จากขั้นการสำรวจและค้นหาคำตอบมาอภิปราย แสดงความคิดเห็นร่วมกันกับครูและเพื่อน เพื่อนำไปสู่การเสนอแนะแนวทางปฏิบัติหรือ แนวทางแก้ไขปัญหาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.4 การนำไปลงมือปฏิบัติ (Taking action) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำคำตอบที่ได้จากการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกันมาใช้ในการดำเนินชีวิต ใช้เป็นแนวทาง

ปฏิบัติ หรือแก้ปัญหาในชีวิตจริงในระดับบุคคล ครอบครัว ชุมชน หรือสังคม เช่น การนำไปปฏิบัติในชีวิตประจำวันของนักเรียนและบุคคลในครอบครัว การจัดทำโปสเตอร์เผยแพร่ การทำจดหมายไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การถ่ายทอดความรู้แก่คนในชุมชน เป็นต้น

จากการศึกษาการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ชำนาญ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสืบสอบที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น กล่าวคือ ในขั้นแรกของการจัดการเรียนการสอนจะมีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยทำให้นักเรียนมีข้อคำถาม ข้อสงสัย หรือประเด็นปัญหา จากนั้นจะเป็นขั้นตอนเกี่ยวกับการค้นหาคำตอบ การสำรวจและตรวจสอบ การค้นหาข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามานำเสนอในรูปแบบที่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจง่าย นำมาสู่การอภิปราย แสดงความคิดเห็น และให้ข้อเสนอแนะร่วมกันเพื่อนำไปสู่การตอบคำถาม ไขข้อสงสัย หรือแก้ไขปัญหา และขั้นตอนสุดท้ายของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมจะเป็นขั้นตอนการนำคำตอบหรือแนวทางแก้ปัญหาที่ได้ไปลงมือปฏิบัติ เผยแพร่ในสถานการณ์ใหม่ที่อยู่นอกห้องเรียน

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่ได้นำเสนอข้างต้นมีความแตกต่างกันที่ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ การจัดการเรียนการสอนโดยนฤมล ยุตาคมมุ่งเปลี่ยนแปลงแนวทางการเรียนรู้ของนักเรียนจากการจดจำเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง การจัดการเรียนการสอนโดยโชคชัย ยืนยง เน้นเรียนรู้ประเด็นปัญหาด้านพลังงาน การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ และการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินชีวิต ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนเน้นพัฒนานักเรียนให้ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการดำเนินชีวิตจริงในระดับบุคคล ครอบครัว ชุมชนของนักเรียน การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการจูงใจ (Invitation) 2) ขั้นการสำรวจและค้นหาคำตอบ (Exploration) 3) ขั้นการเสนอคำอธิบายและหาคำตอบ (Proposing explanations and solutions) 4) ขั้นนำไปลงมือปฏิบัติ (Taking action) ทั้งนี้ ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นหาความรู้อย่างกระตือรือร้น ส่วนครูมีหน้าที่ในการออกแบบกิจกรรมและช่วยเหลืออำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ

## 1.5 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

### 1.5.1 บทบาทของครู

ในปี 1981 The Association for Science Education (ASE) ได้มีการอภิปรายร่วมกันในเรื่องการวางแผนและการพัฒนาหลักสูตร และได้กล่าวถึงบทบาทของครูว่า ครูควรแสดงให้เห็นว่าการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นมุมมองหนึ่งของการสำรวจและค้นหาคำตอบเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความพึงพอใจและความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ของนักเรียนให้สะดวกสบาย ส่งเสริมการทำงานและความเป็นพลเมืองของนักเรียนได้ (Hull R., 1993; Mansour N., 2009)

วิทยาศาสตร์สำรวจและค้นหาคำตอบจากมุมมองของการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาความพึงพอใจและความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งเสริมการทำงาน ความเป็นพลเมือง และความสะดวกสบายและความอยู่รอดในอนาคตของนักเรียนได้ เพื่อที่จะทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมประสบความสำเร็จ ครูมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงไปสู่ความสำเร็จตามที่คาดหวัง ดังนั้น การเริ่มต้นนำแนวคิดนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนของครู สิ่งสำคัญอันดับแรก คือ ครูต้องเชื่อมั่นคุณค่าของแนวคิดนี้ว่าสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้จริง แล้วจึงไปสู่การฝึกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเป็นเครื่องมือ ซึ่งต้องอาศัยความตั้งใจอย่างจริงจังของครู จึงจะทำให้การขับเคลื่อนแนวคิดนี้ประสบความสำเร็จ (Mansour N., 2009)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่มีพื้นฐานจากรูปแบบการเรียนรู้แบบสังคมนั้น ครูต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ซึ่งความรู้ที่มีอย่างเพียงพอจะทำให้ครูนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาข้อมูลที่หลากหลายและถูกต้องเหมาะสม มาสอนนักเรียนได้อย่างมั่นใจ เข้าใจเป้าหมายการเรียนรู้ โดยการกำหนดขอบเขตความรู้ที่จะนำมาเพิ่มเติมให้กับนักเรียน เพื่อเป็นการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลของนักเรียน ออกแบบการคิดและกิจกรรมของนักเรียนแทนการให้ความรู้กับนักเรียนโดยตรง โดยครูต้องจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน กิจกรรม วัสดุ อุปกรณ์ และการทดลอง ที่จะนำมาประกอบการสอนด้วยตนเอง ซึ่งกิจกรรมที่ครูเตรียมต้องปรับเปลี่ยนไปตามสภาพจริงของความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นมาด้วยตนเอง ระหว่างการเรียนการสอนครูมีหน้าที่ช่วยเหลือและแนะนำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยจัดให้นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มขนาดเล็กที่มีจำนวนนักเรียนสองถึงสามคน เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายแนวคิดที่นำไปสู่ประเด็นปัญหาและรับคำปรึกษาแนะนำจากครูให้น้อยที่สุด



นอกจากนี้ครูอาจจะใช้การสนทนาเชิงวิชาการกับนักเรียน โดยต้องไม่เป็นการปิดกั้น และบังคับให้นักเรียนทำตามที่ตนเองกำหนด แต่เป็นการเรียนรู้และสนทนาร่วมกันอย่างเปิดใจ ระหว่างครูกับนักเรียน ช่วยนักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยอาจสร้างความสนใจ หรือสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ตามสภาพจริง โดยใช้กลวิธีที่หลากหลาย ประกอบด้วย การถามว่านักเรียนคิดอย่างไรกับหัวข้อนั้นๆ ด้วยการใช้แบบสอบถาม การถามคำถามที่กระตุ้นความสนใจ การดำเนินการพิสูจน์ตรวจสอบ การถามให้นักเรียนสงสัยและคิดเกี่ยวกับประสบการณ์ แล้วให้นักเรียนคาดเดาคำตอบ การถามนักเรียนว่าเคยได้ยินเกี่ยวกับหัวข้อนั้นหรือไม่ และให้ตั้งคำถามเกี่ยวกับหัวข้อนั้น เพื่อให้พวกเขา มองเห็นว่าประเด็นปัญหาที่ศึกษามีความเกี่ยวข้องหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันของพวกเขาได้ ถือเป็น การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและชี้แนะแนวทางที่ถูกต้องเหมาะสม การเรียนการสอนเช่นที่กล่าวมาข้างต้นนี้ จะทำให้ครูทราบว่านักเรียนเข้าใจประเด็นปัญหาที่กำลังอภิปรายอยู่อย่างไร และแนวทางที่นักเรียนมองประเด็นปัญหานั้นนำไปสู่คำตอบหรือการแก้ไขปัญหาอย่างไร (Aikenhead G. S., 2003; Hassard J. & Dias M., 2009; Mansour N., 2009)

### 1.5.2 บทบาทของนักเรียน

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ที่มาจากความสนใจอย่างกระตือรือร้นของนักเรียนเอง การเรียนรู้ตามสภาพจริงในบริบทสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนอาศัยอยู่ การเรียนรู้ตามแนวคิดนี้คาดหวังให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ทั้งปัญหาระดับบุคคลและระดับสังคม หลังจากที่นักเรียน ได้ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายในการแก้ปัญหา จึงส่งผลให้เป็นพลเมืองที่ใช้ชีวิตในโลก เทคโนโลยีได้อย่างมั่นใจ สร้างความรู้วิทยาศาสตร์ได้ มองเห็นความสำคัญ ข้อดี ข้อจำกัดของ วิทยาศาสตร์ และปรารถนาที่จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาอื่น หรือในชีวิตประจำวัน ตระหนัก ถึงการศึกษาและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมที่ต้องร่วมมือ ต้องรวบรวมข้อมูล และเป็น วิชาที่มีอิทธิพลต่อสังคม เศรษฐกิจ เทคโนโลยี ความถูกต้องดีงาม วัฒนธรรม และระบุข้อดีและข้อเสีย ของการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ต่อบุคคล ชุมชน สิ่งแวดล้อม และต่อการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ และตระหนักเสมอว่านวัตกรรมวิทยาศาสตร์ คือการพัฒนาที่เกิดขึ้นเพียงชั่วระยะเวลา หนึ่งเท่านั้น (Akçay H. & Yager R. E., 2010; Hull R., 1993)

การจะบรรลุตามความมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม นักเรียนต้องทำตามบทบาทหน้าที่ของตนอย่างกระตือรือร้น โดยเริ่มต้นจากการระบุปัญหาหรือประเด็นในท้องถิ่นที่สนใจ เปรียบเทียบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่นักเรียนมีต่อประเด็นนั้นกับเพื่อน แบ่งปันความคิดกับนักเรียนทั้งห้อง จากนั้นสืบค้นข้อมูล

จากแหล่งข้อมูล หรือบุคคลในท้องถิ่นของตนเองเกี่ยวกับประเด็นที่สนใจ โดยนักเรียนอาจจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อระดมความคิด ทดสอบความคิด ทำการสำรวจและตรวจสอบทดลองตามกระบวนการวิทยาศาสตร์และวิธีการวิจัย เช่น การระบุปัญหา การเก็บรวบรวมข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การทดลอง การให้เหตุผลโดยใช้ความรู้และหลักการเดิมที่มีอยู่ การลงข้อสรุป เป็นต้น และนำผลการตรวจสอบมาโต้แย้งและอภิปรายเพื่อนำไปสู่การระบุผลที่เกิดขึ้นจากการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสังคมในอนาคต รวมถึงผลกระทบจากแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้เสนอแนะเพื่อนำไปปฏิบัติด้วย เมื่อทราบแนวทางปฏิบัติแล้วจึงลงมือปฏิบัติตามแนวทาง เมื่อลงมือปฏิบัติแล้วนักเรียนต้องจัดให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดกับนักเรียนทั้งห้องเรียน โดยการจัดแสดงผลการปฏิบัติต่อสาธารณะ จัดทำโปสเตอร์เผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร การอภิปรายในห้องเรียน และอาจจะขยายผลการลงมือปฏิบัติโดยการถามคำถามใหม่ที่เกิดขึ้นหลังจากการได้ลงมือทำ ทำการตัดสินใจพัฒนาผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน และเขียนรายงาน (Hassard J. & Dias M., 2009; Mansour N., 2009)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แตกต่างกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบเดิม (traditional instruction) ที่ใช้หนังสือเรียนเป็นหลักในการสอน ซึ่งครูมีหน้าที่ในการถ่ายทอดความรู้ทั้งหมดที่ครูมีให้แก่ นักเรียน ในขณะที่นักเรียนมีหน้าที่เป็นผู้รับความรู้จากครู (Mansour N., 2009) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีการเปลี่ยนแปลงมาเป็นการสืบสอบ (inquiry) ซึ่งเป็นการให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการในการค้นหาสำรวจและตรวจสอบ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนที่ใช้หนังสือเรียนเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม ถ้าครูไม่คุ้นเคยกับวิธีการสอน การใช้สื่อ การออกแบบกิจกรรมแบบสืบสอบ การเรียนการสอนก็จะกลับมาเหมือนเดิม คือ เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนท่องจำเพื่อให้สามารถทำข้อสอบได้ การทดลองเป็นเพียงการพิสูจน์ข้อเท็จจริง ส่งผลให้ห้องเรียนวิทยาศาสตร์น่าเบื่อ นักเรียนไม่ยอมเรียนรู้และหลีกเลี่ยงจากการเรียนวิทยาศาสตร์ (Yager R. E. & Tamir P., 1993) ด้วยสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และสภาพปัญหาทางสังคมที่เกิดขึ้นมากมายในยุคที่ให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงนำมาสู่การค้นหาแนวทางใหม่ของการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญประโยชน์และผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Mansour N., 2009) การเปรียบเทียบลักษณะการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ใช้หนังสือเรียนเป็นหลักกับห้องเรียนที่ใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม สรุปได้เป็น 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอน 2) การเตรียมการจัดการเรียนการสอนของครู 3) ลักษณะของประเด็นหรือเนื้อหาที่นำมาใช้จัดการเรียนการสอน 4) ลักษณะกิจกรรมการเรียนการสอน (Blunck S. M. & Yager R. E., 1993) แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** การเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการใช้หนังสือเรียนเป็นหลักกับการเรียนสอนด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

เน้นใช้หนังสือเรียน	สอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
<b>1) ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอน</b>	
1.1 การเรียนรู้ความคิดและข้อมูลข่าวสาร เป็นไปเพื่อให้มีความรู้ความเชี่ยวชาญ	1.1 การเรียนรู้ความคิดและข้อมูลข่าวสารเพื่อ ตอบสนองต่อประเด็นและคำถาม
1.2 คำถามมุ่งให้นักเรียนเรียกความรู้กลับคืน มา (recall)	1.2 ให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลข่าวสารและ ทักษะ
<b>2) การเตรียมการจัดการเรียนการสอนของครู</b>	
2.1 ครูวางแผนบทเรียนแต่ละบทอย่าง รอบคอบ	2.1 ครูวางแผนบทเรียนโดยเน้นเป้าหมายและให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนกิจกรรม การ ปฏิบัติกิจกรรม และค้นหาแหล่งข้อมูลข่าวสาร
2.2 ครูประสานงานกับบุคคลผู้มีความรู้ความ เชี่ยวชาญภายนอกโรงเรียนน้อยมาก	2.2 ครูประสานงานกับครูคนอื่นๆ ผู้ปกครอง ผู้เชี่ยวชาญ และบุคลากรในชุมชน เพื่อเป็น แหล่งข้อมูลให้นักเรียนได้เรียนรู้
2.3 ครูใช้เวลาส่วนใหญ่ในการเตรียมบทเรียน ให้แก่ นักเรียน	2.3 นักเรียนเป็นผู้ใช้เวลาส่วนใหญ่ในการเตรียม บทเรียนและการเรียนรู้ของตนมากกว่าครูเตรียมให้
<b>3) ลักษณะของประเด็นหรือเนื้อหาที่นำมาใช้จัดการเรียนการสอน</b>	
3.1 การเรียนรู้เน้นให้เรียนรู้จาก และคำ นิยามที่อยู่ในหนังสือเรียน	3.1 การเรียนรู้เน้นให้นักเรียนให้คำนิยามจากการ สำรวจตรวจสอบก่อนเรียนรู้จากหนังสือเรียน
3.2 ความรู้วิทยาศาสตร์คือข้อมูลที่ระบุไว้ใน หนังสือเรียน	3.2 ความรู้วิทยาศาสตร์ระบุเป็นคำถาม คำตอบที่ เป็นไปได้ และทดสอบคำตอบที่เป็นไปได้นั้น
3.3 วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยห้องเรียน วิทยาศาสตร์ และการทดลอง	3.3 วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ อยู่ในโรงเรียน ชุมชน และชีวิตประจำวันของนักเรียน
3.4 การเรียนการสอนไม่ได้เน้นการนำ ประเด็นหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมาใช้	3.4 มีการนำประเด็นหรือปัญหาที่ใช้ในการเรียน การสอน เช่น ข่าวหนังสือพิมพ์ เหตุการณ์ที่ เกิดขึ้นในโรงเรียนหรือชุมชน
<b>4) ลักษณะกิจกรรมการเรียนการสอน</b>	
4.1 นักเรียนทำงานตามกิจกรรมที่หนังสือเรียน และเอกสารกิจกรรมที่ครูเตรียมกำหนดไว้ให้	4.1 นักเรียนเสนอกิจกรรม แหล่งข้อมูล และ คำถามใหม่ด้วยตนเอง

**ตารางที่ 1** การเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการใช้หนังสือเรียนเป็นหลักกับการเรียนสอนด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (ต่อ)

เน้นใช้หนังสือเรียน	สอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
4.2 ครูกำหนดกิจกรรมทั้งหมด ทั้งการระบุเป้าหมาย กระบวนการทำงาน และมักจะระบุผล การทดลองให้นักเรียนด้วย	4.2 นักเรียนวางแผนกิจกรรมเพื่อทดสอบความคิด ของตนเอง และอธิบายสิ่งที่ค้นพบหรือผลของการ ทดสอบด้วยตนเอง
4.3 ครูจัดหาข้อมูลมาให้ นักเรียนจดบันทึกและ ทำแบบฝึกหัดทบทวนข้อมูลที่จดบันทึกซ้ำอีก ครั้ง	4.3 ครูช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกให้นักเรียนค้นหา คำตอบของคำถามที่นักเรียนระบุด้วยตนเอง
4.4 นักเรียนอ่านและใช้หนังสือเรียนในระหว่าง การเรียนการสอน	4.4 นักเรียนใช้หนังสือเรียนเป็นแหล่งข้อมูลเมื่อ ต้องการค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม
4.5 การอภิปรายและการทดลองในห้องเรียน มุ่งเน้นการแข่งขันและการได้มาซึ่งคำตอบที่ ถูกต้อง	4.5 การอภิปรายและการทดลองในห้องเรียน มุ่งเน้นการตอบสนองต่อประเด็น คำถาม และ ปัญหา โดยอยู่ในบรรยากาศของการร่วมมือกัน
4.6 ครูนำประเด็นที่ตนเองไม่รู้มาอภิปราย ร่วมกับนักเรียนน้อยมาก	4.6 ครูอภิปรายในประเด็นที่ตนเองไม่เคยรู้มา ก่อนร่วมกับนักเรียน ซึ่งสถานการณ์เช่นนี้ครู สามารถนำนักเรียนให้วางแผนเพื่อทำกิจกรรม กลุ่มได้

จากการศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์ เข้าไปแก้ปัญหา หรือเสนอแนวทางในการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน สถานการณ์ในชุมชน หรือสังคมที่อยู่รอบตัวนักเรียน เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายกับ นักเรียน นักเรียนจะต้องเป็นผู้ค้นหาความรู้อย่างกระตือรือร้น ส่วนครูมีหน้าที่ในการออกแบบ กิจกรรมและช่วยเหลืออำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ ในขณะที่ การเรียนการสอนที่เน้นการใช้หนังสือเรียนนั้นนักเรียนเรียนรู้ด้วยการจดจำจากหนังสือเรียนเพื่อใช้ใน การสอบวัดผลประเมินผล และครูมีหน้าที่กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนปฏิบัติ

## 2. ความสามารถในการวิเคราะห์ (The abilities in analyzing)

การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ส่งผลให้สังคมเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ข้อมูลข่าวสารและความรู้จำนวนมากทำให้นักเรียนจำเป็นต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ นักเรียนที่จะเติบโตเป็นพลเมืองในอนาคตควรได้รับการพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์เพื่อให้สามารถค้นหาข้อมูลข่าวสารในแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ และสามารถจำแนกแยกแยะลักษณะข้อมูล ข้อเท็จจริง สิ่งที่ไม่ใช่ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัยและกาลเวลาได้ ข้อมูลและข้อเท็จจริงจะทำให้นักเรียนเข้าใจประเด็นหรือปัญหาที่นำไปสู่การค้นหาแนวทางที่จะใช้ในการประเมินและการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ก่อนตัดสินใจทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งลง โดยเฉพาะสถานการณ์ของโลกที่ต้องเผชิญกับประเด็นปัญหาที่ซับซ้อนและต้องได้รับการแก้ไข ปัญหาในเชิงลึก (Bloom B. S., 1971)

จากความสำคัญของความสามารถในการวิเคราะห์ข้างต้น นำมาสู่การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการวิเคราะห์ในรายละเอียด จากการศึกษาได้แบ่งการนำเสนอเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ 2.1 ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ 2.2 องค์ประกอบและพฤติกรรมความสามารถในการวิเคราะห์ 2.3 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการวิเคราะห์

### 2.1 ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์

นักการศึกษาและหน่วยงานด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

ทีศนา แชมมณี และคณะ (ทีศนา แชมมณี, 2544) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ (Analyzing) ว่าหมายถึง ความสามารถในการมองได้หลายแง่หลายมุม เข้าใจความแตกต่างในความเหมือน เปรียบเทียบความเหมือนในความแตกต่างของสิ่งของคู่ใดคู่หนึ่ง และสามารถแยกแยะรายละเอียดของสิ่งต่างๆ ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552) ระบุถึงการวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นการแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจได้ง่าย

ชนาธิป พรกุล (ชนาธิป พรกุล, 2551) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ (analyzing) ว่า หมายถึง การจำแนกแยกแยะสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อค้นหาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในสิ่งนั้น

Bloom (Bloom B. S., 1971) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ (Analysis) ว่า หมายถึง การแยกแยะข้อมูลข่าวสารเป็นองค์ประกอบย่อยหรือเป็นส่วนๆ ที่แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กัน ทำให้ข้อมูลข่าวสารมีความชัดเจน มีการเรียบเรียงลำดับของข้อมูลเหมาะสม และสามารถถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารที่ต้องการสื่อออกมาได้เข้าใจยิ่งขึ้น

Anderson (Anderson L. W., 2001) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ (Analysis) ว่า หมายถึง การแยกแยะองค์ประกอบหรือส่วนของข้อมูลพื้นฐานให้มีความชัดเจน ระบุความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบหนึ่งกับอีกองค์ประกอบหนึ่ง และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหนึ่งกับโครงสร้างทั้งหมดที่สัมพันธ์กัน

จากการศึกษาสามารถสรุปความหมายของการวิเคราะห์ได้ว่า หมายถึง การจำแนกแยกแยะข้อมูลข่าวสารออกเป็นองค์ประกอบ โดยระบุถึงความเหมือนและความแตกต่างของแต่ละองค์ประกอบ บอกความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหนึ่งกับองค์ประกอบอื่นๆ และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหนึ่งกับโครงสร้างขององค์ประกอบทั้งหมด

จากความหมายของการวิเคราะห์จึงสามารถสรุปความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ได้ว่า หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของข้อมูลข่าวสาร ระบุความเหมือนและความแตกต่างของแต่ละองค์ประกอบ บอกความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหนึ่งกับอีกองค์ประกอบหนึ่ง และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหนึ่งกับโครงสร้างขององค์ประกอบทั้งหมด

## 2.2 องค์ประกอบและพฤติกรรมความสามารถในการวิเคราะห์

นักการศึกษาได้กำหนดให้การวิเคราะห์เป็นหนึ่งในวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทางการศึกษา และได้กำหนดองค์ประกอบของการวิเคราะห์และพฤติกรรมความสามารถในการวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

2.2.1 Bloom (Bloom B. S., 1971) ได้กล่าวว่า บุคคลที่มีความสามารถในการวิเคราะห์นอกจากจะต้องเข้าใจเนื้อหาที่กล่าวไว้ในเอกสารแล้ว ต้องสามารถแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากสมมติฐานหรือข้อสันนิษฐานที่อยู่ในข้อมูลข่าวสารเพื่อระบุข้อสรุปและข้อสนับสนุนที่อยู่ในข้อความ และสามารถแยกแยะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องออกจากเนื้อหาที่ไม่เกี่ยวข้องเพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ของความคิดหนึ่งกับอีกความคิดหนึ่ง และสามารถแยกแยะข้อสันนิษฐานที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่สำคัญแต่มีการกล่าวถึงในข้อมูลข่าวสารนั้นออกจากข้อสันนิษฐานที่เกี่ยวข้องหรือมีความสำคัญ นอกจากนี้ต้องสามารถตรวจสอบและเข้าใจความคิดที่แฝงอยู่ในข้อความนั้นได้ชัดเจนขึ้น

Bloom ได้แบ่งความสามารถในการวิเคราะห์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Analysis of elements) คือ การระบุงองค์ประกอบที่แฝงเป็นนัยอยู่ในข้อมูลการสื่อสาร (communications) เช่น ข้อสันนิษฐาน ข้อสรุป ความคิดเห็น คุณค่าหรือมุมมองที่ผู้เขียนได้สื่อสารออกมาจากข้อมูลข่าวสาร โดยนักเรียนที่มีความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบจะแสดงพฤติกรรม ดังต่อไปนี้

- จำแนกแยกแยะคำ กลุ่มคำ หรือข้อความจากเอกสารที่ทำการวิเคราะห์
- สรุปลักษณะเฉพาะที่ไม่ได้กล่าวไว้ในเอกสารที่ทำการวิเคราะห์โดยตรง

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationships) คือ การบอกความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบหรือส่วนประกอบที่อยู่ในข้อมูลข่าวสาร เช่น ความสัมพันธ์ของสมมติฐานกับหลักฐาน ความสัมพันธ์ของข้อสันนิษฐานกับข้อโต้แย้ง ความสัมพันธ์ของเหตุที่ทำให้เกิดผล ความสัมพันธ์ที่เป็นลำดับขั้นตอน โดยนักเรียนที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จะแสดงพฤติกรรม ดังต่อไปนี้

- สรุปเกณฑ์ที่ใช้กำหนดความสัมพันธ์
- บอกความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่อยู่ในเอกสารที่ทำการวิเคราะห์ โดยบอกลักษณะสำคัญ ข้อสันนิษฐาน หรือเงื่อนไขที่แฝงอยู่ในเอกสาร

3) การวิเคราะห์หลักการการจัดเรียงองค์ประกอบ (Analysis of organizational principles) คือ การจัดลำดับ การจัดเรียงข้อมูลอย่างเป็นระบบ และสร้างโครงสร้างที่เชื่อมโยงข้อมูลข่าวสารทั้งหมดไว้ด้วยกัน โดยนักเรียนที่มีความสามารถในการวิเคราะห์หลักการการจัดเรียงองค์ประกอบจะแสดงพฤติกรรม ดังต่อไปนี้

- ใช้เกณฑ์ เช่น ความสัมพันธ์ ความเป็นเหตุเป็นผล และลำดับขั้นตอน ในการกำหนดรูปแบบ ลำดับ หรือการจัดเรียงองค์ประกอบที่อยู่ในเอกสารที่ทำการวิเคราะห์
- บอกหลักการหรือรูปแบบการจัดเรียงลำดับข้อมูลในเอกสารที่ทำการวิเคราะห์ทั้งหมด
- ระบุกรอบแนวคิด วัตถุประสงค์ หรือมุมมองที่แฝงอยู่ในเอกสารที่ทำการวิเคราะห์

2.2.2 Anderson L. W. (2001) ได้กล่าวว่า การวิเคราะห์ถือเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในสาขาวิชาต่างๆ นักการศึกษา ครู อาจารย์จึงคาดหวังให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ เช่น บ่งชี้ข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงออกจากความคิดเห็น เชื่อมโยงข้อสรุปด้วยข้อสันนิษฐานข้อสรุป บ่งชี้ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันออกจากข้อมูลที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน ระบุ

ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหนึ่งกับอีกความคิดหนึ่ง ค้นหาข้อสันนิษฐานที่แฝงอยู่ในข้อความ ค้นหาข้อสันนิษฐานเจตนาของผู้เขียน เป็นต้น

Anderson กล่าวว่า การวิเคราะห์เป็นการเรียนรู้เพื่อระบุงค์ประกอบที่เกี่ยวข้องหรือสำคัญของบทความ บอกแนวทางที่องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบจัดเรียงลำดับในบทความ และระบุงค์มุ่งหมายที่แฝงในบทความ ดังนั้นจึงได้แบ่งองค์ประกอบของการวิเคราะห์เป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การแยกแยะองค์ประกอบ (Differentiating) การจัดเรียงองค์ประกอบ (Organizing) และการระบุเจตนา (Attributing) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การแยกแยะองค์ประกอบ (Differentiating) คือ การแยกแยะเพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างของแต่ละองค์ประกอบในโครงสร้างทั้งหมดที่มีความสัมพันธ์หรือความสำคัญต่อกัน การแยกแยะองค์ประกอบเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนแยกแยะข้อมูลที่สัมพันธ์กันออกจากข้อมูลที่ไม่สัมพันธ์กัน หรือนักเรียนแยกข้อมูลที่สำคัญออกจากข้อมูลที่ไม่สำคัญ แล้วให้ความสำคัญกับข้อมูลที่สัมพันธ์กันหรือข้อมูลที่สำคัญเป็นหลัก นอกจากนี้ต้องสามารถระบุความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหนึ่งกับโครงสร้างทั้งหมดด้วย นักเรียนที่มีความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบจะแสดงพฤติกรรม ดังนี้

- แยกแยะข้อเท็จจริงออกจากข้อคิดเห็น
- แยกแยะความแตกต่างของสาระที่เกี่ยวข้องกับสาระที่ไม่เกี่ยวข้อง
- เชื่อมโยงข้อสรุปด้วยข้อสันนิษฐานข้อสรุป

2) การจัดเรียงองค์ประกอบ (Organizing) คือ การระบุงค์ประกอบของข้อมูลการสื่อสารและการจัดเรียงให้องค์ประกอบเชื่อมโยงกันเป็นโครงสร้างทั้งหมด การจัดเรียงองค์ประกอบจะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนเชื่อมโยงองค์ประกอบในข้อมูลอย่างเป็นระบบและมีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน การจัดเรียงองค์ประกอบจะเกิดขึ้นต่อเนื่องกับการแยกแยะองค์ประกอบ (differentiating) โดยนักเรียนจะระบุงค์ประกอบที่สัมพันธ์กันหรือองค์ประกอบที่สำคัญก่อน จากนั้นนำองค์ประกอบเหล่านั้นมาจัดเรียงให้เชื่อมโยงกันเป็นโครงสร้างโดยรวมที่สัมพันธ์กัน นักเรียนที่มีความสามารถในการจัดเรียงองค์ประกอบจะแสดงพฤติกรรม ดังนี้

- แยกแยะความคิดหรือประเด็นหลักออกจากความคิดหรือประเด็นย่อย
- ระบุความสัมพันธ์ของความคิดหนึ่งกับอีกความคิดหนึ่ง
- ค้นหาข้อสันนิษฐานที่ไม่ได้กล่าวถึงในข้อมูลที่กำหนดให้

3) การระบุเจตนา (Attributing) คือ การระบุมุมมอง อคติ คุณค่าหรือเจตนาของผู้เขียนที่แฝงอยู่ในข้อมูลที่ได้ออกมา การระบุเจตนาเป็นการขยายความคิดออกไป



นอกเหนือจากความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏ เป็นการลงความเห็นถึงเจตนาของข้อมูลที่สื่อสาร นักเรียนที่มีความสามารถในการระบุเจตนาารมณ์จะแสดงพฤติกรรมดังนี้

- ค้นหาหลักฐานที่สนับสนุน และลงความเห็นถึงกรอบแนวคิด มุมมอง จุดมุ่งหมายของผู้เขียน

2.2.3 Marzano R. J. and Kendall J. S. (2008) การวิเคราะห์ (Analysis) เกี่ยวข้องกับการขยายความรู้ว่าเป็นเหตุเป็นผล เป็นการสร้างข้อมูลใหม่ที่ไม่ได้กล่าวไว้โดยบุคคลใดบุคคลหนึ่งและเป็นการระบุลักษณะที่สำคัญหรือลักษณะที่ไม่สำคัญที่อยู่ในข้อมูล ซึ่งเป็นกระบวนการของการทำความเข้าใจ (comprehension) กระบวนการวิเคราะห์จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การเปลี่ยนแปลงและการกลั่นกรองความรู้เข้าไปมาซึ่งเป็นกระบวนการตามธรรมชาติการเรียนรู้ของมนุษย์

Marzano ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ว่าประกอบด้วยกระบวนการ 5 กระบวนการ ได้แก่ 1) การระบุความเหมือนหรือมีความสอดคล้องกัน (matching) 2) การจำแนกแยกแยะ (classification) 3) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (error analysis) 4) การสร้างข้อสรุป (generalization) และ 5) การระบุลักษณะที่เฉพาะต่อสถานการณ์ (specification) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การระบุความเหมือนหรือมีความสอดคล้องกัน (matching) คือ การระบุความเหมือนและความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบของข้อมูล การระบุความเหมือนและความต่างจะง่ายหรือยากขึ้นอยู่กับภาระงาน (task) ที่นำมาวิเคราะห์ ตัวอย่างเช่น เด็กสามารถสังเกตเห็นความเหมือนของสุนัขสองตัวที่กำลังเดินในสวนสาธารณะได้ เป็นต้น โดยภาระงานที่ยากขึ้นของการระบุความเหมือนและความต่างของตัวอย่างดังกล่าว คือ เด็กอาจมีการถามเพื่อเปรียบเทียบสายพันธ์ุของสุนัขทั้งสอง เป็นต้น การระบุความเหมือนหรือมีความสอดคล้องกัน ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- การระบุประเด็นที่จะนำมาวิเคราะห์
- การระบุสมบัติหรือลักษณะของสิ่งที่จะนำมาวิเคราะห์
- การกำหนดความเหมือนและความแตกต่าง
- การอธิบายถึงความเหมือนและความแตกต่างเท่าที่จะอธิบายได้

2) การจำแนกแยกแยะ (classification) คือ การจำแนกความรู้เป็นหมวดหมู่ที่กำหนดขึ้นอย่างมีความหมาย การจำแนกแยกแยะ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- การระบุประเด็นที่จะนำมาจำแนกแยกแยะ

- การระบุลักษณะของประเด็นที่จะนำมาจำแนกแยกแยะ
- ระบุหัวข้อย่อยของหมวดหมู่ที่สอดคล้องกับประเด็นที่จำแนกแยกแยะและ
- อธิบายเหตุผลที่กำหนดหัวข้อย่อยตามหมวดหมู่ดังกล่าว

3) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (error analysis) คือการกล่าวถึงความเป็นเหตุเป็นผลตามตรรกะของความรู้ที่เป็นที่ยอมรับจากคนโดยทั่วไป เช่น ลอริกกำลังอ่านบทความหนึ่งอยู่ ขณะที่ข้อมูลที่กำลังเข้าไปอยู่ในความจำ เพื่อระบุความสอดคล้องของข้อมูลนั้นกับความรู้เดิมที่เคยเรียนรู้มาก่อน หากข้อมูลที่ไม่เป็นไปตามเหตุผลหรือตรรกะที่เคยเรียนรู้มา ข้อมูลนั้นจะถูกเก็บไว้ในความจำว่ามีข้อผิดพลาด ไม่ถูกต้อง หรืออาจถูกปล่อยไปจากความจำของสมอง ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดจึงเกี่ยวข้องกับการตัดสินความถูกต้องของความรู้และการระบุข้อผิดพลาดตามเหตุผล จึงเหมาะสมกับวิเคราะห์ข้อโต้แย้งและวิเคราะห์หลักฐานที่นำมาสนับสนุนหรือขัดแย้งกับข้อโต้แย้ง

4) การสร้างข้อสรุป (generalization) คือ กระบวนการสร้างข้อสรุปใหม่จากข้อมูลที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยการลงความเห็นแบบนิรนัย (deductive) ซึ่งเป็นการสรุปข้อมูลโดยใช้กฎที่กำหนดไว้แล้ว และอุปนัย (inductive) เป็นการสร้างข้อสรุปจากข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการสังเกต อย่างไรก็ตามในการสร้างข้อสรุปส่วนใหญ่มักจะใช้กระบวนการ retroductive เป็นกระบวนการที่ลงความเห็นได้ทั้งแบบนิรนัยและอุปนัยขึ้นอยู่กับธรรมชาติของข้อมูล อย่างไรก็ตามการสร้างข้อสรุปมักจะลงความเห็นด้วยการอุปนัยมากกว่าการนิรนัย การสร้างข้อสรุป ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ให้ความสำคัญกับประเด็นสำคัญของข้อมูลหรือการสังเกต
- ค้นหาแบบแผนหรือการเชื่อมโยงของประเด็นในข้อมูล
- เขียนข้อความที่อธิบายแบบแผนหรือการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้สังเกต

5) การระบุลักษณะที่เฉพาะต่อสถานการณ์ (specification) คือการสร้างการประยุกต์ใช้ใหม่ในสถานการณ์ใหม่หรือปรากฏการณ์ใหม่ โดยใช้ข้อสรุปหรือหลักการที่เรียนรู้มาแล้วและโดยธรรมชาติของการกำหนดลักษณะเฉพาะมีการลงความเห็นแบบนิรนัย (deductive) เป็นส่วนใหญ่ เช่น การที่นักเรียนนำหลักการของแบนูลีไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เป็นต้น การกำหนดลักษณะเฉพาะ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- การระบุสถานการณ์ที่จะพิจารณาหรือศึกษา
- การระบุหลักการหรือข้อสรุปที่ใช้กับสถานการณ์ที่ศึกษา

