

ผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง  
ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนัก  
ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

นางสาวพจีลักษณ์ ขวัญใจ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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

EFFECTS OF USING INQUIRY-BASED LEARNING BASED ON ALBERTA LEARNING  
ON SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY AND ENVIRONMENTAL AWARENESS  
OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Pajeeluck Kwanjai

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 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน  
ตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลร์นึ่งที่มีต่อ  
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์  
และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน  
มัธยมศึกษาตอนต้น

โดย

นางสาวพิจักษณ์ ขวัญใจ

สาขาวิชา

การศึกษาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ ดร.วัชรภรณ์ แก้วดี

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา รัชกุลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.วัชรภรณ์ แก้วดี)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ พเยาว์ ยินดีสุข)

พจีลักษณะ ขวัญใจ: ผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของ อัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (EFFECTS OF USING INQUIRY-BASED LEARNING BASED ON ALBERTA LEARNING ON SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY AND ENVIRONMENTAL AWARENESS OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:  
อ.ดร.วัชรภรณ์ แก้วดี, 119 หน้า.

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังจากเรียนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของ อัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง 2) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการทั่วไป 3) ศึกษาความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังจากเรียนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง และ 4) เปรียบเทียบความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการทั่วไป กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพานทองสหกรณ์ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.98 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.28–0.63 2) แบบประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบวัดความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.81 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20–0.55 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที่ ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1) คะแนนเฉลี่ยร้อยละของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับร้อยละ 74.11 และ 75.42 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70

2) คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) คะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มทดลองเท่ากับ 78.46 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 65 คะแนน

4) คะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่งสามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมได้

ภาควิชา.....หลักสูตรและการสอน.....ลายมือชื่อนิติติ.....

สาขาวิชา.....การศึกษาศาสตร์.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2555.....

# # 5283389427: MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS: INQUIRY-BASED LEARNING/ SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY / ENVIRONMENTAL AWARENESS

PAJEELUCK KWANJAI: EFFECTS OF USING INQUIRY-BASED LEARNING BASED ON ALBERTA LEARNING ON SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY AND ENVIRONMENTAL AWARENESS OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: WATCHARAPORN KEAWDEE, Ph.D., 119 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes were to 1) study scientific explanation ability of the experimental group after learning by using inquiry-based learning based on Alberta Learning, 2) compare scientific explanation ability of students between the experimental group and the control group learned by using conventional teaching method, 3) study environmental awareness of the experimental group, and 4) compare environmental awareness of students between the experimental group and the control group. The samples were two classrooms of Mathayomsuksa 3 students of Phantongsapa Cha Nupatham School during the second semester of academic year 2012. The research instruments were 1) the test on scientific explanation making ability with reliability at 0.98 and discrimination levels were between 0.28-0.63, 2) the form for evaluating scientific explanation making process, and 3) the test on environmental awareness with reliability at 0.81 and the discrimination level were between 0.20-0.55. The collected data were analyzed by arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation, and t-test.

The findings were as follows:

1) The mean percentage score on scientific explanation making ability and scientific explanation making process of the experimental group was 74.11 and 75.42 percent respectively, which was higher than the criterion set at 70 percent.

2) The mean scores on scientific explanation ability of the experimental group was higher than the control group at .05 level of significance.

3) The mean scores on environmental awareness of the experimental group was 78.46, which was higher than the criterion score set at 65.

4) The mean scores on environmental awareness of the experimental group was higher than the control group at .05 level of significance.

Thus, it could be concluded that the inquiry-based learning based on Alberta Learning was able to improve scientific explanation ability and environmental awareness.

Department: Curriculum and Instruction Student's Signature.....

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

Academic Year: 2012.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความสะดวกจากอาจารย์ ดร.วิชรภรณ์ แก้วดี อาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งได้สละเวลาอันมีค่าในการถ่ายทอดความรู้ ให้คำแนะนำที่มีคุณค่า ต่องานวิจัย เป็นที่ปรึกษาและมอบกำลังใจแก่ผู้วิจัยโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ พเยาว์ ยินดีสุข กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้เป็นแรงบันดาลใจ ถ่ายทอดความรู้และแนวคิดอันเป็นมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบวิชาชีพ ในอนาคต ตลอดจนช่วยกรุณาตรวจสอบและมอบคำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณา ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณคณาจารย์ในโรงเรียนพานทองสหชาชนูปถัมภ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ อีกทั้งยังให้กำลังใจ ห่วงใย สนับสนุนช่วยเหลือตลอด ระยะเวลาที่ทำวิจัย และขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ตั้งใจเรียนและให้ความร่วมมือในการทำวิจัย เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณเพื่อน รุ่นพี่ รุ่นน้องจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งในระดับปริญญา บัณฑิต และบัณฑิตศึกษา สำหรับน้ำใจในความช่วยเหลือและกำลังใจที่มีให้ผู้วิจัยมาโดยตลอด เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และขอบคุณสมาชิกในครอบครัวที่ให้ความรัก ความเข้าใจ ความปรารถนาดีและกำลังใจที่ดียิ่งแก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาในการศึกษาและ ทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
บทที่	
1    บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
คำถามในการวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	8
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	9
2    เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
การเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง.....	12
ความหมายและลักษณะของการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน.....	12
ความเป็นมาของวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง.....	13
ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดที่สนับสนุนการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน.....	13
ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง.....	15
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	21
ความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	22
ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	22
องค์ประกอบสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	23
คุณลักษณะของผู้มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	25
แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	25
ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม.....	28
ความหมายของความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม.....	28
แนวทางการวัดความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม.....	30

บทที่	หน้า
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้.....	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม.....	35
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	38
3    วิธีดำเนินการวิจัย.....	39
รูปแบบการวิจัย.....	39
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	40
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	42
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	51
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
4    ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	53
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	53
ผลการวิเคราะห์ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม.....	56
5    สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	59
สรุปผลการวิจัย.....	59
อภิปรายผล.....	60
ข้อเสนอแนะ.....	64
รายการอ้างอิง.....	65
ภาคผนวก.....	72
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	73
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	75
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	92
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	112
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน.....	117
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	119



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการเรียนการสอนตามวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง.....	18
2	คะแนนผลสัมฤทธิ์และผลการวิเคราะห์รายคู่ของนักเรียนห้อง ม.3/1-5 โดยใช้สถิติทดสอบรายคู่ Dunnett's T <sub>3</sub> .....	40
3	หน่วยการเรียนรู้ หัวข้อ และจำนวนคาบที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	42
4	เปรียบเทียบลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างการสอนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่งกับวิธีการทั่วไป.....	44
5	รายการและเกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	45
6	เกณฑ์ในการแปลความหมายความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	46
7	นิยามของรายการประเมินและเกณฑ์การประเมิน.....	48
8	คะแนนเฉลี่ยร้อยละของกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองรายกลุ่ม.....	53
9	คะแนนเฉลี่ยร้อยละของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองรายกลุ่ม.....	55
10	คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองบกลุ่มควบคุม...	56
11	คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และค่าสถิติทดสอบที่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	57
12	คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มทดลอง.....	58
13	คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทดสอบที่ ของความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	59
14	ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ในการพิจารณาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	114

ตารางที่	หน้า
15	ค่าความยาก ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์..... 114
16	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ระหว่างผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์..... 114
17	ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ในการพิจารณาคุณภาพของแบบสอบถามความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ตอนที่ 1 เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม..... 115
18	ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของในการพิจารณาคุณภาพของแบบสอบถามความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ตอนที่ 1 เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม..... 116
19	ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ในการพิจารณาคุณภาพของแบบสอบถามความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ตอนที่ 2 การปฏิบัติตนด้านสิ่งแวดล้อม..... 117
20	ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของในการพิจารณาคุณภาพของแบบสอบถามความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ตอนที่ 2 การปฏิบัติตนด้านสิ่งแวดล้อม..... 118

## สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
2	ขั้นตอนตามวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอ์ตาเดิร์นนิ่ง.....	17
3	รูปแบบการวิจัยแบบ Two group posttest design.....	38

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญ

เป้าหมายของการศึกษา คือการเตรียมการให้ประชาชนสามารถเติมเต็มความต้องการของตนเองและสามารถใช้ชีวิตอย่างมีความรับผิดชอบ ซึ่งการศึกษาวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการพัฒนาความรู้เข้าใจและกระบวนการคิด ตลอดจนเตรียมการให้ผู้เรียนเป็นมนุษย์ที่สามารถคิดเพื่อตนเอง และเผชิญหน้ากับสิ่งต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ รวมถึงสามารถแสดงบทบาทของพลเมืองโดยมีส่วนร่วมในการปกป้องสังคมอย่างมีเหตุผล (AAAS, 1990) ซึ่งวิทยาศาสตร์คือองค์ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ และกระบวนการแสวงหาความรู้ของมนุษย์ เพื่อทำความเข้าใจโลกธรรมชาติและโลกที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยสังคมมีส่วนทำให้เกิดการพัฒนาความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Science Teachers' Association of Ontario, 2006) และคนในสังคมทุกคนจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ประกอบการคิดตัดสินใจ (National Academy of Sciences, 1998: 1) ดังนั้นการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงมีหน้าที่ในการเตรียมนักเรียนให้สามารถใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา การสร้างคำอธิบายและการขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ปัญหาบางอย่างที่ไม่คุ้นเคยหรือที่มีบริบทที่ซับซ้อน โดยนักเรียนต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ (สสวท, 2555)

องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้ที่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการรวบรวมหลักฐานที่สอดคล้องกัน ให้เหตุผล และใช้จินตนาการตั้งสมมติฐานและสร้างคำอธิบายเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักฐานที่รวบรวมได้ (The American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยการเรียบเรียงความคิด หรือประเด็นสำคัญที่ได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์ การบอกและจัดลำดับความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างประเด็นสำคัญต่างๆ โดยเลือกจัดตามลำดับเวลาของการปรากฏอย่างเหมาะสม (NRC, 2000) ในขณะที่นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะมีการใช้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ต่างกันอย่างหนึ่งซึ่งเป็นการพัฒนาความเข้าใจในทศวรรษอย่างแท้จริง (Bell and Linn, 2000 cited in McNeill and Krajcik, 2008: 122)

ตั้งแต่อดีตมาแล้ว โลกของเราถูกขับเคลื่อนด้วยวิทยาศาสตร์ ชีวิตความเป็นอยู่ที่ทันสมัย และสะดวกสบายมากขึ้นเป็นผลมาจากผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีตั้งแต่ยารักษาโรคไปจนถึง คอมพิวเตอร์ สิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นได้ด้วยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และประโยชน์จากการค้นพบ ทางวิทยาศาสตร์ แต่ต่อมาพบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงกับโลกอย่างมากมาย เช่น ปัญหา มลพิษที่กำลังทำลายระบบนิเวศทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาคและระดับโลก ผู้คนเริ่มตระหนัก ถึงผลกระทบและอันตรายที่เกิดขึ้นจากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Sardar and Loon, 2002) รวมถึงการขาดทักษะที่จำเป็นในการสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก รวมถึงการขาด ความรับผิดชอบและความร่วมมือระหว่างภาคองค์กร อีกทั้งการพัฒนาเศรษฐกิจโดยไม่คำนึงถึง สิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเช่นในปัจจุบัน (UNEP, 2012) เพื่อให้ประเทศและ พลเมืองไทยสามารถยืนหยัดอยู่ได้ท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว แผนพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) จึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาคนให้ มีคุณภาพ มีสติปัญญา ควบคู่กับคุณธรรม จริยธรรม และสามารถใช้ความรู้ เทคโนโลยี และ นวัตกรรมอย่างสร้างสรรค์ โดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและ สังคมแห่งชาติ, 2554)

การสร้างจิตสำนึกเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมควรมีควบคู่ไปกับการศึกษา ดังที่ประชุม สหประชาชาติที่กรุงริโอเดอจาเนโร ประเทศบราซิล ได้สรุปไว้เป็นแผนปฏิบัติการ 21 (Agenda21) ที่สนับสนุนให้จัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยให้เหตุผลว่า “การศึกษาเป็นสิ่งเร่งด่วน ในการสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน และส่งเสริมความสามารถของประชาชนในเรื่อง สิ่งแวดล้อม เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการทำให้เป็นผลสำเร็จในเรื่องของความตระหนักทาง จริยธรรม ค่านิยม และ เจตคติ ตลอดจนทักษะ และ ความประพฤติที่มั่นคงเกี่ยวกับการพัฒนา ที่ยั่งยืน รวมทั้งการที่ประชาชนได้รู้จักการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ ” (United Nations, 1993) สถาบันการศึกษาจึงมีหน้าที่โดยตรงในการปลูกฝังลักษณะนี้ควบคู่ไปกับ การสร้างความรู้ความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อม ดังความคาดหวังเกี่ยวกับคุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ระบุว่า “ให้นักเรียนแสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในท้องถิ่น” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

การประเมินคุณภาพนักเรียนจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ Program for International Student Assessment (PISA) โดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) การประเมินในปี พ.ศ.2549 (PISA 2006) เน้นการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งเป็นวัยที่จบการศึกษาภาคบังคับ ว่ามีการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์เพียงพอสำหรับชีวิตจริงในอนาคตหรือไม่ จากการทดสอบความรู้ในเรื่องธรรมชาติจากสถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ผลการประเมินพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 429 คะแนน ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่ 500 คะแนน (OECD, 2006)

ในขณะที่การประเมินผลในระดับนานาชาติเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการจัดการศึกษาของประเทศต่างๆ จากโครงการ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) โดยสมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลการศึกษา International Association for Educational Assessment (IAEA) มีการประเมินสาระเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร และการใช้สติปัญญา ได้แก่ การรู้ การใช้ความรู้ และการใช้เหตุผล ผลจากการประเมินในปี 2550 และ 2554 พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของประเทศไทยได้คะแนน 471 และ 451 คะแนน ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่ 500 คะแนน (Gonzales et al., 2008; Provasnik et al., 2012) แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังมีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ นอกจากนี้ยังไม่สามารถทำข้อสอบประเภทเขียนอธิบาย และการให้เหตุผลสนับสนุนการตอบของตนเองได้

การจัดการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในโรงเรียนเกือบทุกประเทศเน้นความสำคัญกับการปฏิบัติกิจกรรมวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบสอบ (Scientific inquiry) กระบวนการนี้จำเป็นต่อการพัฒนาพลเมืองให้มีความรู้ในวิธีการ กระบวนการ และผลผลิตของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่นอกจากเตรียมพลเมืองที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์แล้วยังเป็นการเตรียมนักวิทยาศาสตร์ของอนาคต (สสวท., 2555) นักเรียนที่เรียนแบบสืบสอบจะสร้างความรู้ของตนเองจากการลงมือปฏิบัติ การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ การวางแผน การสำรวจตรวจสอบเพื่อเก็บข้อมูล การใช้เครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสมในการรวบรวมข้อมูล สร้างข้อสรุปจากหลักฐาน ประเมินข้อสรุป และสื่อสารและให้เหตุผลสนับสนุน และกล่าวถึงลักษณะสำคัญของการสืบสอบ 5 ประการ คือ 1) การมีส่วนร่วมในการกำหนดคำถามทางวิทยาศาสตร์ 2) การให้ความสำคัญ

กับหลักฐานที่ตอบรับกับคำถาม 3) การสร้างคำอธิบายอย่างเป็นระบบจากหลักฐานเชิงประจักษ์ 4) การเชื่อมโยงการอธิบายเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 5) การสื่อความหมายและแสดงให้เหตุผลคำอธิบาย (National Science Education Standards, 2000)

ในปี พ.ศ. 2547 อัลเบอร์ตาเลิร์นนิ่ง ซึ่งเป็นหน่วยงานในสาขาทรัพยากรการเรียนรู้และการสอน (Learning and Teaching Resources Branch) สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ประจำมลฑลอัลเบอร์ตา ประเทศแคนาดา ได้พัฒนาวิธีการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน โดยมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้สามารถพิจารณาประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีได้อย่างเข้าใจ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ตลอดจนสามารถเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบสอบอย่างมีประสิทธิภาพ และให้ความสำคัญกับเจตคติที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ รูปแบบการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย 7 ระยะ ดังนี้ 1) ระยะการวางแผน (Planning Phase) เป็นการกระตุ้นความสนใจ และให้นักเรียนตั้งคำถาม วิเคราะห์และวางแผนการค้นคว้าหาความรู้ 2) ระยะการทบทวน (Retrieving Phase) เป็นการวิเคราะห์ความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องและประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม 3) ระยะกระบวนการ (Processing Phase) เป็นการสำรวจตรวจสอบตามแผนการสืบสอบ และวิเคราะห์และบันทึกข้อมูล 4) ระยะการสร้าง (Creating Phase) เป็นการประมวลผลและการนำข้อมูลมาจัดกระทำ และการสร้างข้อสรุปด้วยตนเองเพื่อนำเสนอในระยะต่อไป 5) ระยะแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing Phase) นำเสนอผลงาน จากนั้นแลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจความรู้ที่ค้นพบ 6) ระยะการประเมินผล (Evaluating Phase) เป็นการประเมินผลงานกระบวนการเรียนรู้ และแผนการสืบสอบ รวมทั้งทบทวนแก้ไขผลงาน และประยุกต์ความรู้กับสถานการณ์ใหม่ และ 7) การสะท้อนกระบวนการ (Reflecting on the Process) เป็นกิจกรรมที่สอดแทรกอยู่ทุกระยะของการจัดการเรียนรู้ โดยเชื่อมโยงเมตาคognition กับการเรียนรู้ด้านเจตคติ และความรู้

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจนำวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาเลิร์นนิ่งมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการใช้ความรู้อย่างมีเหตุผล และให้ความสำคัญกับความรู้สึในการเรียน จึงนำวิธีการนี้มาปรับใช้เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

## คำถามในการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร
2. เมื่อเปรียบเทียบกัน นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการทั่วไป อย่างไร

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่งกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการทั่วไป
3. เพื่อศึกษาความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง
4. เพื่อเปรียบเทียบความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่งกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการทั่วไป

## สมมติฐานในการวิจัย

จากการวิจัยของ Wu และ Wu (2010) ที่ศึกษาการสร้างความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมสืบสอบและศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และเข้าใจว่าข้อมูลจากการทดลองเป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ในขณะที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้อยู่ในระดับเริ่มต้น คือไม่สามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างผลการทดลองและความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ได้ และเชื่อว่าจุดประสงค์ของวิทยาศาสตร์คือการทดลองและการวิจัย



ในขณะที่การวิจัยของ สุพัตรา จันทรมะโชติ (2552) ทำวิจัยทดลองเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยา และความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ผลการวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการอธิบาย พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายระหว่างเรียนจำแนกตามประเภทการสืบสอบ 3 ประเภท คือ 1) การสืบสอบแบบ มีการแนะนำ 2) การสืบสอบแบบมีการร่วมแนะนำ และ 3) การสืบสอบแบบไม่มีการแนะนำ มีคะแนนเฉลี่ยคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายหลังเรียน แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ คะแนนเฉลี่ยกระบวนการสร้างและคะแนนเฉลี่ยคำอธิบายจากการสร้างสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายหลังเรียนพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Arba'at Hassan et al. (2008) ศึกษาระดับของความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจากแผนการเรียนแตกต่างกันในเขตเมืองหลวงและเขตปริมณฑล โดยพิจารณาจาก 3 ประเด็น ได้แก่ ด้านการปฏิบัติตนเพื่อความยั่งยืน ด้านพฤติกรรมและเจตคติ และด้านอารมณ์ เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์มีความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่าแผนการเรียนศิลปะและภาษา

Madumere (2012) ได้ทำการประเมินระดับความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนวิชาเอกทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า นักศึกษามีความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมสูงเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตัวนักศึกษาเองโดยตรง แต่ในด้านอื่นจะมีความตระหนักรู้ในระดับต่ำหรือระดับพอใช้เท่านั้น

จากแนวคิดและผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นจึงตั้งสมมติฐาน ดังนี้

1. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาเลิร์นนิ่งมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70 โดยเทียบเกณฑ์ตาม NAEP Writing Assessment 2011 (NCES, 2012)

2. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาเลิร์นนิ่งมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีทั่วไป

3. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาเลิร์นนิ่งมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่า 65 คะแนน โดยเทียบกับเกณฑ์ของ Madumere (2012)

4. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาเลิร์นนิ่งมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีทั่วไป

### ขอบเขตในการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18 (ชลบุรี-ระยอง) สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. ตัวแปรในการวิจัยมี ดังนี้

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ

2.1.1 การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาเลิร์นนิ่ง

2.1.2 การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทั่วไป

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.2 ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม

2.3 ตัวแปรควบคุม คือ

2.3.1 เนื้อหาวิชาและจำนวนเรื่องที่ใช้ในการเรียนการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นเนื้อหาเดียวกัน

2.3.2 ผู้สอน คือ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.3.3 ระยะเวลาที่สอน คือ มีจำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการเรียนการสอนเท่ากันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาในรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับนักเรียนซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ตามหลักสูตรของโรงเรียนเบญจมราชาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์

### คำจำกัดความ

1. **วิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง** หมายถึง การจัดเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้โดยการตั้งคำถาม สืบตรวจตรวจสอบและสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองตามแนวคิดของ Alberta Learning (2004) ประกอบด้วย 7 ระยะดังต่อไปนี้

- 1) **ระยะการวางแผน (Planning Phase)** การกระตุ้นความสนใจนักเรียน ตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหา และวางแผนการสืบสอบ
- 2) **ระยะการทบทวน (Retrieving Phase)** เป็นการให้นักเรียนพิจารณาความรู้หรือข้อมูลจากประสบการณ์เดิม และข้อมูลที่ควรสืบค้นเพิ่มเติมจากคำสำคัญที่เกี่ยวข้องตามประเด็น
- 3) **ระยะกระบวนการ (Processing Phase)** นักเรียนสืบตรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ คัดเลือก และบันทึกข้อมูล
- 4) **ระยะการสร้าง (Creating Phase)** นักเรียนร่วมกันการตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดกระทำและเตรียมการสำหรับการนำเสนอในรูปแบบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนต้องแสดงหลักฐานและการให้เหตุผลสนับสนุนผลการศึกษาค้นคว้า
- 5) **ระยะการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing Phase)** นักเรียนนำเสนอผลงาน ครูนำอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจที่ค้นพบ
- 6) **ระยะการประเมินผล (Evaluating Phase)** นักเรียนประเมินผลงาน กระบวนการทำงาน และแผนการสืบสอบที่วางไว้ พร้อมทั้งนำความรู้ที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน รวมทั้งทบทวนเพื่อให้นักเรียนสรุปเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเอง
- 7) **การสะท้อนกระบวนการ (Reflecting on the Process)** นักเรียนใคร่ครวญเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง โดยครูส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงการรู้คิดในกระบวนการเรียนรู้ของตนเองกับความรู้ความเข้าใจบทเรียนและความรู้สึก ระยะนี้ปรากฏสอดแทรกอยู่ในทุกระยะของการจัดการเรียนการสอน กับผลการเรียนรู้ด้านเจตคติและความรู้

**2. วิธีการสอนแบบทั่วไป** หมายถึง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีการสืบสอบที่ครูในโรงเรียนใช้จัดการเรียนการสอน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) **ขั้นนำ** การกระตุ้นความสนใจ ทบทวนประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อนำไปสู่ปัญหาที่ต้องการศึกษา 2) **ขั้นสำรวจตรวจสอบ** นักเรียนลงมือปฏิบัติ สืบค้น ศึกษารวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล จัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายสิ่งที่ได้เรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ นำมาสู่การสร้างข้อสรุปด้วยตนเองของนักเรียน 3) **ขั้นสรุป** เป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่ค้นพบกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นำสู่การสรุปมโนทัศน์สำคัญของบทเรียน

**3. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุคำอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในบริบทที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยประกอบด้วยข้อความที่เป็นข้อกล่าวอ้าง หลักฐานเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้ และการให้เหตุผลด้วยข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พิจารณาจาก 2 ส่วน ได้แก่

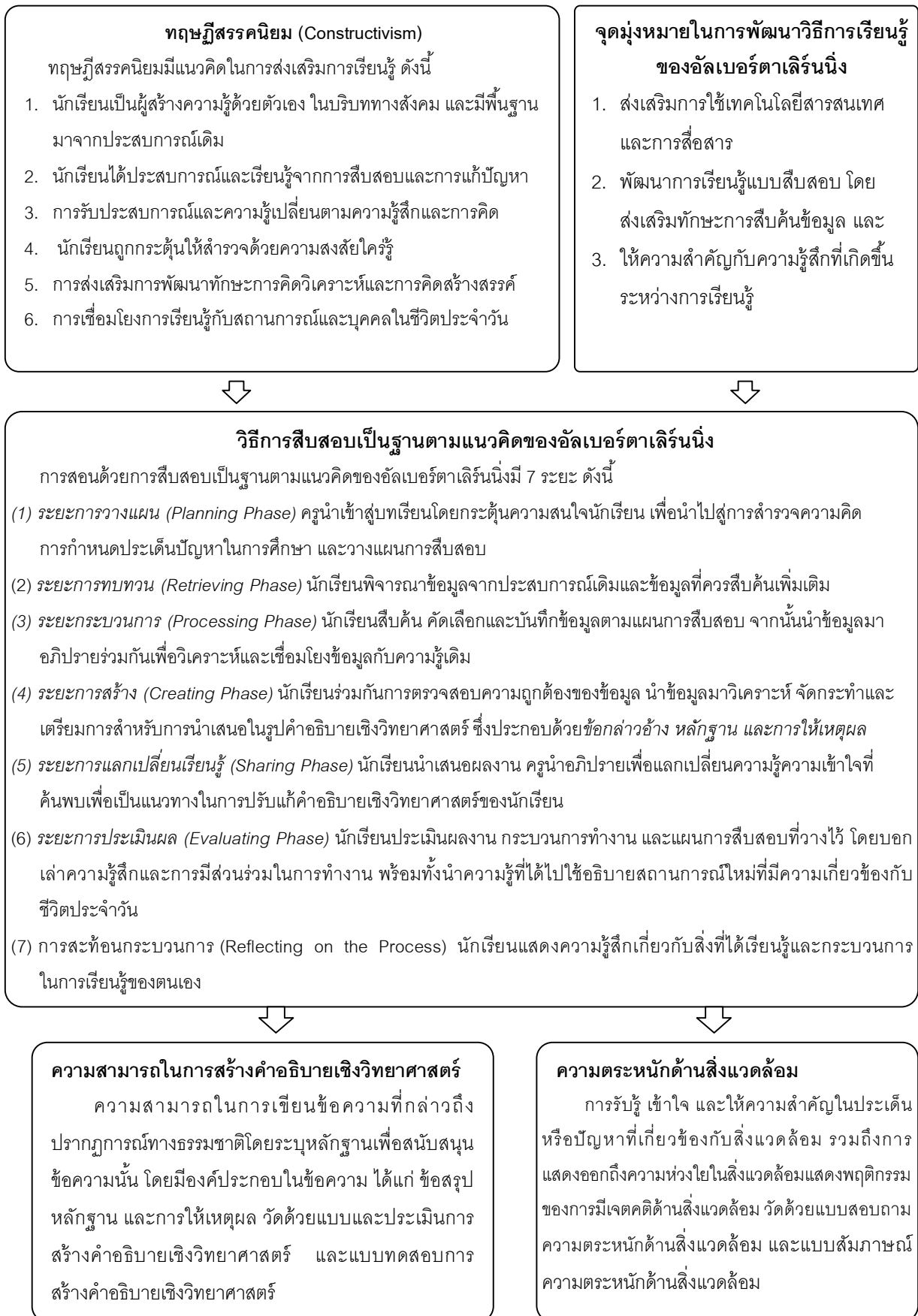
- 1) **กระบวนการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์** ประเมินในคาบสุดท้ายของการเรียนจากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- 2) **คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์** วัดด้วยแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ โดยมีการตรวจและประเมินการตอบของนักเรียนด้วยรายข้อด้วยแบบประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