- การพิจารณาว่าหลักการหรือข้อสรุปสามารถนำไปใช้กับสถานการณ์ที่ศึกษาได้จริง
- ค้นหาหลักการหรือข้อสรุปที่สามารถนำไปใช้กับสถานการณ์ที่ศึกษาได้ ให้ระบุประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ โดยคาดการณ์ผลที่จะเกิดขึ้นจากการใช้หลักการหรือข้อสรุป

จากการศึกษาองค์ประกอบและพฤติกรรมความสามารถในการวิเคราะห์ที่เสนอโดย Bloom Anderson และ Marzano แม้องค์ประกอบแตกต่างกันแต่พฤติกรรมมีความคล้ายคลึงกัน คือ พฤติกรรมการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของข้อมูลข่าวสาร การค้นหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบหนึ่งกับโครงสร้างทั้งหมดที่สัมพันธ์กันอย่างเป็นลำดับ โดยองค์ประกอบของข้อมูลข่าวสารที่จำแนกแยกแยะอยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น ลักษณะสำคัญตามเกณฑ์ ข้อเสนอพื้นฐาน ข้อสรุป ข้อเสนอสนับสนุน ความคิดเห็นข้อเท็จจริง เป็นต้น อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ที่นักศึกษานำเสนอจะมีพฤติกรรมบางประการที่แตกต่างกัน คือ การระบุเจตนาการสื่อสารข้อมูลข่าวสารของผู้เขียน และการวิเคราะห์ที่ต้องใช้ทักษะและกระบวนการคิดที่เป็นเหตุเป็นผลในการวิเคราะห์ ซึ่งการวิเคราะห์ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ระดับสูง

## 2.3 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการวิเคราะห์

2.3.1 การวัดและประเมินความสามารถในการวิเคราะห์ของ Bloom (Bloom B. S., 1971) ความสามารถในการวิเคราะห์เป็นทักษะและพฤติกรรมที่มีความซับซ้อน โดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการเรียนการสอนที่มีการใช้สื่อที่หลากหลาย และมีครูเป็นผู้ช่วยเหลือให้นักเรียนได้เรียนรู้ลักษณะเฉพาะของการทำการวิเคราะห์และเรียนรู้ลักษณะที่จะนำไปสู่การแยกแยะความแตกต่างของข้อเสนอพื้นฐาน ความสัมพันธ์ หรือองค์ประกอบ

### 1) การสร้างแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ ประกอบด้วยสิ่งจำเป็น ดังนี้

- 1.1) สถานการณ์ปัญหา เอกสาร หรือข้อมูล ที่จะนำมาวิเคราะห์ต้องใหม่ และไม่เป็นที่คุ้นเคย หรือมีบางสิ่งบางอย่างที่แตกต่างจากที่เคยใช้ในห้องเรียน
- 1.2) สถานการณ์ เอกสาร หรือเนื้อหาใหม่ควรทำให้นักเรียนสามารถทำการวิเคราะห์ได้ และนักเรียนควรสามารถลงความเห็นต่อสถานการณ์ที่นักเรียนพยายามจะหาคำตอบหรือแก้ปัญหาเหล่านั้นได้
- 1.3) ปัญหาควรทดสอบพฤติกรรมความสามารถในการวิเคราะห์หนึ่งพฤติกรรมหรือมากกว่านั้น

1.4) การวิเคราะห์ที่เหมาะสมควรถูกกำหนดจากการเปรียบเทียบกับ การวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นๆ หรือโดยการตัดสินใจจากข้อมูลที่บอกถึงลักษณะที่ได้กล่าวไว้ โดยเฉพาะ

2) แบบวัดที่ใช้ประเมินตามพฤติกรรมความสามารถในการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

2.1) การวัดความสามารถของนักเรียนในการแยกแยะลักษณะความเหมือนความแตกต่าง จำแนกแยกแยะ ระบุหรือเข้าใจองค์ประกอบเฉพาะในข้อมูล แบบวัดประเภทนี้วัดการวิเคราะห์ระดับพื้นฐาน กล่าวคือ ความสามารถจำแนกชนิด จำแนกแยกแยะองค์ประกอบในข้อมูลให้ชัดเจนก่อนที่จะไปวิเคราะห์ในระดับที่ซับซ้อนขึ้น แบบวัดนี้จึงไม่จำเป็นต้องทดสอบความเข้าใจข้อมูล แต่คำถามจะมีลักษณะที่พยายามกำหนดว่านักเรียนสามารถระบุหน้าที่ ระบบ เป้าหมาย หรือใช้ องค์ประกอบที่อยู่ในข้อมูลได้หรือไม่ ดังแสดงในตัวอย่างดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง 1

ตัวเลือกด้านล่างนี้ ข้อใดบอกถึงลักษณะของข้อความได้ดีที่สุด

- ก. ถ้าข้อความช่วยอธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์
- ข. ถ้าข้อความอธิบายปรากฏการณ์เท่านั้น
- ค. ถ้าข้อความอธิบายผลที่เกิดจากปรากฏการณ์
- ง. ถ้าข้อความไม่ได้สัมพันธ์กับปรากฏการณ์โดยตรง

กระถางดอกไม้ตั้งไว้ใกล้หน้าต่างทางทิศใต้ ต้นไม้ทั้งหมดในกระถางเบนออกมานอกหน้าต่าง

.....1) ต้นไม้ทั้งหมดสัมผัสกับแสงที่อยู่ตรงข้ามได้ไม่เท่ากัน

.....2) อัตราการเจริญเติบโตของต้นไม้แตกต่างกันเนื่องจากสัดส่วนของการได้รับแสงและความมืดของลำต้นต่างกัน

.....3) การแบ่งเซลล์ของพืชเกิดขึ้นได้ในอัตราที่เร็วขึ้นในบริเวณที่ไม่ได้รับแสง

.....4) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้นในบริเวณที่ได้รับแสง

.....5) พืชได้รับแสงเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเบนเข้าหาแสง

.....6) พืชตอบสนองต่อแสงได้เอง

.....7) ในสภาวะเช่นนี้ การยืดตัวของเซลล์แปรผันตรงกับปริมาณของออกซินที่เกิดขึ้น

## ตัวอย่าง 2

(ข้อสอบประเภทนี้ควรมีบทความหรือเอกสารอ้างอิงในระหว่างการทำข้อสอบ)

ในการอภิปรายเรื่องการแยกอนุภาคของลาวัชเชอร์ไม่ได้ยืนยันหรือสันนิษฐานว่า

- ก. วัตถุใดๆ ขยายตัวได้โดยการให้ความร้อนและสามารถหดตัวได้โดยใช้ความเย็น
- ข. มีช่วงอุณหภูมิที่วัตถุสามารถคงตัวให้มีขนาดเท่าเดิมแม้ว่าจะมีการให้ความเย็นเพิ่มขึ้น
- ค. ขนาดของวัตถุที่อยู่เดี่ยวๆ จะไม่ได้รับผลจากการให้ความร้อน
- ง. มีจุดบนสเกลอุณหภูมิที่ต่ำกว่าสิ่งที่ได้ทำเครื่องหมายไว้หมายถึงน้อยกว่า

2.2) แบบวัดประเภทนี้ต้องการให้นักเรียนระบุข้อมูลจากเอกสารที่หลากหลาย และใช้ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการลงความเห็น ดังนั้นนอกจากนักเรียนจะต้องจำแนกแยกแยะแล้วยังต้องลงความเห็นเกี่ยวกับสมบัติ ลักษณะ หรือองค์ประกอบเฉพาะ

## ตัวอย่าง

สองทฤษฎีนี้ อธิบายการเผาไหม้ของวัสดุในอากาศ ทั้ง 2 ทฤษฎีให้ข้อสันนิษฐานว่าไม่มีสารตั้งต้นใดมีมวลหรือน้ำหนักลดลง

ทฤษฎี 1 ระหว่างการเผาไหม้ การเผาวัสดุทำให้วัสดุรวมกันเป็นก้อนเดียวกันด้วยองค์ประกอบที่เป็นอากาศ

ทฤษฎี 2 ระหว่างการเผาไหม้ สารตั้งต้นระเหยออกไปจากวัสดุที่เผาอยู่ไปสู่อากาศที่อยู่รอบๆ

ข้อใดระบุทฤษฎีที่สนับสนุนข้อสันนิษฐานดังกล่าวข้างต้นได้ถูกต้องที่สุด

- ก. ทฤษฎี 1 สนับสนุนข้อสันนิษฐานมากกว่า ทฤษฎี 2
- ข. ทฤษฎี 2 สนับสนุนข้อสันนิษฐานมากกว่า ทฤษฎี 1
- ค. ทั้งสองทฤษฎีสนับสนุนข้อสันนิษฐาน
- ง. ทั้งสองทฤษฎีไม่ได้สนับสนุนข้อสันนิษฐาน

2.3) แบบวัดที่บ่งชี้พฤติกรรมที่มีฐานมาจากข้อมูลเบื้องต้นหรือความคิดโดยรวม แม้ว่าการวิเคราะห์จะเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลโดยรวมก็ตาม

2.4) แบบวัดบ่งชี้พฤติกรรมที่ต้องการให้นักเรียนวิเคราะห์รูปแบบ หลักการจัดเรียงข้อมูล หรือมุมมองที่อยู่บนพื้นฐานของงานโดยรวม ปัญหาที่นำมาทดสอบต้องการให้นักเรียนเชื่อมโยงงานทั้งหมดกับคำถามหรือปัญหา

2.3.2 การวัดและประเมินของ Anderson (Anderson L. W., 2001) จะกล่าวตามองค์ประกอบของการวิเคราะห์ ประกอบด้วย 1) การแยกแยะองค์ประกอบ (Differentiating) 2) การจัดเรียงองค์ประกอบ (Organizing) 3) การระบุเจตนา (Attributing) ดังนี้

1) การแยกแยะองค์ประกอบ (Differentiating) มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนแยกข้อมูลที่ได้อธิบายเป็นความเรียงไว้ นำมาเขียนใหม่เป็นขั้นตอนหลักๆ อาทิ ครูให้นักเรียนอ่านบทเรียนเรื่อง ฟ้ำแลบ ในหนังสือ แล้วให้นักเรียนเขียนขั้นตอนการเกิดฟ้ำแลบเป็นข้อๆ

รูปแบบการประเมินอาจเป็นข้อสอบที่มีคำตอบแบบมีโครงสร้าง (Constructed response) โดยนักเรียนจะได้รับข้อมูลบางอย่างและให้ระบุองค์ประกอบที่สำคัญหรือสัมพันธ์กันจากข้อมูลนั้น หรือข้อสอบแบบเลือกตอบ (selection answers) ที่เป็นข้อสอบที่มีตัวเลือกโดยนักเรียนจะได้รับข้อมูลบางอย่างและให้เลือกตอบจากตัวเลือกที่เป็นองค์ประกอบสำคัญหรือสัมพันธ์กันมากที่สุด

2) การจัดเรียงองค์ประกอบ (Organizing) เกิดขึ้นหลังจากที่นักเรียนทราบรายละเอียดของสถานการณ์หรือปัญหาแล้วสามารถระบุความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงองค์ประกอบของสถานการณ์หรือปัญหานั้นได้อย่างเป็นระบบ

รูปแบบการประเมินเป็นการนำเสนอข้อมูลหลายรูปแบบ เช่น การวางโครงเรื่อง (Outlining) ตาราง (Tables) เมตริกซ์ (Matrix) หรือ ไดอะแกรมลำดับชั้น (Diagram ordination) ดังนั้นการประเมินสามารถประเมินด้วยข้อสอบที่มีคำตอบแบบมีโครงสร้าง (Constructed response) อาทิ นักเรียนอาจจะได้รับมอบหมายให้วางโครงเรื่อง (Outline) หรือข้อสอบแบบเลือกตอบ (Selection answers) โดยให้นักเรียนเลือกลำดับชั้นหรือลำดับภาพของการจัดเรียงองค์ประกอบของข้อมูลได้ถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด

3) การระบุเจตนา (Attributing) เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลบางอย่างแล้วสามารถระบุประเด็นหรือเจตนาที่ผู้ให้ข้อมูลต้องการจะสื่อได้ เช่น การที่นักเรียนอ่านรายงานเกี่ยวกับป่าไม้ในป่าอะเมซอน นักเรียนสามารถระบุได้ว่ารายงานฉบับนี้เขียนขึ้นโดยนักสิ่งแวดล้อมหรือนักธุรกิจ

รูปแบบการประเมินอาจเป็นการเสนอข้อมูลในลักษณะที่เป็นข้อความหรือเป็นการพูด แล้วให้นักเรียนตอบหรือเลือกคำอธิบายที่แสดงมุมมอง เจตนา หรือความชอบของผู้เขียนหรือผู้

พูด ข้อสอบเป็นได้ทั้งข้อสอบที่มีคำตอบแบบมีโครงสร้าง (Constructed response) หรือข้อสอบแบบเลือกตอบ (Selection answers)

2.3.2 การวัดและประเมินของ Marzano จะกล่าวตามกระบวนการของการวิเคราะห์ ประกอบด้วย 5 กระบวนการ ได้แก่ 1) การระบุความเหมือนและความต่าง (matching) 2) การจำแนกแยกแยะ (classification) 3) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (error analysis) 4) การสร้างข้อสรุป (generalization) และ 5) การระบุลักษณะที่เฉพาะต่อสถานการณ์ (specification) ดังนี้

1) การระบุความเหมือนและความต่าง (matching) มีวัตถุประสงค์ในการประเมินเพื่อต้องการให้นักเรียนระบุความเหมือนและความแตกต่าง โดยคำและกลุ่มคำที่นำมาใช้ในคำถามเพื่อวัดการระบุความเหมือนและความแตกต่าง เช่น จับคู่ จัดหมวดหมู่ เปรียบเทียบ เปรียบเทียบข้อเหมือนและข้อแตกต่าง แยกแยะความแตกต่าง แยกแยะ จำแนกชนิด เป็นต้น ลักษณะของแบบวัดการระบุความเหมือนและความแตกต่างจะใช้แบบวัดที่ให้เติมคำตอบโดยให้เขียนหรือพูดขยายความสั้นๆ หรือใช้แผนผังเหมาะสมกับข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์ ตัวอย่างเช่น ให้นักเรียนอธิบายความเหมือนและความแตกต่างระหว่างกระดูกกับกระดูกสันหลัง

2) การจำแนกแยกแยะ (classification) มีวัตถุประสงค์ในการประเมินเพื่อต้องการให้นักเรียนระบุหัวข้อหลักและหัวข้อรองของหมวดหมู่ที่กำหนด โดยคำและกลุ่มคำที่นำมาใช้ในคำถามเพื่อวัดการจำแนกแยกแยะ เช่น จำแนกกลุ่ม จัดเรียง จำแนกชนิด ระบุหมวดหมู่ ระบุประเภท เป็นต้น ลักษณะของแบบวัดการจำแนกแยกแยะจะใช้แบบวัดที่ให้เติมคำตอบโดยให้เขียนหรือพูดขยายความสั้นๆ หรือใช้แผนผังเหมาะสมกับข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์

3) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (error analysis) มีวัตถุประสงค์ในการประเมินเพื่อต้องการให้นักเรียนระบุข้อผิดพลาดตามเหตุและผลในข้อมูลและดำเนินการตามกระบวนการของความรู้เชิงกระบวนการเกี่ยวกับข้อผิดพลาดที่ค้นพบ โดยคำและกลุ่มคำที่นำมาใช้ในคำถามเพื่อวัดการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด เช่น วิเคราะห์ข้อผิดพลาดใน ระบุปัญหา ระบุประเด็น ระบุความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ประเมิน วิจาร์ณ วิวินิจฉัย ประเมิน แก้ไข ทบทวน เป็นต้น ลักษณะของแบบวัดการจำแนกแยกแยะจะใช้แบบวัดที่ให้เติมคำตอบโดยให้เขียนหรือพูดขยายความสั้นๆ

4) การสร้างข้อสรุป (generalization) มีวัตถุประสงค์ในการประเมินเพื่อต้องการให้นักเรียนลงความเห็นเกี่ยวกับข้อสรุปและหลักการจากข้อมูลที่เคยเรียนรู้มาก่อนแล้ว โดยคำและกลุ่มคำที่นำมาใช้ในคำถามเพื่อวัดการสร้างข้อสรุป เช่น สร้างข้อสรุป เขียนข้อสรุปได้ว่า การสร้างข้ออ้างอิง การสร้างสรรคข้อสรุป การสร้างสรรคกฎ บอกแนวทางการพัฒนา สร้างสรุปผล เป็นต้น

ลักษณะของแบบวัดการจำแนกแยกแยะจะใช้แบบวัดที่ให้เติมคำตอบโดยให้เขียนหรือพูดขยายความสั้นๆ หรือใช้แผนผังเหมาะสมกับข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์

5) การระบุลักษณะที่เฉพาะต่อสถานการณ์ (specification) มีวัตถุประสงค์ในการประเมินเพื่อต้องการให้นักเรียนสร้างและอภิปรายผลการทำนายเกี่ยวกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ โดยคำและกลุ่มคำที่นำมาใช้ในคำถามเพื่อกำหนดสถานการณ์ใหม่ เช่น สร้างและอภิปราย ระบุทำนาย ให้เหตุผล ลงความเห็น สิ่งที่จะเกิดขึ้น พัฒนาข้อโต้แย้งเพื่อ ภายใต้เงื่อนไข ลักษณะของแบบวัดการจำแนกแยกแยะจะใช้แบบวัดที่ให้เติมคำตอบโดยให้เขียนหรือพูดขยายความสั้นๆ

จากข้อความข้างต้น จะเห็นได้ว่าการวัดความสามารถในการวิเคราะห์จำเป็นต้องมีสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้มาทำการวิเคราะห์และลงความเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์นั้น จากการศึกษาสามารถสรุปแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการวิเคราะห์โดยแบ่งตามองค์ประกอบของการวิเคราะห์ได้ ดังต่อไปนี้

1. การระบุองค์ประกอบ วัดโดยการสร้างข้อสอบที่มีลักษณะแบบเขียนคำตอบ (Constructed response) ซึ่งจะเป็นข้อสอบที่มีข้อมูล สถานการณ์ปัญหามาให้ แล้วให้นักเรียนแยกแยะนำข้อมูลที่สำคัญมาเรียบเรียงใหม่เป็นขั้นตอนหลักๆที่สำคัญ และมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ (selection answers) ซึ่งอาจจะเป็นข้อสอบที่กำหนดเกณฑ์การวิเคราะห์ให้ แล้วให้เลือกตัวเลือกที่เป็นมีข้อเท็จจริงตามเกณฑ์ที่ให้มา หรือในทางตรงข้ามอาจจะกำหนดข้อเท็จจริงมาให้แล้วให้เลือกตัวเลือกที่มีเกณฑ์สอดคล้องกับข้อเท็จจริง

2. การบอกความสัมพันธ์ วัดโดยข้อสอบที่มีลักษณะเขียนคำตอบ (Constructed response) โดยมีข้อมูล สถานการณ์ปัญหามาให้ แล้วระบุความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงองค์ประกอบของสถานการณ์ โดยอาจจะอยู่ในรูปแบบของการวางโครงเรื่อง (Outlining) ตาราง (Tables) เมตริกซ์ (Matrix) หรือ ไดอะแกรมลำดับขั้น (Diagram ordination) หรือใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Selection answers) โดยมีข้อมูลมาให้แล้วให้ลงความเห็นจากเกณฑ์ ความสัมพันธ์ รูปแบบหลักการจัดเรียงข้อมูล ของข้อมูลให้นำมาวิเคราะห์และเลือกความเห็นที่เหมาะสมที่สุด

3. การระบุเจตนาสามารถวัดได้โดยข้อสอบเขียนคำตอบ (Constructed response) หรือข้อสอบแบบเลือกตอบ (Selection answers) โดยให้ระบุหรือเลือกเจตนา มุมมองคุณค่า หรือจุดประสงค์ของการสื่อความหมายของข้อมูล อาจจะให้ข้อมูลในลักษณะที่เป็นข้อความหรือเป็นการพูด แล้วให้นักเรียนตอบหรือเลือกคำอธิบายที่แสดงมุมมอง เจตนา หรือความชอบของผู้เขียนหรือผู้พูด



### 3. ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ (The abilities in using scientific knowledge)

ความสามารถนี้มีความซับซ้อนและพัฒนาได้ค่อนข้างยาก ครูและนักพัฒนาหลักสูตรระบุว่านักเรียนไม่สามารถที่จะเข้าใจความรู้ได้โดยแท้จริงหากไม่สามารถใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ได้ นักเรียนที่มีความสามารถในการใช้ความรู้จะสามารถคงการเรียนรู้ที่มีคุณค่าไว้ได้นาน เพิ่มระดับความสามารถในการควบคุมสถานการณ์หรือปัญหาต่างๆ ที่ต้องเผชิญได้ และสามารถทำให้นักเรียนรับมือกับภาวะและปัญหาในสังคมที่ซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้ (Bloom B. S., 1971)

การนำเสนอความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ได้แบ่งเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ 3.1 ความหมายของการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ 3.2 องค์ประกอบและพฤติกรรมของการใช้ความรู้ 3.3 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 ความหมายของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายของการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552) ได้ระบุว่า การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ที่ได้จากการสำรวจ สืบค้น หรือทดลองมาแล้วไปใช้ในการค้นหาความรู้เพิ่มเติม สามารถบูรณาการทักษะและความรู้ และนำวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อชีวิต การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Bloom B. S. (1971) ได้ให้ความหมายของการใช้ความรู้ว่า หมายถึง การใช้ความคิดที่เป็นนามธรรมในสถานการณ์ที่เฉพาะหรือสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรม ความคิดที่เป็นนามธรรมอาจจะเป็นความคิดโดยทั่วไป (general ideas) กฎ (law) หรือหลักการ (principle)

Anderson L. W. (2001) ได้ให้ความหมายของการใช้ความรู้ (Apply) ว่า หมายถึง การดำเนินการหรือใช้กระบวนการ ขั้นตอน วิธีการในสถานการณ์ที่กำหนดให้

Enger S. K. and Yager R. E. (2001) กล่าวว่า การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้อะไร ในสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ นักเรียนสามารถดำเนินชีวิตได้ปกติสุข หรือเป็นการหาทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

Chiappetta L. and Koballa R. (2010) กล่าวว่า การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้มโนทัศน์ และหลักการ โดยครูกระตุ้นนักเรียนให้ค้นหาตัวอย่างที่สามารถอธิบายมโนทัศน์ที่

นักเรียนได้ทำการทดลองไปแล้ว นอกจากนี้มีการอภิปรายแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเป็นแรงผลักดันให้อยากเรียนรู้ความรู้ใหม่เพิ่มขึ้นอีก

จากความหมายของการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่า ได้กล่าวถึงการนำความรู้ วิธีการ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันด้วย จึงสรุปความหมายของการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้คำว่า ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้วิธีการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการสำรวจ การสืบค้น และการทดลอง มาใช้ในชีวิตประจำวัน และใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสื่อสารข้อมูลข่าวสารเพื่อหาแนวทางปฏิบัติหรือแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

### 3.2 องค์ประกอบและพฤติกรรมความสามารถในการใช้ความรู้

3.2.1 Bloom (Bloom B. S., 1971) ได้กล่าวว่า การใช้ความรู้ (application) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ 1) ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ 2) หลักการและข้อสรุป 3) ความสามารถในการใช้ความรู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ (new problems and situations) ต้องเป็นปัญหาและสถานการณ์ที่ใหม่กับนักเรียน อาจจะเป็นปัญหาที่อยู่ในการเรียนการสอนแต่อาจจะมีบางองค์ประกอบที่ใหม่หรือนักเรียนไม่เคยพบมาก่อน นักเรียนจะไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยการใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งที่จำได้มาใช้ในการแก้ปัญหา แต่นักเรียนอาจจะดำเนินการตามแนวทางดังต่อไปนี้

1.1) ข้อมูลที่อธิบายถึงปัญหาต้องได้รับการปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งก่อนที่จะแก้ปัญหา โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ค้นหาข้อมูลที่สำคัญและมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาจากข้อมูลที่อธิบายถึงปัญหา
- แยกแยะองค์ประกอบหรือข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาออกไป
- เรียงลำดับข้อมูลที่อธิบายถึงปัญหาในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากเดิม
- อาจกล่าวถึงหรือนิยามปัญหาใหม่ก่อนที่จะรู้วิธีการดำเนินการแก้ปัญหา

1.2) ข้อมูลที่อธิบายปัญหาต้องได้รับการปรับปรุงให้อยู่ในลักษณะที่เป็นขั้นตอนหรือแบบจำลองก่อนที่นักเรียนจะสามารถนำหลักการหรือข้อสรุปที่เคยได้เรียนรู้มาไปใช้ในการแก้ปัญหา

1.3) ข้อมูลที่อธิบายถึงปัญหาต้องทำให้นักเรียนได้ค้นหาหลักการและข้อสรุปที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากความจำของนักเรียน และเนื่องจากปัญหาที่นักเรียนต้องแก้ไขเป็นปัญหาใหม่ นักเรียนจึงต้องใช้หลักการและข้อสรุปในแนวทางที่แตกต่างจากที่เคยนำไปใช้มาก่อน

2) หลักการและข้อสรุป (principles and generalizations) เป็นแนวคิดของ ศาสตร์ของสาขาวิชาใดวิชาหนึ่ง ที่ได้สรุปมาให้แก่นักเรียนได้เรียนรู้ หลักการและข้อสรุปเหล่านี้จะเป็น พื้นฐานให้กับผู้เชี่ยวชาญนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

หลักการ (principles) หมายถึง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหรือความสัมพันธ์ ที่อธิบายถึงความจริงพื้นฐาน หรือกฎที่ได้รับการยอมรับและใช้โดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาหนึ่งๆ เช่น ความดันของแก๊สจะเพิ่มขึ้นเมื่อทำให้อุณหภูมิแก๊ส ความจุอากาศในน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เป็นต้น

ข้อสรุป (generalizations) หมายถึง ข้อความทั่วไปหรือการสร้างข้อสรุปที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล และสามารถนำมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ เช่น อุปสรรคส่งผลกระทบต่อความกังวลที่ เพิ่มขึ้น อาชญากรรมที่เพิ่มขึ้นเกิดจากบุคคลที่ได้รับความรุนแรงจากสังคม โอกาสทางการศึกษาของ นักเรียนสัมพันธ์กับสถานภาพทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง เป็นต้น

3) ความสามารถในการใช้ความรู้ (The ability to apply) เป็นการฝึกฝน การ อบรม หรือการช่วยเหลือนักเรียนในแนวทางใดแนวทางหนึ่งให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถในการ ใช้หลักการและข้อสรุปแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งประสบการณ์การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาจะมีคุณค่าต่อ นักเรียน เมื่อนักเรียนต้องเผชิญกับปัญหาและสถานการณ์ที่ต้องใช้หลักการและข้อสรุปในการหา ทางแก้ไขปัญหา

การดำเนินชีวิตประจำวันหรือแม้แต่ในโรงเรียนของนักเรียนต้องเผชิญกับปัญหาต่างๆ ซึ่ง นักเรียนต้องนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (scientific knowledge) และทักษะการสืบสอบ (inquiry skills) ที่ได้เรียนรู้มาใช้หาทางออกของปัญหา อย่างไรก็ตามปัญหาบางปัญหาอาจไม่สามารถใช้ ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาได้โดยตรง นักเรียนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนให้ เข้ากับสถานการณ์แต่ละสถานการณ์ด้วยตนเอง (Bloom B. S., 1971) พฤติกรรมความสามารถใน การใช้ความรู้ ประกอบด้วยความสามารถของนักเรียน ดังต่อไปนี้

- ระบุหลักการที่เกี่ยวข้องหรือเหมาะสมกับปัญหาใหม่
- บอกความสำคัญของหลักการที่มีต่อการแก้ปัญหา
- ระบุขีดจำกัดของหลักการที่ใช้แก้ปัญหา
- บอกข้อยกเว้นของการใช้ข้อสรุปและบอกเหตุผลของการมีข้อยกเว้น
- อธิบายถึงปรากฏการณ์ใหม่โดยใช้หลักการหรือข้อสรุปที่ได้เรียนรู้มาแล้ว
- ทำนายผลการใช้หลักการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่

- ให้เหตุผลประกอบการปฏิบัติหรือการตัดสินใจในการใช้หลักการที่เหมาะสมแก่ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่

- บอกเหตุผลอย่างน้อย 1 ข้อที่สนับสนุนการใช้หลักการในการแก้ไขสถานการณ์

พฤติกรรมการใช้ความรู้ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ (Bloom B. S., 1971) ประกอบด้วย

1) การใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาใหม่ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สาขาใดสาขาหนึ่ง สถานการณ์การใช้ความรู้ประเภทนี้มักเกิดขึ้นในขณะที่นักเรียนอยู่ในบริบทของโรงเรียนที่ดำเนินการไปตามรายวิชาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้และทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์ในการตอบ เช่น ทำไมหลอดไฟที่อยู่ในวงจรไฟฟ้านี้จึงสว่างเมื่อเปิดสวิตช์ เราจะสามารถรู้ได้หรือไม่ว่าไก่ตัวผู้ตัวนี้มีฮอร์โมนเพศผู้ที่ไม่สมบูรณ์ ปัจจัยใดที่สามารถทำให้ปฏิกริยาเคมีนี้เกิดขึ้นได้เร็วกว่าเดิม เป็นต้น

2) การใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาใหม่ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน สถานการณ์การแก้ปัญหาประเภทนี้เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนใช้ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ ทฤษฎี หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาจากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์หนึ่งแก้ปัญหาของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์อีกสาขาหนึ่ง ตัวอย่างคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้และทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์ในการตอบ เช่น ทำไมน้ำจึงไหลเข้าไปในลำต้นของพืชชนิดนี้ ถ้าหินปูนขนาดใหญ่นี้เกิดขึ้นได้อย่างไร สารอาหารสามารถผ่านเข้าไปยังผนังลำไส้ของกบได้อย่างไร ทำไมมหาสมุทรจึงเกิดน้ำขึ้นน้ำลง เป็นต้น

3) การใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถานการณ์ที่จะใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการออกแบบ สร้าง หรือผลิต สิ่งนำมาใช้ประโยชน์ ตัวอย่างคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้และทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์ในการตอบ เช่น การแพร่ระบาดของโรคมะเร็งสามารถถูกตรวจสอบได้อย่างไร สะพานนี้จะพังทลายลงหากมีรถบรรทุกหนัก 10 ตันวิ่งผ่านใช่หรือไม่ เสื้อโค้ทสีดำนี้อาจสามารถให้ความอบอุ่นกับฉันในหน้าหนาวของอลาสก้าได้หรือไม่

3.2.2 Anderson (Anderson L. W., 2001) ได้กล่าวว่า การใช้ความรู้ (Apply) เกี่ยวข้องกับการใช้วิธีการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังนั้น การใช้ความรู้จึงถูกนำมาเชื่อมโยงกับความรู้อิงกระบวนการ (procedural knowledge) การใช้ความรู้จึงประกอบด้วย 2 กระบวนการ ดังนี้

1) การปฏิบัติตามกระบวนการ (executing) คือ การใช้ความรู้ในการทำแบบฝึกหัด (exercises) ที่นักเรียนเคยทำตามกระบวนการมาแล้ว จึงเป็นการฝึกฝนซ้ำ เพื่อทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับวิธีการทำ

กระบวนการนี้ได้มีการนำทักษะ (skill) และลำดับขั้นตอน (algorithm) มาใช้ร่วมด้วย ทักษะและลำดับขั้นตอนเกิดขึ้นในการปฏิบัติตามกระบวนการใน 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) ทักษะและลำดับขั้นตอนที่เป็นชุดการปฏิบัติที่กำหนดไว้แล้ว 2) เมื่อดำเนินการตามชุดการปฏิบัติได้ถูกต้อง ผลการปฏิบัติจะได้คำตอบที่แน่นอน เช่น การใช้สูตรเพื่อคำนวณค่าของความหนาแน่นของวัตถุจากสูตรความหนาแน่น เท่ากับ มวลต่อปริมาตร

2) การสร้างกระบวนการนำมาปฏิบัติ (implementing) คือ การใช้ความรู้กับงานหรือการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ซึ่งนักเรียนไม่ได้เรียนรู้กระบวนการทำงานหรือแก้ปัญหามาก่อน นักเรียนจึงต้องปรับเปลี่ยนหรือสร้างวิธีการแก้ปัญหาขึ้นมาด้วยตนเอง

กระบวนการนี้ต้องนำเทคนิค (techniques) และวิธีการ (method) มาใช้ร่วมด้วย โดยเทคนิคและวิธีการเกิดขึ้นในการสร้างกระบวนการนำมาปฏิบัติได้ใน 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) กระบวนการอาจอยู่ในลักษณะที่เป็นแผนผังขั้นตอน ที่ไม่ใช่ชุดการปฏิบัติที่กำหนดไว้ ซึ่งในระหว่างขั้นตอนอาจจะต้องมีประเด็นที่ต้องตัดสินใจ (decision point) เลือกแนวทางปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ไม่สามารถคาดการณ์คำตอบที่แน่นอนได้ แม้จะดำเนินการตามขั้นตอนที่สร้างขึ้นมาอย่างถูกต้อง

3.2.3 Marzano ได้กล่าวว่ากระบวนการการใช้ความรู้ (knowledge utilization) ต้องการให้นักเรียนประยุกต์ (apply) หรือใช้ความรู้ (use knowledge) ในสถานการณ์ที่เฉพาะ กิจกรรมการพัฒนาทางปัญญาของนักเรียนจะไม่เน้นที่ความรู้เช่นการวิเคราะห์ (analysis) แต่จะเน้นที่สถานการณ์เฉพาะที่ส่งเสริมผลของความรู้ เช่น เจนวิเคราะห์ข้อผิดพลาดของบารอมิเตอร์โดยใช้หลักการเกี่ยวกับความดันของบารอมิเตอร์ เจนจึงให้ความสำคัญกับข้อมูลเกี่ยวกับความดันของบารอมิเตอร์ แต่ถ้าเจนใช้ความรู้เกี่ยวกับความดันของบารอมิเตอร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกสถานที่ในอาคารกับนอกอาคารในการจัดงานเลี้ยง เจนจะให้ความสำคัญไปที่งานเลี้ยงไม่ใช่ความรู้เกี่ยวกับบารอมิเตอร์ เป็นต้น

กระบวนการใช้ความรู้ ประกอบด้วย 4 กระบวนการ ได้แก่ 1) การทำการตัดสินใจ (decision making) 2) การแก้ปัญหา (problem solving) 3) การสืบสอบเชิงการทดลอง (experimental inquiry) และ 4) การสำรวจและตรวจสอบ (investigation) และในแต่ละกระบวนการได้จำแนกตามด้านความรู้ (knowledge domains) ได้เป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1.1) ข้อมูลข่าวสาร (information) 1.2) กระบวนการทางความคิด (mental procedures) และ 1.3

กระบวนการทางทักษะพิสัย (psychomotor procedures) (Marzano R. J. & Kendall J. S., 2008) โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) การทำการตัดสินใจ (decision making) คือ การเลือกแนวทางที่ได้กำหนดไว้จากความรู้ ทักษะและกระบวนการทางความคิดและการปฏิบัติ ประกอบด้วย

### 1.1) ข้อมูลข่าวสาร (information) ได้แก่

- ข้อมูลข่าวสารที่อธิบายความรู้ (details) คือ การนำข้อมูลมาใช้ประกอบการตัดสินใจ เช่น การเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้สร้างโรงงานกำจัดขยะโดยให้ตัดสินใจเลือกหนึ่งในสามพื้นที่ที่กำหนดให้ คือ พื้นที่ใกล้ทะเลสาบทางตอนเหนือสุดของเมือง พื้นที่ใกล้สนามบิน และพื้นที่ในภูเขาที่ห่างไกลจากเมือง และให้บอกเหตุผลที่ใช้พิจารณาลักษณะของพื้นที่ที่เลือก

- การจัดลำดับความคิด (organizing ideas) คือ การใช้ข้อมูลเกี่ยวกับข้อสรุป (generalization) หรือ หลักการ (principle) ในการตัดสินใจ เช่น การเลือกบุคคลผู้ที่มีลักษณะเป็นผู้นำทางด้านสันติภาพที่ดีที่สุด โดยเลือกจากบุคคล 3 ท่านที่กำหนดให้ คือ Martin Luther หรือ King, Jr. หรือ Anwar Sadat หรือ Franklin D. Roosevelt และให้กำหนดเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการเลือกด้วย ดังนั้นในการเลือกบุคคลดังกล่าว นักเรียนต้องใช้การจัดลำดับความคิดในการสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับผู้นำทางสันติภาพ เช่น ผู้นำสันติภาพต้องเป็นผู้ที่มีความเข้าใจความเหมือนและความแตกต่างของวัฒนธรรมได้เป็นอย่างดี เป็นต้น

### 1.2) กระบวนการทางความคิด (mental procedures) ได้แก่

- ทักษะทางความคิด (mental skill) คือ เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจ เช่น การใช้แผนที่แสดงระดับความสูงของพื้นที่ เพื่อเลือกพื้นที่ที่ดีที่สุดในการตั้งโรงงานกรองน้ำ ข้อมูลจากการใช้แผนที่ทำให้มีความมั่นใจว่าได้เลือกแนวทางที่ดีที่สุด จากสถานการณ์ดังกล่าวนี้ ภาระงานที่นักเรียนได้รับมอบหมาย คือ การอธิบายถึงประโยชน์ของข้อมูลที่ได้จากแผนที่ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกพื้นที่ตั้งโรงกรองน้ำ

- กระบวนการทางความคิด (mental processes) คือ การใช้ทักษะหรือความรู้ของกระบวนการทางความคิดในการตัดสินใจ เช่น การใช้โปรแกรมทางสถิติเป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจว่าสินค้าชนิดใดขายได้กำไรมากที่สุด ภาระงานที่นักเรียนได้รับมอบหมาย คือ การอธิบายว่าโปรแกรมทางสถิติช่วยทำให้สามารถตัดสินใจได้อย่างไร

1.3 กระบวนการทางทักษะพิสัย (psychomotor procedures) คือ การใช้ทักษะหรือความรู้ที่เกี่ยวกับกระบวนการทางทักษะพิสัยในการตัดสินใจ เช่น การเล่นเกมคาราเต้ โดยให้เลือกว่า

การเตะแบบใดที่จะสามารถใช้กับคู่ที่มีจุดแข็งในการเตะด้านหน้าและด้านข้าง แต่มีจุดอ่อนในการเตะด้านหลัง

2) การแก้ปัญหา (problem solving) คือ กระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้เป้าหมายสำเร็จ แม้ว่าจะมีอุปสรรคหรืออยู่ภายใต้เงื่อนไขบางประการ ในการแก้ปัญหาก็ต้องมีการตัดสินใจประกอบด้วย การตัดสินใจจึงเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหา แต่การตัดสินใจไม่ได้เกี่ยวข้องกับอุปสรรคที่เป็นสิ่งขัดขวางเป้าหมายในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหา ประกอบด้วย

### 2.1) ข้อมูลข่าวสาร (information) ได้แก่

- ข้อมูลข่าวสารที่อธิบายความรู้ (details) คือ องค์ประกอบที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา เช่น การสร้างละครเวที เรื่อง Guys and Dolls ที่มีงบประมาณจำกัด ผู้สร้างละครสามารถนำกล่องหรือวัสดุราคาถูกมาใช้ในการสร้างฉากของเวที ภาระงานที่นักเรียนได้รับมอบหมาย คือ การอธิบายว่ากล่องหรือวัสดุราคาถูกที่เลือกมาใช้สามารถสร้างฉากของละครเวทีได้อย่างไร

- การจัดลำดับความคิด (organizing ideas) คือ การใช้หลักการหรือข้อสรุปในการระบุวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ไขปัญหานั้น เช่น สถานการณ์ของการสร้างละครเวที เรื่อง Guys and Dolls ภาระงานที่นักเรียนได้รับมอบหมาย คือ การอธิบายถึงวิธีการใช้กล่องโดยอาศัยหลักการของการออกแบบหรือจัดฉากในการอธิบาย

### 2.2) กระบวนการทางความคิด (mental procedures) ได้แก่

- ทักษะทางความคิด (mental skill) คือ การใช้ทักษะหรือความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะทางความคิดในการแก้ปัญหา เช่น การใช้ทักษะทางความคิดในการคำนวณและประเมินการสร้างรั้วล้อมรอบพื้นที่ขนาด 1,000 ฟุต โดยล้อมด้วยแผ่นไม้ที่มีขนาด 2 x 4 นิ้ว ภาระงานที่มอบหมายให้นักเรียนทำ คือ อธิบายวิธีการคำนวณและประเมินจำนวนแผ่นไม้ที่ต้องใช้ล้อมรั้วโดยไม่ให้ใช้เครื่องคิดเลขและไม่ให้คำนวณโดยการเขียนลงกระดาษ

- กระบวนการทางความคิด (mental processes) คือ การใช้ทักษะและความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางความคิดเป็นเครื่องมือที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา เช่น เจ้าของบริษัทแห่งหนึ่งได้รับข้อมูลการเงินจากตารางแสดงข้อมูลการขายสินค้าต่อสัปดาห์ ราคาสินค้าต่อหน่วย เงินสดในธนาคาร และค่าใช้จ่ายที่สูงเกินรายรับ ดังนั้นหากนักเรียนเป็นเจ้าของบริษัท นักเรียนจะออกแบบวิธีการเพิ่มเงินหมุนเวียนในช่วงเวลา 6 เดือนอย่างไร โดยนักเรียนไม่สามารถลดหรือเพิ่มค่าของตัวเองแปรได้ได้เกินร้อยละ 5 ภายในระยะเวลา 6 เดือนต่อจากนี้ ภาระงานของนักเรียน คือ การใช้โปรแกรมเอกเซลที่กำลังเรียนรู้ใช้ในการออกแบบวิธีการเพิ่มเงินหมุนเวียน และเมื่อออกแบบเสร็จแล้วให้อธิบายกระบวนการใช้โปรแกรมเอกเซลที่นำไปสู่การแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น

### 2.3) กระบวนการทางทักษะพิสัย (psychomotor procedures) ได้แก่

- ทักษะของทักษะพิสัย (psychomotor skills) คือ การใช้ทักษะหรือความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะพิสัยในการแก้ปัญหา เช่น การแข่งขันเทนนิสกับคู่แข่งที่ตีหน้ามือและหลังมือได้ดี นักเรียนมีแนวทางแก้ไขปัญหานี้อย่างไร

- กระบวนการของทักษะพิสัย (psychomotor processes) คือ การใช้ทักษะและความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการของทักษะพิสัยในการแก้ปัญหา เช่น การเล่นเกมบาสเกตบอล นักเรียนจะมีวิธีการในการกันคู่แข่งที่ตัวสูงและเคลื่อนที่ได้เร็วได้อย่างไร หากนักเรียนกระโดดได้สูงไม่เท่ากับคู่แข่ง

3) การสืบสอบเชิงทดลอง (experimental inquiry) คือ การสร้างและการทดสอบสมมติฐานของปรากฏการณ์หนึ่ง ประกอบด้วย

#### 3.1) ข้อมูลข่าวสาร (information) ได้แก่

- ข้อมูลข่าวสารที่อธิบายความรู้ (details) คือ การใช้ความรู้ในการสร้างและทดสอบสมมติฐาน เช่น ในการศึกษาาระบบคมนาคมสาธารณะของเมืองเดนเวอร์ การใช้ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับระบบคมนาคมในการสร้างและทดสอบเกี่ยวกับมุมมองของการใช้ระบบคมนาคม

- การจัดลำดับความคิด (organizing ideas) คือ การใช้ความรู้เกี่ยวกับข้อสรุปหรือหลักการในการสร้างและทดสอบสมมติฐาน เช่น ปีเตอร์เป็นนักศึกษาคณะจิตวิทยาได้ใช้ความเข้าใจในหลักการการแสดงพฤติกรรมของมนุษย์ต่อข้อมูลข่าวสารในการสร้างและทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการแสดงพฤติกรรมของเพื่อนที่มีต่อการโฆษณา การทดสอบสมมติฐานจะทำให้ปีเตอร์มีความมั่นใจในความเป็นเหตุเป็นผลที่แฝงเป็นนัยอยู่ในการทำนายของปีเตอร์ว่าผลการทดสอบที่ปีเตอร์สร้างขึ้น ยืนยันหรือไม่ยืนยันสมมติฐานที่สร้างขึ้น

#### 3.2) กระบวนการทางความคิด (mental procedures) ได้แก่

- ทักษะทางความคิด (mental skill) คือ การใช้ทักษะหรือความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะทางความคิดในการสร้างและทดสอบสมมติฐาน เช่น การใช้ตารางธาตุสร้างสมมติฐานของความสัมพันธ์ระหว่างธาตุสองชนิด แล้วดำเนินการทดสอบสมมติฐาน รายงานผล และอธิบายการค้นพบ

- กระบวนการทางความคิด (mental processes) คือ การใช้ทักษะหรือความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางความคิดในการสร้างและทดสอบสมมติฐาน เช่น การเข้าถึงเว็บไซต์ที่เป็นเครื่องมือในการค้นหาข้อมูลเพื่อสร้างและทดสอบสมมติฐาน



### 3.3) กระบวนการทางทักษะพิสัย (psychomotor procedures) ได้แก่

- ทักษะของทักษะพิสัย (psychomotor skills) คือ การใช้ทักษะหรือความรู้เกี่ยวกับทักษะของทักษะพิสัยในการสร้างและทดสอบสมมติฐาน เช่น การสร้างและการทดสอบสมมติฐานของการตีลูกกอล์ฟ

- กระบวนการของทักษะพิสัย (psychomotor processes) คือ การใช้ความรู้หรือทักษะเกี่ยวกับกระบวนการของทักษะพิสัยในการสร้างและทดสอบสมมติฐาน เช่น การใช้เทคนิคการตีหน้าเน็ตเป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสร้างและทดสอบสมมติฐานของเทคนิคการตีหน้าเน็ตทำให้เอาชนะคู่แข่งได้

4) การสำรวจและตรวจสอบ (investigation) คือ การทดสอบสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต ข้อมูลที่ใช้ไม่ได้รวบรวมมาจากการสังเกตโดยตรง แต่เป็นข้อมูลที่ได้รับการยืนยันและเป็นที่ยอมรับของคนโดยทั่วไป ประกอบด้วย

#### 4.1) ข้อมูลข่าวสาร (information) ได้แก่

- ข้อมูลข่าวสารที่อธิบายความรู้ (details) คือ การใช้ความรู้เฉพาะทางในการสำรวจและตรวจสอบเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต เช่น ในการศึกษาการลอบสังหาร John F. Kennedy เมื่อปี 1963 ได้เกิดข้อโต้แย้งจำนวนมากขึ้น ภาระงานที่นักเรียนได้รับมอบหมายคือ การระบุข้อโต้แย้งหนึ่งข้อ เกี่ยวกับเหตุการณ์และสำรวจตรวจสอบว่ามีข้อมูลใดบ้างเกี่ยวข้องกับข้อโต้แย้งนั้น

- การจัดลำดับความคิด (organizing ideas) คือ การใช้ความรู้เกี่ยวกับหลักการหรือข้อสรุปในการสำรวจและตรวจสอบเหตุการณ์ในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต เช่น ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของมหาสมุทรกับผิวของน้ำแข็งขั้วโลก ประกอบกับการใช้หลักการในการสำรวจและตรวจสอบ ทำให้ทำนายได้ว่าในอีก 30 ปีข้างหน้า อาจเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมโลกหากอุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น 5 องศาเซลเซียส

#### 4.2) กระบวนการทางความคิด (mental procedures) ได้แก่

- ทักษะทางความคิด (mental skill) คือ การใช้ทักษะหรือความรู้เกี่ยวกับทักษะทางความคิดเป็นเครื่องมือในการสำรวจและตรวจสอบเหตุการณ์ในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต เช่น การอ่านแผนที่เฉพาะได้มีความสำคัญต่อการสำรวจและตรวจสอบได้ว่าเหตุใดในปี 1990 รัฐโคโลราโดจึงมีพื้นที่มากที่สุด

- กระบวนการทางความคิด (mental processes) คือ การใช้ทักษะและความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางความคิดเป็นเครื่องมือในการสำรวจและตรวจสอบเหตุการณ์ในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต เช่น การใช้ฐานข้อมูลอินเทอร์เน็ตตรวจสอบการพิจารณาของผู้สืบค้นว่าความถูกต้องหรือไม่ถูกต้องเกี่ยวกับเหตุการณ์ในสงครามโลกครั้งที่ 2

จากการศึกษาองค์ประกอบและพฤติกรรมความสามารถในการใช้ความรู้ที่เสนอโดย Bloom Anderson และ Marzano ได้กล่าวองค์ประกอบและพฤติกรรมในแนวทางที่แตกต่างกัน คือ Bloom กล่าวถึงองค์ประกอบและพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการแสดงความสามารถในการแก้ปัญหา Anderson กล่าวถึงองค์ประกอบและพฤติกรรมโดยแบ่งตามลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาที่คุ้นเคยกับที่ไม่คุ้นเคย และ Marzano แบ่งองค์ประกอบและพฤติกรรมตามกระบวนการการใช้ความรู้ในรูปแบบต่างกัน อย่างไรก็ตามพฤติกรรมความสามารถในการใช้ความรู้ไม่ได้แตกต่างกัน กล่าวคือเป็นการใช้ความรู้ที่อยู่ในรูปแบบของข้อมูลข่าวสาร หลักการ ข้อเสนอ วิธีการ หรือกระบวนการ โดยอาศัยความคิดทางด้านทักษะและด้านกระบวนการของผู้ที่จะใช้ความรู้ ซึ่งอยู่ในลักษณะที่เป็นการตัดสินใจ การแก้ปัญหา การสืบสอบ หรือการสำรวจและตรวจสอบ และใช้ความรู้ในบริบทที่เป็นสถานการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาใหม่

### 3.3 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการใช้ความรู้ ต้องอาศัยสถานการณ์ปัญหาที่ใหม่ และดึงดูดความสนใจของนักเรียน โดยที่นักเรียนไม่เคยเจอสถานการณ์ปัญหานี้ในห้องเรียนมาก่อน ปัญหาควรจะสามารถแก้ไขได้โดยใช้หลักการและข้อสรุปที่เหมาะสม และปัญหาควรทดสอบพฤติกรรมความสามารถในการใช้ความรู้หนึ่งพฤติกรรมหรือมากกว่านั้น

3.3.1 แบบทดสอบที่ใช้ประเมินตามพฤติกรรมความสามารถในการใช้ความรู้ของ Bloom มีดังต่อไปนี้

1) ระบุหลักการที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับปัญหาใหม่ได้ และบอกได้ว่าหลักการที่เกี่ยวข้องนั้นมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา

ลักษณะของแบบทดสอบ ปัญหาประเภทนี้ นักเรียนไม่จำเป็นต้องแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ สิ่งที่นักเรียนต้องทำ คือ กำหนดหลักการหรือข้อสรุปที่เหมาะสม นั่นคือ นักเรียนต้องบอกว่าปัญหาเกี่ยวกับอะไร และหลักการหรือข้อสรุปใดที่เกี่ยวข้อง เป็นประโยชน์ หรือตรงประเด็น ดังตัวอย่างนี้

### ตัวอย่าง

จากข้อเท็จจริงแต่ละข้อด้านล่างนี้ ให้นักเรียนเติมคำตอบที่สอดคล้องกับหลักการลงในช่องว่างเพื่อแสดงว่า ข้อใดเป็นประโยชน์ในการอธิบายข้อเท็จจริงมากที่สุด

#### หลักการ

- ก. แรงเท่ากับมวลคูณความเร่ง
- ข. แรงเสียดทานอยู่ระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุสองชิ้นใดๆ
- ค. การอนุรักษ์โมเมนตัม
- ง. การอนุรักษ์พลังงาน
- จ. ไม่มีข้อใดที่กล่าวมา

- .....1) การปิดประตูอย่างช้าๆ ต้องใช้แรงน้อยกว่าการเปิดประตูอย่างรวดเร็ว
  - .....2) ความเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุตามแนวโค้งไม่สามารถทำให้คงที่ได้
  - .....3) ก้อนอิฐถูกลากด้วยเส้นด้ายไปตามผิวเรียบได้อย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามเส้นด้ายจะขาดหากเส้นด้ายถูกทำให้กระตุก
- 2) ระบุขีดจำกัดของหลักการที่คิดว่าเกี่ยวข้องกับปัญหาได้และข้อยกเว้นของเหตุการณ์และบอกเหตุผลได้ว่าทำไมจึงมีข้อยกเว้นเช่นนั้น

ลักษณะของแบบทดสอบพฤติกรรม ปัญหาที่นำมาทดสอบพฤติกรรมนี้ควรเป็นปัญหาที่รวมการใช้ความรู้ที่นอกเหนือขีดจำกัดของหลักการหรือข้อสรุปต่างๆ กับการใช้หลักการหรือข้อสรุปที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ ปัญหาเหล่านี้มีจุดมุ่งหมายที่จะระบุว่านักเรียนตระหนักถึงภาวะที่อยู่รอบๆ ว่าหลักการหรือข้อสรุปนำมาใช้ได้หรือไม่ นอกจากนี้นักเรียนอาจถูกถามเหตุผลของการนำหลักการหรือข้อสรุปมาใช้ หรือให้อธิบายสิ่งที่ยู่นอกเหนือหลักการหรือข้อสรุปว่ามีความถูกต้อง มีประโยชน์ หรือมีความเกี่ยวข้อง

### ตัวอย่าง

ในการใช้สูตร  $S = 1/2gt^2$  เพื่อคำนวณเวลาที่ทำให้วัตถุตกจากความสูง  $h$  สู่พื้นดิน ปัจจัยใดจะนำมาสู่ความผิดพลาดได้มากที่สุด

- ก. ปัจจัยที่ 1 (การเปลี่ยนแปลงแรงโน้มถ่วง)
- ข. ปัจจัยที่ 2 (การเปลี่ยนแปลงแรงดันอากาศ)

- ค. ปัจจัยที่ 1 สำหรับความสูงที่อยู่เหนือค่าที่แน่นอน ปัจจัยที่ 2 สำหรับความสูงที่อยู่ต่ำลงมา  
 ง. ปัจจัยที่ 2 สำหรับความสูงที่อยู่เหนือค่าที่แน่นอน ปัจจัยที่ 1 สำหรับความสูงที่ต่ำลงมา

3) อธิบายปรากฏการณ์ใหม่ในรูปแบบของหลักการที่ทราบมาก่อน

ลักษณะแบบทดสอบพฤติกรรม ปัญหาในการทดสอบพฤติกรรมนี้ควรรวมปรากฏการณ์ใหม่ คำอธิบายใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่ ที่ต้องถูกอธิบายโดยใช้หลักการหรือข้อสรุป การอธิบายมักจะอยู่ในรูป ก. เกิดขึ้นเพราะ ส. ขณะที่ ส. เป็นหลักหรือข้อสรุป การอธิบายอาจจะใช้หลักการหรือข้อสรุปว่าทำไมบางสิ่งเกิดขึ้น เกิดขึ้นอย่างไร เกิดภายใต้ภาวะใด

ตัวอย่าง

กรดซัลฟิวริกเจือจางทำปฏิกิริยากับแผ่นเหล็ก แต่เหตุใดจึงสามารถเก็บกรดซัลฟิวริกเข้มข้นในขวดเหล็กได้อย่างปลอดภัย

- ก. กรดซัลฟิวริกเข้มข้นมักทำให้เกิดไอออนน้อยกว่ากรดซัลฟิวริกเจือจาง  
 ข. เหล็กอยู่ในกลุ่มที่ทำปฏิกิริยาได้เร็วกว่าไฮโดรเจน  
 ค. ขวดเหล็กสามารถนำความร้อนของปฏิกิริยาออกไปได้  
 ง. เหล็กประกอบด้วยคาร์บอนที่ไม่มีผลต่อกรดซัลฟิวริก  
 จ. ซัลเฟอร์ในกรดซัลฟิวริกเคลือบเหล็กทำให้ปกป้องเหล็กได้

4) ทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับสถานการณ์ใหม่เมื่อใช้หลักการที่เหมาะสมนั้น  
 แก้ปัญหา

ลักษณะแบบทดสอบของพฤติกรรม การทดสอบพฤติกรรมนี้ สถานการณ์ใหม่อาจเป็นการสังเกตโดยทั่วไป หรืออาจจะเป็นสถานการณ์ที่บางสิ่งเกิดขึ้นหรือจะเกิดขึ้น และสถานการณ์ที่นักเรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้น การทำนายอาจเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่น่าจะเกิดขึ้น นักเรียนต้องใช้หลักการหรือข้อสรุปเพื่อทำนายแต่อาจจะไม่ต้องบอกหรืออ้างอิงข้อมูลพื้นฐาน หรือนอกจากนักเรียนจะทำนายแล้วยังต้องบอกข้อมูลพื้นฐานต่อสิ่งที่นักเรียนทำการทำนายด้วย

ตัวอย่าง

สมมติว่าลิฟท์กำลังเคลื่อนที่ลงมาด้วยความเร่งของแรงโน้มถ่วง  $g$  อย่างสม่ำเสมอ ถ้าผู้โดยสารพยายามโยนบอลอย่างขึ้นไป การเคลื่อนที่ของบอลที่อยู่ในลิฟท์จะเป็นอย่างไร

- ก. ยังคงอยู่ตรงจุดที่ผู้โดยสารปล่อย
- ข. อยู่สูงขึ้นไปบนลิฟท์และยังคงอยู่ที่เดิม
- ค. ไม่ได้ขึ้นอยู่ตลอดเวลาแต่จะหล่นลงพื้น
- ง. กระดอนขึ้นแล้วเคลื่อนไปที่พื้นด้วยความเร็วคงที่
- จ. กระดอนขึ้น และเคลื่อนที่ไปที่พื้นด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้น

5) ให้เหตุผลของการกระทำและการตัดสินใจในสถานการณ์ใหม่ โดยใช้หลักการที่เหมาะสม

ลักษณะแบบทดสอบของพฤติกรรม พฤติกรรมนี้เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจทำบางสิ่งบางอย่างตามนโยบาย การปฏิบัติในวิชาชีพปฏิบัติการ แนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์เฉพาะบางอย่างให้ถูกต้อง และใช้หลักการหรือข้อสรุปสนับสนุนหรือให้เหตุผลการปฏิบัติหรือตัดสินใจ

6) บอกเหตุผลที่สนับสนุนการใช้หลักการหนึ่งหลักการหรือมากกว่านั้นในการแก้ไขสถานการณ์

ลักษณะแบบทดสอบพฤติกรรม พฤติกรรมนี้เป็นพฤติกรรมที่ซับซ้อนของการใช้ความรู้ เพราะต้องการให้ผู้ทำแบบทดสอบอธิบายเหตุผลที่ใช้ได้พอๆ กับกำหนดหลักการและข้อสรุปที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ได้รับ

#### ตัวอย่าง

น้ำที่ใช้ในเมืองใหญ่เมืองหนึ่งได้มาจากทะเลสาบขนาดใหญ่ และสิ่งปฏิกูลถูกทิ้งลงในแม่น้ำที่อยู่ต่อจากทะเลสาบ ครั้งหนึ่งแม่น้ำนี้เคยไหลเข้าสู่ทะเลสาบ แต่ในระหว่างยุคน้ำแข็งทิศทางการไหลได้เปลี่ยนไปตรงข้ามกัน คือ น้ำจากทะเลสาบไหลเข้าสู่แม่น้ำ อาจเป็นไปได้ว่าบางทีในระหว่างที่ฝนตกหนักในฤดูใบไม้ผลิ น้ำจากแม่น้ำอาจไหลกลับเข้าสู่ทะเลสาบ ดังนั้น สิ่งใดที่ควรทำเพื่อป้องกันสุขภาพของคนอาศัยอยู่ในเมืองนี้

- ก. ในระหว่างฤดูใบไม้ผลิควรเพิ่มปริมาณสารเคมีที่ใช้ทำความสะอาดน้ำ
- ข. ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะทิ้งสิ่งปฏิกูลลงแม่น้ำควรได้รับการจัดการให้มากขึ้น
- ค. ในระหว่างฤดูใบไม้ผลิควรนำน้ำที่จะใช้มาจากบริเวณที่ไกลออกจากต้นแม่น้ำ

3.3.2 การวัดและประเมินของ Anderson จะกล่าวตามองค์ประกอบของการใช้ความรู้ (Anderson L. W., 2001) ที่ประกอบด้วย 1) การปฏิบัติตามกระบวนการ (executing) 2) การสร้างกระบวนการนำมาปฏิบัติ (implementing) ดังนี้

1) การปฏิบัติตามกระบวนการ (executing) นักเรียนจะได้ทำงานที่คุ้นเคย และรู้ว่า จะดำเนินการตามกระบวนการใดเพื่อให้งานสำเร็จ ตัวอย่างแบบทดสอบในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการคำนวณค่าตัวแปรโดยใช้สูตรวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนได้รับสูตร ความหนาแน่น = มวล/ปริมาตร ให้หาค่าความหนาแน่นของวัสดุที่มีมวล 18 ปอนด์ และปริมาตร 9 ลูกบาศก์นิ้ว หรือจงหาค่า  $X: X^2 + 2X - 3 = 0$  เป็นต้น โดยข้อสอบทั้งสองข้อนักเรียนอาจจะถูกถามเพื่อให้หาเพียงคำตอบ หรือเลือกคำตอบจากตัวเลือก หรือ ให้แสดงวิธีการได้มาของคำตอบด้วย

2) การสร้างกระบวนการนำมาปฏิบัติ (implementing) นักเรียนจะได้แก้ไขปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ดังนั้นรูปแบบการประเมินส่วนใหญ่จะเริ่มต้นด้วยการระบุปัญหา นักเรียนจะถูกถามเพื่อให้กำหนดกระบวนการที่จำเป็นในการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการที่คัดเลือกมาหรือการปรับเปลี่ยนตามความจำเป็น หรือใช้ทั้งกระบวนการที่เลือกมาและปรับเปลี่ยนด้วย

3.3.3 การวัดและประเมินของ Marzano ตามกระบวนการของการใช้ความรู้ ประกอบด้วย 4 กระบวนการ ได้แก่ 1) การทำการตัดสินใจ (decision making) 2) การแก้ปัญหา (problem solving) 3) การสืบสอบเชิงการทดลอง (experimental inquiry) และ 4) การสำรวจและตรวจสอบ (investigation) ดังนี้

1) การทำการตัดสินใจ (decision making) มีวัตถุประสงค์ในการประเมินเพื่อต้องการให้นักเรียนเลือกแนวทางปฏิบัติ โดยคำและกลุ่มคำที่นำมาใช้ในคำถามเพื่อวัดการทำการตัดสินใจ เช่น ตัดสินใจ เลือกสิ่งที่ดีที่สุดจากตัวเลือกที่กำหนดให้ แนวทางใดที่ดีที่สุด ข้อใดเหมาะสมที่สุด เป็นต้น ลักษณะของแบบวัดการทำการตัดสินใจจะใช้แบบวัดที่ให้เติมคำตอบโดยให้เขียนหรือพูดขยายความสั้นๆ หรือใช้แผนผังแสดงกระบวนการที่นำไปสู่การตัดสินใจเลือกแนวทางปฏิบัติ

2) การแก้ปัญหา (problem solving) มีวัตถุประสงค์ในการประเมินเพื่อต้องการให้นักเรียนผ่านพ้นอุปสรรคไปสู่เป้าหมาย โดยคำและกลุ่มคำที่นำมาใช้ในคำถามเพื่อวัดการจำแนกแยกแยะ เช่น แก้ไขปัญหา จะผ่านพ้นอุปสรรคนี้ได้อย่างไร พัฒนาวิธีการเพื่อ ค้นหาแนวทางเพื่อ จะสามารถไปถึงเป้าหมายภายใต้เงื่อนไขนี้ได้อย่างไร เป็นต้น ลักษณะของแบบวัดการจำแนกแยกแยะจะใช้แบบวัดที่ให้เติมคำตอบโดยให้เขียนหรือพูดขยายความสั้นๆ

3) การสืบสอบเชิงการทดลอง (experimental inquiry) มีวัตถุประสงค์ในการประเมินเพื่อต้องการให้นักเรียนสร้างและทดสอบสมมติฐาน โดยคำและกลุ่มคำที่นำมาใช้ในคำถาม

เพื่อวัดการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด เช่น สร้างและทดสอบ ทดสอบความคิดที่เกี่ยวข้องกับ จะเกิดอะไร ขึ้นหาก จะสามารถทดสอบได้อย่างไร สามารถอธิบายได้อย่างไร จากข้อมูลที่อธิบายข้างต้นสามารถ ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นได้อย่างไร เป็นต้น ลักษณะของแบบวัดการจำแนกแยกแยะจะใช้แบบวัดที่ให้ เติมคำตอบโดยให้เขียนหรือพูดขยายความสั้นๆ

4) การสำรวจและตรวจสอบ (investigation) มีวัตถุประสงค์ในการประเมินเพื่อ ต้องการให้นักเรียนทดสอบสมมติฐานที่ใช้โดยการสำรวจจากความคิดเห็นหรือข้อมูลจากการพูดและ การเขียนของผู้อื่น โดยคำและกลุ่มคำที่นำมาใช้ในคำถามเพื่อวัดการสร้างข้อสรุป เช่น สำรวจและ ตรวจสอบ ศึกษาวิจัย ค้นพบ อะไรเป็นสิ่งที่อธิบายลักษณะของ สิ่งนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร ทำไมจึงเกิด เหตุการณ์นี้ขึ้น เป็นต้น ลักษณะของแบบวัดการจำแนกแยกแยะจะใช้แบบวัดที่ให้เติมคำตอบโดยให้ เขียนหรือพูดขยายความสั้นๆ

จากข้อความข้างต้นการวัดและประเมินความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถ เป็นแบบวัดแบบเขียนคำตอบ (Constructed response) หรือแบบเลือกตอบ (Selection answers) หรือแบบวัดที่ให้เติมคำตอบโดยให้เขียนหรือพูดขยายความสั้นๆ โดยข้อสอบจะมีลักษณะสำคัญดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำไปสู่การเรียบเรียงปัญหาใหม่เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา ได้ง่ายขึ้น
2. กำหนดหลักการหรือข้อสรุปที่เกี่ยวข้อง เป็นประโยชน์ หรือตรงกับสถานการณ์ ปัญหา
3. ระบุขีดจำกัดของหลักการหรือข้อสรุปตามสภาพสถานการณ์ปัญหาได้
4. สร้างคำอธิบายใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่ โดยอาศัยหลักการหรือข้อสรุปเป็น ข้อมูลพื้นฐาน
5. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากการใช้หลักการหรือข้อสรุป ซึ่งอาจจะไม่จำเป็นต้อง บอกหรืออ้างอิงข้อมูลพื้นฐาน ผลของการทำนายอาจเป็นการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ก็ได้
6. ตัดสินใจทำบางสิ่งบางอย่าง อาจจะเป็นการกำหนดกระบวนการที่จำเป็นในการ แก้ปัญหาตามนโยบาย หลักการหรือข้อสรุปที่สนับสนุน และให้เหตุผลการปฏิบัติหรือตัดสินใจทำ เช่นนั้น

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### 4.1 งานวิจัยในประเทศ

ครูและนักการศึกษาไทยหลายท่านได้วิจัยเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ที่มีผลต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในหลายด้าน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

โชคชัย ยืนยง (2550) ทำวิจัยเรื่อง การใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมกับ 3 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนในเขตอำเภอเมือง โรงเรียนประจำอำเภอ และโรงเรียนระดับตำบลในเขตชนบทในจังหวัดขอนแก่น โดยจัดการเรียนการสอนเรื่อง พลังงาน หลังจัดการเรียนการสอนประเมินความคิดของนักเรียนด้วยแบบสอบถามแบบเลือกตอบที่เรียกว่า QSETS (questionnaires was used for exploring students' idea about energy-related technological and societal issues) โดยถามนักเรียนใน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อการศึกษารื่องพลังงาน 2) ความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับผลของการศึกษาพลังงานที่มีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3) ค่านิยมและเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการใช้พลังงาน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมของ Yuenyong ช่วยพัฒนาความเข้าใจเรื่อง พลังงาน ส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะการตัดสินใจ และนักเรียนมีเจตคติที่ดีในการเรียน

ธารทิพย์ จันทรมิมา (2551) ทำงานวิจัยเรื่อง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ในการสอนและการเรียนรู้เกี่ยวกับเสียง โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสาน จำนวน 46 คน ใช้เวลา 6 สัปดาห์ โดยใช้กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ของ Yuenyong (2006) โดยการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่ศึกษาพฤติกรรมของการคิดวิเคราะห์ การแสดงออกในระหว่างการเรียนรู้ กิจกรรม การอภิปราย การนำเสนองาน การทำงานที่ได้รับมอบหมาย การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการเขียนสะท้อนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น โดยสามารถเสนอความคิด (ideas) หรือแสดงลักษณะการคิดวิเคราะห์ เช่น การคิดจำแนกประเภท การเปรียบเทียบ และการเห็นข้อแตกต่าง การให้เหตุผล การตีความ การเก็บรวบรวมข้อมูล และการตัดสินใจ และพบว่าจากการเขียนบันทึกในห้องเรียนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมช่วยกระตุ้นนักเรียนให้สนใจเรียนวิทยาศาสตร์

วรารวรรณ ศิริอุเทน and โชคชัย ยืนยง (2552) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้และยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันของนักเรียนเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์



เทคโนโลยีและสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนฝางวิทยายน จังหวัดขอนแก่น จำนวน 48 คน ผู้วิจัยใช้กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมของ Yuenyong (2006) 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหาสังคม 2) หาแนวทางการแก้ปัญหา 3) ต้องการความรู้ 4) การตัดสินใจ 5) กระบวนการทางสังคม ผู้วิจัยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ เป็นการศึกษารายกรณี และบรรยายเชิงวิเคราะห์ตามขั้นตอนการเรียนรู้การกำกับและยุทธศาสตร์การควบคุมการรู้คิด ประกอบด้วย การรวบรวมประสบการณ์เดิม การวางแผนการเรียนรู้ การกำกับและการควบคุมตนเอง การประเมินผล การเรียนรู้ และการเชื่อมโยงประสบการณ์ โดยได้รวบรวมข้อมูลด้วยแบบประเมินพฤติกรรม แบบบันทึกการเรียนรู้ และแบบสัมภาษณ์ แนวคิดดังกล่าวทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีคุณภาพสูงในด้านการเรียนรู้ในทุกขั้นตอน แต่นักเรียนส่วนใหญ่มีคุณภาพต่ำในด้านยุทธศาสตร์การควบคุมการรู้คิด ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น เนื้อหา ตัวผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการฝึกฝนเป็นประจำ

ศักดิ์อนันต์ อนันตสุข (2553) ทำงานวิจัย กระบวนการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพื้านิวเคลียร์สำหรับประเทศไทยจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ของ Yuenyong (2006) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนารายณ์คำผงวิทยา จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 40 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง 3 กลุ่ม และนักเรียนกลุ่มอ่อน 3 กลุ่ม ทำการวิจัยโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้แบบแผนสำหรับการลงรหัส พฤติกรรมกระบวนการตัดสินใจ (ISPED) มีการสังเกตแบบมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ การอนุทิน และผลงานนักเรียน ทำให้นักเรียนทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนสามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้ในการตัดสินใจได้เหมือนกัน โดยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม สามารถพัฒนานักเรียนได้ทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

#### 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Dass (2005) ได้ศึกษาการใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เพื่อเตรียมครูวิทยาศาสตร์ให้มุ่งไปสู่การปฏิรูป โดยทำการศึกษาในวิชาวิธีการวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างของการศึกษาคั้งนี้คือนิสิตครูที่ได้ผ่านการสอนโรงเรียนนอกเขตเมือง 2 กลุ่ม กลุ่มแรกจำนวน 7 คน ชาย 3 คน หญิง 4 คน กลุ่มที่สอง 14 คน ชาย 9 คน หญิง 5 คน นิสิตครูเหล่านี้เรียนวิชาวิธีการวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนี้เป็นวิชาสุดท้ายของการเรียนวิชาการสอน วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ นอกจากการสอนนิสิตครูด้วยการใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ซึ่งประกอบด้วยการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การจูงใจ (Invitation) 2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) การเสนอคำอธิบายและหาคำตอบ (proposing explanations and solutions) 4) การนำไปลงมือปฏิบัติ (Taking action) แล้วยังเป็นการฝึกฝน

นิสิตครูให้ได้รับประสบการณ์ในการใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไปพร้อมกัน การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการใช้แนวทางการวิจัยเชิงคุณภาพโดยวิเคราะห์ข้อมูลจาก 3 แหล่งข้อมูล คือ 1) การบันทึกผลที่สะท้อนมาจากการเรียนการสอน 2) การนำเสนอการสำรวจและตรวจสอบตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ในห้องเรียน 3) การสัมภาษณ์นักเรียนทุกคนในเชิงลึก ตอนปลาย ภาคการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า การใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมในการเรียนการสอนในช่วงแรกนักเรียนมีข้อจำกัดด้านกระบวนการเรียนด้วยแนวคิดนี้ แต่เมื่อนักเรียนได้ฝึกประสบการณ์และคุ้นเคยกับการสอนด้วยแนวคิดนี้ นักเรียนเริ่มเข้าใจกระบวนการและเห็นคุณค่า และทำงานได้อย่างมีความสุข เมื่อเรียนไปจนถึงช่วงปลายภาคการศึกษา นักเรียนพบว่าแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีประโยชน์ต่อการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา นิสิตครูบางคนได้ใช้แนวคิดนี้ในการสอนวิทยาศาสตร์กับนักเรียนทันที อย่างไรก็ตามหลังการเรียนการสอนด้วยแนวคิดนี้ยังมีนิสิตครูบางคนที่เกิดความสับสน กลัว และไม่แน่ใจในความสามารถของตนเองที่จะใช้การสอนด้วยแนวคิดนี้กับนักเรียน