**4. ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม** หมายถึง การรับรู้ เข้าใจ และให้ความสำคัญในประเด็นหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม รวมถึงการแสดงออกถึงความห่วงใยในสิ่งแวดล้อมแสดงพฤติกรรมของการมีเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ จุดประสงค์ของการเรียนรู้ตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเดิร์นนิ่ง และวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเดิร์นนิ่ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน โดยสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้

## ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลร์นึ่งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีการได้ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลร์นึ่ง ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม และนำผลการศึกษามากำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยรายละเอียดผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อ นำเสนอตามลำดับดังนี้

1. การเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลร์นึ่ง
  - 1.1 ความหมายและลักษณะของการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน
  - 1.2 ความเป็นมาของวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลร์นึ่ง
  - 1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิด ที่สนับสนุนการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน
  - 1.4 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดอัลเบิร์ตตาเลร์นึ่ง
2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
  - 2.1 ความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
  - 2.2 ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
  - 2.3 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
  - 2.4 แนวทางการวัดคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
3. ความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม
  - 3.1 ความหมายความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม
  - 3.2 แนวทางการวัดความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
  - 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

## 1. การเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลร์นิง

### 1.1 ความหมายและลักษณะของการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน

จากการศึกษาเอกสาร และบทความต่างๆ มีการกล่าวถึงความหมายและลักษณะของการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน ดังนี้

Borich and Hao and Aw (2006) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานเป็นวิธีการในการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการค้นหาด้วยการใช้คำถามเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล ความรู้ และความเป็นจริง โดยลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน มีดังนี้

- 1) กิจกรรมการเรียนการสอนเริ่มโดยการใช้คำถามที่น่าสนใจและท้าทาย
- 2) คำถามที่ใช้เป็นคำถามปลายเปิด ครูต้องยอมรับคำตอบที่หลากหลายให้ความสำคัญกับวิธีการในการหาคำตอบมากกว่าคำตอบ
- 3) กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ
- 4) กระบวนการสืบสอบที่ใช้สามารถนำไปศึกษาในประเด็นปัญหาพื้นฐานไปจนถึงการทดลองสำรวจที่ซับซ้อนได้
- 5) การประเมินนักเรียนจะพิจารณาจากคุณภาพของคำตอบ และกระบวนการในการหาคำตอบ

National Science Education Standards (1996; 2000) อธิบายความหมายของการสืบสอบว่า “เป็นวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาสิ่งต่าง ๆ ที่มีในโลก และหาวิธีอธิบายโดยใช้หลักฐาน จากการปฏิบัติงาน” การสืบสอบยังอาจหมายถึงกิจกรรมที่นักเรียนพัฒนาความรู้และความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนที่เรียนแบบสืบสอบจะสร้างความรู้ของตนเองจากการลงมือปฏิบัติ การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ การวางแผน การค้นหาคำตอบ ใช้เครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสมในการรวบรวมข้อมูล สร้างข้อสรุปจากหลักฐาน ประเมินข้อสรุปจากทางเลือกต่าง ๆ และสื่อสารและให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อสรุป โดยได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ประการ ดังนี้คือ

- 1) การมีส่วนร่วมในการกำหนดคำถามทางวิทยาศาสตร์
- 2) การให้ความสำคัญกับหลักฐานที่ตอบรับกับคำถาม
- 3) การสร้างคำอธิบายอย่างเป็นระบบจากหลักฐานเชิงประจักษ์



- 4) การเชื่อมโยงการอธิบายเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 5) การสื่อความหมายและแสดงให้เหตุผลคำอธิบาย

## 1.2 ความเป็นมาของวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาลีร์นิง

วิธีการสอนสืบสอบตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาลีร์นิงเผยแพร่ในเอกสาร Focus on Inquiry: A teacher's Guide to Implementing Inquiry-based Learning ในปี 2004 โดยอัลเบอร์ตาลีร์นิง (Alberta Learning) หน่วยงานจากสาขาทรัพยากรการเรียนรู้และการสอน (Learning and Teaching Resources Branch) กระทรวงศึกษาธิการ ประจำมลรัฐอัลเบอร์ต้า ประเทศแคนาดา โดยมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงวิธีการเรียนรู้ จากเอกสารฉบับเดิม Focus on Research: A Guide to Developing Students' Research Skills ในปี 1990 ที่เน้นความสำคัญของการค้นคว้า (Research) ซึ่งเป็นความสามารถในการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ” โดยวัตถุประสงค์ในการพัฒนาวิธีการสอนสืบสอบตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาลีร์นิงมี ดังนี้

- 1) การส่งเสริมและพัฒนาทักษะการสืบค้นข้อมูล
- 2) การส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
- 3) การให้ความสำคัญกับพฤติกรรมด้านจิตพิสัยที่มีต่อการเรียนรู้

## 1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิด ที่สนับสนุนการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน

วิธีการสืบสอบตามแนวคิดอัลเบอร์ตาลีร์นิง มีแนวคิดมาจากทฤษฎีสรคนิยม (Constructivism) โดยกล่าวเกี่ยวกับความรู้ของนักเรียนที่มีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงวัย ตามพัฒนาการทางสติปัญญาและความรู้และประสบการณ์เดิม นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตัวเอง ในบริบททางสังคม และมีพื้นฐานมาจากประสบการณ์เดิม การรับประสบการณ์และความรู้ของนักเรียนจะเปลี่ยนไปตามความรู้สึและการคิดขณะเรียน นอกจากนี้ยังระบุว่า “ทฤษฎีสรคนิยมสนับสนุนการเรียนรู้แบบสืบสอบเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประสบการณ์และเรียนรู้ผ่านการสืบสอบและการแก้ปัญหา จากกิจกรรมที่ทำทหาย และนำนักเรียนไปสู่การสำรวจด้วยความสงสัยใคร่รู้ และความกระตือรือร้น พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงการเรียนรู้กับสถานการณ์และบุคคลในชีวิตประจำวัน” (Alberta Learning, 2004: 79)

ทฤษฎีสมรรถนิยัม เป็นทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ อย่างมีส่วนร่วมของนักเรียนเพื่อสร้างความหมายให้กับสิ่งที่ค้นพบและทำความเข้าใจกับข้อมูล สารสนเทศที่มี (McInerney and McInerney, 2002: 78)

ทฤษฎีสมรรถนิยัมมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ที่อธิบาย การเรียนรู้ว่า บุคคลแต่ละคนพยายามที่จะนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ ที่ตนพบเห็น มาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) หรือ “Schema” โครงสร้างทางปัญญานี้ประกอบด้วยความหมาย หรือความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์นั้น นักเรียนสร้างความหมายโดยใช้เครื่องมือทางปัญญา (Cognitive Apparatus) ของตน ความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่สามารถถ่ายทอดจากครูไปสู่นักเรียนได้ แต่จะถูกสร้างขึ้น ในสมองของนักเรียนจากความสัมพันธ์ระหว่างประสาทสัมผัสของนักเรียนกับโลกภายนอก โครงสร้างทางสติปัญญาเป็นผลของความพยายามทางความคิดการใช้ความรู้เดิมของตนทำนาย เหตุการณ์ได้ถูกต้อง นักเรียนจะรู้สึกประหลาดใจ สงสัย และคับข้องใจ หรือที่ Piaget เรียกว่า เกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) โดยเมื่อเกิดความขัดแย้ง นักเรียนจะมีวิธีการการแสดงออก 3 แนวทาง คือ