Yager et al (2006) ได้ศึกษาเปรียบเทียบข้อดีของการเรียนการสอนด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมกับการเรียนการสอนโดยใช้หนังสือเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การศึกษาค้นคว้านี้เปรียบเทียบนักเรียนสองกลุ่ม จำนวนกลุ่มละ 26 คน คือกลุ่มแรกสอนด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กลุ่มที่สองสอนโดยใช้หนังสือเรียน Stuart ประเมินนักเรียน 6 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับบทสนทนาประเมินจากข้อสอบย่อย (quiz) 2) ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์วิเคราะห์จากผลการสอบประจำภาคการศึกษา 3) การประยุกต์บทสนทนาประเมินโดยสังเกตการอภิปราย และการตอบคำถามของนักเรียนในห้อง 4) เจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ประเมินโดยใช้คำถามที่พัฒนาจากโปรแกรมการศึกษาเพื่อการประเมินแห่งชาติ (National Assessment of Education Programs, NAEP) ในปี ค.ศ. 1978 5) ความคิดสร้างสรรค์ประเมินจากการสังเกตและการบันทึกความถี่ของการตั้งคำถาม การสร้างคำอธิบายและการเสนอแนะความถูกต้องของการอธิบาย 6) การเรียนรู้และใช้วิทยาศาสตร์ที่บ้านและชุมชนประเมินโดยการสอบถามผู้ปกครองนักเรียนและคนในชุมชน การวิจัยนี้สอนโดยครู 2 คน กลุ่มละ 1 คน ครูทั้งสองคนทำงานร่วมกันตั้งแต่การทำสื่อการสอน การทำข้อสอบ แม้ประสบการณ์การสอนของแต่ละคนจะแตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่าผลการประเมินความรู้เกี่ยวกับบทสนทนาและผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และในด้านที่เหลือนักเรียนกลุ่มที่สอนด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมได้รับการประเมินที่สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้หนังสือเรียน

Yager and Akcay (2008) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับนักเรียนที่เรียนด้วยการ

เน้นใช้หนังสือเรียน ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบ ได้แก่ การรู้ด้านมโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ของวิทยาศาสตร์ทั่วไป การใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์ใหม่ เจตคติที่มีต่อห้องเรียน วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนเกรด 6 – 8 จำนวน ทั้งหมด 52 คน จำนวน 2 ห้องเรียน สอนโดยครู 2 คน ครูคนหนึ่งสอนโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และอีกคนหนึ่งสอนโดยการเน้นใช้หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 1 ภาคการศึกษา มีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการเรียนการสอนในด้านการรู้มโนทัศน์โดยใช้ข้อสอบค วิช ด้านผลสัมฤทธิ์ทั่วไปใช้คะแนนสอบปลายภาคการศึกษา ด้านการใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์ใหม่ ประเมินนักเรียนเป็นประจำโดยให้นักเรียนจดบันทึกการนำความคิดรวบยอดสำคัญไปใช้ใน สถานการณ์ใหม่ได้อย่างไรบ้าง ด้านเจตคติประเมินโดยใช้ข้อคำถามที่มีระดับความพึงพอใจ ด้านการ สร้างสรรค์มี 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 การที่นักเรียนตั้งคำถามหรือมีข้อสงสัย ระดับที่ 2 นักเรียน เสนอคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุดของคำถามที่กำหนด ระดับที่ 3 นักเรียนคิดการทดสอบขึ้นมาใหม่ เพื่ออธิบายคำตอบได้ถูกต้องมากขึ้น ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมไม่ได้มีคะแนนการรู้มโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ที่แตกต่างกับนักเรียนที่เน้นการใช้ หนังสือเรียน แต่นักเรียนที่เรียนด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม สามารถใช้มโนทัศน์ ในสถานการณ์ใหม่ มีเจตคติที่ดี และมีทักษะในการสร้างสรรค์มากกว่านักเรียนที่เรียนโดยเน้นการใช้ หนังสือเรียน

Akcaj และ Yager (2010) ศึกษาผลของแนวคิดการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่มีต่อการเรียนรู้ของนักเรียน 5 ด้าน ได้แก่ มโนทัศน์ กระบวนการ การสร้างสรรค์ เจตคติ และการ ประยุกต์ใช้ความรู้ การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่นำมาศึกษาในครั้งนี้เป็น โปรแกรมการพัฒนาความเชี่ยวชาญของ Chautauqua ที่มีต่อทั้ง 5 ด้าน โดยการสังเกตการสอนของ ครู 12 คน ที่สอนนักเรียนจำนวนทั้งหมด 724 คน ตั้งแต่เกรด 6 – 9 โดยครูแต่ละคนสอนนักเรียน ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม 2 ห้อง ห้องหนึ่งใช้การสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง และ อีกห้องหนึ่งสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูเก็บข้อมูลโดยทดสอบนักเรียนทั้งก่อนและหลังการ เรียนการสอนเป็นเวลา 1 ภาคการศึกษา ด้วยข้อสอบประเมินโดเมนทั้ง 5 ด้าน ที่สร้างขึ้นโดย โครงการ Chautauqua ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที่ พบว่า นักเรียนที่สอนโดยเน้นครูเป็นศูนย์กลางมีความรู้ด้านมโนทัศน์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยเน้น นักเรียนเป็นศูนย์กลาง สำหรับโดเมนอีก 4 ด้าน ได้แก่ กระบวนการ การสร้างสรรค์ เจตคติ และการ ประยุกต์ใช้ความรู้ นักเรียนที่เรียนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางทำคะแนนได้มากกว่านักเรียนที่เรียน โดยเน้นครูเป็นศูนย์กลางอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

## 5. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำไปสู่การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้สังคมนิยม สามารถพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ได้ โดยสรุปเป็นกรอบแนวคิดได้ดังแผนภาพที่ 2



## แผนภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

**แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม**  
 วิทยาศาสตร์อธิบายความจริงของธรรมชาติที่ส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในทางกลับกันความต้องการเทคโนโลยีของมนุษย์ส่งเสริมให้เทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์มีความก้าวหน้า อย่างไรก็ตาม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลกระทบเชิงลบต่อมนุษย์และสังคมด้วย การเข้าใจความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ช่วยทำให้มนุษย์อยู่ในสังคมที่เต็มไปด้วย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างมีคุณภาพชีวิตที่ดี

**หลักการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม** ประกอบด้วย การระบุประเด็นหรือปัญหาที่ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตในระดัต้นบุคคล ครอบครัว ชุมชน และสังคม โดยดำเนินการค้นคว้าข้อมูล แนวทางปฏิบัติ หรือแนวทางแก้ไขอย่างกระตือรือร้น จากแหล่งเรียนรู้ในชุมชนทั้งที่เป็นบุคคลและสื่อการเรียนรู้ในชุมชน เพื่อนำไปเป็นแนวทางปฏิบัติหรือแนวทางแก้ไขปัญหาที่ส่งผลต่อการดำเนินชีวิต และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความเกี่ยวข้องกับตนเองและส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพสังคมในอนาคต

**การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม**

- 1) **ชั้นการจูงใจ** ครูนำเสนอสิ่งเร้าความสนใจ ซึ่งเป็นประเด็นปัญหาส่วนบุคคล และประเด็นทางสังคม และถาให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม จากนั้นถามคำถามสำคัญ
- 2) **ชั้นการสำรวจและค้นหา** นักเรียนรวบรวม ข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ นำมาวิเคราะห์และ จัดกระทำข้อมูล จากนั้นวางแผนการทำงานแต่ละ หน่วยงานปฏิบัติหรือแนวทางแก้ปัญหา
- 3) **ชั้นการนำเสนอคำอธิบายและคำตอบ** นักเรียนนำเสนอแนวทางการปฏิบัติ หรือ แก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนแต่ละครูอภิปราย ร่วมกันและนำข้อเสนอมาปรับปรุงแนวทางการ ปฏิบัติหรือแนวทางแก้ปัญหา
- 4) **ชั้นการนำผลไปปฏิบัติ** นักเรียนปฏิบัติตาม กิจกรรมตามแผนการที่ได้วางแผนไว้ และ เผยแพร่หรือนำเสนอผลการปฏิบัติ แนวทางการ แก้ปัญหา หรือแนวทางปฏิบัติ

**ความสามารถในการวิเคราะห์**  
 วัดได้จากแบบวัดความสามารถ ในการวิเคราะห์ ตาม องค์ประกอบของกรวิเคราะห์ 3 องค์ประกอบได้แก่ การระบุ องค์ประกอบ บอกความสัมพันธ์ และระบุเจตนาธรรมณ์

**ความสามารถในการใช้ความรู้ วิทยาศาสตร์**  
 วัดได้จากแบบวัดความสามารถ ในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ตามพฤติกรรมใช้ความรู้ วิทยาศาสตร์ 3 พฤติกรรม ได้แก่ ระบุโน้ตทัศน์หรือหลักการ ให้ เหตุผลการใช้โน้ตทัศน์หรือ หลักการ ใช้ความรู้แก้ปัญหาและ คาดการณ์ผล

### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดน่าน มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ดำเนินการวิจัย
4. การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two group posttest design ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป แล้วจึงมีการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง แสดงดังแผนภาพที่ 3

แผนภาพที่ 3 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group posttest design

กลุ่มทดลอง	X-----O <sub>2</sub>
กลุ่มควบคุม	~X-----O <sub>2</sub>

- X หมายถึง การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
- ~X หมายถึง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป
- O<sub>2</sub> หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการทดลอง

## 2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

### 2.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 จังหวัดน่าน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

### 2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสา อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

#### 2.2.1 การเลือกโรงเรียน

การเลือกโรงเรียนดำเนินการโดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ โรงเรียนสา อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน เป็นแหล่งของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาเขต 37 จังหวัดน่าน เปิดสอนทั้งระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้โรงเรียนได้ให้การสนับสนุนและการร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

#### 2.2.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เนื่องจากช่วงวัยนี้สามารถตั้งสมมติฐานและใช้เหตุผลเพื่อตอบคำถามโดยอาศัยข้อมูลที่เคยเรียนรู้มาก่อน อีกทั้งสามารถคิดวิเคราะห์ตีความหมายและพัฒนาความคิดที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นได้ (สิริอร วิชาวุธ, 2554) และมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นระดับชั้นที่อยู่ระหว่างมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 ถือเป็นตัวแทนของระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การดำเนินการวิจัยได้จัดทำขึ้นในภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2557 โดยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนภาคเรียนที่ 1 ในปีการศึกษา 2557 มาดำเนินการทดสอบความเท่าเทียมกันของแต่ละห้อง เพื่อเลือกห้องเรียนจำนวน 2 ห้อง ที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เท่าเทียมกันมาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ การทดสอบความเท่าเทียมกันของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ทั้งหมด 7 ห้องเรียน มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS โดยวิเคราะห์ความ

แปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ผลการวิเคราะห์เป็นการรายงานค่าสถิติพื้นฐานของห้องเรียนทั้ง 7 ห้อง ได้แก่ จำนวนนักเรียน ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ช่วงความเชื่อมั่น คะแนนต่ำสุดและสูงสุดของนักเรียนแต่ละห้อง (แสดงในภาคผนวก จ)

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ได้รายงานข้อตกลงเบื้องต้นของ ANOVA เพื่อตรวจสอบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของแต่ละห้องมีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ ด้วยสถิติทดสอบ Levene statistic พบว่าค่าความแตกต่างทางสถิติเท่ากับ .00 น้อยกว่า .05 แสดงว่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละห้องไม่เท่ากัน ดังนั้น การทดสอบภายหลัง (post-hoc test) ต้องเลือกพิจารณาสถิติทดสอบรายคู่ที่ใช้สำหรับความแปรปรวนไม่เท่ากัน ในการวิเคราะห์ทางสถิติในที่นี้คือสถิติทดสอบ Dunnett T3 เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของแต่ละห้องเรียนโดยเปรียบเทียบรายคู่ (pairwise comparisons) โดยพิจารณาจากค่าความแตกต่างทางสถิติที่มากกว่า .05 ที่แสดงว่าคะแนนของการเปรียบเทียบรายคู่ของห้องเรียนไม่มีความแตกต่างกัน ผลปรากฏว่า มีห้องเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 5 คู่ โดยแสดงดังตารางที่ 2 (แสดงในภาคผนวก จ)

**ตารางที่ 2** แสดงคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของห้องเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 5 คู่ ที่มีความเท่าเทียมกันในระดับนัยสำคัญทางสถิติ

คู่ที่	ห้องเรียน	$\bar{x}$	S.D.
1	มัธยมศึกษาปีที่ 2/1	76.14	3.35
	มัธยมศึกษาปีที่ 2/7	79.68	8.34
2	มัธยมศึกษาปีที่ 2/2	63.83	5.09
	มัธยมศึกษาปีที่ 2/3	62.23	6.46
3	มัธยมศึกษาปีที่ 2/2	63.83	5.09
	มัธยมศึกษาปีที่ 2/4	60.31	6.06
4	มัธยมศึกษาปีที่ 2/3	62.23	6.46
	มัธยมศึกษาปีที่ 2/4	60.31	6.06
5	มัธยมศึกษาปีที่ 2/5	52.68	6.23
	มัธยมศึกษาปีที่ 2/6	54.37	2.90

2) เลือกห้องเรียนจำนวน 1 คู่ จาก 5 คู่ ที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพิจารณาข้อมูลพฤติกรรมผลการเรียนของนักเรียนร่วมด้วย



ทั้งนี้อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาปีที่ 2 แนะนำให้เลือกคู่ที่ 4 คือ นักเรียนห้องมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 และ มัธยมศึกษาปีที่ 2/4 เป็นกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากนักเรียนทั้งสองมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เทียบเท่ากัน ซึ่งเท่ากับ 62.23 และ 60.31 ตามลำดับ และมีพฤติกรรมการเรียนในห้องเรียนที่คล้ายคลึงกัน

3) เลือกห้องเรียนเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ด้วยการจับฉลาก ปรากฏว่านักเรียนห้องมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 จำนวน 43 คน ได้เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามการแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และนักเรียนห้องมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 จำนวน 42 คน เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งเรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

### 3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการวิจัยมี 2 ประเภท คือ

#### 3.1 เครื่องมือในการวิจัย คือ

##### 3.1.1 แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

##### 3.1.2 แบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

##### 3.2.1 แผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

##### 3.2.2 แผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

#### 3.1 เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ และแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ โดยนำไปใช้วัดกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังจากที่ได้เรียนตามแผนการจัดการเรียนการสอนครบทุกแผนแล้วเป็นระยะเวลา 1 ภาคการศึกษา โดยมีขั้นตอนการพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือดังต่อไปนี้

##### 3.1.1 แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

การสร้างแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ ได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการวิเคราะห์ เกี่ยวกับนิยาม องค์ประกอบ พฤติกรรมของความสามารถในการวิเคราะห์ จากนั้นระบุพฤติกรรมบ่งชี้

ความสามารถในการวิเคราะห์ที่สอดคล้องตามนิยามและองค์ประกอบ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

2) ศึกษาแนวทางการวัดและประเมินเพื่อกำหนดลักษณะของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ โดยได้กำหนดลักษณะแบบวัดเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จากนั้นดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์โดยการสืบค้นข้อมูล ข่าวสาร บทความ ที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต กับแสงและการมองเห็น และเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและประเด็นทางสังคม โดยพิจารณาเลือกข้อมูล ข่าวสาร บทความที่มีประเด็นเกี่ยวข้องและส่งผลกระทบต่อชีวิตส่วนบุคคลของนักเรียน ครอบครัว ชุมชน หรือคนในสังคม จากนั้นนำมาประมวลและเรียบเรียงเป็นสถานการณ์ข้อมูลข่าวสารที่ใช้ในแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ จำนวน 5 เรื่อง ได้แก่ 1) คอนแทคเลนส์อัจฉริยะ 2) แวนกันแดดตัวช่วยป้องกันตาเสีย 3) คอลลาเจนเข้าใจก่อนใช้ 4) ไขมันทรานส์สารอาหารตัวร้าย 5) ความลับของน้ำ ในแต่ละเรื่อง มีการกำหนดข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ เพื่อวัดความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียน ซึ่งแบ่งเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ระบุองค์ประกอบ บอกความสัมพันธ์ และระบุเจตนาธรรมณ์ รวมแบบวัดที่เป็นข้อคำถามทั้งสิ้น 15 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** แสดงจำนวนข้อคำถามแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ตามองค์ประกอบการวิเคราะห์

สถานการณ์ข้อมูลข่าวสาร	องค์ประกอบการวิเคราะห์			จำนวน (ข้อ)
	ระบุ องค์ประกอบ	บอก ความสัมพันธ์	ระบุ เจตนาธรรมณ์	
“คอนแทคเลนส์อัจฉริยะ”	1	1	1	3
“แวนกันแดดตัวช่วยป้องกันตาเสีย”	1	1	1	3
“คอลลาเจน เข้าใจก่อนใช้”	1	1	1	3
“ไขมันทรานส์สารอาหารตัวร้าย”	1	1	1	3
“ความลับของน้ำ”	1	1	1	3
รวม				15

3) นำแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบเนื้อหาของสถานการณ์ข้อมูลข่าวสารที่แสดงให้เห็นประเด็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถ

ในการวิเคราะห์ และความถูกต้องของการเขียนและการสื่อความหมาย และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ข้อมูลข่าวสาร ข้อคำถามและตัวเลือก จากนั้นจึงแก้ไขปรับปรุงแบบวัดตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4) นำแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (แสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการวิเคราะห์กับสถานการณ์ข้อมูลข่าวสารและข้อคำถาม รวมทั้งตัวเลือกที่เป็นคำตอบของข้อคำถาม และตรวจสอบความถูกต้องของการใช้ภาษา หลังจากให้ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์เรียบร้อยแล้ว ได้นำมาข้อคำถามทั้ง 15 ข้อมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ผลปรากฏว่า ข้อคำถามจำนวน 9 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 และข้อคำถามอีก 6 ข้อ มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.67 ซึ่งเป็นข้อคำถามวัดการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และจัดเรียงลำดับข้อมูล 4 ข้อ และอีก 2 ข้อ เป็นข้อคำถามที่วัดการระบุองค์ประกอบและระบุเจตนากรณีอย่างละ 1 ข้อ (แสดงไว้ในภาคผนวก ง)

นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ สรุปได้ดังนี้

(1) ปรับแก้ไขการเขียนให้กระชับโดยตัดข้อความบางส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อคำถามออก และปรับเปลี่ยนภาษาเขียนให้ถูกต้อง สละสลวย และง่ายต่อการทำความเข้าใจ

(2) ปรับเปลี่ยนข้อคำถามที่ถามข้อเท็จจริงให้เน้นการวิเคราะห์เนื้อหามากขึ้น เช่น คำถามข้อที่ 11 ถามว่า “ไขมันทรานส์เสี่ยงต่อการเกิดโรคใดมากที่สุด” เปลี่ยนเป็น “ไขมันทรานส์เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจอย่างไร” และปรับเปลี่ยนข้อคำถามการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และจัดเรียงข้อมูล โดยให้เปลี่ยนคำถามที่ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลในสถานการณ์ข่าวสาร เช่น คำถามข้อที่ 5 “ข้อใดต่อไปนี้เป็นแว่นกันแดดที่ช่วยป้องกันดวงตาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด” เป็น “แว่นกันแดดที่ดีป้องกันตาเสียได้อย่างไร” ทั้งนี้การปรับเปลี่ยนข้อคำถามดังกล่าวส่งผลให้มีการปรับเปลี่ยนตัวเลือกและตัวลวงให้สอดคล้องกับข้อคำถามด้วย

5) นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดที่สร้างขึ้น แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อให้อาจารย์พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบที่ต้องการวัดตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นนำข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษามาแก้ไขปรับปรุงแบบวัด แล้วส่งให้อาจารย์พิจารณาอีกครั้งก่อนนำไปทดลองใช้กับนักเรียน

6) นำแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนห้อง มัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 42 คน ในช่วงสัปดาห์แรกของการเปิดภาคเรียนที่ 2 ปี

การศึกษา 2557 เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญ .05 กับห้อง มัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ที่เป็นกลุ่มทดลอง และห้อง มัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ที่เป็นกลุ่มควบคุม นำคะแนนแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนห้อง มัธยมศึกษาปีที่ 2/2 มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ เพื่อตรวจหาคุณภาพของแบบวัด จากการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับ พบว่า ค่าความเที่ยงแบบอัลฟามีค่าเท่ากับ 0.55 ถือว่าแบบวัดมีความเที่ยงระดับปานกลาง (ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ, ม.ป.ป.) และจากการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดรายข้อ พบว่า มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.24 – 0.68 ถือเป็นข้อคำถามที่ดี เนื่องจากมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 ตามเกณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และพบว่า มีค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง 0.21 – 0.53 ถือว่าเป็นข้อคำถามที่สามารถจำแนกนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนได้ดี นั่นคือต้องมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (อวยพร เรื่องตระกูล, 2553) (แสดงไว้ในภาคผนวก ง)

### 3.1.2 การสร้างแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

การสร้างแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับนิยาม องค์ประกอบ พฤติกรรมของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ จากนั้นทำการระบุพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องตามนิยามและพฤติกรรม เพื่อนำไปใช้เป็นเกณฑ์พัฒนาแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

2) ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ตามพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ 3 พฤติกรรม ได้แก่ 1) ระบุหลักการ มโนทัศน์ หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการตัดสินใจหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตส่วนบุคคลหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน 2) ระบุเหตุผลหรือหลักฐานที่สนับสนุนการตัดสินใจหรือการแก้ปัญหาส่วนบุคคลหรือปัญหาของชุมชน 3) ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์แก้ปัญหาส่วนบุคคลหรือปัญหาของชุมชนและทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นเมื่อนำหลักการ มโนทัศน์ไปใช้กับประเด็นปัญหา โดยได้กำหนดลักษณะแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นแบบเขียนคำตอบ

แบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยส่วนที่เป็นสถานการณ์ ประเด็น หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ในชุมชนหรือสังคม และอาจส่งผลต่อการดำรงชีวิตส่วนบุคคลของนักเรียน รวมทั้งมีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน แบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ ได้แก่ 1) เมนูอาหารในค่ายพักแรมลูกเสือยุวกาชาด 2) วิธีแก้ไขการ

มองเห็นตัวหนังสือบนกระดาน 3) เต้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยข้อคำถามในแต่ละสถานการณ์วัดครอบคลุมพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ 3 พฤติกรรมดังกล่าวข้างต้นรวมเป็นข้อคำถามทั้งสิ้น 7 ข้อ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 (แสดงไว้ในภาคผนวก ข)

**ตารางที่ 4** แสดงจำนวนข้อคำถามวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

ข้อมูลข่าวสาร ที่นำมาทดสอบ	พฤติกรรมของความสามารถในการใช้ ความรู้วิทยาศาสตร์			จำนวน รวม (ข้อ)
	ระบุหลักการ มโนทัศน์ และ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ที่ใช้	ระบุเหตุผลและ หลักฐานที่สนับสนุน การนำมาใช้	ใช้ความรู้ แก้ปัญหาและ คาดการณ์ผล	
เมนูอาหารในค่ายพักแรม ลูกเสือยุวกาชาด	1	1	1	3
วิธีแก้ไขการมองเห็น ตัวหนังสือบนกระดาน	1	1	-	2
เต้าพลังงานแสงอาทิตย์	1	1	-	2
รวม				7

3) นำแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาและตรวจสอบความสอดคล้องของสถานการณ์กับพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ เนื้อหาในบทเรียนวิทยาศาสตร์ ความถูกต้องเหมาะสมของการเรียบเรียงภาษาเขียนของสถานการณ์และข้อคำถาม จากนั้นแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4) นำแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน (แสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความสอดคล้องของสถานการณ์กับกับพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ เนื้อหาในบทเรียนวิทยาศาสตร์ ความถูกต้องเหมาะสมของการเรียบเรียงภาษาเขียนของสถานการณ์และข้อคำถาม ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์และพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 4 ท่าน พบว่า

คำถามทั้ง 7 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.50 – 0.75 (การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์แสดงไว้ในภาคผนวก ง)

นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

(1) การนำข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับการนำไปสู่การตอบคำถามของนักเรียนออก เพื่อจำกัดกรอบในการตอบคำถามและกระชับเวลาการอ่านข้อมูลของนักเรียน เช่น สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง เมนุอาหารในค่ายพักแรมลูกเสือยุวกาชาด ให้ตัดข้อมูลในตารางปริมาณอาหารที่คนไทยแต่ละวัยควรบริโภคออกบางส่วน

(2) ปรับเปลี่ยนข้อคำถามที่จำกัดคำตอบหรือเป็นคำตอบปลายปิดให้เป็นคำถามที่ให้นักเรียนตอบปลายเปิด เช่น เปลี่ยนจากการถามว่า “การมองกระดานไม่ชัดเจนเกิดจากสาเหตุใด” เป็นการถามให้นักเรียนหาวิธีการแก้ไขเพื่อให้สามารถมองเห็นตัวหนังสือบนกระดานได้ชัดเจนขึ้น

5) นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อให้อาจารย์พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วส่งให้อาจารย์พิจารณาอีกครั้ง ก่อนนำแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

6) นำแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนห้อง มัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 42 คน ในช่วงสัปดาห์แรกของการเปิดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างในระดับนัยสำคัญ .05 กับห้อง มัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ที่เป็นกลุ่มทดลอง และห้อง มัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ที่เป็นกลุ่มควบคุมนำคะแนนแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้อง มัธยมศึกษาปีที่ 2/2 มาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของการให้คะแนนระหว่างผู้ประเมิน 2 คน พบว่า การให้คะแนนของผู้วิจัยมีความสอดคล้องกับอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอน 30 ปี (แสดงไว้ในภาคผนวก ง) จากนั้น นำคะแนนแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ เพื่อตรวจหาคุณภาพของแบบวัดจากการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดรายข้อทั้งหมด 7 ข้อ พบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.17 – 0.42 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง 0.12 – 0.35 (แสดงไว้ในภาคผนวก ง) จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติดังกล่าวจึงได้นำแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์มาปรับปรุงภาษาที่ใช้เขียนข้อคำถาม โดยถามคำถามให้ละเอียดชัดเจนขึ้น เช่น คำถามข้อที่ 1 “อาหารของลูกเสือและ

ยุวกาชาดกอง/หน่วยที่ 1 ดังกล่าวข้างต้น ประกอบไปด้วยสารอาหารที่ครบถ้วนหรือไม่ อย่างไร” เป็น “อาหารของลูกเสือและยุวกาชาดกอง/หน่วยที่ 1 ดังกล่าวข้างต้น ประกอบไปด้วยสารอาหารที่ครบถ้วนหรือไม่ อย่างไร อธิบายให้ครบถ้วนชัดเจน พร้อมทั้งยกตัวอย่างอาหารประกอบสารอาหารแต่ละประเภทด้วย” เป็นต้น

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนการสอน 2 แบบ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง และ 2) แผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปสำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยการพัฒนาแผนการจัดการเรียนการสอนและการตรวจสอบคุณภาพมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวคิดและการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เพื่อให้เข้าใจกรอบของแนวคิดที่เป็นพื้นฐานของการจัดทำแผนการจัดการเรียนการสอนเพื่อนำไปสู่การกำหนดขั้นตอน กิจกรรม บทบาทของครูและนักเรียนที่สอดคล้องการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และวิเคราะห์หัวข้อวัด สาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

3.2.2 ศึกษาเนื้อหาในบทเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 4 เล่ม 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิเคราะห์เนื้อหาบทเรียนวิทยาศาสตร์กับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและสังคม โดยพิจารณาประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน เรื่องราวในชุมชนและสังคมของนักเรียน ผลการวิเคราะห์ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับเนื้อหาบทเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 สรุปได้ดังตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับเนื้อหาบทเรียนวิทยาศาสตร์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

หัวข้อและสาระสำคัญ	ประเด็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน
ธรรมชาติและการสะท้อนของแสง ลักษณะการเดินทางของแสง หลักการสะท้อนของแสง ภาพจากการสะท้อนแสงของวัตถุ ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน	มนุษย์ได้รับความสะดวกสบายจากการนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของแสงและการสะท้อนแสงมาใช้สร้างสิ่งประดิษฐ์ เครื่องมือและอุปกรณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น กระจกตรวจสอร่างกายส่งเสริมบุคลิกภาพให้ดี กระจกรถยนต์ช่วยให้มองเห็นรถคันอื่นหรือสิ่งกีดขวางจึงช่วยลดอุบัติเหตุได้ แผ่นสะท้อนทรงกลมที่ติดตั้งไว้ตามแยกถนนของหมู่บ้านช่วยลดอุบัติเหตุ กระจกช่วยสะท้อนแสงแดดออกนอกอาคารจึงช่วยลดความร้อนภายในอาคาร เป็นต้น ประโยชน์ของเครื่องมือและอุปกรณ์เหล่านี้ที่มีต่อการดำเนินชีวิตส่งเสริมให้นักเรียนมีมุมมองว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางปฏิบัติและแนวทางแก้ปัญหาในชีวิตได้จริง
การหักเหของแสงและการใช้ประโยชน์ ผลที่เกิดจากแสงส่องผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน การมองเห็นวัตถุใต้น้ำ สีของรุ้งเกิดขึ้นได้อย่างไร การหักเหของแสงผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้าภาพที่เกิดจากเลนส์นูน การสะท้อนกลับของแสง หลักการทำงานของทัศนูปกรณ์	มนุษย์ได้รับความสะดวกสบายจากการนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของแสงและการหักเหแสงมาสร้างทัศนูปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น เช่น แว่นตาและคอนแทคเลนส์ ช่วยแก้ปัญหาคาความผิดปกติของสายตาให้มองเห็นได้ชัดเป็นปกติ กล้องถ่ายรูปเก็บภาพที่มีคุณค่าทางจิตใจ กล้องจุลทรรศน์ช่วยให้มองเห็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาได้ เป็นต้น ประโยชน์ของเครื่องมือและอุปกรณ์เหล่านี้ที่มีต่อการดำเนินชีวิตส่งเสริมให้นักเรียนมีมุมมองว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถนำมาใช้หาแนวทางปฏิบัติและแนวทางแก้ปัญหาในชีวิตได้



**ตารางที่ 5** ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับเนื้อหาบทเรียน วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 (ต่อ)

หัวข้อ	ประเด็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน
<p>การมองเห็น            นัยน์ตากับการมองเห็น            ผลของแสงสว่างที่มีต่อการมองเห็น            สีของวัตถุ            การดูกลืนแสงของวัตถุสีต่างๆ            การดูกลืนแสงของวัตถุสีต่างๆ</p>	<p>มนุษย์นำความรู้เรื่องการมองเห็นของดวงตาไปใช้ในการสร้างแว่นตาหรือคอนแทคเลนส์ที่ช่วยบรรเทาความผิดปกติของดวงตา ผลิตรกระจกตาเทียมทดแทนกระจกตาจริงที่เสื่อมสภาพโดยผ่าตัดเปลี่ยนกระจกตา เป็นต้น นอกจากนี้ยังนำประโยชน์ของการมองเห็นสีของวัตถุไปใช้อำนวยความสะดวกและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น สีที่ใช้เป็นสัญญาณจราจรช่วยลดอุบัติเหตุ แสงสีในรายการโทรทัศน์หรือคอนเสิร์ตเพิ่มสุนทรียภาพให้ผ่อนคลาย การใช้วัสดุสีเข้มดูดกลืนแสงของเรือนเพาะพันธุ์พืช เป็นต้น</p>
<p>อาหารและสารอาหาร            การตรวจสอบสารอาหาร            การตรวจสอบวิตามินซี</p>	<p>การดำรงชีวิตประจำวันทุกคนต้องได้รับอาหารเพื่อนำไปใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทของสารอาหารและสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ในแต่ละวันจึงสามารถเลือกบริโภคอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วนได้ ส่งผลให้สุขภาพแข็งแรง สามารถดำเนินกิจกรรมต่างๆ และใช้ชีวิตได้อย่างปกติสุข</p>
<p>ความต้องการสารอาหารและพลังงานของร่างกาย</p>	<p>อาหารมีสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย ร่างกายแต่ละคนต้องการสารอาหารแต่ละประเภทแตกต่างกันตามเพศวัย และกิจกรรมการใช้พลังงานในแต่ละวัน ดังนั้น แต่ละบุคคลต้องสามารถประเมินปริมาณสารอาหารและพลังงานที่ควรได้รับจากอาหารตามเพศ วัย และกิจกรรมการทำงานในแต่ละวันของตนได้ เพื่อสามารถเลือกรับประทานอาหารในปริมาณที่เหมาะสม นอกจากนี้สามารถนำความรู้ด้านอาหาร โภชนาการ และสุขภาพเผยแพร่ให้กับคนในครอบครัว คนในชุมชนหรือสังคมให้มีสุขภาพแข็งแรงด้วย</p>

**ตารางที่ 5** ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับเนื้อหาบทเรียน วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 (ต่อ)

หัวข้อ	ประเด็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน
การเลือกบริโภคอาหาร บันทึกรายการอาหาร สำรวจผลิตภัณฑ์อาหาร	อาหารและผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปมีวัตถุเจือปนหรืออาจมีสารปนเปื้อนอยู่ ผู้บริโภคสามารถเลือกบริโภคอาหารที่มีวัตถุเจือปนได้แต่ต้องมีอยู่ในปริมาณไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะส่งผลเสียและเป็นอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภค และสามารถสังเกตอาหารที่เสี่ยงต่อการมีสารปนเปื้อนและหลีกเลี่ยงที่จะบริโภค นอกจากนี้สามารถเสนอแนวทางปฏิบัติในการเลือกบริโภคอาหารแก่คนในครอบครัว โรงเรียนหรือชุมชน

3.2.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนการสอนรายหน่วยตามเนื้อหาและจำนวนคาบที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 7 โดยการเขียนมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การจูงใจ 2) การสำรวจและค้นหาคำตอบ 3) การเสนอคำอธิบายและหาทางแก้ปัญหา 4) การลงมือปฏิบัติ ซึ่งแตกต่างกับขั้นตอนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นนำ 2) ขั้นกิจกรรม 3) ขั้นสรุป การเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 7

**ตารางที่ 6** เนื้อหาบทเรียนและจำนวนคาบเรียนของแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

แผนที่	เนื้อหาบทเรียน	จำนวนคาบเรียน
1	ธรรมชาติและการสะท้อนของแสง ลักษณะการเดินทางของแสง การสะท้อนของแสง ภาพจากการสะท้อนแสงของวัตถุ ภาพจากกระจกเว้าและกระจกนูน	7

**ตารางที่ 6** เนื้อหาบทเรียนและจำนวนคาบเรียนของแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

แผนที่	เนื้อหาบทเรียน	จำนวนคาบเรียน
2	การหักเหของแสงและการใช้ประโยชน์ ผลที่เกิดจากแสงส่องผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน การมองเห็นวัตถุในน้ำ สีของรุ้งเกิดขึ้นได้อย่างไร การหักเหของแสงผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้าภาพที่เกิด จากเลนส์นูน การสะท้อนกลับของแสง หลักการทำงานของทัศนุปกรณ์	7
3	การมองเห็น นัยน์ตากับการมองเห็น ผลของแสงสว่างที่มีต่อการมองเห็น สีของวัตถุ การดูดกลืนแสงของวัตถุสีต่างๆ การดูดกลืนแสงของวัตถุสีต่างๆ	4
4	อาหารและสารอาหาร การตรวจสอบสารอาหาร การตรวจสอบวิตามินซี	6
5	ความต้องการสารอาหารและพลังงานของร่างกาย	4
6	การเลือกบริโภคอาหาร บันทึกรายการอาหาร สำรวจผลิตภัณฑ์อาหาร	6
	รวม	34

**ตารางที่ 7** การเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม	การเรียนการสอน วิทยาศาสตร์แบบทั่วไป
<p>1. การจูงใจ (Invitation) คือ ขั้นตอนที่ครูกระตุ้นความสนใจ ความสงสัย และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนโดยนำเสนอสถานการณ์ ประเด็นหรือปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันและส่งผลต่อบุคคล โรงเรียน หรือชุมชน จากนั้นครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามสำคัญเกี่ยวกับสถานการณ์ ประเด็นหรือปัญหาที่ครูได้นำเสนอไปแล้ว</p>	<p>1. ชี้นำ คือ ขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนหรือนำนักเรียนทบทวนความรู้เดิมโดยใช้สื่อการเรียนรู้ต่างๆ การถามคำถามเพื่อเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับบทเรียนที่จะได้เรียนต่อไป</p>
<p>2. การสำรวจและค้นหาคำตอบ (Exploration) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนทำการรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นหรือปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ โดยสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย รวมถึงแหล่งเรียนรู้ สื่อ หรือบุคคลในชุมชน แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์และจัดกระทำ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนอาจทำการสังเกตปรากฏการณ์ ทดลอง หรือออกแบบ เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลหรือแนวทางปฏิบัติเบื้องต้นในการหาคำตอบต่อไป</p>	<p>2. ขั้นกิจกรรม คือ ขั้นที่ให้นักเรียนสำรวจค้นหา สำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าหาข้อมูล และลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง</p>
<p>3. การเสนอคำอธิบาย และหาคำตอบ (Proposing explanations and solutions) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ศึกษามาจากขั้นการสำรวจและค้นหาคำตอบ จากนั้นนักเรียนอภิปราย แสดงความคิดเห็น เสนอแนะแนวทางร่วมกัน เพื่อนำไปสู่การระบุผลกระทบต่อสังคมและแนวทางที่นักเรียนหรือบุคคลที่อยู่ในสังคมจะนำไปปฏิบัติ หรือนำไปสู่แนวทางแก้ไขปัญหาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อสังคม</p>	<p>3. ขั้นสรุป คือ ขั้นที่ให้นักเรียนนำผลการศึกษาจากขั้นกิจกรรมมาอภิปรายร่วมกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับครู เพื่อนำไปสู่การสรุปบทเรียนด้วยตนเอง</p>

**ตารางที่ 7** การเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป (ต่อ)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม	การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป
<p>4. การนำไปลงมือปฏิบัติ (Taking action) คือ ขั้นตอนการนำแนวปฏิบัติ แนวทางแก้ไขปัญหา หรือคำตอบที่ได้จากขั้นการเสนอคำอธิบายและคำตอบไปใช้ในชีวิตรประจำวัน ทั้งกับตนเอง บุคคลในครอบครัว นักเรียนในโรงเรียน หรือคนในชุมชน โดยนำไปใช้ในลักษณะต่างๆ เช่น การนำเสนอในรูปแบบโปสเตอร์ เผยแพร่ การทำจดหมายไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การถ่ายทอดความรู้แก่บุคคลที่ได้รับผลกระทบจากประเด็นหรือปัญหา เป็นต้น</p>	

3.2.4 นำแผนการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความสอดคล้องของตัวชี้วัด สารการเรียนรู้แกนกลาง จุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และพิจารณาความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการเรียบเรียงเขียนแผนการจัดการเรียนการสอน จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนการสอนตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.2.5 นำแผนการจัดการเรียนการสอนที่แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามแสดงไว้ในภาคผนวก ก) ตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด สารการเรียนรู้แกนกลาง เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมในแผนการจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล ผลการตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และได้รับข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนการสอน สรุปได้ 6 ประเด็น ดังนี้

1) เพิ่มเติมตัวชี้วัดของสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนและกิจกรรมการเรียนรู้ และเพิ่มเติมจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2) ปรับเปลี่ยนกิจกรรมสร้างความสนใจโดยใช้ข้อมูลทางสถิติ การสนทนาเกี่ยวกับประสบการณ์ของครูหรือของนักเรียน การใช้ภาพเคลื่อนไหว

3) นำลำดับขั้นของการจัดทำโครงการมาใช้เป็นรูปแบบในการวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ที่ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตส่วนบุคคล ประเด็นปัญหาในโรงเรียนหรือชุมชน

4) เพิ่มเครื่องมือประเมินความสามารถในการวิเคราะห์ และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ในหัวข้อการวัดและประเมินผลด้วย และควรมีแบบบันทึกพฤติกรรม แบบบันทึกทักษะกระบวนการ รุปรูปประเมินขณะนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันในห้อง

5) ควรใช้คำให้เหมือนกันตลอดทั้งเอกสาร ทั้งคำที่อยู่ในแผนการจัดการเรียนการสอนและเอกสารกิจกรรม

6) ในการยกตัวอย่างควรยกตัวอย่างสิ่งที่ใกล้ตัวกับนักเรียนก่อนตัวอย่างที่ไกลตัว เพื่อให้ให้นักเรียนลำดับความคิดตามได้

7) ควรเพิ่มระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแต่ละแผนอีกอย่างน้อย 1 ชั่วโมง และเวลาในการจัดกิจกรรมในชั้นลงมือปฏิบัติอาจไม่เพียงพอ

3.2.6 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนการสอนตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำแผนการจัดการเรียนการสอนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อให้อาจารย์ตรวจพิจารณาความสอดคล้องของตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กับกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และการวัดและประเมินผล จากนั้นนำข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษามาปรับแก้ไขแผนการจัดการเรียนการสอนเพื่อนำไปทดลองใช้ต่อไป

3.2.7 นำแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 42 คน ในช่วงสัปดาห์แรกของการเปิดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างในระดับนัยสำคัญ .05 กับห้อง มัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ที่เป็นกลุ่มทดลอง และห้อง มัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ที่เป็นกลุ่มควบคุม ผลการนำแผนการจัดการเรียนการสอนไปทดลองใช้ พบข้อสังเกตและประเด็นปัญหา สรุปได้ดังนี้

1) การจัดการเรียนการสอนใช้เวลาค่อนข้างมาในการอธิบายวิธีการทำการทดลอง เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจ ทำให้ใช้เวลาปฏิบัติทดลองเกินเวลาที่กำหนด ดังนั้นควรจัดทำภาพประกอบ การอธิบายขั้นตอนการทำงานทดลอง ให้กระชับและชัดเจนมากขึ้น

2) นักเรียนไม่คุ้นเคยกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้ ทำให้ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นในการกระตุ้นและให้กำลังใจนักเรียนในการมีส่วนร่วม เช่น นักเรียนไม่ตอบคำถามในชั้นเรียน ความสนใจ ลังเล ในการบันทึกข้อมูลในเอกสารกิจกรรม ไม่กล้าที่จะออกมานำเสนอผลการทดลอง รวมทั้งนักเรียนตอบคำถามไม่ตรงประเด็นกับสิ่งที่ถาม ดังนั้นในคาบเรียนแรกๆ ได้ใช้คำถามที่ง่ายขึ้น หรือบางคำถามที่นักเรียนไม่ตอบครูจึงเริ่มต้นตอบให้นักเรียนก่อน

3) นักเรียนนำเสนอการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์โดยออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ชุมชนและสังคม ในรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน เช่น เรื่องการสะท้อนกลุ่มหนึ่งเสนอว่าแผ่นซีดีถ้านำไปติดรถจักรยานจะสะท้อนแสงได้ในเวลากลางคืนและช่วงลดอุบัติเหตุได้ กลุ่มอื่นๆ เสนอกิจกรรมเกี่ยวกับการสะท้อนแสงของแผ่นซีดีเช่นกันแต่อาจจะนำไปติดรถสิบล้อ ติดรั้วบ้าน ฯลฯ ดังนั้นในคาบแรกๆ ครูควรแสดงตัวอย่างแนวทางที่หลากหลายในการใช้ความรู้ให้นักเรียน

#### 4. การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามขั้นตอนดังนี้

##### 4.1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนการทดลอง

การเตรียมนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป ได้ดำเนินการเช่นเดียวกันเกี่ยวกับการแนะนำวิชาเรียน ชี้แจงจุดประสงค์ การเรียนรู้ และกำหนดข้อตกลงที่ควรปฏิบัติร่วมกันระหว่างการเรียนการสอน สำหรับกลุ่มทดลอง ได้แนะนำนักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ในประเด็นดังต่อไปนี้ 1) ลักษณะและขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม 2) บทบาทของนักเรียนขณะดำเนินการจัดการเรียนการสอน 3) การประเมินกิจกรรมการเรียนรู้

#### 4.2 ขั้นตอนดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลระหว่างการทดลอง

ดำเนินการสอนกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และสอนกลุ่มควบคุมด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป โดยใช้เวลาในการสอนแผนการจัดการเรียนการสอนรายหน่วยทั้ง 6 แผน กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 12 สัปดาห์ 34 คาบเรียน คาบละ 50 นาที โดยทดลองตั้งแต่วันที่ 20 ตุลาคม ถึงวันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2557 ระหว่างนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลองด้วยการสังเกตโดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ และระบุริบประเมินกิจกรรมการลงมือปฏิบัติ

ผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม พบข้อสังเกตเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสรุปได้ดังนี้ หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เป็นเวลา 4 สัปดาห์ นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนไปในทางที่ดีขึ้น กล่าวคือ ในชั้นการจูงใจนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม มีความสนใจและตั้งใจตอบคำถามมากขึ้น รวมทั้งกล้าที่จะถามคำถามที่ตนเองสงสัยระหว่างเรียน ในชั้นการสำรวจและค้นหาคำตอบที่กิจกรรมส่วนใหญ่เป็นการทดลองนักเรียนร่วมกันทำการทดลองมากขึ้น และควบคุมเวลาทำกิจกรรมการทดลองได้ดีขึ้น หลังจากที่ได้นำเสนอแผนภาพขั้นตอนการทำกิจกรรมการทดลองร่วมกับการอธิบายให้นักเรียนฟังด้วย ทำให้นักเรียนลำดับความคิดตามได้ดีขึ้น โดยเริ่มจากการอ่านวิธีการทำการทดลอง การตอบคำถามก่อนการทดลองก่อนลงมือทดลองแล้วบันทึกผลการทดลอง หลังจากนั้นตอบคำถามหลังการทดลองพร้อมทั้งสรุปผลการทดลอง แล้วนำผลมาเขียนลงในกระดาษขนาดใหญ่เพื่อใช้ประกอบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ในชั้นการเสนอคำอธิบายและหาทางแก้ปัญหา นักเรียนสามารถคิดกิจกรรมโครงการได้หลากหลายและแตกต่างกันมากขึ้นเพื่อนำไปสู่การลงมือปฏิบัติในขั้นตอนการจัดการการเรียนขั้นสุดท้าย

อย่างก็ตามนักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม จากนักเรียนทั้งหมด 7 กลุ่ม ได้ลดความกระตือรือร้นและความสนใจในการทำงานลงหลังจากที่มีการปรับแก้ไขงานในชั้นการเสนอคำอธิบายและหาทางแก้ปัญหาหลายครั้ง และสมาชิกกลุ่มไม่ร่วมมือในการทำงาน

#### 4.3 ขั้นตอนดำเนินการหลังการทดลอง

หลังจากดำเนินการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนการสอนทั้ง 6 แผนกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแล้ว ได้ดำเนินการวัดความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ และแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้เวลาในการทดสอบนักเรียนแบบวัดละ 60 นาที



## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS version 11.5 การนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลได้แบ่งเป็น 2 หัวข้อตามเครื่องมือที่นำมาใช้เก็บข้อมูล คือ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดำเนินการ ดังต่อไปนี้

### 5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ต้องการศึกษาข้อมูล 2 ประเด็น ได้แก่ 1) ความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เทียบกับเกณฑ์คะแนนมาตรฐานที่ (T-score) 2) ความสามารถในการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ข้อมูลมีขั้นตอน ดังนี้

5.1.1 การศึกษาคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนแต่ละคนโดยเทียบกับเกณฑ์คะแนนมาตรฐานที่ (T-score) ของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (2537) วิเคราะห์ได้จากการนำคะแนนดิบแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานซี (Z standard) แล้วแปลงคะแนนมาตรฐานซีเป็นคะแนนมาตรฐานที จากนั้นนำคะแนนมาตรฐานทีของนักเรียนแต่ละคนมาเทียบกับเกณฑ์คะแนนมาตรฐานทีที่แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

สูงกว่า T65	ความหมาย	ดีมาก
T55 – T65	ความหมาย	ดี
T45 – T54	ความหมาย	พอใช้
T35 – T44	ความหมาย	อ่อน
ต่ำกว่า T35	ความหมาย	ควรได้รับการพัฒนา

5.1.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป โดยใช้สถิติทดสอบไค-สแควร์ (Chi-Square test) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ในแต่ละระดับของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมและสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test)

independent) แบบมีทิศทาง เพื่อแสดงค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{x}$  ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที่ที่ระดับนัยสำคัญ .05

## 5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการทราบข้อมูล 2 ประการ ได้แก่ 1) ความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ข้อมูลมีขั้นตอน ดังนี้

5.2.1 การศึกษาคะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยเทียบกับเกณฑ์ปกติร้อยละ 70

5.2.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป โดยใช้สถิติทดสอบที่ สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระกัน (t-test independent) แบบมีทิศทาง เพื่อแสดงค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}$  ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที่ที่ระดับนัยสำคัญ .05

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดน่าน มีการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

#### ตอนที่ 1 ความสามารถในการวิเคราะห์

1.1 การศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเทียบกับเกณฑ์คะแนนมาตรฐานที่

1.2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมกับแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

#### ตอนที่ 2 ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

2.1 การศึกษาความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับ แผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

#### ตอนที่ 1 ความสามารถในการวิเคราะห์

1.1 การศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

การศึกษาศักยภาพในการวิเคราะห์ที่ได้นำคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนมาเทียบกับเกณฑ์คะแนนมาตรฐานที่ (T-score) ตามที่สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ซึ่งกำหนดระดับความสามารถเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ อ่อน ควรได้รับการพัฒนา ผลการวิเคราะห์ระดับความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองแสดงดังตารางที่ 8

**ตารางที่ 8** แสดงระดับความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (N = 42) เทียบกับ เกณฑ์คะแนนมาตรฐานที่ (T-score)

เกณฑ์คะแนนมาตรฐานที่	จำนวน (คน)	จำนวนร้อยละ	ระดับความสามารถ
สูงกว่า T65	4	9.52	ดีมาก
T55 – T65	10	23.80	ดี
T45 – T54	16	38.10	พอใช้
T35 – T44	11	26.20	อ่อน
ต่ำกว่า T35	1	2.38	ควรได้รับการพัฒนา

จากตารางที่ 8 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีความสามารถในการวิเคราะห์อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 38.10 ของจำนวนทั้งหมด รองลงมาคือนักเรียนที่มีความสามารถ ระดับอ่อน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 26 และนักเรียนที่มีความสามารถในระดับดี จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 23 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 1 คน มีความสามารถอยู่ในระดับที่ควรได้รับการพัฒนา

#### 1.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์

ความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมกับแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป ได้นำคะแนนแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียน การสอน ผลการวิเคราะห์แบ่งการพิจารณาเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1.2.1 การเปรียบเทียบระดับ ความสามารถในการวิเคราะห์ 1.2.2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ ดังแสดง ในตารางที่ 9 และ 10 ตามลำดับ

### 1.2.1 การเปรียบเทียบระดับความสามารถในการวิเคราะห์

**ตารางที่ 9** การเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คะแนนมาตรฐานที่	ระดับความสามารถ	กลุ่มทดลอง (N = 42)		กลุ่มควบคุม (N=41)		ค่าไค-สแควร์
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
สูงกว่า T65	ดีมาก	4	9.52	4	9.75	0.00
T55 – T65	ดี	10	23.80	9	21.95	0.053
T45 – T54	พอใช้	16	38.10	15	36.58	0.03
T35 – T44	อ่อน	11	26.20	9	21.95	0.20
ต่ำกว่า T35	ควรได้รับการพัฒนา	1	2.38	4	9.75	1.80

$p > .05$

ผลการทดสอบไค-สแควร์ (Chi-Square test) เพื่อเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถในการวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในแต่ละระดับไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 โดยจำนวนนักเรียนส่วนใหญ่ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอยู่ในระดับพอใช้ มีจำนวนเท่ากับ 16 และ 15 คนตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 38.10 และ 36.58 ตามลำดับ รองลงมานักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการวิเคราะห์อยู่ในระดับอ่อน ระดับดี ระดับดีมาก และระดับที่ควรได้รับการพัฒนา ตามลำดับ โดยมีจำนวนของนักเรียนกลุ่มทดลองเท่ากับ 11, 10, 4 และ 1 คนตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 26.20, 23.80, 9.52 และ 2.38 ตามลำดับ และจำนวนของนักเรียนกลุ่มควบคุมเท่ากับ 9, 9, 4 และ 4 คนตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 22.95, 22.95, 9.75 และ 9.75 ตามลำดับ

### 1.2.2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์

**ตารางที่ 10** คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{x}$  ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (N = 42) และกลุ่มควบคุม (N = 41)

องค์ประกอบ การวิเคราะห์	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			t-test
	$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.	$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.	
องค์ประกอบ	1.90	38	1.10	1.61	32	1.05	1.25
ความสัมพันธ์	1.60	32	0.94	1.46	29	1.00	0.62
เจตนาธรรมณ์	2.26	45	0.99	1.54	30	0.98	3.36*
คะแนนรวม	5.76	38	1.93	4.61	28	2.08	2.61*

\*p < .05

ผลการทดสอบที (t-test) พบว่า คะแนนรวมเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยคะแนนรวมเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองเท่ากับ 5.76 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 38 ของคะแนนเต็ม และกลุ่มควบคุมมีคะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28 ของคะแนนเต็ม

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์แบ่งตามองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ระบุองค์ประกอบ บอกความสัมพันธ์ และระบุเจตนาธรรมณ์ พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของการระบุเจตนาธรรมณ์แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 คือกลุ่มทดลองมีคะแนนเท่ากับ 2.26 ของคะแนนเต็ม 5 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 45 ของคะแนนเต็ม ทั้งนี้ ในส่วนของคะแนนการระบุองค์ประกอบและการบอกความสัมพันธ์ พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีคะแนนไม่แตกต่างกัน คือ กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของการระบุองค์ประกอบ บอกความสัมพันธ์ เท่ากับ 1.90 กับ 1.60 ของคะแนนเต็ม 5 คะแนน ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 38 กับ 32 ของคะแนนเต็มตามลำดับ และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 กับ 1.46 ของคะแนนเต็ม 5 คะแนน ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 32 กับ 29 ของคะแนนเต็มตามลำดับ

## ตอนที่ 2 ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป ได้นำคะแนนแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 42 คนและกลุ่มควบคุม จำนวน 41 คน หลังจากการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนการสอนครบทุกแผน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 11

**ตารางที่ 11** คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{x}$  ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (N = 42) และกลุ่มควบคุม (N = 41)

พฤติกรรม	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			t-test
	$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.	$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.	
ระบุมโนทัศน์หรือหลักการ	3.88	30	1.72	1.80	14	1.39	6.05*
ให้เหตุผล							
การใช้มโนทัศน์หรือหลักการ	0.74	12	0.88	0.26	4	0.56	2.97*
การใช้ความรู้แก้ปัญหาและคาดการณ์ผล							
แก้ปัญหาและคาดการณ์ผล	1.48	25	0.89	0.93	16	0.89	2.81*
คะแนนรวม	6.09	24	2.86	2.99	12	2.34	5.41*

\*p < .05

2.1 การศึกษาคะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนรวมเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ 6.09 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 24 ของคะแนนเต็ม 25 คะแนน

2.2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 11

ผลการทดสอบที (t-test) พบว่า คะแนนรวมเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยคะแนนรวมเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองเท่ากับ 6.09 จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 24 ของคะแนนเต็ม และกลุ่มควบคุมมีคะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 2.99 จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 12 ของคะแนนเต็ม

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาคะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์แบ่งตามพฤติกรรมการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คือ การระบุโน้ตหรือหลักการ การให้เหตุผลในการใช้โน้ตหรือหลักการ และการใช้ความรู้แก้ปัญหาและคาดการณ์ผล พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 คือ กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละพฤติกรรมเท่ากับ 3.88, 0.74 และ 1.48 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 30, 12 และ 25 ของคะแนนเต็มในแต่ละพฤติกรรมตามลำดับ และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละพฤติกรรมเท่ากับ 1.80, 0.26 และ 0.93 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 14 4 และ 16 ของคะแนนเต็มแต่ละพฤติกรรม



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดน่าน เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ประชากรที่ศึกษา คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดน่าน สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาเขต 37 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสา อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาชั้นพื้นฐานเขต 37 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 กลุ่ม คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนจัดการเรียนรู้บูรณาการแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม จำนวน 42 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป จำนวน 41 คน เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนทั้งสองกลุ่ม คือ 34 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที จำนวน 12 สัปดาห์ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองด้วยแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.55 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.24 - 0.68 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.21 - 0.53 และแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.17 - 0.42 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.12 - 0.35 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ คือ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{x}$  ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) สถิติทดสอบไค-สแควร์ และสถิติทดสอบที (t-test)

#### สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

- 1) นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม จำนวนร้อยละ 38 มีความสามารถในการวิเคราะห์อยู่ในระดับพอใช้เมื่อเทียบกับเกณฑ์คะแนนมาตรฐานที่
- 2) นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ได้คะแนนรวมเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
- 3) นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70
- 4) นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ได้คะแนนรวมเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

#### การอภิปรายผลวิจัย

ผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ได้คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป การอภิปรายผลการวิจัยนี้ได้แบ่งการนำเสนอเป็น 2 หัวข้อตามตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ 1) ความสามารถในการวิเคราะห์ 2) ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

##### 1) ความสามารถในการวิเคราะห์

นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ได้คะแนนรวมเฉลี่ยของความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และเมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์แยกตามองค์ประกอบของการวิเคราะห์ พบว่า คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์เจตนารมณ์ของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีโอกาสได้ฝึกวิเคราะห์เจตนารมณ์ในขั้นที่ 3 ของขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม นั่นคือ ขั้นตอนการเสนอคำอธิบายและหาคำตอบ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่มได้นำประเด็นที่สนใจมาดำเนินการวางแผนกิจกรรมตามประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตส่วนบุคคล ประเด็นใน

โรงเรียนหรือชุมชนร่วมกันก่อนที่จะดำเนินโครงการที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาไปใช้ใน ชีวิตส่วนบุคคลของนักเรียน คนในครอบครัว โรงเรียน ชุมชนหรือสังคมที่นักเรียนอาศัยอยู่ และหัวข้อ ของการเขียนวางแผนกิจกรรมประกอบด้วย การระบุวัตถุประสงค์และผลที่คาดว่าจะได้รับจากการ ดำเนินโครงการด้วย นักเรียนแต่ละกลุ่มจึงได้มีโอกาสได้วิเคราะห์วัตถุประสงค์ของโครงการร่วมกัน และได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเพื่อนำไปปรับแก้ไขให้สอดคล้องกับกิจกรรมของโครงการและระบุ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติเพื่อให้บรรลุเป้าหมายโครงการ กิจกรรมดังกล่าวช่วย ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดเพื่อระบุถึงเจตนาและคุณค่าที่แฝงอยู่ในโครงการ ด้วยเหตุนี้ นักเรียนกลุ่ม ทดลองจึงมีคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์เจตนาที่มโนทัศน์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของฮาร์ทีย์ จันทรนิมะ (2551) ได้ระบุว่า แนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แสดงให้เห็น จากพฤติกรรมที่เป็นองค์ประกอบของการวิเคราะห์ เช่น การจำแนกประเภท การเปรียบเทียบ การแสดงให้เห็นข้อแตกต่างได้ เป็นต้น และเช่นเดียวกับงานวิจัยของวรารวรรณ ศิริอุเทน และโชคชัย ยืนยง (2552) ได้สรุปว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีความสามารถด้านการเรียนรู้ที่มีคุณภาพสูงในทุกขั้นตอน โดยในขั้นตอนการสอนขั้นที่ 2 คือ การหา แนวทางแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนได้มีการจัดหมวดหมู่คำถาม เรียงลำดับขั้นตอนการ แก้ปัญหา และวิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคจากแนวทางแก้ปัญหาด้วย แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียน การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมทำให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

นอกจากนี้ จากผลการศึกษาระดับความสามารถในการวิเคราะห์เทียบกับคะแนนมาตรฐานที่ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่จำนวนร้อยละ 38 มีความสามารถในการวิเคราะห์ระดับพอใช้ ไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และจำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในแต่ละระดับ ความสามารถไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ความสามารถ ในการวิเคราะห์เป็นทักษะและพฤติกรรมที่ซับซ้อนต้องอาศัยเวลาในการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง สอดคล้อง กับ Bloom et al (1971) ที่ได้กล่าวว่า ความสามารถในการวิเคราะห์เป็นทักษะและพฤติกรรมที่ ซับซ้อน นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย และมีลักษณะ ที่เฉพาะต่อการฝึกฝนการวิเคราะห์โดยมีครูช่วยเหลือและแนะนำ ด้วยเหตุนี้การที่นักเรียนมีเวลากับ กิจกรรมการเรียนการสอนที่ฝึกการวิเคราะห์น้อยจึงส่งผลให้นักเรียนยังไม่สามารถทำการวิเคราะห์ ข้อมูลได้แม่นยำ และนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สังคม ซึ่งต้องวิเคราะห์ข้อมูลจากการสืบค้นเองและจัดเรียงข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยตนเอง

ดังนั้นการฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์จึงต้องอาศัยระยะเวลาฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับการวิจัยของ Dass (2005) ได้ให้ข้อสังเกตว่าในช่วงแรกของการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม นักเรียนมีข้อจำกัดด้านกระบวนการเรียนเพราะไม่คุ้นเคย แต่เมื่อนักเรียนได้ฝึกประสบการณ์และคุ้นเคยกับการสอนด้วยแนวคิดนี้ นักเรียนเริ่มเข้าใจกระบวนการและเห็นคุณค่า นักเรียนจึงทำงานได้อย่างมีความสุข และสามารถพัฒนาตนเองได้ทุกด้านทั้งด้านปัญหา ทักษะกระบวนการ การใช้ความรู้ การสร้างสรรค์ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ดังนั้นการให้เวลานักเรียนได้ปรับตัวจากพื้นฐานการเรียนรู้เดิม สภาพแวดล้อมเดิมที่คุ้นเคยอาจช่วยให้นักเรียนได้คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์สูงขึ้น

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ พบว่าคะแนนความสามารถในการระบุงค์ประกอบและบอกความสัมพันธ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากนักเรียนทั้งสองกลุ่มได้ใช้เวลาส่วนใหญ่ฝึกการระบุงค์ประกอบและบอกความสัมพันธ์ในระหว่างการเรียนรู้จากกิจกรรมสืบสอบหาความรู้ในขั้นตอนที่ 2 ของการจัดการเรียนการสอน นั่นคือ ขั้นตอนการสำรวจและค้นหาคำตอบสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง และขั้นกิจกรรมสำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม ในขั้นตอนนี้ นักเรียนได้ทำกิจกรรมการทดลอง โดยอ่านทำความเข้าใจวิธีการทดลองก่อนลงมือทำการทดลอง กิจกรรมนี้ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกแยกแยะ ระบุประเด็นสำคัญ เรียบเรียงความคิดตามลำดับวิธีการทดลอง และเข้าใจวิธีการทดลองก่อนที่จะลงมือทดลอง และหลังจากการทดลองนักเรียนได้มีโอกาสฝึกวิเคราะห์ข้อมูลในตารางบันทึกผล บอกความสัมพันธ์ของผลการทดลอง และตอบคำถามหลังการทดลองที่นำนักเรียนไปสู่การสรุปผลการทดลอง นอกจากนี้ นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้ทำกิจกรรมที่ต้องสืบค้นข้อมูลจากหนังสือเรียน เอกสารความรู้ และแหล่งการเรียนรู้ในอินเทอร์เน็ต จึงส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกแยกแยะ จับประเด็นสำคัญ หรือแยกแยะข้อมูลที่ไม่สำคัญหรือไม่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลสำคัญหรือเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้

## 2) ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ได้คะแนนรวมเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์แบ่งตามพฤติกรรมการใช้ความรู้ 3 พฤติกรรม ประกอบด้วย การระบุโนทัศน์หรือหลักการ การให้เหตุผลของการใช้โนทัศน์หรือหลักการ และการใช้ความรู้แก้ปัญหาและคาดการณ์ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองได้คะแนนความสามารถในการใช้ความรู้ทั้ง 3 พฤติกรรมสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก

กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 การเสนอคำอธิบายและหาคำตอบ และขั้นที่ 4 การนำไปลงมือปฏิบัติ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดและเสนอกิจกรรมการนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้พัฒนาคุณภาพชีวิตของตนเอง นักเรียนในโรงเรียน คนในชุมชน

กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมในขั้นที่ 3 ขั้นการเสนอคำอธิบายและหาคำตอบ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหาแนวทางปฏิบัติหรือแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย และตัดสินใจเลือกแนวทางใดแนวทางหนึ่งมากำหนดวัตถุประสงค์ และวางแผนดำเนินกิจกรรมและลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงในขั้นตอนที่ 4 ขั้นการนำไปลงมือปฏิบัติ ด้วยเหตุนี้ จึงส่งเสริมให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของการใช้มโนทัศน์หรือหลักการสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ในส่วนของกิจกรรมและแนวทางปฏิบัติที่นักเรียนกลุ่มทดลองได้นำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ เช่น การนำความรู้ด้านอาหารและโภชนาการกับสุขภาพไปใช้ในชีวิตประจำวันของตนเองและคนในครอบครัว และนำไปเผยแพร่ในรูปแบบที่เป็นแผ่นพับเสนอความรู้และแนวทางปฏิบัติแก่นักเรียนในโรงเรียน คนในชุมชน นำความรู้เรื่องการสะท้อนแสงไปสร้างผลงานที่คาดว่าจะสามารถแก้ปัญหาให้กับเกษตรกรในชุมชน และนำความรู้ของการสะท้อนแสงไปใช้ในการปรับปรุงอุปกรณ์ด้านการจราจรของโรงเรียน เป็นต้น ในกิจกรรมการลงมือปฏิบัติดังกล่าว จึงช่วยให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำคะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในด้านการใช้ความรู้แก้ปัญหาและคาดการณ์ผลได้สูงกว่ากลุ่มควบคุม

การที่นักเรียนกลุ่มทดลองได้นำความรู้ไปใช้จริงในชีวิตประจำวันของตนเองและคนรอบข้าง ดังที่กล่าวมาข้างต้นและเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองตั้งแต่การร่วมกันคิดกิจกรรมและดำเนินการจนมาถึงขั้นตอนการนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาไปใช้ ถือเป็นจุดเริ่มต้นให้นักเรียนกล้าคิดและกล้าใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือค้นหาแนวทางปฏิบัติเมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของตนเองและคนรอบข้างมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย สอดคล้องกับการวิจัยของ Yager & Tamir (1993) ที่บ่งชี้ว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสได้ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์ใหม่ในชีวิตส่วนบุคคลและสังคม และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตจริงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความหมาย เช่นเดียวกับการวิจัยของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่าน ได้ระบุว่า การเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ส่งเสริมความรู้ ทักษะ และความสามารถของนักเรียนทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความเชี่ยวชาญ ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสร้างสรรค์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และโดยเฉพาะด้านความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่จัดการเรียนการสอนตามแนวคิด

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมีความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป (Akçay H. & Yager R. E., 2010; Yager R. E. & Akçay H., 2008; Yager S. O. et al., 2006)

อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนรวมเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 24 ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 เนื่องจาก นักเรียนมีประสบการณ์และความรู้ไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกแนวทางปฏิบัติหรือหาแนวทางแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ต้องเผชิญ กล่าวคือ ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนนักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์จริงน้อย หากนักเรียนได้นำความรู้ไปใช้อย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะมีความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น และนักเรียนต้องเข้าใจความรู้ที่จะนำไปใช้อย่างลึกซึ้งจึงจะสามารถใช้ความรู้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียนทั้งที่เป็นสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาส่วนบุคคล ครอบครัว ชุมชน หรือสังคมได้

จากการนำคะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังจากการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนการสอนครบทุกแผนมาหาความสัมพันธ์โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (แสดงไว้ในภาคผนวก จ) พบว่า คะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การที่นักเรียนได้คะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 นั้นเป็นผลเนื่องมาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า มีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 46.87 ซึ่งเป็นคะแนนที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 จึงส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับ Yager & Akçay (2008) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ใหม่และเป็นสถานการณ์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน ต้องอาศัยมโนทัศน์ที่หลากหลายมาประกอบเป็นแนวทางการแก้ไขที่ถูกต้องเหมาะสม การที่นักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์น้อยส่งผลต่อการแก้ปัญหา การให้เวลานักเรียนได้เรียนรู้และค้นคว้ากับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมากขึ้นจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Yager & Tamir (1993) ที่ได้กล่าวว่า การเพิ่มเวลาอย่างเหมาะสมจะส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจและไขข้อข้องใจเกี่ยวกับปัญหาได้อย่างมีความหมายมากขึ้น แม้ว่าในตอนเริ่มต้นนักเรียนจะยังไม่เข้าใจและไม่สามารถนามโนทัศน์ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาใช้ในสถานการณ์ที่ตนเผชิญได้ การเพิ่มเวลานอกจากจะเพิ่มโอกาสในการใช้

มโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องแล้ว ยังเพิ่มจำนวนนักเรียนที่จะสามารถเข้าใจมโนทัศน์ได้มากขึ้นและจะนำไปสู่การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่ได้เพิ่มมากขึ้นด้วย

นักเรียนที่มีความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์นอกจากต้องมีความรู้วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและถ่องแท้แล้ว นักเรียนต้องมีทักษะและกระบวนการทางความคิดที่จะสามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ด้วย โดยการหาแนวทางปฏิบัติหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งในชีวิตประจำวัน ชีวิตส่วนบุคคล ปัญหาในโรงเรียนและชุมชนด้วย ตามที่ Krathwohl (2002) ได้ระบุว่า การควบคุมความคิดทางปัญญาที่ซับซ้อน (complex cognitive operations) เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการตัดสินใจ เป็นต้น ต้องอาศัยความรู้ เจตคติที่ดี และทักษะการควบคุมและการคิดร่วมกันด้วย ทักษะการคิดที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้น คือ ระบบความคิดทางปัญญา (cognitive function) ที่มีความสำคัญต่อการจัดระบบในการทำงานและในสังคม เช่น การเรียกกลับข้อมูล (recalling) การเปรียบเทียบ (comparing) การจัดกลุ่ม (classification) การจัดหมวดหมู่ (categorizing) การเรียงลำดับ (ordering) การเข้าใจถึงความสัมพันธ์ (understanding relationship) และการประเมินผล (evaluation) เป็นต้น ระบบการคิดข้างต้นประกอบด้วยทักษะการวิเคราะห์ด้วย ดังนั้น การวิเคราะห์จึงส่งผลต่อความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เช่นกัน การที่นักเรียนกลุ่มทดลองได้คะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ต่ำ อาจเนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการวิเคราะห์ที่อยู่ในระดับพอใช้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ramsey (1993) ที่พบว่า นักเรียนที่จะสามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์กับประเด็นทางสังคมได้ต้องมีทักษะที่จำเป็น เช่น การวิเคราะห์ การประเมินและการสังเคราะห์ เป็นต้น

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการทดลองไปใช้

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเป็นขั้นตอนการเรียนการสอนที่ครูสามารถพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์และการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้พัฒนาขึ้นได้ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้มีข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน ดังนี้

1) ศึกษาบทเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และวิเคราะห์เรื่องราวหรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียนชวนนักเรียนคิดในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตนเอง ครอบครัวยุ ชุมชน หรือประเด็นสำคัญทางสังคมที่กำลังเป็นที่สนใจ ตัวอย่างเช่น อันตรายของการใส่บิกินี โรคต่อกระฉก อันตรายจากจอมือถือและคอมพิวเตอร์ เห็ดพิษ หมอกควัน น้ำแล้ง เป็นต้น เรื่องและประเด็นที่สนใจจะนำไปสู่

การปฏิบัติ การนำความรู้ไปใช้หรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงกับชีวิตของนักเรียน ครอบครัว นักเรียนในโรงเรียน คนในชุมชน

2) ในกรณีที่นักเรียนคุ้นเคยกับการเรียนที่เน้นหนังสือเรียน ครูควรเริ่มต้นใช้คำถามที่ง่ายหรือนำนักเรียนสนทนาด้วยประเด็นที่เป็นประสบการณ์ของนักเรียน รวมทั้งมีการให้กำลังใจและให้การเสริมแรงเมื่อนักเรียนตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น หรือมีส่วนร่วมในการเรียน ทั้งนี้ในคาบเรียนแรกๆ ครูควรเตรียมแนวทางหรือตัวอย่างการแก้ไขปัญหา หรือแนวทางปฏิบัติไว้หลายๆ แนวทางเพื่อแนะนำแก่นักเรียน เนื่องจากนักเรียนเคยชินกับการเรียนที่ครูบรรยายหรือทำกิจกรรมที่ครูเป็นผู้กำหนดให้มาโดยตลอด ดังนั้น การเปลี่ยนให้มาเรียนรู้ด้วยการคิดริเริ่มด้วยตนเองจึงเป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียน ตัวอย่างเช่น การแสดงตัวอย่างการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงที่ใช้คำนวณความสะกดหรือแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง เช่น แสดงภาพบ้านหรือเฟอร์นิเจอร์ที่ออกแบบด้วยกระจกกระจกนูนติดตรงทางแยกในชุมชนที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ การถ่ายรูปแพชั่นโดยนำกระจกมาใช้ทำให้ภาพมีมิติมากขึ้น เป็นต้น

3) กรณีที่แนวทางการแก้ปัญหาหรือการปฏิบัติของนักเรียนเกี่ยวข้องกับการอ่าน และการเขียน เช่น หากนักเรียนมีพื้นฐานการเขียนที่ไม่ดีพอ ย่อมส่งผลถึงคุณภาพของผลงาน ครูควรมีเทคนิคเพื่อฝึกฝนการอ่านและการเขียนในระหว่างการจัดการเรียนการสอนด้วยหรือร่วมมือกับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยให้มาช่วยพัฒนาทักษะการอ่านและเขียนของนักเรียน