1) ยึดติดกับความคิดเดิมในโครงสร้างทางปัญญาของตน ปฏิเสธข้อมูลจากประสาทสัมผัส หรือหาเหตุผลที่จะหักล้างข้อมูลจากประสาทสัมผัสออกไป การยกเลิกหรือปรับเปลี่ยน “Schema” ของแต่ละบุคคลมักเกิดขึ้นได้ยาก

2) ปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญา โดยการพยายามที่จะเชื่อมโยงความคิดหรือ ประสบการณ์เดิมกับความคิดหรือประสบการณ์ใหม่ ในลักษณะนี้จะเกิดการเรียนรู้ด้วยความหมายขึ้น

3) ไม่สนใจที่จะทำความเข้าใจ การเชื่อมโยงระหว่างโลกภายนอกและโลกภายใน ของนักเรียนเกิดขึ้นผ่านประสาทสัมผัสและกลไกทางประสาท สรีรวิทยา ชีวเคมี การรับข้อมูลจาก ประสาทสัมผัสไปสู่โครงสร้างทางปัญญา เรียกว่า กระบวนการดูดซึม (Assimilation) ความขัดแย้ง ทางปัญญาทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) และภาวะไม่สมดุลจะส่งผลให้เกิดการ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งเรียกว่า กระบวนการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) กระบวนการปรับ “Schema” จะช่วยให้การเรียนรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง การปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาเป็นเรื่องเฉพาะตน ที่แต่ละคนจะต้องจัดกระทำเอง แต่ผู้สอนสามารถช่วย นักเรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ทำให้นักเรียนต้องมีการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับประสบการณ์มากขึ้น (ทิสนา แชมมณี และคณะ, 2544)

จากการศึกษาเอกสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าทฤษฎีสรคนิยม มีลักษณะสำคัญที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาลิเรอร์นิง ดังนี้

- 1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตัวเอง ในบริบททางสังคม และมีพื้นฐานมาจากประสบการณ์เดิม
- 2) นักเรียนได้ประสบการณ์และเรียนรู้จากการสืบสอบและการแก้ปัญหา
- 3) การรับประสบการณ์และความรู้ของนักเรียนจะเปลี่ยนไปตามความรู้สึกละขณะเรียน
- 4) นักเรียนถูกกระตุ้นให้สำรวจด้วยความสงสัยใคร่รู้
- 5) การส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์
- 6) การเชื่อมโยงการเรียนรู้กับสถานการณ์และบุคคลในชีวิตประจำวัน

#### 1.4 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดอัลเบอร์ตาลิเรอร์นิง

วิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาลิเรอร์นิง ประกอบด้วย 7 ระยะดังต่อไปนี้

1) **ระยะการวางแผน (Planning Phase)** ขั้นตอนนี้มีเป้าหมายในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ (Learning To Learn Skills) โดยครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยปัญหาหรือสถานการณ์ที่น่าติดตามเกี่ยวกับหัวข้อที่จะเรียน ต่อมาเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกคำถามที่ใช้ในการสำรวจเพื่อหาคำตอบ จากนั้นกำหนดวิธีการหาข้อมูล ระบุวิธีการนำเสนอ และเสนอแนะเกณฑ์ในการประเมินผลงานที่นักเรียนเป็นผู้สร้าง

2) **ระยะการทบทวน (Retrieving Phase)** ในขั้นตอนนี้ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดทบทวนข้อมูลสารสนเทศ ในส่วนที่นักเรียนมีอยู่และส่วนที่ควรค้นหาเพิ่มเติม ตามประเด็นที่จะสนใจศึกษา ซึ่งในตอนต้นนักเรียนจะยังคงมีความกระตือรือร้นในการหาข้อมูล แต่เมื่อพบข้อมูลมากขึ้นอาจเกิดปัญหาการละทิ้งความสนใจ และยุติการสืบค้นไปในที่สุด เนื่องจากไม่ทราบวิธีการจัดการกับข้อมูล และการคัดเลือกประเด็นที่เกี่ยวข้อง ครูจึงทำหน้าที่ในการให้คำแนะนำปรึกษาเกี่ยวกับการคัดเลือกข้อมูล

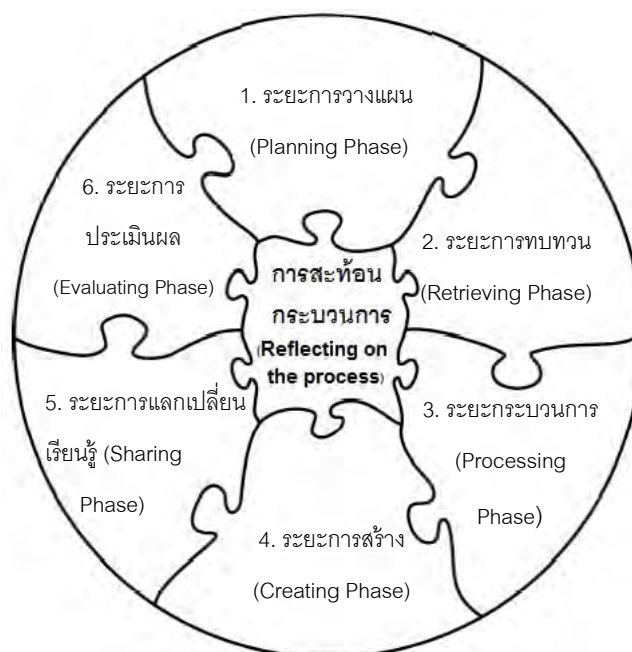
3) **ระยะการประมวลผล (Processing Phase)** ขั้นตอนนี้เริ่มต้นโดยการให้นักเรียนตั้งสมมติฐานเพื่อกำหนดประเด็นสำคัญในการสืบสอบ โดยพิจารณาจากคำถามที่นักเรียนเป็นผู้กำหนด และการทบทวนข้อมูลต่างๆ จากนั้นลงมือสำรวจตรวจสอบตามแผนการหาข้อมูล

4) **ระยะการสร้าง (Creating Phase)** คือ การให้นักเรียนจัดกระทำข้อมูล สรุปลงข้อความรู้ด้วยภาษาของตนเอง และเตรียมการนำเสนอ

5) **ระยะแลกเปลี่ยน (Sharing Phase)** ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้นำเสนอความรู้ที่ค้นพบ และใช้หลักฐานที่ได้จากการสืบสอบด้วยตนเองมาสนับสนุน ครูควรให้คำปรึกษาในการเลือกรูปแบบการนำเสนอ และควรย้ำเตือนให้คำนึงถึงผู้ฟัง

6) **ระยะการประเมินผล (Evaluating Phase)** นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลงานและกระบวนการเพื่อสะท้อนความรู้และทักษะใหม่ที่ได้เรียนรู้ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทราบบัณฑิตาม และใช้เวลาในการทำความเข้าใจเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน เพื่อพิจารณากระบวนการในการสืบสอบของนักเรียน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในแต่ละขั้นตอน

7) **การสะท้อนกระบวนการ (Reflecting on the Process)** เป็นขั้นตอนที่บูรณาการกับทุกขั้นตอนในรูปแบบการสืบสอบ ได้แก่ การวางแผน การทบทวน การสร้าง การแลกเปลี่ยน และการประเมินผล รวมทั้งการเชื่อมโยงการรู้คิด (Metacognition) เข้ากับผลการเรียนรู้ด้านเจตคติและความรู้โดยไม่ปรากฏให้เห็นเด่นชัดเป็นขั้นกิจกรรม



ภาพที่ 2 ขั้นตอนตามวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาลิรันนิง

ที่มา: Alberta Learning, 2004

จากขั้นตอนการเรียนการสอนตามวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอน สรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 1 บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการเรียนการสอนตามวิธีการสืบสอบ เป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง

วิธีการสืบสอบเป็นฐาน ตามแนวคิด อัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ระยะเวลาวางแผน (Planning Phase)		
เริ่มต้นกิจกรรมด้วยการ กระตุ้นความสนใจนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนตั้งคำถามที่ ตนสงสัย แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อวิเคราะห์และวางแผนการ สืบค้น	1) กระตุ้นความสนใจนักเรียน 2) นำอภิปรายให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในการคิด ตั้งคำถาม และร่วมกำหนดประเด็น สำคัญในการสืบสอบ 3) บันทึกคำถามและประเด็น ที่นักเรียนสนใจ 4) แนะนำแหล่งเรียนรู้ 5) ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการ ตัดสินใจเลือกรูปแบบและ วิธีการนำเสนอผลงาน 6) ยอมรับฟัง เถลไถลในการ ประเมินผลงานที่นักเรียน เสนอ	1) วิเคราะห์ประเด็น สำรวจ แนวคิดของตนเอง ตั้งคำถาม และกำหนดหัวข้อเรื่อง ในการสืบสอบ 2) วางแผนการสืบสอบ 3) เสนอเกณฑ์สำหรับการ ประเมินผลงาน
2. ระยะเวลาทบทวน (Retrieving Phase)		
การพิจารณาความรู้หรือ ข้อมูลเดิมที่มี และข้อมูลที่ควร สืบค้นเพิ่มเติม โดยครูอาจให้ นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจาก แหล่งเรียนรู้ต่างๆ เบื้องต้น	1) จัดทำรายการสืบค้น คำ สำคัญ และหัวข้อย่อย ล่วงหน้า 2) รู้จักผู้เชี่ยวชาญสาขาเฉพาะ และผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น 3) ทำรายการหนังสือที่เกี่ยวข้อง จากห้องสมุด	1) ตรวจสอบความสนใจของตน ในประเด็นที่ศึกษา 2) พัฒนาทักษะในการสืบค้น การใช้คำสำคัญ หัวข้อย่อย และคำใกล้เคียง 3) ระบุและบันทึกแหล่งที่มา ของข้อมูล