## 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม จากผลการวิจัยครั้งนี้ พบข้อสังเกตที่นำไปสู่การเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

1) จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมได้คะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และเมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ดังนั้น การวิจัยครั้งต่อไปจึงควรศึกษาตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมด้วย เพื่อยืนยันว่าการที่นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ระดับต่ำ เป็นผลเนื่องมาจากนักเรียนมีความรู้ระดับต่ำด้วย ซึ่งบ่งชี้ด้วยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2) เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ได้ให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการศึกษาค้นคว้า สืบรวจตรวจสอบ และทำการทดลอง รวมทั้งนำผลการศึกษามาใช้กำหนดแนวทางแก้ไขปัญหา ตลอดจนนำแนวทางดังกล่าวไปลงมือปฏิบัติจริง การที่



นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานร่วมกัน ตั้งแต่การวางแผน การดำเนินการ หรือการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้จนงานสำเร็จได้นั้น นำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาร่วมกัน (collaborative problem solving) ซึ่งจัดว่าเป็นความสามารถสำคัญที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในยุคศตวรรษที่ 21 และความสามารถนี้ยังเป็นความมุ่งหมายที่เน้นในการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) 2015 ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยการนำแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มาใช้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาร่วมกัน

3) การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ นักเรียนต้องได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ บุคคลากรในชุมชนผู้มีความรู้เกี่ยวกับประเด็นที่นักเรียนศึกษา หรือสนทนากับคนในชุมชน และต้องมีการนำเสนอผลการปฏิบัติต่อสาธารณะ และสื่อสารข้อมูลสารสนเทศหรือวิธีการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นได้เข้าใจ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งในระดับตนเอง ครอบครัว โรงเรียน และชุมชน และความสามารถในการสื่อสารเป็นทักษะหนึ่ง (communication) ที่จำเป็นต่อการพัฒนาพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นจึงควรมีการศึกษากิจการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่ช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารให้กับนักเรียน

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กมลพร อยู่สบาย. (2554). เทคโนโลยีชีวภาพ บำบัดสารเคมีปนเปื้อนในน้ำ. <http://wqm.pcd.go.th>
- ชนาธิป พรกุล. (2551). การออกแบบการสอน การบูรณาการการอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการเขียน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โชคชัย ยืนยง. (2550). การใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.
- ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ. (ม.ป.ป.). เอกสารคำสอน วิชา 2756627 วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา.
- ทิศนา แคมมณี. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ธารทิพย์ จันทรมิมา. (2551). ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ในการสอนและการเรียนรู้เกี่ยวกับเสียง โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. [www.recsam.edu.my](http://www.recsam.edu.my)
- นฤมล ยุตาคม. (2542). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ศึกษาสารปริทัศน์, 14(3), 29 - 48.
- ประภาภัทร นิยม. (2557). ทำไมต้องปฏิรูปการศึกษา ใครจะปฏิรูปการศึกษา. <http://asinews.org/education/wp-content/download/reform.pdf>
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภูเบศร์ สมุทรจักร. (2009). Network-based society โลกยุคหลัง knowledge-based. [http://www.dpu.ac.th/laic/upload/content/file/article\\_instructor/ta57/14\\_81\\_2\\_552.pdf](http://www.dpu.ac.th/laic/upload/content/file/article_instructor/ta57/14_81_2_552.pdf)
- มูลนิธิชีววิถี. (2554). ผลกระทบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อสุขภาพคนไทย. <http://www.biothai.net>
- โรงพยาบาลน่าน. (2554). รายงานประจำโรงพยาบาลน่าน 2554. น่าน: โรงพยาบาล.
- วราวรรณ ศิริอุเทน, & โชคชัย ยืนยง. (2552). การพัฒนากระบวนการเรียนรู้และยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันของนักเรียนเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. [www.nst.or.th/nst-conf](http://www.nst.or.th/nst-conf)

- วิจารณ์ พาณิช. (2555). วิธีการเรียนรู้ครูเพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21 Retrieved from [www.noppawan.sskru.ac.th/data/learn\\_c21.pdf](http://www.noppawan.sskru.ac.th/data/learn_c21.pdf)
- ศักดิ์อนันต์ อนันตสุข. (2553). กระบวนการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนิวเคลียร์สำหรับประเทศไทยจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม. [gsbooks.gs.kku.ac.th/54/grc12/files/hmp18.pdf](http://gsbooks.gs.kku.ac.th/54/grc12/files/hmp18.pdf)
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. ประกาศและรายงานผลสอบโอเน็ต. [www.niets.or.th](http://www.niets.or.th)
- สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2557). การกำหนดแนวทางการพัฒนาการศึกษาไทยกับการเตรียมความพร้อมสู่ศตวรรษที่ 21: กระทรวงศึกษาธิการ, สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). แนวคิดของการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. [www.ipst.ac.th](http://www.ipst.ac.th)
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย: การพัฒนาการและภาวะถดถอย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ Retrieved from <http://pisathailand.ipst.ac.th/?p=241>
- สำนักงานกองทุนสร้างเสริมสุขภาพ. (2555). วิจัยพื้นที่หมอกควันเสี่ยงมะเร็ง. [www.thaihealth.or.th](http://www.thaihealth.or.th)
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, ส. (2552). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2554). โรคขาดสารไอโอดีน [www.fda.moph.go.th](http://www.fda.moph.go.th)
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2553). แผนการศึกษาแห่งชาติฉบับปรับปรุง (พ.ศ. 2552 - 2559). กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิค.
- สิริอร วิชชาวุธ. (2554). จิตวิทยาการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: พิมพ์ดี.
- อวยพร เรืองตระกูล. (2553). สถิติประยุกต์ทางพฤติกรรมศาสตร์ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: ภาควิชาและจิตวิทยาการศึกษา.

### ภาษาอังกฤษ

Aikenhead G. S. (2003). STS education: a rose by any other name.

[www.usask.ca/education/people/aikenhead](http://www.usask.ca/education/people/aikenhead)

Akca H., & Yager R. E. (2010). The impact of a science/technology/society teaching approach on student learning in five domains. *Electronic Journal of Science Education and Technology*, 19.

Anderson L. W. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing*. New York: Longman.

Bloom B. S. (1971). *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill.

Blunck S. M., & Yager R. E. (1993). The Iowa Chutauqua Program: A proven in-service model for introducing STS in K-12 classroom. [userpages.umbc.edu](http://userpages.umbc.edu)

Carin A. A. (1993). *Teaching science through discovery*. New York: Macmillan

Chiappetta L., & Koballa R. (2010). *Science instruction in the middle and secondary schools: developing fundamental knowledge and skills*: Pearson Education.

Dass P. M. (1999). An STS approach to organizing a secondary science methods course: preliminary findings.

Dass P. M. (2005). Using science/technology/society approach to prepare reform-oriented science teachers: the case of a secondary science method course. [www1.chapman.edu/ITE/15dass.pdf](http://www1.chapman.edu/ITE/15dass.pdf).

Enger S. K., & Yager R. E. (2001). *Assessing student understanding in science*: Corwin Press.

- Hassard J., & Dias M. (2009). *The art of teaching science: inquiry and innovation in middle school and high school* (2 ed.). New York: Routledge.
- Hull R. (1993). *ASE secondary science teacher's handbook*: simon & schuster education.
- Mansour N. (2009). science-technology-society (STS): a new paradigm in science education. [bst.sagepub.com](http://bst.sagepub.com)
- Marzano R. J., & Kendall J. S. (2008). *designing & assessing educational objectives : applying the new taxonomy*. United State of America: Corwin Press.
- Partnership 21. (2012). Framework for 21st century learning. <http://www.p21.org/>
- Penick J. E. (1984 ). science at work in the real world. [www.ascd.org](http://www.ascd.org)
- Ramsey J. (1993). The science education reform movement: Implications for social responsibility. *Science Education*, 77(2).
- Yager R. E., & Akcay H. (2008). comparison of student learning outcomes in middle school science classes with an STS approach and a typical textbook dominated approach. On *Research in Middle level Education*.
- Yager R. E., & Tamir P. (1993). STS approach: reasons, intentions, accomplishments and outcomes. *Science Education*, 77(6), 637 - 658.
- Yager S. O., Lim G., & Yager R. E. (2006). The advantages of an STS approach over a typical textbook dominated approach in middle school science. <http://onlinelibrary.wiley.com>
- Ziman J. M. (2008). *Teaching and learning about science and society* New York: Cambridge University Press.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

#### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนการสอน

รองศาสตราจารย์ ดร. เสาร์รัตน์ ภัทรฐิตินันท์	ข้าราชการบำนาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตร ศูนย์วิจัย และพัฒนาการศึกษา
อาจารย์ ดร. พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
อาจารย์พวงทอง ชมภูมิ่ง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสา จังหัดน่าน

#### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

รองศาสตราจารย์ ดร. นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์	สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราชา
รองศาสตราจารย์ ดร. สมใจ เฟ็งปรีชา	ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ดร.ปรีชาญ เดชศรี	รองผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี

#### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

ดร.ปรีชาญ เดชศรี	รองผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี
อาจารย์ ดร. พิรุณ ศิริศักดิ์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ (วิจัยและพัฒนา) โรงเรียนราชินีบน
อาจารย์ นฤจิต กุลเจริญ	สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสา จังหัดน่าน
อาจารย์ ชรินทร์ ทะยศ	สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสา จังหัดน่าน





ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์
2. ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

## 1. แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

นิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมความสามารถในการวิเคราะห์ที่ต้องการวัด

สิ่งที่ต้องการวัด	นิยามเชิงปฏิบัติการ	พฤติกรรมที่ต้องการวัด
1. ระบุองค์ประกอบ	แยกแยะองค์ประกอบสำคัญหรือมีความสัมพันธ์กันและองค์ประกอบที่ไม่สำคัญและไม่สัมพันธ์กัน ซึ่งแฝงเป็นนัยอยู่ในข้อมูลข่าวสาร	1) แยกแยะคำ กลุ่มคำ และข้อความที่อยู่ในข้อมูลข่าวสารตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ 2) แยกแยะข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็นที่อยู่ในข้อมูลข่าวสารออกจากกัน 3) แยกแยะ ลงความเห็นถึงคุณลักษณะของข้อความที่กล่าวไว้ในข้อมูลข่าวสาร เพื่อระบุข้อความที่เป็นประเด็นหลัก ประเด็นย่อย ข้อสันนิษฐาน ข้อความสนับสนุนข้อสันนิษฐาน ข้อสรุป ข้อความสนับสนุนข้อสรุป และข้อความที่ไม่เกี่ยวข้อง
2. บอกความสัมพันธ์	การระบุความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่อยู่ในข้อมูลข่าวสาร และทราบถึงการเชื่อมโยงขององค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบกับโครงสร้างโดยรวมที่อยู่ในข้อมูลและข่าวสาร	1) ลงความเห็นและระบุถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหนึ่งกับอีกองค์ประกอบหนึ่งที่อยู่ในข้อมูลข่าวสาร 2) ระบุหลักการในการจัดเรียงลำดับหรือจัดรูปแบบของข้อมูลข่าวสาร
3. ระบุเจตนาารมณ์	การระบุเจตนา มุมมอง คุณค่า หรือจุดประสงค์ของการสื่อความหมายของข้อมูลข่าวสารที่อาจจะไม่ได้กล่าวไว้ในข้อมูลข่าวสารโดยตรง	1) ค้นพบหลักฐานสนับสนุนและลงความเห็นถึงกรอบแนวคิด มุมมอง จุดมุ่งหมายของผู้เขียนข้อมูลข่าวสาร

จำนวนข้อของแบบวัดแบ่งตามองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์

สถานการณ์ข้อมูลข่าวสาร	องค์ประกอบความสามารถในการวิเคราะห์			จำนวน รวม (ข้อ)
	ระบุ องค์ประกอบ	บอกความสัมพันธ์	ระบุ เจตนาธรรม	
“คอนแทคเลนส์อัจฉริยะ”	1	1	1	3
“แว่นกันแดดตัวช่วยป้องกันตาเสีย”	1	1	1	3
“คอลลาเจน เข้าใจก่อนใช้”	1	1	1	3
“ไขมันทรานส์สารอาหารตัวร้าย”	1	1	1	3
“ความลับของน้ำ”	1	1	1	3
รวม				15

## แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

### คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้เป็นแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วยสถานการณ์ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี โภชนาการ และสุขภาพ และในแต่ละเรื่องมีข้อคำถามประเมินความสามารถในการวิเคราะห์ 3 องค์กรประกอบ
2. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก มีข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ รวมเป็น 10 หน้า และให้เวลาในการทำแบบวัด 1 ชั่วโมง
3. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ข้อมูลข่าวสารและข้อคำถามให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ตอบคำถามโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้

## ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

ให้นักเรียนอ่านบทความ เรื่อง คอลลาเจน...เข้าใจก่อนใช้ แล้วตอบคำถามข้อ 7 - 9

### คอลลาเจน.....เข้าใจก่อนใช้

ทุกวันนี้ผู้อ่านได้ทราบจากสื่อโฆษณาต่างๆ ว่าคอลลาเจนสามารถบำรุงผิวหนังและลดเลือนริ้วรอย ทำให้ผิวขาวกระจ่างใส และหาซื้อได้ในรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ

คอลลาเจน คือ โปรตีนชนิดหนึ่ง มีหน้าที่เสริมความแข็งแรงให้กับเนื้อเยื่อของร่างกาย คอลลาเจนมีอยู่ในผิวหนัง กระดูก กระดูกอ่อน หลอดเลือด ทำให้เนื้อเยื่อแข็งแรงไม่ยุบยุบมร่างกายมีคอลลาเจนอยู่ไม่น้อย โดยพบว่ามีปริมาณคอลลาเจนถึงหนึ่งในสามของปริมาณโปรตีนที่มีทั้งหมดในร่างกาย และมีมากที่สุดที่ในผิวหนัง

คอลลาเจนเองก็เป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง เมื่อรับประทานเข้าไปไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบยาเม็ด ยาผงละลายน้ำดื่ม เมื่อเข้าสู่ร่างกายต้องผ่านกระบวนการย่อยก่อน โปรตีนทุกชนิดจะถูกเอนไซม์หลายชนิด ในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กย่อยสลาย จากโปรตีนที่เป็นสายยาวจะถูกเอนไซม์ตัดจนเป็นหน่วยที่ เล็กที่สุด คือกรดอะมิโน แล้วร่างกายจะดูดซึมกรดอะมิโนเพื่อนำไปประกอบกันขึ้นใหม่เป็นโปรตีนที่ร่างกายจำเป็นต้องใช้รวมทั้งคอลลาเจนด้วย ในการสร้างคอลลาเจนร่างกายจะนำกรดอะมิโนมาเรียงต่อกันเป็นสาย ร่วมกับการทำงานของสารประเภทโคแฟกเตอร์ในร่างกาย เช่น กรดวิตามินซี สังกะสี แมงกานีส เหล็ก กรดวิตามินเอ ได้เป็นคอลลาเจนที่เป็นเกลียวคล้ายเชือกสามเส้นพันกัน

การพิจารณาคุณค่าที่ได้จากการรับประทานโปรตีนนั้นจะพิจารณาจากชนิดและปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายที่มีอยู่ในโปรตีนนั้น กรดอะมิโนมีทั้งหมด 20 ชนิด เป็นกรดอะมิโนจำเป็น 8 ชนิด แต่กรดอะมิโนส่วนใหญ่ในคอลลาเจนเป็นกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นกว่า 50% ขององค์ประกอบคอลลาเจนทั้งหมด และยังไม่มีการดูดซึมที่ทริปโตเฟนซึ่งเป็นกรดอะมิโนจำเป็นอีกด้วย นอกจากนี้คอลลาเจนสามารถก่ออาการไม่พึงประสงค์ได้ เช่น อาการแพ้ ยิ่งคนที่แพ้อาหารทะเล หากรับประทานคอลลาเจนที่สกัดจากปลาทะเลน้ำลึกก็จะเกิดอาการแพ้รุนแรงกว่าคนอื่น ดังนั้นคนที่มีโรคประจำตัวหรือแพ้ง่ายควรหลีกเลี่ยง

เขียนโดย เกศชกร สันต์ อภัยสวัสดิ์ (ที่มา: นิตยสาร Health today ฉบับที่ 161 กันยายน 2557)

**คำถามที่ 7** (ระบอบองค์ประกอบ)

ประเด็นใดไม่ได้กล่าวไว้ในบทความ เรื่อง “คอลลาเจน...เข้าใจก่อนใช้”

- ก. ความหมายของคอลลาเจน
- ข. ประเภทของคอลลาเจนในร่างกาย
- ค. กระบวนการสร้างคอลลาเจนของร่างกาย
- ง. ผลข้างเคียงที่อาจเกิดจากการรับประทานคอลลาเจน

**คำถามที่ 8** (บอกความสัมพันธ์)

จากบทความเรื่อง “คอลลาเจน...เข้าใจก่อนใช้” ข้อใดกล่าวถึงผลของการรับประทานผลิตภัณฑ์คอลลาเจน ได้ถูกต้องมากที่สุด

- ก. ไม่สามารถนำไปสร้างเป็นคอลลาเจนใต้ผิวหนังได้เลย
- ข. 50% ของคอลลาเจนเท่านั้นที่นำไปสร้างคอลลาเจนใต้ผิวหนังได้
- ค. บางส่วนของคอลลาเจนอาจถูกนำไปสร้างเป็นคอลลาเจนใต้ผิวหนังได้
- ง. สามารถนำไปสร้างคอลลาเจนในผิวหนังได้แต่อาจเป็นคอลลาเจนที่ไม่จำเป็น

**คำถามที่ 9** (ระบุเจตนาธรรม)

ข้อใดคือจุดมุ่งหมายของการเขียนบทความ เรื่อง “คอลลาเจน...เข้าใจก่อนใช้”

- ก. กล่าวถึงผลิตภัณฑ์คอลลาเจนว่าโฆษณาเกินจริง
- ข. นำเสนอวิธีการเลือกรับประทานคอลลาเจนที่ถูกต้อง
- ค. เตือนผู้บริโภคไม่ให้รับประทานผลิตภัณฑ์คอลลาเจน
- ง. นำเสนอข้อเท็จจริงเกี่ยวกับคอลลาเจนให้ผู้บริโภคตัดสินใจ

ให้นักเรียนอ่านบทความ เรื่อง ไขมันทรานส์ (Trans Fat) สารอาหารตัวร้าย แล้วตอบคำถามข้อ 10 – 12

### ไขมันทรานส์สารอาหารตัวร้าย

เมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน ค.ศ. 2013 องค์การอาหารและยาสหรัฐอเมริกา (FDA) ได้ประกาศให้เลิกใช้ไขมันทรานส์ผลิตอาหารขายโดยทั่วไปทั่วประเทศ ทำให้ประเด็นเรื่องไขมันทรานส์ได้รับความสนใจมากขึ้น การประกาศนี้เป็นผลหลังจากการผ่านกฎหมายท้องถิ่นของมลรัฐนิวยอร์กและแคลิฟอร์เนียที่ห้ามใช้ไขมันทรานส์ในภัตตาคารในปี ค.ศ. 2006 และ ค.ศ. 2008 ตามลำดับ ขณะนี้บริษัทยักษ์ใหญ่อย่างแมคโดนัลด์และดิงกินโดนัทก็ได้เริ่มทำการเปลี่ยนสูตรอาหารไร้ไขมันทรานส์กันแล้ว

ไขมันทรานส์ คือ ไขมันที่ผ่านกระบวนการเพิ่มอะตอมไฮโดรเจนในโมเลกุล ทำให้คุณสมบัติของไขมันเปลี่ยนไป โดยจะแข็งตัวเป็นทรงมากขึ้น เสียดและเหนียวหืนช้าลง ดังนั้นอาหารที่มีไขมันทรานส์จะเก็บได้นานขึ้น มีรสชาติดีขึ้น ไม่เลอะ และมีความนุ่มนวลมากขึ้น เช่น ขนมปังกรอบ คุกกี้ อาหารทอด เช่น ขนมโดนัท เฟรนช์-ฟราย มันทอด ไก่ย่าง กลัวยแซก ปาท่องโก๋ อาหารที่ทอดในน้ำมันซ้ำๆ ก็ยังมีไขมันทรานส์มาก จึงควรหลีกเลี่ยง รวมทั้งอาหารที่ใส่สารที่ทำให้อาหารมีความแข็ง เป็นรูปทรง ไม่เลอะ ได้แก่ เนย มาการีน ก็มีไขมันทรานส์

การรับประทานไขมันทรานส์จะเพิ่มคอเลสเตอรอลตัวร้าย หรือ LDL cholesterol และลดระดับคอเลสเตอรอลตัวดี คือ HDL cholesterol เป็นผลให้เกิดการพอกพูนของตะกรันคอเลสเตอรอลที่ผนังหลอดเลือด ทำให้หลอดเลือดแดงแข็งตัว ตีบตัน ส่งผลให้อวัยวะที่ขาดเลือดขาดออกซิเจน

จากการศึกษาระบาดวิทยาและป้องกันโรคอเมริกันได้ประเมินว่า ในแต่ละปีไขมันทรานส์มีส่วนทำให้เกิดโรคหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน 20,000 ราย และมีการตายที่เกี่ยวข้องกับโรคหัวใจ 7,000 ราย ในปี พ.ศ. 2549 มีงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารการแพทย์นิวอิงแลนด์ ระบุว่า การได้รับไขมันทรานส์ตั้งแต่ร้อยละ 2 ของพลังงานทั้งหมด มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคหัวใจร้อยละ 23 และยังก่อให้เกิดผลข้างเคียง ได้แก่ การเพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรคอัลไซเมอร์ โรคมะเร็งบางชนิด และโรคเบาหวานทั้งนี้ยังต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันผลในทางการแพทย์ต่อไป

อนึ่งไม่ใช่ไขมันทรานส์เท่านั้นที่เราควรหลีกเลี่ยง ไขมันอิ่มตัวตัวอื่นหลายชนิดก็ต้องหลีกเลี่ยง เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันหมู หนังกั หนังกุ้ง คอหมู ฯลฯ ดังนั้นควรเลือกรับประทานไขมันชนิดตรงข้าม คือ ไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ น้ำมันคาโนลา น้ำมันมะกอก น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกคำฝอย ฯลฯ นอกจากนี้ไขมันดีๆ ที่ควรรู้อีกชนิดหนึ่ง คือ น้ำมันปลา ซึ่งมีกรดไขมันโอเมก้า 3 อยู่มาก สารตัวนี้ทำให้ไขมันร้ายไตรกลีเซอไรด์ลดลง

(ที่มา: ปรับมาจากนิตยสาร Health Today ฉบับที่ 153 ม.ค. 2557 เขียนโดย นพ.นริศ เจนวิริยะ ศัลยแพทย์ และวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ปีที่ 29 ฉบับที่ 4 ต.ค. – ธ.ค. 2552 เขียนโดยอัญชัน ชุณหะหิรัญย์)

**คำถามที่ 10** (ระบุงค์ประกอบ)

ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับบทความเรื่อง “ไขมันทรานส์สารอาหารตัวร้าย”

- ก. ไขมันทรานส์เป็นไขมันไม่อิ่มตัว
- ข. การรับประทานไขมันที่อิ่มตัวดีกว่าไขมันไม่อิ่มตัว
- ค. อาหารทอดทุกชนิดจะมีไขมันทรานส์เป็นองค์ประกอบ
- ง. ไขมันทรานส์เป็นไขมันที่ทำให้อาหารมีลักษณะแข็งเป็นทรง แต่นุ่มอร่อย

**คำถามที่ 11** (บอกความสัมพันธ์)

ไขมันทรานส์เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจได้อย่างไร

- ก. ไขมันทรานส์เป็นไขมันอิ่มตัว หากรับประทานปริมาณมากจะสะสมกลายเป็นคอเลสเตอรอลเกาะตามผนังของหลอดเลือดแดงขัดขวางเลือดที่จะไปเลี้ยงหัวใจ
- ข. ไขมันทรานส์เป็นไขมันไม่อิ่มตัว หากรับประทานเข้าไปแล้วจะมีลักษณะเป็นทรงแข็ง เข้าไปสะสมพอกพูนตามผนังของหลอดเลือดแดงที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจ
- ค. ไขมันทรานส์เป็นไขมันที่ทำมาจากสัตว์ หากรับประทานปริมาณมากจะสะสมกลายเป็นคอเลสเตอรอลเกาะตามผนังของหลอดเลือดแดง ทำให้หัวใจขาดเลือด
- ง. ไขมันทรานส์เป็นไขมันที่ทำมาจากพืช เมื่อรับประทานปริมาณมากจะสะสมกลายเป็นคอเลสเตอรอลเกาะตามผนังของหลอดเลือดแดงขัดขวางการนำออกซิเจนไปเลี้ยงหัวใจ

**คำถามที่ 12** (ระบุเจตนาารมณ์) ศาลากลางกรมมหาวิทยาลัย

ข้อใดกล่าวถึงจุดประสงค์ของบทความ เรื่อง “ไขมันทรานส์สารอาหารตัวร้าย” ได้ถูกต้องมากที่สุด

- ก. เชิญชวนให้ผู้บริโภครับประทานอาหารที่ทำจากไขมันไม่อิ่มตัว
- ข. นำเสนอผลงานวิจัยของกรมควบคุมโรคและป้องกันโรคอเมริกัน
- ค. ประกาศข่าวเลิกใช้ไขมันทรานส์ของบริษัทแมคโดนัลด์และดังกิ้น
- ง. เสนอข้อเท็จจริงให้ตระหนักถึงผลเสียของการรับประทานไขมันทรานส์



## 2. แบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

นิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

สิ่งที่ต้องการวัด	นิยามเชิงปฏิบัติการ	พฤติกรรมที่ต้องการวัด
ความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์	ความสามารถในการระบุมโนทัศน์หรือหลักการ ให้เหตุผลการใช้มโนทัศน์หรือหลักการ และใช้ความรู้แก้ปัญหาและคาดการณ์ผลจากการใช้ความรู้ ซึ่งวัดความสามารถโดยใช้แบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น	1. ระบุมโนทัศน์ มโนทัศน์ หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการตัดสินใจหรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพ โภชนาการ และการดำเนินชีวิตทั้งในส่วนบุคคลหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน
		2. ให้เหตุผลหรือหลักฐานที่สนับสนุนการใช้มโนทัศน์หรือหลักการในการตัดสินใจหรือการแก้ปัญหาระดับบุคคลหรือสังคม
		3. ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นเมื่อนำหลักการมโนทัศน์ไปใช้ในการตัดสินใจ หรือแก้ปัญหาส่วนบุคคลหรือปัญหาของชุมชนดังกล่าว

แบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

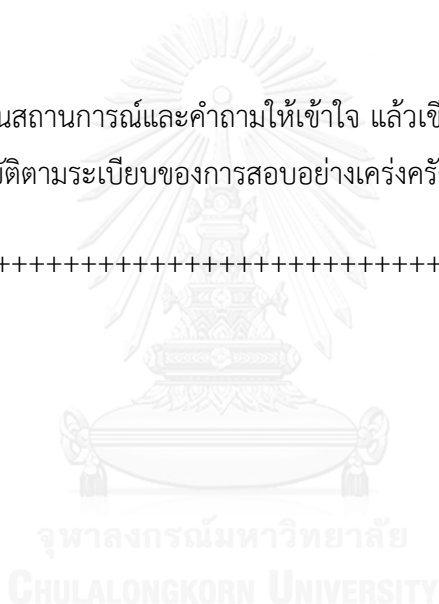
**คำชี้แจง**

1. แบบสอบนี้เป็นแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบบสอบประกอบไปด้วยสถานการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี อาหาร และโภชนาการ กับข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ให้เขียนตอบ

2. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบสอบชนิดเขียนตอบ 3 สถานการณ์ จำนวน 7 ข้อ ให้ความเวลาในการทำข้อสอบ 1 ชั่วโมง

3. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์และคำถามให้เข้าใจ แล้วเขียนคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมลงในกระดาษคำตอบ และปฏิบัติตามระเบียบของการสอบอย่างเคร่งครัด

+++++



## ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

### สถานการณ์ที่ 3 เตาแสงอาทิตย์

ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อที่ 6 – 7

นักเรียนต้องการประดิษฐ์เตาแสงอาทิตย์เพื่อนำมาตากเนื้อหมูแดดเดียว นักเรียนคิดว่าจะเลือกประดิษฐ์เตาแสงอาทิตย์ตามรูปแบบใดดังภาพด้านล่างนี้ เพื่อให้ความร้อนจากแสงแดดไปทำให้เนื้อหมูแห้งได้มากที่สุด



รูปแบบที่ 1



รูปแบบที่ 2

#### คำถามที่ 6 (ระบุมโนทัศน์และหลักการ) (2 คะแนน)

หลักการใดที่นักเรียนจะนำมาใช้พิจารณาว่าจะประดิษฐ์เตาแสงอาทิตย์ตามรูปแบบที่ 1 หรือ 2 เพื่อตากเนื้อหมูแดดเดียว

.....

.....

#### คำถามที่ 7 (ให้เหตุผลการใช้มโนทัศน์หรือหลักการ) (3 คะแนน)

นักเรียนจะประดิษฐ์เตาแสงอาทิตย์ตามรูปแบบที่ 1 หรือ 2 เพื่อใช้ตากหมูแดดเดียว พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือก

.....

.....

.....

## การให้คะแนนคำถามข้อที่ 6

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	ตอบว่า “การสะท้อนแสง” และมีการอธิบายหลักการสะท้อนแสงในแนวทางต่อไปนี้ เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบกับวัตถุผิวมันวาว แสงจะสะท้อนออกมาจากวัตถุผิวมันวาวไปที่เนื้อหุ้ม
1.5	ตอบว่า “การสะท้อนแสง” และมีการอธิบายหลักการสะท้อนแสงแต่อธิบายไม่ครบถ้วน เช่น แสงแดดจะสะท้อนออกมาจากกระจก หรือ แสงสะท้อนจากกระจกทำให้เนื้อหุ้มแห้ง
1	ตอบว่า “การสะท้อนแสง” และมีการอธิบายหลักการไม่ถูกต้อง เช่น การสะท้อนแสงทำให้เนื้อหุ้มแห้ง แสงแดดทำให้เนื้อหุ้มแห้ง เป็นต้นหรือไม่อธิบายหลักการ
0	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบคำถาม

## การให้คะแนนคำถามข้อที่ 7

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	ตอบว่ารูปแบบที่ 1 หรือ 2 และให้เหตุผลในการเลือกได้ถูกต้องครบถ้วน เช่น เตาแสงอาทิตย์รูปแบบที่ 1 เพราะ การสะท้อนแสงของวัสดุมันวาวผิวเรียบที่มี ลักษณะวาวกว่าวัสดุมันวาวของเตารูปแบบที่ 2 ทำให้แสงสะท้อนออกจากวัสดุ ของเตารูปแบบที่ 1 ได้มากกว่า หรือเตาแสงอาทิตย์รูปแบบที่ 2 เพราะ ลักษณะของเตาเป็นโค้งเมื่อแสงสะท้อนออกมาจากเตา แสงจะมารวมกันตรง กลางเตาทำให้เนื้อหุ้มแห้งได้เร็วกว่า เป็นต้น
2	ตอบว่ารูปแบบที่ 1 หรือ 2 และให้เหตุผลในการเลือกแต่ให้เหตุผลไม่ชัดเจน เช่น เตารูปแบบที่ 1 เพราะ ความร้อนจากการสะท้อนของแสงออกมาจากวัตถุผิว มันวาวมารวมกันทำให้เนื้อหุ้มแห้ง (ไม่ได้บอกบริเวณที่ความร้อนมารวมกัน) หรือ เตารูปแบบที่ 2 เพราะ เนื้อหุ้มอยู่ตรงกลางของเตาที่มีลักษณะโค้งจึงทำ ให้ได้รับความร้อนจากแสงแดดได้มากกว่า
1	ตอบรูปแบบที่ 1 หรือ 2 แต่ไม่ให้เหตุผลหรือให้เหตุผลไม่ถูกต้อง
0	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบคำถาม



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
2. แผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม  
แผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (แผนที่ 1)

เรื่อง ธรรมชาติและการสะท้อนของแสง

วิชา วิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 7 ชั่วโมง

ผู้สอน กนกกาญจน์ ชำนาญ

มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ม. 2/1 ทดลองและอธิบายการสะท้อนของแสง การหักเหของแสง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ม.1-3/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่น่าสนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ม.1-3/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลายๆ วิธี

ม.1-3/3 เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม

ม.1-3/4 รวบรวมข้อมูล จัดการระทำข้อมูล เชิงปริมาณและคุณภาพ

ม.1-3/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

ม.1-3/6 สร้างแบบจำลอง หรือรูปที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ

ม.1-3/7 สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

ม.1-3/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกตการสำรวจตรวจสอบค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

ม.1-3/9 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดหรือกระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

### สาระการเรียนรู้แกนกลาง

- เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุหรือตัวกลางอีกตัวกลางหนึ่ง แสงจะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่โดยการสะท้อนของแสง หรือการหักเหของแสง
- การนำความรู้เกี่ยวกับการสะท้อนของแสงและการหักเหของแสงไปใช้อธิบายแวนตาทัศนอุปกรณ์ กระจก เส้นใยนำแสง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นี้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายธรรมชาติของแสงและการเดินทางของแสงผ่านตัวกลาง
2. ทดลองเกี่ยวกับการสะท้อนของแสงผ่านกระจกเงาราบและกระจกโค้ง
3. อธิบายหลักการสะท้อนของแสงและภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสงได้
4. บอกประโยชน์ของการนำความรู้เกี่ยวกับการสะท้อนของแสงไปใช้ในชีวิตประจำวัน
5. จำแนกลักษณะของภาพจากการสะท้อนแสงผ่านกระจกเงาราบและกระจกโค้งได้
6. จำแนกข้อมูลการสืบค้นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้หลักการสะท้อนแสงตามเกณฑ์ที่กำหนดให้
7. ระบุความรู้ความเข้าใจ หลักการหรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและหลักการสะท้อนของแสง ที่นำมาใช้ในการออกแบบเพื่อประดิษฐ์หรือจัดทำโครงการ/กิจกรรม
8. ออกแบบเพื่อประดิษฐ์เครื่องมือหรือจัดทำโครงการ/กิจกรรม ที่นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและหลักการสะท้อนของแสงมาใช้
9. ระบุหรือวันที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับแสงและการสะท้อนของแสง เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับตนเอง ครอบครัว โรงเรียน และชุมชน

## สาระสำคัญ

แสงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่เคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรง เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางหนึ่งที่ยอมให้แสงผ่านได้ทั้งหมดจะเรียกตัวกลางนี้ว่า ตัวกลางโปร่งใส ตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้บางส่วนจะเรียกว่า ตัวกลางโปร่งแสง และตัวกลางที่แสงผ่านไม่ได้จะเรียกว่า วัตถุทึบแสง นอกจากนี้แสงยังเดินทางผ่านตัวกลางที่สามารถสะท้อนแสงได้ การสะท้อนแสงเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางมาตกกระทบกับผิวของวัตถุที่แสงไม่สามารถเดินทางผ่านได้จึงเกิดการสะท้อนกลับ แสงที่ตกลงบนวัตถุเรียกว่า แสงตกกระทบ แสงที่สะท้อนออกจากวัตถุเรียกว่า แสงสะท้อน มุมที่แสงตกกระทบทำกับเส้นปกติซึ่งเป็นเส้นตรงที่ตั้งฉากกับวัตถุที่เป็นระนาบสะท้อนเรียกว่า มุมตกกระทบ ส่วนมุมที่แสงสะท้อนทำกับเส้นปกติเรียกว่า มุมสะท้อน โดยที่รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อนและเส้นปกติอยู่ในระนาบเดียวกัน และมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ ตามนุษย์สามารถรับภาพที่สะท้อนออกมาจากกระจกเงาผิวเรียบได้ โดยกระจกเงาที่ทำให้เกิดภาพสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ กระจกเงาราบ และกระจกเงาโค้ง กระจกแต่ละประเภทสามารถทำให้มองเห็นภาพได้แตกต่างกัน ดังนั้นความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและนำมาพัฒนาอุปกรณ์ซึ่งถือเป็นเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวก เช่น กระจกส่องหน้า กระจกในร้านค้า กระจกที่ติดตั้งตรงทางแยก กระจกส่องดูช่องปาก เส้นใยนำแสง เป็นต้น

## กิจกรรมการเรียนรู้

### 1. ขั้นการจูงใจ (Invitation) (20 นาที)

1) ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยใช้ภาพอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ชนกัน ด้านล่างนี้ และเล่าประสบการณ์ตรงที่เคยเห็นรถจักรยานยนต์ชนกันบริเวณแยกถนนในหมู่บ้าน บ้านดอนไชย อ.เวียงสา จ.น่าน





จากนั้นครูถามคำถามนักเรียนดังนี้

- 1.1 ภาพนี้คือภาพอะไร (รถจักรยานยนต์ชนกัน)
- 1.2 สถานที่ที่รถชนกันมักมีลักษณะเป็นอย่างไรจึงทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ (ถนนแคบ เป็นทางแยกที่มองเห็นรถที่สวนทางมาได้ลำบาก)
- 1.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีที่จะลดอุบัติเหตุที่เพิ่มขึ้นบริเวณทางแยกในซอยได้หรือไม่ อย่างไร (ประชาสัมพันธ์และรณรงค์ให้ขับช้าอย่างระมัดระวัง ติดกระจกตรงทางแยกเพื่อให้มองเห็นรถที่มาจากอีกทางหนึ่ง)

ครูแสดงภาพกระจกนูนที่ติดอยู่ตามแยกถนนและในร้านค้าให้นักเรียนสังเกตภาพที่อยู่ในกระจก



- 1.4 ภาพในกระจกเป็นอย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น (ภายในกระจกมองเห็นภาพได้กว้างและไกลขึ้น เพราะกระจกนูนจึงเห็นภาพได้กว้างขึ้น)

2) ครูกล่าวต่อไปว่า ในกิจกรรมนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้ว่ากระจกที่มีลักษณะนูนทำให้เห็นภาพที่กว้างและไกลขึ้นได้อย่างไร จากตัวอย่างนี้จะเห็นได้ว่าการติดตั้งกระจกที่มีลักษณะนูนเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นรถที่อยู่บริเวณทางแยก และช่วยลดอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นได้

3) ครูแสดงตัวอย่างเครื่องมือ สิ่งประดิษฐ์ที่ต้องอาศัยแสงและการสะท้อนของแสงให้นักเรียนได้ทราบถึงประโยชน์การนำมาใช้ เช่น กล้องเพอริสโคปที่ใช้ส่องดูวัตถุบนอากาศของเรือดำน้ำ กระจกกราบที่สำรวจหน้าตาและการแต่งกาย กระจกนูนในร้านค้าเพื่อใช้ป้องกันการลักขโมยของ กระจกกราบที่ใช้ตกแต่งให้ร้านค้าที่มีขนาดเล็กแคบให้ดูกว้างขวางและน่าเข้ามามากขึ้น เป็นต้น

4) ครูกล่าวต่อไปว่าในกิจกรรมต่อไปนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้ว่า ภาพที่เกิดขึ้นในเครื่องมือและสิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร และให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ

## 2. ขั้นการสำรวจและค้นหาคำตอบ (Exploration) (280 นาที)

5) ครูนำกิจกรรมการทดลองโดยแสดงภาพแสงที่มีแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติคือดวงอาทิตย์ และแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้นให้นักเรียนสังเกตลักษณะการเดินทางของแสง



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3



ภาพที่ 4

6) ครูถามคำถามนักเรียนดังนี้

6.1 แสงที่นักเรียนเห็นในแต่ละภาพมีแหล่งกำเนิดมาจากที่ใดบ้าง (ภาพที่ 1 ดวงอาทิตย์ ภาพที่ 2 เป็นแสงจากแบตเตอรี่ ภาพที่ 3 และ 4 เป็นแสงจากพลังงานไฟฟ้า)

6.2 แสงที่นักเรียนเห็นในภาพมีลักษณะการเดินทางอย่างไร (ลำแสงเคลื่อนที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง)

7) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อทำกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง **ลักษณะการเคลื่อนที่ของแสง** ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม 2 ชุด

8) ครูแจกเอกสารกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านวิธีทำกิจกรรมเพื่อทำความเข้าใจก่อนทำกิจกรรม

9) ครูนำนักเรียนอภิปรายข้อควรระวังในการทำกิจกรรม แนะนำวัสดุอุปกรณ์และวิธีการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันและสามารถปฏิบัติกิจกรรมการทดลองได้ถูกต้อง จากนั้นครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่ากลุ่มที่ 1-4 จะได้ปฏิบัติกิจกรรมชุดที่ 1 และกลุ่มที่ 5-8 จะได้ปฏิบัติกิจกรรมชุดที่ 2

10) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม จากนั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง สังเกต บันทึกผลการทดลอง และตอบคำถามหลังทำกิจกรรมตามลำดับ

11) ครูสุ่มเลือกกลุ่มที่ทำกิจกรรมชุดที่ 1 และ 2 ชุดละ 2 กลุ่มมานำเสนอผลการทดลองหน้าห้อง

12) ครูนำนักเรียนตรวจสอบผลการทดลอง และนำอภิปรายผลการทดลอง จากนั้นจึงอภิปรายโดยใช้คำถามหลังทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

13) ครูนำนักเรียนสรุปกิจกรรม เรื่อง ธรรมชาติของแสง

14) ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยนำไฟฉายส่องไปที่กระจกเงาราบแล้วให้นักเรียนสังเกต จากนั้นครูนำนักเรียนทบทวนความรู้เดิมโดยถามคำถามดังนี้

14.1 นักเรียนสังเกตเห็นเงาหรือไม่ เป็นเงาลักษณะใด (เห็น เป็นเงามัว ไม่เห็นเงา)

14.2 ตัวกลางคืออะไร (กระจกเงา)

หลังจากทบทวนกิจกรรมแล้วครูถามคำถามดังต่อไปนี้

14.3 เมื่อครูนำไฟฉายส่องไปที่กระจกเงาราบนักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้างในกระจกเงาราบ (ไฟฉาย เห็นแสงที่ออกมาจากไฟฉาย)

14.4 แสงในกระจกเงาราบที่นักเรียนเห็นมีลักษณะอย่างไร (แสงกระจายทั่วบริเวณ และมีขนาดและรูปร่างเหมือนกับแสงที่ออกมาจากไฟฉาย)

15) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อทำกิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง การสะท้อนแสงของกระจกเงาราบ จากนั้นครูแจกเอกสารกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านวิธีทำกิจกรรมเพื่อทำความเข้าใจก่อนทำกิจกรรม

- 16) ครูแนะนำวัสดุอุปกรณ์และวิธีการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันและสามารถปฏิบัติกิจกรรมการทดลองได้ถูกต้อง จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม เมื่อตอบคำถามเสร็จแล้วให้ตัวแทนกลุ่มมารีวิววัสดุและอุปกรณ์การทดลองหน้าห้องเรียน
- 17) นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง สังเกต บันทึกผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามหลังทำกิจกรรม
- 18) ครูให้ตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนผลการทดลองบนตารางบันทึกผลการสังเกตหน้าห้อง
- 19) ครูให้นักเรียนตรวจสอบผลการทดลอง และนำอภิปรายผลการทดลอง จากนั้นจึงอภิปรายโดยใช้คำถามหลังทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
- 20) ครูให้นักเรียนสรุปกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของแสงบนกระจกเงาราบ
- 21) ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยกล่าวว่านักเรียนได้ทราบหลักการสะท้อนแสงของกระจกเงาราบแล้วนักเรียนคิดว่าลักษณะภาพที่เกิดจากการสะท้อนบนกระจกเงาราบจะเป็นอย่างไร (เป็นภาพที่เหมือนกับวัตถุ)
- 22) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อทำกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่อง ลักษณะภาพจากการสะท้อนแสงบนกระจกเงาราบ จากนั้นครูแจกเอกสารกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านวิธีทำกิจกรรมเพื่อทำความเข้าใจก่อนทำกิจกรรม
- 23) ครูแนะนำวัสดุอุปกรณ์และวิธีการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันและสามารถปฏิบัติกิจกรรมการทดลองได้ถูกต้อง จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม เมื่อตอบคำถามเสร็จแล้วให้ตัวแทนกลุ่มมารีวิววัสดุและอุปกรณ์การทดลองหน้าห้องเรียน
- 24) นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง สังเกต บันทึกผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามหลังทำกิจกรรม
- 25) ครูให้ตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนผลการทดลองบนตารางบันทึกผลการสังเกตหน้าห้อง
- 26) ครูให้นักเรียนตรวจสอบผลการทดลอง และนำอภิปรายผลการทดลอง จากนั้นจึงอภิปรายโดยใช้คำถามหลังทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
- 27) ครูให้นักเรียนสรุปกิจกรรม เรื่อง ภาพของการสะท้อนของแสง

28) ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยนำไฟฉายส่องเข้าไปในช่องสแตนเลสโค้ง แล้วให้นักเรียนสังเกต จากนั้นครูถามคำถามนักเรียนดังนี้

28.1 นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าแสงที่สะท้อนออกมาจากกระจกเงาราบมีลักษณะอย่างไร เมื่อครูนำไฟฉายส่องไปที่กระจกโค้งนักเรียนคิดว่าแสงจะเกิดการสะท้อนหรือไม่ อย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น (แสงที่สะท้อนออกจากกระจกเงาราบเป็นเส้นตรงที่มีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน การใช้ไฟฉายส่องไปที่กระจกโค้งจะทำให้เกิดการสะท้อนและแสงที่สะท้อนออกจากกระจกเงาโค้งมีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ณ จุดที่เกิดการสะท้อนเช่นเดียวกับกระจกเงาราบ เนื่องจากกระจกโค้งมีลักษณะเหมือนกระจกเงาราบที่มีสมบัติในการสะท้อนแต่กระจกโค้งจะมีลักษณะที่โค้งทำให้รังสีแสงตกกระทบกับรังสีแสงสะท้อนบนผิวของกระจกโค้งกระจายออกไปไม่เป็นระเบียบเช่นเดียวกับกระจกนูน)

28.2 นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะภาพที่สะท้อนออกมาจากกระจกเงาราบแล้ว นักเรียนคิดว่าลักษณะหน้าของนักเรียนที่อยู่ในช่องสแตนเลสเป็นอย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น (ภาพที่สะท้อนออกมาจากกระจกเงาราบเป็นภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ แต่ลักษณะภาพที่สะท้อนออกมาจากกระจกโค้งที่เป็นกระจกนูนขนาดหน้าเล็กกลง และที่เป็นกระจกเว้าภาพกลับหัว เนื่องจากแสงสะท้อนแสงที่สะท้อนจากกระจกโค้งกระจายออกอาจจะทำให้เกิดการสะท้อนกลับหัวได้)

29) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน โดยกลุ่ม 1 – 4 ทำกิจกรรมการทดลองที่ 4 เรื่อง การสะท้อนแสงของกระจกโค้ง และกลุ่ม 5 –8 ทำกิจกรรมการทดลองที่ 5 เรื่อง ภาพจากกระจกนูนและกระจกเว้า จากนั้นครูแจกเอกสารกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านวิธีทำกิจกรรมเพื่อทำความเข้าใจก่อนทำกิจกรรม

30) ครูให้นักเรียนอภิปรายข้อควรระวังในการทำกิจกรรม แนะนำวัสดุอุปกรณ์และวิธีการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันและสามารถปฏิบัติกิจกรรมการทดลองได้ถูกต้อง

31) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม จากนั้นลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง สังเกต บันทึกผลการทดลอง และตอบคำถามหลังทำกิจกรรมตามลำดับ

32) ครูให้ตัวแทนกลุ่มมานำเสนอผลการทดลองหน้าห้อง กิจกรรมการทดลองละ 2 กลุ่ม

33) ครูให้นักเรียนตรวจสอบผลการทดลอง และนำอภิปรายผลการทดลอง จากนั้นจึงอภิปรายโดยใช้คำถามหลังทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

34) ครุณำนักเรียนสรุปกิจกรรม เรื่อง การสะท้อนของกระจกโค้ง และลักษณะภาพที่เกิดจากกระจกนูนและกระจกเว้า

35) ครุณำเข้าสู่กิจกรรมโดยกล่าวว่านักเรียนได้รู้และเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแสง หลักการและภาพที่เกิดจากการสะท้อนของทั้งกระจกเงาราบและกระจกเงาโค้งแล้ว และได้มีการสร้างเครื่องมือเครื่องใช้ สร้างสิ่งประดิษฐ์โดยใช้แสงและหลักการสะท้อนแสงมากมายดังที่ครุกล่าวไปแล้ว นักเรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจเหล่านี้มาใช้ในการประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ได้หรือไม่

36) ครุแบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อทำกิจกรรมที่ 6 เรื่อง การนำหลักการสะท้อนของแสงไปใช้ประโยชน์

37) ครุแจกเอกสารกิจกรรม ให้นักเรียนอ่านวิธีการทำกิจกรรมให้เข้าใจ จากนั้นครุชี้แจงวิธีการทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนทุกคนเข้าใจตรงกัน

38) นักเรียนตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม จากนั้นลงมือทำกิจกรรม เมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามหลังทำกิจกรรม

39) ครุสุ่มเลือกนักเรียน 4 กลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม

40) ครุณำนักเรียนอภิปรายผลการทำกิจกรรมโดยใช้คำถามหลังทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การสรุปผลกิจกรรม

41) ครุณำนักเรียนสรุปกิจกรรม เรื่อง การนำหลักการสะท้อนของแสงไปใช้ประโยชน์

**3. ขั้นการเสนอคำอธิบายและหาคำตอบ (Proposing explanations and solutions) (60 นาที)**

42) ครุให้นักเรียนทบทวนกิจกรรม เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่ของแสง การสะท้อนแสงของกระจกเงาราบ ลักษณะภาพจากการสะท้อนแสงบนกระจกเงาระนาบ การสะท้อนแสงบนกระจกโค้ง ภาพจากกระจกนูนและกระจกเว้า และการนำหลักการสะท้อนของแสงไปใช้

43) ครุณำนักเรียนทบทวนเหตุการณ์อุบัติเหตุรถชนบริเวณถนนในหมู่บ้านที่นำไปสู่การใช้กระจกนูน ซึ่งทำให้ผู้ขับขี่มองเห็นและระมัดระวังหากมีรถสวนทางมาบริเวณทางแยกนั้น

44) ครุแบ่งนักเรียนเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 7 เรื่อง สะท้อนคิดประดิษฐ์แสง

45) ครูแจกเอกสารกิจกรรมให้นักเรียนทุกคน จากนั้นครูชี้แจงกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนทุกคนเข้าใจตรงกัน และสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง

46) ครูให้นักเรียนอภิปรายและเสนอความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อนำนักเรียนไปสู่การคิดประดิษฐ์อุปกรณ์ กิจกรรมหรือโครงการที่ใช้ความรู้เรื่อง ธรรมชาติและหลักการการสะท้อนของแสง และที่สำคัญคือตอบสนองต่อความจำเป็นที่ต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เหล่านี้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนเอง ครอบครัว ชุมชน ท้องถิ่นให้ดีขึ้นได้

ตัวอย่างเครื่องมือและอุปกรณ์ เช่น

การใช้วัสดุที่สะท้อนแสงเพิ่มปริมาณแสงในการตากพืชผักผลผลิตทางการเกษตร  
การประดิษฐ์หรือดัดแปลงกล้องเพอริสโคปนำไปต่อกับกล้องถ่ายภาพ  
การออกแบบเพื่อตกแต่งห้องสมุด ห้องกิจกรรมนักเรียนด้วยกระจกเพื่อให้มีบรรยากาศที่นำเข้าไปทำกิจกรรมแล้วนำไปเสนอทางโรงเรียน

การสำรวจทางแยกภายในชุมชนที่ควรติดกระจกนูนแล้วนำเสนอกับหัวหน้าชุมชน  
การถ่ายรูปแพ้น้ำกับกระจกแล้วนำไปเผยแพร่ในรูปแบบที่เป็นเล่มนิตยสาร หนังสือ  
ภาพ เป็นต้น

47) นักเรียนนำเสนอแนวคิดและแบบเครื่องมือเครื่องใช้ สิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนคิดหน้าชั้นเรียน

#### 4. ขั้นการนำไปลงมือปฏิบัติ (60 นาที)

48) นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ได้วางแผนไว้ โดยประดิษฐ์เครื่องมือ อุปกรณ์/เครื่องใช้ แล้วนำสิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวไปทดสอบประสิทธิภาพ หรือจัดทำสื่อ อุปกรณ์/ข้อมูลที่จะนำไปลงพื้นที่ปฏิบัติจริงตามโครงการ กิจกรรม ที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง ครอบครัว โรงเรียนหรือชุมชน

49) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องใช้ หรือสื่อ อุปกรณ์ ข้อมูลไปนำเสนอกับผู้นำหรือกลุ่มเป้าหมายที่จะได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งประดิษฐ์เหล่านี้หรือเนื้อหาสาระจากสื่อ อุปกรณ์ ข้อมูลที่นำไปเสนอให้ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น (ขั้นตอนนี้นักเรียนไปปฏิบัติกิจกรรมนอกห้องเรียนและนอกเวลาเรียน)

50) นักเรียนจัดทำสรุปผลการลงมือปฏิบัติกิจกรรม ตามแบบฟอร์มรายงานโครงการที่ครูกำหนดให้ โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้ ชื่อโครงการ ที่มาและความสำคัญ วัตถุประสงค์ วัสดุอุปกรณ์ วิธีการ

ดำเนินโครงการ ผลที่ได้รับ ปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างปฏิบัติกิจกรรม ข้อเสนอแนะ ภาคผนวก (รูปภาพ เอกสาร สื่อ หรือข้อมูล ฯลฯ)

### สื่อการเรียนรู้

- 1) ภาพประกอบการนำเข้าสู่กิจกรรม
- 2) เอกสารกิจกรรมที่ 1 – 7 ดังนี้
  - กิจกรรมที่การทดลอง 1 การเคลื่อนที่ของแสง
  - กิจกรรมที่การทดลอง 2 การสะท้อนแสงของกระจกเงาราบ
  - กิจกรรมที่การทดลอง 3 ลักษณะภาพจากการสะท้อนแสงบนกระจกเงาราบ
  - กิจกรรมที่การทดลอง 4 การสะท้อนแสงของกระจกโค้ง
  - กิจกรรมที่การทดลอง 5 ลักษณะภาพจากกระจกนูนและกระจกเว้า
  - กิจกรรมที่ 6 การนำหลักการสะท้อนของแสงไปใช้ประโยชน์
  - กิจกรรมที่ 7 สะท้อนคิดประดิษฐ์จากแสง
- 3) วัสดุอุปกรณ์และสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ในกิจกรรมที่ 1 - 7

### การวัดและประเมินผล

- 1) ประเมินความรู้จากการตอบคำถามหลังทำกิจกรรม การเขียนสรุปความรู้ แนวทางปฏิบัติที่นักเรียนเสนอแนะ
- 2) ประเมินการปฏิบัติทดลองโดยใช้การสังเกตและแบบบันทึกพฤติกรรม
- 3) ประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านมีวินัย ใฝ่รู้ และมุ่งมั่นในการทำงานโดยใช้การสังเกตและแบบบันทึกพฤติกรรมขณะทำกิจกรรมกลุ่ม
- 4) ประเมินความสามารถในการวิเคราะห์จากเอกสารกิจกรรม (บันทึกผลการทดลอง หรือ บันทึกผลกิจกรรมคำถามหลังการทำกิจกรรม สรุปผลการทำกิจกรรมการทดลอง) แบบประเมินโครงร่างเสนอโครงการ และแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์
- 5) ประเมินความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์จากรูบริกสำหรับการประเมินโครงการ รูบริกประเมินรายงานโครงการ และแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์



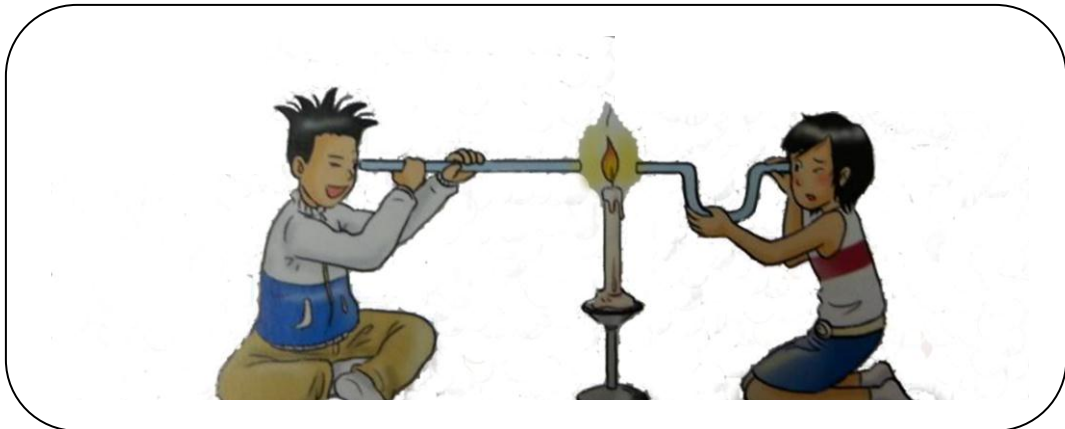
เอกสารกิจกรรมการทดลองที่ 1 ชุดที่ 1  
เรื่อง ลักษณะการเคลื่อนที่ของแสง

วัสดุอุปกรณ์

1. เทียน      2. ไม้ขีดไฟ      3. กระจกกลางตรง      4. กระจกกลางงอ

วิธีทำ

- จุดเทียนด้วยไม้ขีดไฟ แล้วนำไปตั้งไว้บนเชิงเทียนที่วางอยู่บนโต๊ะ
- นำกระจกกลางตรงมาส่องดูแสงที่ออกมาจากเทียนไข โดยใช้ตาข้างหนึ่งมองและปิดตาอีกข้างหนึ่งไว้ เพื่อให้สามารถมองเข้าไปในกระจกกลางตรงได้ชัดเจนขึ้น แล้วบันทึกผลการสังเกตลงในตารางบันทึกผล
- ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่เปลี่ยนจากกระจกกลางตรงเป็นกระจกกลางงอสังเกตและบันทึกผล



ภาพแสดงการทำกิจกรรมการทดลอง

คำถามก่อนทำกิจกรรม

- เมื่อใช้กระจกกลางตรงส่องดูแสงเทียนนักเรียนคิดว่าจะสังเกตเห็นอะไรบ้าง.....(แสงเทียน พื้นผิวภายในกระจกกลางตรง)...
- เมื่อใช้กระจกกลางงอส่องดูแสงเทียนนักเรียนคิดว่าจะสังเกตเห็นอะไรบ้าง.....(เห็นภายในกระจกกลางงอมืดสนิทแสงเทียนส่องเข้ามาไม่ถึง)....

## ตารางผลการสังเกตแสงเทียนจากกระบอกกลวง

กระบอกกลวง	ผลการสังเกตกระบอกกลวง
กระบอกกลวงตรง	เมื่อใช้กระบอกกลวงตรงส่องดูแสงเทียนจะเห็นแสงเทียนส่องเข้ามาภายในกระบอกกลวงตรง ทำให้มองเห็นพื้นผิวด้านในของกระบอกกลวงตรง
กระบอกกลวงงอ	เมื่อใช้กระบอกกลวงงอส่องดูแสงเทียนไม่เห็นแสงเทียนในกระบอกกลวงงอ ภายในกระบอกกลวงงอมีดจิ่งมองไม่เห็นพื้นผิวภายในกระบอกกลวงงอ

## คำถามหลังทำกิจกรรม

1. เมื่อใช้กระบอกกลวงตรงส่องดูแสงเทียนนักเรียนสังเกตเห็นแสงเทียนหรือไม่ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น.....(เห็นแสงเทียนผ่านเข้ามาในกระบอกกลวงตรง เพราะ แสงเทียนกระจายไปทุกทิศทุกทาง เมื่อนำกระบอกกลวงตรงส่องดูแสงเทียน แสงเทียนจึงผ่านเข้ามายังกระบอกกลวงตรง).....

2. เมื่อใช้กระบอกกลวงงอส่องดูแสงเทียนนักเรียนสังเกตเห็นแสงเทียนหรือไม่ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น.....

(ไม่เห็นแสงเทียนผ่านเข้ามาในกระบอกกลวงงอ เพราะ เมื่อนำกระบอกกลวงงอส่องดูแสงเทียน แสงเทียนที่กระจายไปทุกทิศทุกทางสามารถผ่านเข้ามาตรงส่วนหน้าของกระบอกกลวงงอที่เป็นส่วนที่ตรงอยู่เท่านั้น ไม่สามารถผ่านเข้ามาในส่วนที่กระบอกกลวงงอได้จึงไม่เห็นแสงเทียน).....

3. สรุปผลการทำกิจกรรมนี้ได้อย่างไร.....(แสงเคลื่อนที่กระจายไปทุกทิศทุกทางเป็นเส้นตรง กล่าวคือ แสงสามารถผ่านเข้าไปในกระบอกกลวงตรงได้ แต่แสงไม่สามารถผ่านเข้าไปในกระบอกกลวงงอได้).....



เอกสารกิจกรรมการทดลองที่ 1 ชุดที่ 2  
เรื่อง การเดินทางของแสงผ่านตัวกลาง

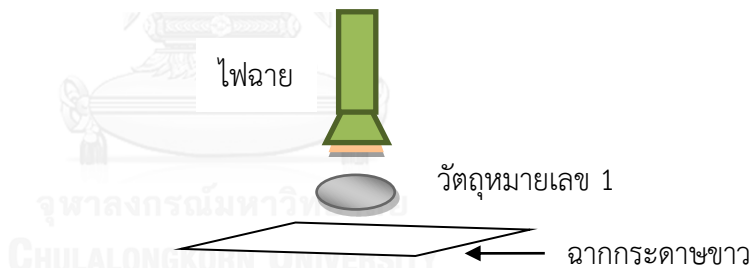
วัสดุอุปกรณ์

1. ไฟฉาย
2. วัตถุหมายเลข 1 คือ กระจกแข็ง
3. วัตถุหมายเลข 2 คือ พลาสติกขุ่น
4. วัตถุหมายเลข 3 คือ แผ่นใส
5. ฉาก คือ กระจกขาว

วิธีทำ

1. ใช้ไฟฉายส่องวัตถุหมายเลข 1 คือกระจกแข็ง สังเกตที่ฉาก บันทึกผลการสังเกตลงในตารางบันทึกผล
2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่เปลี่ยนวัตถุหมายเลข 1 เป็นวัตถุหมายเลข 2 และ 3 ตามลำดับ สังเกตที่ฉากแล้วบันทึกผลการสังเกตลงในตารางบันทึกผล

ภาพแสดงการจัดอุปกรณ์การทดลอง



คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. วัตถุหมายเลข 1 2 และ 3 มีลักษณะอย่างไรบ้าง....(วัตถุหมายเลข 1 เป็นวัตถุที่มีลักษณะทึบ วัตถุหมายเลข 2 เป็นวัตถุที่มีเยื่อเป็นเส้นๆภายใน วัตถุหมายเลข 3 มีลักษณะโปร่ง).....

2. เมื่อใช้ไฟฉายส่องผ่านแผ่นกั้นแสงให้แสงพุ่งไปยังวัตถุหมายเลข 1 2 และ 3 นักเรียนคิดว่าบนฉากที่อยู่ด้านหลังวัตถุจะมีลักษณะอย่างไร.....(เมื่อใช้วัตถุหมายเลข 1 บนฉากจะปรากฏเป็นเงาดำที่มีรูปร่างเหมือนวัตถุที่กั้นแสงอยู่ วัตถุหมายเลข 2 จะปรากฏเป็นเงาดำเช่นกันแต่จะเป็นเงาที่ไม่ดำสนิท วัตถุหมายเลข 3 จะไม่ปรากฏเป็นเงาบนฉากแสงจะผ่านวัตถุนี้ได้ทั้งหมด)....

## ตารางผลการสังเกตแสงเทียนจากไฟฉาย

วัตถุ หมายเลข	ผลการสังเกตแสงบนฉาก	
	แสงที่เกิดขึ้นบนฉาก	ภาพที่เกิดขึ้นบนฉาก
1	บนฉากปรากฏเป็นเงาดำที่มีรูปร่างเหมือนวัตถุหมายเลข 1	
2	บนฉากปรากฏเงาที่ไม่ดำสนิทและมีแสงบางส่วนตกลงบนฉาก	
3	บนฉากมีแสงตกลงบนฉาก	

## คำถามหลังทำกิจกรรม

1. เมื่อใช้วัตถุหมายเลข 1 กั้นแสงที่ออกจากไฟฉายเกิดอะไรขึ้นบนฉากด้านหลังวัตถุ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

.....(บนฉากปรากฏเป็นเงาดำที่มีรูปร่างเหมือนวัตถุหมายเลข 1 เพราะแสงจากไฟฉายถูกกั้นด้วยวัตถุหมายเลข 1 มีลักษณะที่บดบังทำให้แสงไม่สามารถผ่านวัตถุได้ทำให้บนฉากปรากฏเป็นเงาดำที่มีลักษณะเหมือนวัตถุหมายเลข 1)....

2. เมื่อใช้วัตถุหมายเลข 2 กั้นแสงที่ออกจากไฟฉายเกิดอะไรขึ้นบนฉากด้านหลังวัตถุ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น .....(บนฉากปรากฏเงาที่ไม่ดำสนิทและมีแสงบางส่วนตกลงบนฉาก เพราะ แสงจากไฟฉายถูกกั้นด้วยวัตถุหมายเลข 2 ที่มีเยื่อเป็นเส้นๆ ทำให้แสงสามารถผ่านไปตกลงบนฉากได้บางส่วนและมีบางส่วนที่เป็นเงา).....

3. เมื่อใช้วัตถุหมายเลข 3 กั้นแสงที่ออกจากไฟฉายเกิดอะไรขึ้นบนฉากด้านหลังวัตถุ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น.....(บนฉากมีแสงตกลงบนฉาก เพราะ วัตถุหมายเลข 3 มีลักษณะโปร่งใสทำให้แสงสามารถผ่านไปตกลงบนฉากได้ทั้งหมด).....

4. สรุปผลการทำกิจกรรมนี้ได้อย่างไร.....(แสงสามารถเคลื่อนที่ผ่านวัตถุชนิดต่างๆ ได้แตกต่างกัน กล่าวคือ แสงสามารถเคลื่อนที่ผ่านวัตถุที่โปร่งใสได้ ผ่านวัตถุที่มีเยื่อเป็นเส้นๆได้บางส่วน แต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านวัตถุที่มีลักษณะทึบได้).....

## เอกสารกิจกรรมการทดลองที่ 2

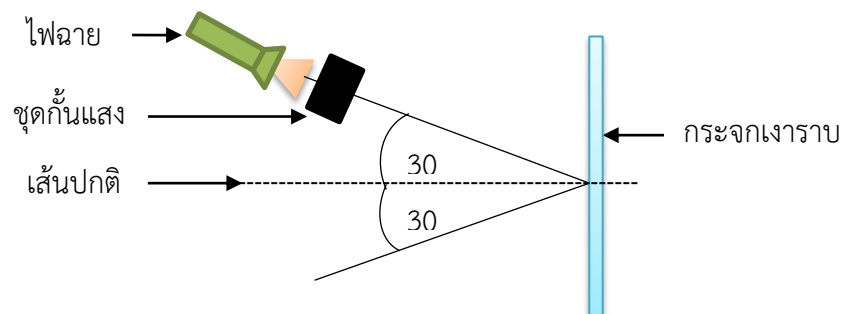
### เรื่อง การสะท้อนแสงของกระจกเงาราบ

#### วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดกั้นแสง 2. ไฟฉาย 3. กระดาษขาว 4. กระจกเงาราบ 5. ไมโครเมตร

#### วิธีทำ

1. วาดเส้นตรงบนกระดาษขาวเพื่อเป็นแนววางกระจก แล้ววางกระดาษขาวบนพื้นโต๊ะ จากนั้นวางกระจกเงาราบลงบนเส้นตรงที่วาด โดยวางให้กระจกตั้งฉากกับกระดาษ
2. การทดลองครั้งที่ 1 ใส่แผ่นกั้นแสงที่มีช่องแสง 1 ช่องลงในชุดกั้นแสง ใช้ไฟฉายส่องผ่านชุดกั้นแสง โดยให้ลำแสงพุ่งไปยังกระจก
3. ใช้ดินสอลากเส้นตรงตามแนวลำแสงบนกระดาษ
4. ลากเส้นตรงตั้งฉากกับแนวของกระจก ณ ตำแหน่งที่ลำแสงตกกระทบบนกระดาษ ซึ่งเรียกว่า เส้นปกติ
5. วัดมุมระหว่างเส้นปกติกับลำแสงที่พุ่งจากไฟฉายไปยังกระจก (มุมตกกระทบ) ทำมุมกัน  $30^\circ$  และมุมระหว่างเส้นปกติกับลำแสงที่พุ่งออกจากกระจก (มุมสะท้อน) ทำมุมกัน  $30^\circ$  เช่นกัน สังเกตและบันทึกผลการทดลอง
6. การทดลองครั้งที่ 2 ทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนมุมของลำแสงที่พุ่งจากไฟฉายไปยังกระจกกับเส้นปกติ (มุมตกกระทบ) ทำมุมกัน  $45^\circ$  สังเกตและบันทึกผลการทดลอง
7. การทดลองครั้งที่ 3 ส่องไฟฉายผ่านชุดกั้นแสง โดยให้แสงตกตั้งฉากกับกระจก สังเกตและบันทึกผลลงในตาราง



ภาพการจัดอุปกรณ์การทดลอง

### คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. เมื่อให้แสงจากชุดกั้นแสงทำมุมกับเส้นปกติ นักเรียนคิดว่ามุมตกกระทบและมุมสะท้อนมีขนาดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร.....(ไม่แตกต่าง คือ มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน).....
2. เมื่อให้แสงจากชุดกั้นแสงตกกระทบตั้งฉากกับกระจก นักเรียนคิดว่ามุมตกกระทบและมุมสะท้อนจะมีขนาดเท่าใด และแสงที่พุ่งออกจากกระจกจะมีลักษณะเป็นอย่างไร.....(มุมตกกระทบและมุมสะท้อนมีขนาด 0 องศา และแสงที่พุ่งออกมาจากกระจกจะทับซ้อนกับแสงที่พุ่งเข้าหากระจก).....
3. แสงจากชุดกั้นแสงที่พุ่งเข้าหากระจก เรียกว่า.....(ลำแสงตกกระทบ)....และแสงที่พุ่งออกจากกระจก เรียกว่า .....(ลำแสงสะท้อน).....
4. มุมระหว่างแสงจากชุดกั้นแสงที่พุ่งเข้าหากระจกกับเส้นปกติ เรียกว่า...(มุมตกกระทบ)..... และมุมระหว่างแสงที่พุ่งออกจากกระจกกับเส้นปกติ เรียกว่า.....(มุมสะท้อน).....
5. เส้นปกติ คืออะไร..(เส้นตรงที่ตั้งฉากกับแนวของกระจก ณ ตำแหน่งที่ลำแสงตกกระทบบนกระดาษ)..

ตอบคำถามแล้วมาทำการทดลองกัน!!

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



## ตารางขนาดมุมตกกระทบและมุมสะท้อน

การทดลอง	มุมตกกระทบ (องศา)	มุมสะท้อน (องศา)
ครั้งที่ 1	30	30
ครั้งที่ 2	45	45
แสงตกตั้งฉากกับ กระจก	0	0

## คำถามหลังทำกิจกรรม

- เมื่อให้แสงจากชุดกั้นแสงทำมุมกับเส้นปกติ มุมตกกระทบและมุมสะท้อนมีขนาดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร.....(ไม่แตกต่างกัน คือ มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน).....
- เมื่อให้แสงจากชุดกั้นแสงตกกระทบบนตั้งฉากกับกระจก มุมตกกระทบและมุมสะท้อนมีขนาดเท่าใด และแสงที่พุ่งออกจากกระจกจะมีลักษณะเป็นอย่างไร.....(มุมตกกระทบและมุมสะท้อนมีขนาด 0 องศา และแสงที่พุ่งออกมาจากกระจกจะทับซ้อนกับแสงที่พุ่งเข้าหากระจก).....
- ถ้าเปลี่ยนจากกระจกเงาราบเป็นวัตถุที่มีผิวสะท้อนเป็นผิวโค้งนูน นักเรียนคิดว่าจะได้ผลเช่นเดียวกันกับกระจกเงาราบหรือไม่....(หากเปลี่ยนกระจกเงาราบเป็นวัตถุที่มีผิวสะท้อนเป็นผิวโค้งนูนจะไม่ได้ผลเช่นเดียวกับ กระจกเงาราบ).....
- สรุปผลการทดลองได้อย่างไร.....(เมื่อแสงตกกระทบบนกระจกเงาราบ มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน)..