ตารางที่ 1 บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการเรียนการสอนตามวิธีการสืบสอบ  
เป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง (ต่อ)

วิธีการสืบสอบเป็นฐาน ตามแนวคิด อัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
<p>ระยะเวลาทบทวน (ต่อ)</p>	<p>4) ให้คำแนะนำในการใช้แหล่ง เรียนรู้ต่างๆ</p> <p>5) ให้คำปรึกษาในการตั้งคำถาม และเทคนิคในการสัมภาษณ์</p>	<p>4) หาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ ที่หลากหลายโดยรู้จัก ธรรมชาติของข้อมูลที่ได้จาก แหล่งข้อมูลแต่ละประเภท เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ของข้อมูล</p> <p>5) ประเมินศักยภาพในการ สืบค้นข้อมูลและยอมรับฟัง คำแนะนำเพื่อการปรับปรุง</p> <p>6) ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ประเด็นที่ตนสนใจ</p>
<p>3. ระยะเวลากระบวนการ (Processing Phase)</p> <p>การนำข้อมูลจากระยะที่</p>	<p>1) ประเมินข้อมูลจากแหล่งต่างๆ</p> <p>2) ตั้งคำถามและถามคำถามจาก การนำเสนอ</p> <p>3) ใช้และแนะนำการใช้ ผังกราฟฟิกรูปแบบต่างๆ ในการบันทึกข้อมูลได้อย่าง เหมาะสม</p>	<p>1) ประมวลข้อมูลและ ตีความหมายข้อมูลสรุปการ นำเสนอแบบต่างๆ</p> <p>2) บันทึกข้อมูล โดยให้ ความสำคัญกับประเด็น ที่ศึกษา คำนึงถึงความรู้เดิม และความรู้ใหม่</p> <p>3) ประเมินผลกระบวนการของ ตน และรับฟังคำแนะนำ</p>

ตารางที่ 1 บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการเรียนการสอนตามวิธีการสืบสอบ  
เป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง (ต่อ)

วิธีการสืบสอบเป็นฐาน ตามแนวคิด อัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
4. ระยะเวลาสร้าง (Creating Phase)		
นักเรียนพิจารณาหลักฐาน จากข้อมูลที่วิเคราะห์ จัดกระทำ และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง รวมทั้ง เตรียมการนำเสนอผลการเรียนรู้ ในรูปแบบต่างๆ	1) จัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน 2) ตรวจสอบร่างการออกแบบ ผลงานของนักเรียน ช่วย ทบทวน และให้คำแนะนำใน การสร้างผลงาน	1) ทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อ ผลิตผลงานที่มีความชัดเจน กระชับสอดคล้อง และ เหมาะสมกับผู้ฟัง โดยใช้ ข้อมูลที่ได้จากการสืบสอบ 2) ประเมินความสามารถใน การสร้างผลงานของตน และรับฟังคำแนะนำ
5. ระยะเวลาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing Phase)		
การนำเสนอผลงานที่ได้จาก การสืบค้น จากนั้นแลกเปลี่ยน ความรู้ความเข้าใจความรู้ที่ค้นพบ และสรุปด้วยภาษาของตนเอง	1) เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกทักษะ การนำเสนอ 2) แนะนำให้นักเรียนใช้รูปแบบ และวิธีการในการนำเสนอที่ หลากหลาย 3) อาจเปิดโอกาสให้กลุ่มผู้ฟัง ในการแลกเปลี่ยนมีความ หลากหลายมากขึ้น 4) พัฒนาการให้ผลป้อนกลับ ทางบวกและเทคนิคการตั้ง คำถาม 5) ร่วมเป็นผู้ฟังกับนักเรียน เพื่อ มอบผลป้อนกลับที่ถูกต้อง 6) ใช้สื่อการเรียนรู้ประเภท ต่างๆ	1) แลกเปลี่ยนความเข้าใจกับ เพื่อนด้วยวิธีการนำเสนอที่ เหมาะสม 2) รับฟังการนำเสนอของเพื่อน และสังเกตการมีส่วนร่วมของ เพื่อนคนอื่นๆ 3) กล่าวถึงความสำเร็จและ ความท้าทาย และเขียนหรือ เล่าสิ่งที่ได้เรียนรู้ 4) ประเมินความสามารถในการ แลกเปลี่ยนความรู้ และรับ ฟังคำแนะนำ

ตารางที่ 1 บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการเรียนการสอนตามวิธีการสืบสอบ  
เป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง (ต่อ)

วิธีการสืบสอบเป็นฐาน ตามแนวคิด อัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
<p>6. ระยะเวลาประเมินผล (Evaluating Phase)</p> <p>นักเรียนประเมินตนเอง โดย บอกเล่าความรู้สึกลงในการสร้าง ผลงานและการมีส่วนร่วมใน กระบวนการสืบสอบ จากนั้นครูและ นักเรียนร่วมกันประเมินผลงานที่ นำเสนอตามเกณฑ์ที่รับรู้โดยทั่วกัน</p>	<p>1) ประเมินผลงาน และ กระบวนการ</p> <p>2) ตรวจสอบที่การเรียนรู้และ ให้ผลป้อนกลับ</p> <p>3) ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ รูบริคส์และรายการตรวจสอบ ในการประเมินผลงาน และ กระบวนการ</p>	<p>1) ทราบและเข้าใจเกณฑ์ที่ใช้ ในการประเมิน</p> <p>2) ประเมินการมีส่วนร่วมใน กระบวนการสืบสอบของ ตนเองโดยใช้เกณฑ์การ ประเมิน</p> <p>3) ประเมินเพื่อนโดยใช้เกณฑ์ การประเมิน</p>
<p>7. การสะท้อนกระบวนการ (Reflecting on the Process)</p> <p>บูรณาการทุกขั้นตอนการ สืบสอบ โดยการเชื่อมโยงเมตาคอก นิชั่น เข้ากับผลการเรียนรู้ด้านจิต พิสัยและพุทธิพิสัย โดยไม่ปรากฏ เป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่ ชัดเจน แต่สอดแทรกในกิจกรรมทุก ขั้นตอน</p>	<p>1) อธิบายขั้นตอนในรูปแบบ การสืบสอบแต่ละขั้น</p> <p>2) ให้คำปรึกษาในประเด็น ดังต่อไปนี้</p> <p>1. วิธีการในการเรียน</p> <p>2. การหาคำตอบแก่เรื่องอื่นๆ ที่สงสัยนอกห้องเรียน</p> <p>3. ความรู้สึกของนักเรียนที่มี ต่อการจัดการเรียนการ สอนแต่ละขั้น</p> <p>3) ทบทวนเพื่อสรุปขั้นตอนการ เรียนรู้ในแต่ละคาบ วัน หรือ สัปดาห์</p>	<p>1) เข้าใจว่ากระบวนการสืบ สอบเป็นกระบวนการเรียนรู้</p> <p>2) พัฒนาทักษะการรู้คิด โดย คิดถึงความรู้สึก และ ความคิดของตน</p>



## 2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

### 2.1 ความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

หนึ่งในเป้าหมายปลายทางของกิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) คือ การอธิบายโลกธรรมชาติ การศึกษาทำความเข้าใจสิ่งต่างๆบนโลกจึงเกิดขึ้นเพื่อสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Salmon, 1998 cited in Peker, 2009: 1) กล่าวได้ว่า “...คำอธิบายมีคุณค่าสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ คือ ทำให้มนุษย์เห็นภาพรวมของการอยู่ร่วมกันอย่างลงตัวของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์อันหลากหลาย และช่วยให้เกิดความเข้าใจในกระบวนการต่างๆของสรรพสิ่งบนโลก...” (2009: 2) คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนและวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนไม่แตกต่างกัน โดยทำหน้าที่ในการรวบรวมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีกับหลักฐานค้นพบใหม่จากการสังเกต การทดลอง การสร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ และข้อความแสดงความเห็นเหตุเป็นผล โดยคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการสร้างสมมติฐาน แบบจำลอง กฎ ทฤษฎีและกระบวนการทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ต่อไป (NSES, 2003)