ผมชื่อ Brown ทำการทดลอง สังเกต  
บันทึกผล ตอบคำถาม เสร็จแล้วครับ  
พร้อมออกไปนำเสนอหน้าห้องครับ



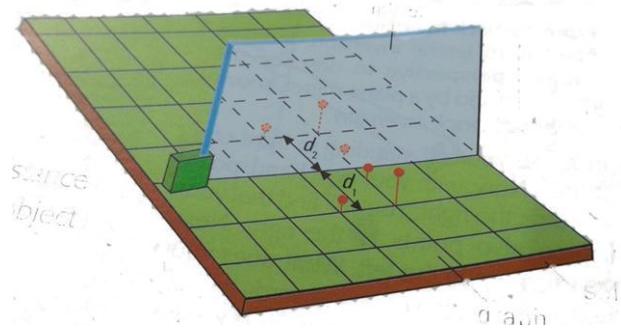
เอกสารกิจกรรมการทดลองที่ 3  
เรื่อง ลักษณะภาพจากการสะท้อนแสงบนกระจกเงาระนาบ

วัสดุอุปกรณ์

1. กระจกเงาราบ 2. กระดาษขาว 3. ดินน้ำมัน 4. เข็มหมุด 5. แผ่นอักษร

วิธีทำ

1. แบ่งดินน้ำมันออกเป็น 2 ก้อนเท่าๆ กัน เพื่อนำมาเป็นฐานวางกระจก
2. ตีตารางบนแผ่นกระดาษขาวให้แต่ละช่องมีขนาด 2 cm X 2 cm แล้วนำกระดาษติดลงบนโฟมบางๆ ที่มีขนาดเท่ากับกระดาษ
3. นำกระจกวางตั้งฉากบนกระดาษ แล้วนำเข็มหมุดปักบนกระดาษให้ห่างจากกระจกเป็นระยะ 1 ช่องตาราง ดังแสดงในภาพ สังเกตภาพที่เกิดขึ้นในกระจก และระยะห่างของภาพในกระจก แล้วบันทึกผล



ภาพแสดงการจัดอุปกรณ์การทดลอง

ที่มาของภาพ หนังสือ Science matters Volume B, lower secondary, Epress/normal (A)

4. ทำเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่เปลี่ยนระยะห่างของเข็มหมุดกับกระจกเป็น 2 และ 3 ช่อง ตามลำดับ
5. ทำเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่เปลี่ยนจากเข็มหมุดเป็นตัวอักษร ก และวางห่างจากกระจกเป็นระยะ 4 ช่องตาราง สังเกตและบันทึกผล



### คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. เมื่อนักเรียนปักเข็มหมุดให้ระยะ  $d_1$  เป็น 1 ช่องตาราง นักเรียนคิดว่าระยะ  $d_2$  จะเป็นเท่าใด แตกต่างจากระยะ  $d_1$  หรือไม่ .....(ระยะ  $d_2$  เป็น 1 ช่องตารางเท่ากับระยะ  $d_1$ ).....

2. เมื่อปักเข็มหมุดโดยให้ระยะ  $d_1$  เป็น 2 และ 3 ช่องตามลำดับ จงคาดคะเนว่าระยะ  $d_2$  จะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร และภาพที่เห็นในกระจกจะมีลักษณะเช่นใด .....(ถ้า  $d_1$  มีระยะ 2 ช่องตาราง  $d_2$  จะมีระยะ 2 ช่องตาราง และถ้า  $d_1$  มีระยะ 3 ช่องตาราง  $d_2$  จะมีระยะ 3 ช่องตาราง เช่นกัน ภาพที่เห็นในกระจกจะเป็นภาพที่เหมือนกับเข็มหมุด).....

3. เมื่อนำอักษร ก ปักไว้หน้ากระจกเป็นระยะ 4 ช่องตาราง จงคาดคะเนว่าระยะภาพและลักษณะภาพที่ปรากฏในกระจกเป็นอย่างไร .....(ระยะภาพของอักษร ก มีระยะ 4 ช่องตารางและอักษร ก ในกระจกจะมีลักษณะกลับซ้ายเป็นซ้ายกลับซ้ายเป็นขวา).....

4. การจัดวางอุปกรณ์ในการทดลองนี้ นักเรียนควรคำนึงถึงสิ่งใด.....(กระจกควรจะทำให้ตั้งตรงตามแนวเส้นที่ขีดไว้และยึดกระจกด้วยดินน้ำมันไม่ให้เคลื่อนที่ได้ง่าย).....

### บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตารางระยะห่างระหว่างภาพกับกระจกและลักษณะภาพในกระจกเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ

ระยะ $d_1$ (ช่อง)	ระยะ $d_2$ (ช่อง)	ลักษณะภาพในกระจก
1	1	ภาพเข็มหมุดในกระจกมีขนาดเท่ากับเข็มหมุดจริง
2	2	ภาพเข็มหมุดในกระจกมีขนาดเท่ากับเข็มหมุดจริง
3	3	ภาพเข็มหมุดในกระจกมีขนาดเท่ากับเข็มหมุดจริง
4	4	ภาพอักษร ก ในกระจกมีขนาดเท่ากับอักษร ก จริง แต่ภาพอักษร ก ในกระจกกลับซ้ายเป็นขวากับขวากลับซ้ายเป็นซ้าย

### คำถามหลังทำกิจกรรม

1. เมื่อนักเรียนปักเข็มหมุดให้ระยะ  $d_1$  เป็น 1 ช่องตาราง ภาพในกระจกจะมีระยะ  $d_2$  แตกต่างจากระยะ  $d_1$  หรือไม่ อย่างไร ตรงตามที่ได้คาดคะเนไว้หรือไม่ .....(ไม่แตกต่าง คือ ระยะ  $d_2$  เป็น 1 ช่องตารางเท่ากับระยะ  $d_1$ ).....

2. เมื่อนักเรียนปักเข็มหมุด โดยให้ระยะ  $d_1$  เป็น 2 และ 3 ช่องตารางตามลำดับ ระยะ  $d_2$  จะเป็นเท่าใด และภาพที่เห็นในกระจกมีลักษณะเป็นอย่างไร ตรงตามที่ได้คาดคะเนไว้หรือไม่ ..... ( $d_2$  จะมีระยะ 2 ช่องตาราง และ 3 ช่องตาราง ตามลำดับ ภาพที่เห็นในกระจกจะเป็นภาพที่เหมือนกับ เข็มหมุด ซึ่งตรงตามที่ได้คาดคะเนไว้).....

3. เมื่อนักเรียนใช้ตัวอักษร ก ปักไว้หน้ากระจกเป็นระยะ 4 ช่องตาราง ระยะภาพที่ปรากฏใน กระจกจะเป็นเช่นไร และลักษณะภาพที่ปรากฏในกระจกเป็นอย่างไร ตรงตามที่ได้คาดคะเนไว้หรือไม่ .....(ระยะภาพของอักษร ก มีระยะ 4 ช่องตารางและอักษร ก ในกระจกจะมีลักษณะกลับขวาเป็น ซ้ายกลับซ้ายเป็นขวา ตรงตามที่ได้คาดคะเนไว้).....

4. สรุปผลการทดลองได้อย่างไร .....(ภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสงบนกระจกเงาราบ ระยะของวัตถุจะเท่ากับระยะภาพที่อยู่ในกระจก และภาพที่อยู่ในกระจกจะมีขนาดเท่ากับวัตถุแต่จะ กลับด้านขวาเป็นซ้ายกลับด้านซ้ายเป็นขวา).....

## เอกสารกิจกรรมการทดลองที่ 4

### เรื่อง การสะท้อนแสงบนกระจกโค้ง

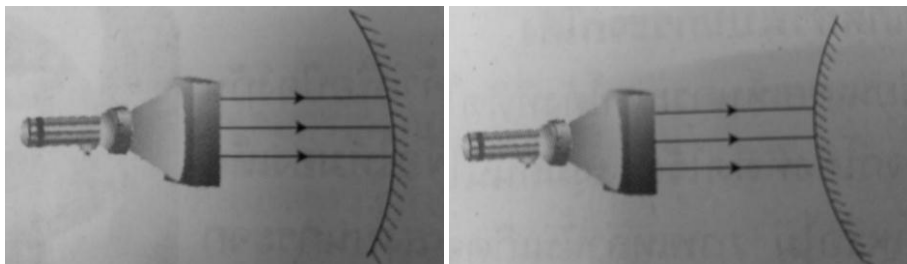
#### วัสดุอุปกรณ์

1. โลหะผิวมันวาวและโค้ง
2. ชุดกั้นแสง
3. ไฟฉาย
4. กระจกขาว
5. วงเวียน

#### วิธีทำ

1. วางกระจกขาวบนโต๊ะ แล้วนำโลหะผิวโค้งวางบนกระจก
2. นำแผ่นกั้นแสงที่มีช่องแสง 3 ช่องใส่ลงไปบนชุดกั้นแสง แล้วส่องไฟฉายผ่านชุดกั้นแสงให้ลำแสงไปตกกระทบบนผิวโค้งด้านในของโลหะ สังเกต บันทึกผลโดยใช้วงเวียนวาดรูปลงในตารางบันทึกผล
3. ใช้ดินสอลากเส้นตรงตามแนวรังสีแสงตกกระทบบนผิวโค้งและรังสีสะท้อน
4. ให้หาเส้นปกติและใช้ดินสอลากเส้นปกติลงบนกระจกขาวด้วย
5. ทำเช่นเดียวกันกับข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนด้านของโลหะให้ส่วนโค้งด้านนอกเป็นผิวสะท้อน

ภาพแสดงการจัดอุปกรณ์ในการทดลอง



#### คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. เมื่อให้รังสีแสงที่มีทิศทางขนานกันตกกระทบบนผิวโลหะโค้ง จงคาดคะเนว่ารังสีสะท้อนที่ได้จากการสะท้อนแสงที่ส่วนโค้งด้านในกับรังสีสะท้อนที่ได้จากการสะท้อนแสงที่ส่วนโค้งด้านนอกมีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร .....(เหมือนกัน คือรังสีสะท้อนจากส่วนโค้งด้านในและส่วนโค้งด้านนอกจะทำมุมกับเส้นปกติเท่ากับมุมที่รังสีตกกระทบบนผิวโค้ง) .....
2. การให้รังสีแสงตกกระทบบนผิวด้านในของแผ่นโลหะโค้ง แผ่นโลหะนี้ใช้แทนสิ่งใด .... (กระจกเว้า).....
3. การให้รังสีแสงตกกระทบบนผิวด้านนอกของแผ่นโลหะโค้ง แผ่นโลหะนี้ใช้แทนสิ่งใด .... (กระจกนูน).....

บันทึกผลการทำกิจกรรมลงในตารางลักษณะของแสงที่สะท้อนจากกระจกเงาโค้ง

ลักษณะแสงที่ขนานกับเส้นปกติ ตกกระทบบนโลหะผิวโค้ง	ลักษณะของแสงสะท้อน	ภาพ
ผิวโค้งด้านใน	เมื่อแสงขนานตกกระทบผิวโค้ง ด้านในจะเกิดแสงสะท้อนที่ลู่เข้า ไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่งบนเส้น ปกติ	
ผิวโค้งด้านนอก	เมื่อแสงขนานตกกระทบผิวโค้ง ด้านนอกจะเกิดแสงสะท้อนที่ กระจายออกไปไม่ตัดกัน	

#### คำถามหลังทำกิจกรรม

- รังสีสะท้อนที่ได้จากการสะท้อนที่ส่วนโค้งด้านในและส่วนโค้งด้านนอกของแผ่นโลหะ  
เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร ตรงตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่ ...*(ไม่เหมือนกัน คือรังสีสะท้อนจากส่วนโค้ง  
ด้านในจะลู่เข้าไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่งบนเส้นปกติ และรังสีที่สะท้อนจากส่วนโค้งด้านนอกจะกระจายออกไป  
ตัดกัน).....*
- จุดที่รังสีสะท้อนจากส่วนโค้งด้านในของแผ่นโลหะมารวมกันเรียกว่าอะไร....*(จุดโฟกัส).....*
- ถ้านักเรียนลากต่อแนวของรังสีสะท้อนจากส่วนโค้งด้านนอกของแผ่นโลหะไปทางด้านหลัง  
ของส่วนโค้ง แนวของรังสีสะท้อนจะตัดกันหรือไม่ จงวาดภาพประกอบ .....*(ตัดกัน).....*

- สรุปผลการทดลองได้อย่างไร .....*(การสะท้อนแสงบนกระจกโค้งของกระจกเว้าและ  
กระจกนูนแตกต่างกัน กล่าวคือ การสะท้อนแสงบนกระจกเว้าจะลู่เข้าไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่งบนเส้น  
ปกติ แต่การสะท้อนแสงบนกระจกนูนจะกระจายออกไปไม่ตัดกัน ต้องลากเส้นต่อแนวรังสีสะท้อนไป  
ด้านหลังเพื่อให้รังสีสะท้อนไปตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง).....*

เอกสารกิจกรรมการทดลองที่ 5  
เรื่อง ภาพจากกระจกนูนและกระจกเว้า

วัตถุประสงค์

ข้อสนแตนเลส

วิธีทำ

1. นำข้อสนแตนเลสที่มีด้านเว้าส่องดูใบหน้าของตนเอง สังเกตภาพใบหน้าของนักเรียนที่เกิดขึ้นในข้อสนแตนเลส และลองเปลี่ยนระยะห่างระหว่างข้อสนแตนเลสกับหน้าของนักเรียน สังเกต และบันทึกผลการสังเกตลงในตารางบันทึกผล
2. นำข้อสนแตนเลสที่มีด้านนูนส่องดูใบหน้าของตนเอง สังเกตภาพใบหน้าของนักเรียนที่เกิดขึ้นในข้อสนแตนเลส และลองเปลี่ยนระยะห่างระหว่างข้อสนแตนเลสกับหน้าของนักเรียน สังเกต และบันทึกผลการสังเกตลงในตารางบันทึกผล



คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. นักเรียนคิดว่าหน้าของนักเรียนในข้อสนแตนเลสด้านเว้าและด้านนูนจะเหมือนกันหรือไม่อย่างไร .....(ไม่เหมือนกัน คือ ภาพหน้าในข้อสนแตนเลสด้านเว้าจะกลับหัวขนาดใหญ่กว่าหน้าจริง และภาพหน้าในข้อสนแตนเลสด้านนูนจะเป็นภาพหัวตั้งขนาดเล็กกว่าหน้าจริง) .....
2. ข้อสนแตนเลสด้านเว้าและด้านนูนแทนกระจกแบบใด ..... (ด้านเว้า แทนกระจกเว้า ด้านนูน แทนกระจกนูน) .....

### บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตารางภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกนูนและกระจกเว้า

ผิวโค้งของ ข้อแตน แลส	อธิบายลักษณะภาพในข้อแตน แลส	ภาพที่นักเรียนสังเกตเห็น
ด้านเว้า	ภาพกลับหัวขนาดใหญ่กว่าหน้า จริง ขนาดเท่าหน้าจริง และขนาด เล็กกว่าหน้าจริง	
ด้านนูน	ภาพหัวตั้งขนาดเล็กกว่าหน้าจริง	

### คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ภาพหน้าของนักเรียนในข้อแตนแลสด้านเว้าและด้านนูนเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร ตรงตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่ .....(ไม่เหมือนกัน คือ ภาพหน้าในข้อแตนแลสด้านเว้าจะกลับหัวขนาดใหญ่กว่าหน้าจริง ขนาดเท่าหน้าจริง และขนาดเล็กกว่าหน้าจริง ส่วนภาพหน้าในข้อแตนแลสด้านนูนจะเป็นภาพหัวตั้งขนาดเล็กกว่าหน้าจริง ซึ่งตรงตามที่ได้คาดคะเนไว้).....

2. หากนักเรียนทดลองนำนิ้วชี้ไปวางติดกับข้อแตนแลสด้านเว้า ภาพนิ้วชี้ที่เกิดขึ้นในข้อแตนแลสมีลักษณะอย่างไร.....(ภาพนิ้วชี้จะเป็นภาพหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ).....

4. สรุปผลการทดลองได้อย่างไร .....(ภาพที่เกิดจากการสะท้อนของกระจกเว้าจะเป็นภาพขนาดใหญ่ ขนาดเท่ากับวัตถุ เล็กกว่าวัตถุ และเป็นภาพหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุในกระจก ซึ่งจะเป็นภาพขนาดเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับระยะห่างของวัตถุกับกระจกเว้า ส่วนภาพที่เกิดจากกระจกนูนจะเป็นภาพหัวตั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ).....

## เอกสารกิจกรรมที่ 6

### เรื่อง การนำหลักการสะท้อนของแสงไปใช้ประโยชน์

นักเรียนสืบค้นและศึกษาเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ที่นำหลักการสะท้อนของแสงมาใช้จากเอกสารความรู้ และสืบค้นเพิ่มเติมจากเว็บไซต์ต่างๆ

#### คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. นักเรียนคิดว่าการศึกษาเรื่องแสงและการสะท้อนของแสงมีประโยชน์หรือไม่ อย่างไร....(มีประโยชน์ คือ มีการนำมาใช้ในการประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ ที่เห็นโดยทั่วไปที่ใช้ในชีวิตประจำวันก็คือ กระจก หากต้องการภาพขนาดหรือลักษณะเล็กกว่า เท่าเดิม หรือขยายใหญ่กว่าวัตถุที่เลือกชนิดของกระจกที่จะนำมาใช้ได้)....

2. นักเรียนอยากเป็นนักคิด นักประดิษฐ์ ที่สร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ หรือไม่ แล้วนักเรียนจะประดิษฐ์อะไร ทำไมจึงอยากประดิษฐ์สิ่งนั้น ....(อยาก ประดิษฐ์หุ่นยนต์ เพราะจะได้นำมาใช้ประโยชน์ ประดิษฐ์ตุ๊กตา เพราะจะได้มีเพื่อนเล่นเพิ่ม ประดิษฐ์เสื้อผ้า เพราะจะได้ใส่เสื้อผ้าที่ตนเองออกแบบ /ไม่อยาก).....

3. นักเรียนคิดว่าเหตุผลในการประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้/อุปกรณ์ขึ้นมา คืออะไร ..... (ตอบสนองต่อความต้องการใช้ประโยชน์ หรือความพอใจ).....

#### บันทึกผลการศึกษา

เครื่องมือ/อุปกรณ์	ประโยชน์ของเครื่องมือ/อุปกรณ์	ประเภทของกระจกที่ใช้หรือประกอบอยู่ในเครื่องมือ/อุปกรณ์นั้น	ประโยชน์ของกระจกที่ใช้หรือประกอบอยู่ในเครื่องมือ/อุปกรณ์นั้น
1. กระจกเงาราบที่บ้าน	ตรวจสอบร่างกาย ผิวพรรณ ใบหน้า สำหรับแต่งหน้า	กระจกเงาราบ	สะท้อนแสงเพื่อให้เห็นภาพที่เหมือนกับวัตถุ
2. กระจกนูนตามทางแยก	ดูรถที่สวนทางมา จะได้ระมัดระวังการชน ให้ปลอดภัย	กระจกนูน	สะท้อนแสงเพื่อให้เห็นภาพในมุมมองที่กว้างขึ้น
3. เต้าอบพลังแสงอาทิตย์	ทำให้อาหารแห้ง และเก็บไว้รับประทานได้นานขึ้น	กระจกเงาราบ	สะท้อนแสงแดดให้มาตกลงบนบริเวณที่มีอาหารปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้อาหารแห้งเร็ว

เครื่องมือ/อุปกรณ์	ประโยชน์ของ เครื่องมือ/อุปกรณ์	ประเภทของกระจกที่ ใช้หรือประกอบอยู่ใน เครื่องมือ/อุปกรณ์นั้น	ประโยชน์ของกระจกที่ ใช้หรือประกอบอยู่ใน เครื่องมือ/อุปกรณ์นั้น
4. กล้องเพอริสโคป	สังเกตการณ์ ภายนอกเรือดำน้ำ	กระจกราบ	สะท้อนภาพที่อยู่ ด้านบนกับกระจก ด้านล่างทำให้มองเห็น สิ่งต่างๆ ที่อยู่สูงกว่า บริเวณที่สังเกตการณ์
5.			

### คำถามหลังการทำกิจกรรม

1. นักเรียนชอบอุปกรณ์ เครื่องมือ หรือสิ่งประดิษฐ์ชิ้นใดมากที่สุด เพราะเหตุใด ....(เตาอบ  
แสงอาทิตย์ เพราะ การตากอาหาร เช่น กลัวย ผัก โดยปกติมันหากจะให้แห้งสนิทต้องใช้เวลาหลาย  
วัน หากมีการนำกระจกสะท้อนแสงมาช่วยเพิ่มปริมาณแสงแดดจะทำให้อาหารแห้งเร็วขึ้นได้).....
2. นักเรียนสามารถนำเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ชิ้นใดไปใช้ในชีวิตประจำวัน หรือ  
นำไปใช้ในโรงเรียน ชุมชน หรือท้องถิ่นได้หรือไม่ อย่างไร .....(ได้ นำกระจกราบไปตกแต่งสหกรณ์  
ร้านค้าของโรงเรียนให้ดูกว้างขึ้น).....
3. นักเรียนสามารถประดิษฐ์เครื่องมือ อุปกรณ์ สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการสะท้อนของแสงได้  
หรือไม่ อย่างไร .....(ได้ นำมาทำเป็นของที่ระลึกหรือของตกแต่งบ้าน โดยเอากระจกมาต่อทำมุมกัน  
แล้วนำของสะสม เช่น หุ่นยนต์ รถของเล่น ตุ๊กตา ฯลฯ มาวางไว้ระหว่างมุมนั้นจะทำให้ดูเหมือนว่ามี  
ของสะสมที่ขอบหลายตัว และนำไปวางตกแต่งห้องนอน โต๊ะทำงาน หรือตู้โชว์ที่บ้านได้).....



**เอกสารกิจกรรมที่ 7**  
**เรื่อง สะท้อนคิดประดิษฐ์จากแสง**

**วิธีทำกิจกรรม**

ให้นักเรียน

1. ทบทวนสรุปผลการทำกิจกรรมการทดลองที่ 1 – 6 แล้วเขียนสรุปผลการทำกิจกรรม ลงไปในตารางสรุปผลกิจกรรม เรื่อง ธรรมชาติและการสะท้อนของแสง
2. ร่วมกันเสนอสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นเครื่องมือ/อุปกรณ์/เครื่องใช้ หรือโครงการ/กิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง ครอบครัว โรงเรียน หรือชุมชน โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ หลักการ หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาจาก เรื่อง ธรรมชาติและการสะท้อนของแสง
3. เขียนแบบร่างเสนอสิ่งประดิษฐ์/โครงการ/กิจกรรม ที่นักเรียนตัดสินใจจะประดิษฐ์ หรือดำเนินการเพื่อประโยชน์ต่อตนเอง ครอบครัว โรงเรียนหรือชุมชน ลงในแบบร่างเสนอโครงการ

ตารางสรุปผลกิจกรรม เรื่อง ธรรมชาติและการสะท้อนของแสง

ชื่อกิจกรรม	สรุปผลการทำกิจกรรม
1. การเดินทางของแสง	
2. การสะท้อนแสงของกระจกเงาราบ	
3. ลักษณะภาพจากการสะท้อนแสงบนกระจกเงาราบ	
4. การสะท้อนแสงบนกระจกโค้ง	
5. ภาพจากกระจกนูนและกระจกเว้า	
6. การนำหลักการสะท้อนของแสงไปใช้	

ตารางบันทึกความคิดเห็นประติษฐ์สิ่งประติษฐ์หรือจัดทำโครงการ/กิจกรรม

ผู้เสนอ	สิ่งประติษฐ์/โครงการ/กิจกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่กลุ่มของนักเรียนจะประติษฐ์ คือ .....

ประโยชน์ที่มีต่อตนเอง โรงเรียน หรือชุมชน คือ.....

.....

## โครงร่างเสนอโครงการ

ชื่อโครงการ .....

คณะผู้จัดทำโครงการ

- |         |          |
|---------|----------|
| 1. .... | 2. ....  |
| 3. .... | 4. ....  |
| 5. .... | 6. ....  |
| 7. .... | 8. ....  |
| 9. .... | 10. .... |

ที่ปรึกษา

- |         |         |
|---------|---------|
| 1. .... | 2. .... |
| 3. .... | 4. .... |

ที่มาและความสำคัญของโครงการ

.....

.....

.....

.....

วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ

1. ....
2. ....
3. ....

วิธีดำเนินการ

1. ....
2. ....
3. ....

- 4. ....
- 5. ....
- 6. ....
- 7. ....
- 8. ....
- 9. ....
- 10. ....

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....



แผนการกำหนดเวลาปฏิบัติโครงการ

ปฏิบัติโครงการตั้งแต่วันที่.....ถึง.....

สถานที่ปฏิบัติโครงการ .....



ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์
2. คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

## 1. คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ได้ผลการตรวจสอบคุณภาพดังตารางที่ 15

1.2 ค่าความยากง่าย (difficulty index) และค่าอำนาจจำแนก (discrimination index)

ได้ผลการตรวจสอบคุณภาพดังตารางที่ 16

### 1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity)

ความตรงเชิงเนื้อหาเป็นการพิจารณาความสอดคล้องของข้อความแต่ละข้อของแบบวัดกับจุดประสงค์ของข้อคำถามที่ต้องการวัด โดยคำนวณได้จากสูตรการหาดัชนีความสอดคล้อง (item-objective congruency index: IOC) ดังนี้

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

โดย  $\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$N$  คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ความตรงตามเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ พิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม จำนวนทั้งสิ้น 15 ข้อ กับองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้พิจารณาตรวจสอบแล้วได้ผลการตรวจสอบคุณภาพตามตารางที่ 12 ดังนี้

**ตารางที่ 12** ค่าดัชนีความสอดคล้องตามองค์ประกอบของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน

ข้อ ที่	องค์ประกอบที่ต้องการ วัด	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	ความหมาย
		+1	0	-1		
1	ระบุงค์ประกอบ	2	1	0	0.66	ตรงกับองค์ประกอบที่วัด
2	บอกความสัมพันธ์	2	1	0	0.66	ตรงกับองค์ประกอบที่วัด
3	ระบุเจตนารมณ์	3	0	0	1	ตรงตามองค์ประกอบที่วัด
4	ระบุงค์ประกอบ	3	0	0	1	ตรงตามองค์ประกอบที่วัด
5	บอกความสัมพันธ์	2	1	0	0.66	ตรงกับองค์ประกอบที่วัด
6	ระบุเจตนารมณ์	3	0	0	1	ตรงตามองค์ประกอบที่วัด
7	ระบุงค์ประกอบ	3	0	0	1	ตรงตามองค์ประกอบที่วัด
8	บอกความสัมพันธ์	3	0	0	1	ตรงตามองค์ประกอบที่วัด
9	ระบุเจตนารมณ์	3	0	0	1	ตรงตามองค์ประกอบที่วัด

**ตารางที่ 12** ค่าดัชนีความสอดคล้องตามองค์ประกอบของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน

ข้อ ที่	องค์ประกอบที่ต้องการวัด	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	ความหมาย
		+1	0	-1		
10	ระบุงค์ประกอบ	3	0	0	1	ตรงตามองค์ประกอบที่ วัด
11	บอกความสัมพันธ์	2	1	0	0.66	ตรงกับองค์ประกอบที่ วัด
12	ระบุเจตนาธรรมณ์	3	0	0	1	ตรงตามองค์ประกอบที่ วัด
13	ระบุงค์ประกอบ	3	0	0	1	ตรงตามองค์ประกอบที่ วัด
14	บอกความสัมพันธ์	2	1	0	0.66	ตรงกับองค์ประกอบที่ วัด
15	ระบุเจตนาธรรมณ์	2	1	0	0.66	ตรงกับองค์ประกอบที่ วัด

จากตารางความตรงตามเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ดังแสดงไว้ ข้อสอบที่มีความตรงกับองค์ประกอบที่จะวัดโดยมีการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ได้แก่ ข้อ 3 4 6 7 8 9 10 12 และ 13 จำนวนทั้งหมด 9 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 0.66 มากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบดังกล่าวมีความตรงตามองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ที่ต้องการวัด และข้อคำถามอีก 6 ข้อ ที่เหลือ มีค่า IOC น้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบไม่มีความตรงตามองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ที่ต้องการวัด ดังนั้นผู้วิจัยจะนำมาพิจารณาและปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจแก้ไขต่อไป

## 1.2 ค่าความยากง่าย (difficulty index) และ ค่าอำนาจจำแนก (discrimination index)

ค่าความยากง่ายเป็นค่าที่ตรวจสอบว่าแบบวัดมีค่าความยากหรือง่ายสำหรับผู้ตอบ พิจารณาจากสัดส่วนของคน que ตอบถูกต้องผู้ตอบทั้งหมด

ค่าอำนาจจำแนกเป็นค่าที่ตรวจสอบว่าแบบวัดสามารถจำแนกผู้ตอบกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อนออกจากกันได้ดีเพียงใด พิจารณาจากสัดส่วนความต่างระหว่างจำนวนคนที่ตอบถูกของกลุ่มเก่งกับจำนวนคนที่ตอบถูกของกลุ่มอ่อนต่อจำนวนคนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์จำนวนทั้งสิ้น 15 ข้อ คำนวณจากผลการนำแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ได้ผลการตรวจสอบคุณภาพตามตารางที่ 16 ดังนี้

**ตารางที่ 13** ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์จำนวน 15 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
1	0.42	0.32	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้
2	0.24	0.26	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
3	0.39	0.37	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
4	0.68	0.21	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้
5	0.63	0.42	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
6	0.45	0.26	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้
7	0.53	0.32	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้
8	0.32	0.21	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
9	0.68	0.21	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้
10	0.58	0.53	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี
11	0.53	0.32	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้
12	0.68	0.32	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้
13	0.53	0.21	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้
14	0.34	0.26	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
15	0.61	0.37	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกต่ำมาก



## 2. คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

2.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ได้ผลการตรวจสอบคุณภาพดังตารางที่ 17

2.2 ค่าความยากง่าย (difficulty index) และค่าอำนาจจำแนก (discrimination index) ได้ผลการตรวจสอบคุณภาพดังตารางที่ 18

2.3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ระหว่างผู้วิจัยและอาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังตารางที่ 19

### 2.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity)

ความตรงตามเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ พิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์และข้อความถาม จำนวนทั้งสิ้น 7 ข้อ กับองค์ประกอบของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้พิจารณาตรวจสอบแล้วได้ผลการตรวจสอบคุณภาพตามตารางที่ 17 ดังนี้

**ตารางที่ 14** ค่าดัชนีความสอดคล้องตามพฤติกรรมบ่งชี้ของแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน

ข้อ ที่	พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถ ในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	ความหมาย
		+1	0	-1		
1	ระบุโมโนทัศน์หรือหลักการ	3	1	0	0.75	ตรงตามองค์ประกอบที่วัด
2	ระบุโมโนทัศน์หรือหลักการ	3	1	0	0.75	ตรงตามองค์ประกอบที่วัด
3	ให้เหตุผลการใช้โมโนทัศน์หรือ หลักการ	2	2	0	0.50	ตรงตามองค์ประกอบที่วัด
4	ระบุโมโนทัศน์หรือหลักการ และให้เหตุผลการใช้โมโนทัศน์ หรือหลักการ	3	1	0	0.75	ตรงตามองค์ประกอบที่วัด
5	ใช้ความรู้แก้ปัญหาและให้ เหตุผลการใช้โมโนทัศน์หรือ หลักการ	2	2	0	0.50	ตรงตามองค์ประกอบที่วัด
6	ระบุโมโนทัศน์และหลักการ	3	1	0	0.75	ตรงตามองค์ประกอบที่วัด
7	ให้เหตุผลของการนำหลักการ มาใช้	2	2	0	0.50	ตรงตามองค์ประกอบที่วัด

## 2.2 ค่าความยากง่าย (difficulty index) และ ค่าอำนาจจำแนก (discrimination index)

ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้ วิทยาศาสตร์ จำนวนทั้งสิ้น 15 ข้อ คำนวณจากผลการนำแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ไป ทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ได้ผลการตรวจสอบคุณภาพตามตารางที่ 18 ดังนี้

**ตารางที่ 15** ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้ วิทยาศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ


ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
1	0.42	0.32	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้
2	0.18	0.15	ยากมาก อำนาจจำแนกต่ำ
3	0.17	0.12	ยากมาก อำนาจจำแนกต่ำ
4	0.21	0.19	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ
5	0.29	0.20	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
6	0.20	0.35	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
7	0.27	0.34	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้

## 2.3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างผู้วิจัยและอาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของการให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการตรวจสอบคุณภาพในการให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยว่ามีความสอดคล้องกับการให้คะแนนของอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ผลการตรวจสอบคุณภาพตามตารางที่ 19 ดังนี้

**ตารางที่ 16** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของความสอดคล้องในการให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์รายข้อ จำนวน 7 ข้อ ระหว่างผู้วิจัยกับอาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ความหมาย
1	0.94	สอดคล้องกันสูงมาก
2	0.78	สอดคล้องกันสูง
3	0.76	สอดคล้องกันสูง
4	0.94	สอดคล้องกันสูงมาก
5	0.90	สอดคล้องกันสูงมาก
6	0.86	สอดคล้องกันสูง
7	0.70	สอดคล้องกันปานกลาง



ภาคผนวก จ

1. คำสถิติทดสอบการเปรียบเทียบห้องเรียนรายคู่
2. ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

### 1. ค่าสถิติทดสอบการเปรียบเทียบห้องเรียนรายคู่

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติการเปรียบเทียบรายคู่ของ Dunnett T3 ของผลการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 7 ห้อง

ห้อง	$\bar{x}$	S.D.	ผลการเปรียบเทียบห้องเรียนรายคู่						
			2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	2/6	2/7
2/1	76.14	3.35	-	12.31*	13.91*	15.83*	23.47*	21.77*	-3.53
2/2	63.83	5.09	-	-	1.60	3.52	11.16*	9.46*	-15.84*
2/3	62.23	6.47	-	-	-	1.92	9.56*	7.86*	-17.44*
2/4	60.31	6.06	-	-	-	-	7.63*	5.94*	-19.37*
2/5	528.	6.23	-	-	-	-	-	-1.70	-27.00*
2/6	54.37	2.90	-	-	-	-	-	-	-25.31*
2/7	79.68	8.34	-	-	-	-	-	-	-

\*The mean difference is significant at the .05 level.



## 2. ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

นักเรียนร่วมกันสำรวจและค้นหาคำตอบในกิจกรรมการทดลอง เรื่อง แสง และสืบค้นข้อมูลในหนังสือเรียนเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์การรับประทานอาหารตามธงโภชนาการ



## 2. ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (ต่อ)

นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในเอกสารกิจกรรม และบันทึกผลลงในกระดาษ เพื่อเตรียมนำเสนอผลการทดลองหรือผลของการสืบค้น สืบหาและค้นหาคำตอบ



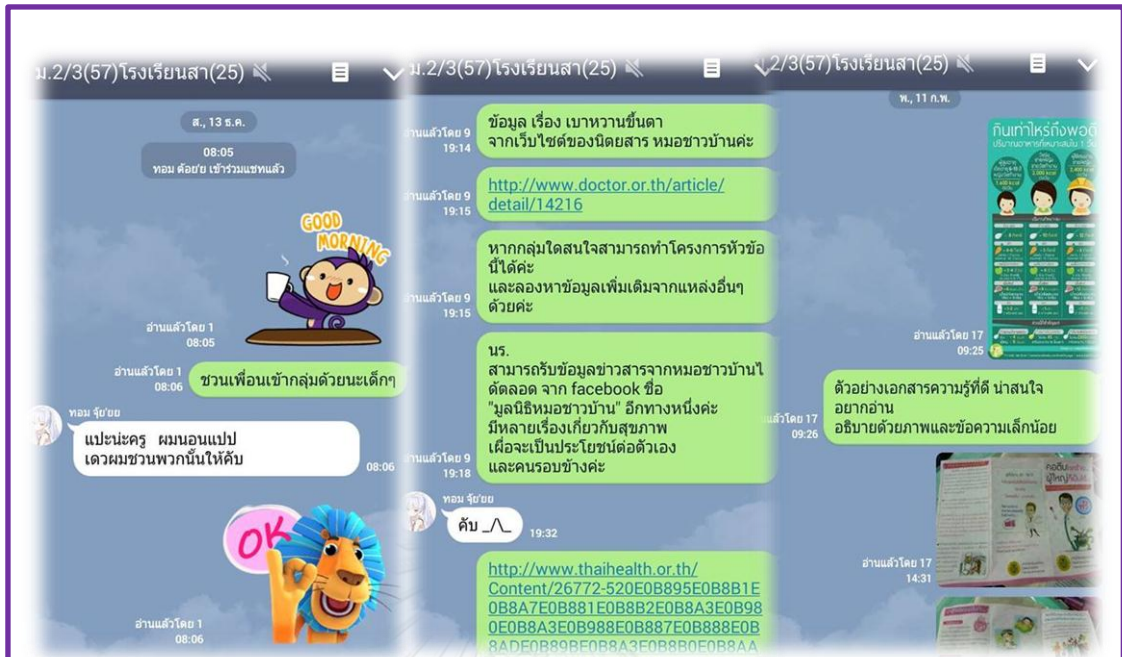
## 2. ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (ต่อ)

นักเรียนนำเสนอกิจกรรมการทดลองหรือการค้นคว้า ผลการทดลอง และสรุปผล





2. ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (ต่อ)



นักเรียนและครูเรียนรู้ร่วมกันโดยสื่อสารผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ คือ เฟสบุ๊คและไลน์



ครูสอบถามความคืบหน้าของงานและนัดหมายให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ และให้กำลังใจ



2. ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (ต่อ)



นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมโครงการปรับปรุงกรวยจราจรของโรงเรียนโดยฟอสฟอรัสสะท้อนแสง



แผ่นซีดีสะท้อนแสงนำมาติดรถจักรยานและติดหุ่นไล่กานำไปใช้ในนาข้าว

2. ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (ต่อ)



นำแผนพับความรู้เรื่องอาหาร โภชนาการและสุขภาพแจกให้นักเรียนในโรงเรียนและคนในชุมชน



### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกนกกาญจน์ ชำนาญ เกิดวันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2532 ภูมิลำเนาจังหวัดน่าน สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา วิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2554 และได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา (1/2558) เพื่อสนับสนุนการทำวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