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันให้ความสำคัญกับการเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้หลักฐานที่ค้นพบเป็นฐานในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ Zohar and Nemet (2002) กล่าวว่า “ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างคำอธิบาย จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้เหตุผลสนับสนุน ข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปของนักเรียนสร้างขึ้น จะส่งเสริมให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์” ในขณะที่นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จะเกิดการใช้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่แตกต่างกัน เป็นการพัฒนาความเข้าใจในทัศน์อย่างลุ่มลึก และอาจมีส่วนช่วยในการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ (Bell and Linn, 2000 cited in McNeill and Krajcik, 2008: 122) จากทัศนะเดิมของนักเรียนที่ว่า วิทยาศาสตร์คือกลุ่มของข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงที่ต้องจดจำให้ได้ โดยไม่เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอ และไม่เห็นความสำคัญของการรวมกลุ่มกันของนักวิทยาศาสตร์เพื่อแลกเปลี่ยนและเผยแพร่แนวความคิดต่างๆ (p. 123) ทั้งนี้นอกจากเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะได้รับการพัฒนาแล้ว การกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการสืบสอบ มีประโยชน์ต่อการพัฒนาความสามารถอื่นๆ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการอธิบายและพิสูจน์ข้อสรุปที่สร้างด้วยตนเอง (McNeill et al, 2006)

โดยสรุปแล้วคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีคุณค่าต่อการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในการทำให้เห็นภาพรวมของการอยู่ร่วมกันของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการทำความเข้าใจกลไกในการทำงานของสิ่งต่างๆบนโลก มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งพัฒนาความรู้ความเข้าใจ ทักษะการคิด ทักษะการปฏิบัติ และเจตคติของนักเรียน

## 2.2 ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

“คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์” ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Scientific Explanation” จากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร บทความ และงานวิจัยมีผู้ให้ความหมายของคำว่า “คำอธิบาย (Explanation)” ไว้ดังนี้

Hempel (1965 cited in Lipton, 2004) กล่าวว่า “คำอธิบาย คือ การให้เหตุผลเพื่อให้เกิดความเชื่อเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ”

Nagel (1979) กล่าวว่า “คำอธิบาย เป็นการหาคำตอบให้แก่คำถามเกี่ยวกับสาเหตุต่างๆ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์นักวิทยาศาสตร์จะอธิบายถึงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติว่าเกิดขึ้นอย่างไร เกิดจากสาเหตุใด และสภาพเงื่อนไขและผลสืบเนื่องของเหตุการณ์ที่สังเกตได้เป็นอย่างไร”

Bechtel (1994) กล่าวว่า “คำอธิบาย คือ การสร้างคำบรรยายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยใช้กฎร่วมกับปัจจัยแวดล้อมที่ปรากฏให้เห็น โดยแสดงส่วนที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อความเข้าด้วยกัน”

Bateson (1979, cited in Zuzovsky and Tamir, 1999) กล่าวว่า คำอธิบายคือกลุ่มของข้อมูลที่แสดงการเชื่อมโยงและการจัดกระทำข้อมูลให้เป็นระบบเชิงเหตุผล

National Research Council (1996) กล่าวถึงความหมายของคำอธิบายสรุปได้ว่า คำอธิบาย หมายถึง สาเหตุของผล และความสัมพันธ์ของเหตุและผล บนพื้นฐานของหลักฐานและการให้ความเห็นที่มีเหตุผล

McNeill and Krajcik (2006) กล่าวว่า คำอธิบาย หมายถึง การกล่าวถึงวิธีการหรือสาเหตุที่บางสิ่งบางอย่างเกิดขึ้น

Beyer and Davis (2008) ให้ความหมายของคำอธิบายว่า เป็นการรายงานเกี่ยวกับวิธีการและสาเหตุของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นหรือมีอยู่ โดยต้องเชื่อมโยงการรายงานนี้กับหลักฐานที่มี

จากความหมายของคำอธิบายข้างต้น นำมาสรุปเป็นความหมายได้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ข้อความที่กล่าวถึงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยระบุหลักฐานและการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อความนั้น

### 2.3 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบประเด็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

Hempel (1948; 1965, cited in Strevens, 2006) พัฒนา Deductive - Nomological Model (DN Model) เพื่อใช้เป็นสาระสำคัญในการอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และพยากรณ์สิ่งที่อาจเกิดขึ้นต่อไปในอนาคตจากกฎและเงื่อนไขต่างๆ ทั้งนี้ DN Model แสดงโครงสร้างของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่

1. เหตุการณ์ที่ได้รับการอธิบาย (*Explanandum*) เป็นส่วนของข้อความหรือประโยคสรุปเพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
2. คำอธิบาย (*Explanan*) เป็นส่วนของข้อความหรือประโยคที่กล่าวถึงข้อเท็จจริงเฉพาะของสิ่งที่เกิดขึ้น (Initial conditions) และกฎที่สนับสนุนคำอธิบาย

นักการศึกษาหลายท่านได้ปรับ Toulmin's model of argumentation ที่พัฒนาในปี 1958 ซึ่งเป็นรูปแบบเพื่อการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายและการสร้างข้อโต้แย้ง มาสู่กรอบแนวคิดในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดย McNeill *et al.* (2006) และ McNeill and Krajcik (2008) แบ่งโครงสร้างของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. *ข้อกล่าวอ้าง (Claim)* คือ ข้อความหรือข้อสรุปของคำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยสาระของข้อกล่าวอ้างจะเกี่ยวกับการบรรยายลักษณะของเหตุการณ์ หรือการระบุปัจจัยที่เป็นสาเหตุในการเกิดขึ้นของเหตุการณ์
2. *หลักฐาน (Evidence)* คือ ข้อมูลที่มีส่วนช่วยในการสร้าง สนับสนุน และยืนยันข้อกล่าวอ้าง ลักษณะข้อมูลเป็นได้ข้อมูลเชิงปริมาณ และ/หรือข้อมูลเชิงคุณภาพที่สนับสนุนคำตอบ ตามรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งของ Toulmin (1958) องค์ประกอบนี้เรียกว่า ข้อมูล (Data) เพื่อสื่อถึงประโยคแสดงหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
3. *การให้เหตุผล (Reasoning)* คือ ข้อความแสดงการสนับสนุนความถูกต้องหรือแสดงผลของข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผลทำเพื่อแสดงว่าข้อมูลที่มีสามารถใช้เป็น

หลักฐานได้ โดยการเชื่อมโยงมโนทัศน์และทฤษฎี ตามรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งของ Toulmin (1958) องค์ประกอบนี้เรียกว่า การรับรอง (Warrant)

Sampson and Clark (2009) พิจารณาคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยยึดกรอบแนวคิดตาม Toulmin's Model of Argumentation เช่นกัน แต่แบ่งองค์ประกอบแตกต่าง โดยมีวัตถุประสงค์ในการนำไปพัฒนารอบแนวคิดของข้อโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Argument) ซึ่งมีลักษณะเป็นคำอธิบายเกี่ยวกับผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน โดยแบ่งโครงสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. คำอธิบาย (Explanation) คือ ส่วนที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำตอบจากคำถามที่เป็นสิ่งชี้แนะสำหรับการสำรวจตรวจสอบ คำอธิบายนี้สามารถให้แนวทางในการแก้ปัญหา อธิบายความสัมพันธ์หรือกล่าวถึงสาเหตุของกระบวนการที่เกิดขึ้นได้
2. หลักฐาน (Evidence) คือส่วนที่ต้องการให้นักเรียนรวบรวม สิ่งที่ได้จากการวัดหรือการสังเกตในการสนับสนุนความจริงหรือความถูกต้อง โดยหลักฐานอาจเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสังเกต อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ต้องการพิจารณาให้เห็นหลักฐาน คือ แนวโน้มตามช่วงเวลา ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม หรือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและจำนวนหลักฐานกับคำอธิบาย

Stefanova and Minevska (2009) กล่าวถึงโครงสร้างหลักของคำอธิบายว่า มี 4 ส่วน คือ

1. การระบุวัตถุประสงค์ของการอธิบาย (Determining the Object of Explanation)
2. การค้นหาพื้นฐานทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Determining Theoretical Ground) ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา
3. การลงข้อสรุปอย่างนิรนัย (Deducing a Conclusion) โดยการนำหลักฐานหรือข้อเท็จจริงอย่างมีเหตุผลในการลงข้อสรุป
4. การพิสูจน์ความถูกต้องของการลงข้อสรุปเชิงนิรนัย (Proof of the Authenticity of Deduced Conclusion)

จากการศึกษาองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่ามี การแบ่ง และกำหนด คำเรียกแทนแต่ละองค์ประกอบต่างกัน เมื่อพิจารณาตามลักษณะของแต่ละองค์ประกอบจึงสรุป คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง เป็นข้อความอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เป็นคำตอบของคำถาม
2. หลักฐาน เป็นข้อความแสดงข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพที่รวบรวมได้
3. การให้เหตุผล เป็นการเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อสรุป ว่าข้อมูลที่มีสามารถเป็น หลักฐานได้

## 2.4 คุณลักษณะของผู้มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

National Research Council (2000) ระบุว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็น ลักษณะสำคัญ เป็นความสามารถพื้นฐานและความเข้าใจเบื้องต้นของการสืบสอบทาง วิทยาศาสตร์ โดยมีการระบุความสามารถที่นักเรียนพึงมีเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 4 ประการ ดังนี้

- 1) ระบุหลักฐาน โดยจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและประเมินคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์จากคำถามสำคัญ
- 2) สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักฐานที่รวบรวมมาเพื่อตอบ คำถามสำคัญ
- 3) สร้างและปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแบบจำลองประเภท ต่าง ๆ ที่สร้างโดยใช้เหตุผลและหลักฐาน
- 4) เข้าใจอย่างชัดเจนว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับ หลักฐาน ผ่านการไตร่ตรองด้วยเหตุผล และเชื่อมโยงกับหลักการ แบบจำลอง และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

## 2.5 แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีผู้กล่าวถึง การวัดและประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ซึ่งเป็นการประเมินการปฏิบัติงาน (Performance Assessment) ไว้ดังนี้

Zuzovsky and Tamir (1999) กล่าวว่า การวัดและประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีความเกี่ยวข้องกับ การประเมินโครงสร้างหรือองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับหลักเหตุผล และการสื่อสารความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

Wu and Hsieh (2006) กล่าวถึง การพิจารณาคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้าง ว่ามี 3 แนวทาง คือ 1) เนื้อหาของคำอธิบายและความเข้าใจในมโนทัศน์ของเรื่องที่ศึกษา 2) การใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และ 3) กระบวนการในการสร้างคำอธิบาย

McNeill and Krajcik (2008) ทำการประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากการเรียนรู้ ด้วยการปฏิบัติงาน (Learning Performance) ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถทำได้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนที่มี และประยุกต์ความรู้โดยการมีส่วนร่วมในกระบวนการสืบสอบ ดังนั้น การวัดและประเมินจึงต้องพิจารณาในส่วนของความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และ กระบวนการปฏิบัติในการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

Nitko (1996) กล่าวว่า การประเมินผลการปฏิบัติ (Performance Assessment) คือ กระบวนการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนจากงานที่ได้รับมอบหมายหรือภาระงาน โดยมีการแบ่งระดับความสามารถ และกำหนดเกณฑ์ในแต่ละระดับเพื่อประเมินการเรียนรู้ ด้านทักษะของนักเรียน (Yager and Enger, 2000)

Nitko and Brookhart (2007) กล่าวถึง การประเมินภาระงานจากการปฏิบัติ (Performance Tasks) ว่าเป็นการประเมินผลงานที่ได้มาจากกิจกรรมที่นักเรียนแสดง ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนเขียน พูด หรือสร้างชิ้นงาน เพื่อแสดงความเข้าใจตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด โดยอาจใช้การประเมินผลงาน (Product) ที่นักเรียนสร้าง และการประเมินกระบวนการ (Process) ที่นักเรียนใช้ในการสร้างผลงานจนสำเร็จ

ดังนั้นสรุปได้ว่าการพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 2 ส่วน ได้แก่ คุณภาพของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และกระบวนการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

### 1) การวัดและประเมินคุณภาพของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นิยมสร้างในรูปของการเขียนบรรยาย ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถประเมินได้ดีจากการทดสอบด้วยข้อสอบแบบ เขียนตอบ โดยการเขียนคำตอบแต่ละข้อต้องเขียนให้ครบตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Zuzovsky and Tamir ,1999)

ในการวิจัยนี้จึงวัดและประเมินคุณภาพของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการทดสอบด้วยแบบทดสอบประเภทเขียนตอบแบบบรรยาย (Essay test) ให้นักเรียนเขียนคำตอบในลักษณะของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และมีการสร้างแบบประเมินเพื่อกำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนคำตอบในแต่ละข้อ ข้อสอบที่ใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นคำถามจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นให้สร้างคำอธิบาย โดยมีข้อมูลประกอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปกราฟ ตาราง แผนภูมิ ภาพการทดลอง ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงเป็นหลักฐาน (McNeill and Krajcik, 2006; 2009) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยเกณฑ์ดังกล่าวใช้ในการตัดสินและเป็นการเพิ่มความเชื่อมั่นในการตัดสินอย่างสอดคล้องกันตามเป้าหมายที่กำหนด โดยลักษณะของเกณฑ์อาจปรากฏอยู่ในแบบการประเมินแบบมาตรฐานค่าหรือแบบตรวจสอบรายการ (Nitko and Brookhart, 2007: 244-245)

McNeill and Krajcik (2008) กล่าวถึงแนวทางในการสร้างภาระงานที่ใช้ในการประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ 6 ประการ ดังนี้

1) การระบุและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้

เริ่มจากการพิจารณามาตรฐานการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประเมินและพัฒนาให้เกิดในตัวนักเรียน โดยวิเคราะห์และทำความเข้าใจในทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงกับมโนทัศน์หรือแนวคิดอื่นๆที่จำเป็น

2) การวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

การตัดสินใจเลือกกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ อาทิ การออกแบบการทดลอง การสร้างรูปแบบ (Model) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาของ McNeil และ Krajcik (2008: 109) ในครั้งนี้ให้ความสำคัญกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผล ประเมินโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์

3) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยการปฏิบัติ

การออกแบบกิจกรรมเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ การออกแบบภาระงานเพื่อการประเมิน

#### 4) การทบทวนภาระงาน

ทบทวนภาระงานเพื่อประเมินความสอดคล้องตามเป้าหมายการเรียนรู้ โดยพิจารณาตามประเด็นที่พัฒนามาจากกรอบแนวคิดในการประเมินตาม Project 2061 (DeBoer, 2005) อ้างถึงใน McNeill and Krajcik ,2008 ) ดังนี้

1. ภาระงานวัดความรู้ได้ตรงหรือไม่
2. ภาระงานวัดความรู้ได้ครอบคลุมหรือไม่
3. นักเรียนเข้าใจภาระงานและเนื้อหาที่ประเมินหรือไม่

#### 5) การพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ แบบจำเพาะ

ขั้นตอนสุดท้าย คือ การพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์แบบจำเพาะเจาะจงจากการให้คะแนนแบบทั่วไป โดยมีความจำเพาะกับภาระงานที่ประเมินและแสดงมโนทัศน์ที่นักเรียนต้องนำมาประยุกต์อย่างชัดเจน

### 3. ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม

#### 3.1 ความหมายของความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม

ความตระหนัก หรือ ความตระหนักรู้ ตรงกับภาษาอังกฤษคำว่า “Awareness” จากการศึกษาเอกสาร และบทความที่เกี่ยวข้อง มีผู้ให้ความหมายของความตระหนักไว้ดังนี้

Krathwohl et al. (1956) กล่าวว่า ความตระหนักคือพฤติกรรมขั้นแรกของพฤติกรรมด้านจิตพิสัย ซึ่งบุคคลถูกคิดหรือเกิดการรับรู้ว่ามีวัตถุหรือเหตุการณ์อยู่

Eysenck, Arnold and Meili (1972) กล่าวว่าความตระหนักเป็นความสัมพันธ์ระหว่างจิตสำนึกและเจตคติ

Good (1973) ให้ความหมายว่า ความตระหนัก หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงการเกิดความรู้ของบุคคล หรือการที่บุคคลมีความรู้สึกกับผิชอบต่อปัญหาที่เกิดขึ้น

Wolman (1973) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนัก เป็นภาวะที่บุคคลเข้าใจ หรือสำนึกถึงบางอย่างของเหตุ ประสพการณ์ หรือวัตถุสิ่งของได้

Koffka (1978) กล่าวเกี่ยวกับความตระหนักว่า ความตระหนักมีความหมายเหมือนความสำนึก ซึ่งเป็นภาวะทางจิตที่เกี่ยวกับความรู้สึก ความคิด และความปรารถนา เกิดจาก



การรับรู้และความสำนึก เป็นสถานะที่บุคคลได้รับรู้โดยมีสิ่งเร้าภายนอกมากระตุ้น ซึ่งอาจเป็นสภาพแวดล้อมหรือการได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ แล้วมีการประเมินค่าและตระหนักถึงความสำคัญที่ตนเองมีต่อเหตุการณ์หรือสถานการณ์นั้น

จรินทร์ ธานีรัตน์ (2517) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนัก หมายถึง ความรู้สึกหรือความสำนึกหาเหตุผลในพฤติกรรมที่กระทำ

Mandel (2006) กล่าวเกี่ยวกับความตระหนักว่า ความตระหนัก คือ การรับรู้และให้ความสนใจในประเด็นที่กำลังศึกษา โดยมีพื้นฐานมาจากความรู้ที่ได้รับผ่านการเรียนรู้และสะสมประสบการณ์แล้วแสดงออกผ่านเจตคติและการกระทำ โดยกล่าวถึงความหมายของความตระหนักในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมว่า “ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง การรับรู้คุณค่าและความสำคัญของสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความหมายรวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและการศึกษา”

กิตติภูมิ มีประดิษฐ์ (2551) ได้ให้ความหมายของความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมว่า ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม คือ การรู้แจ้งเห็นจริงในเรื่องสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยพื้นฐานความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อม และรู้จักการผสมผสานในศาสตร์แขนงอื่น ๆ ที่เชื่อมโยงกันจนสามารถสร้างเป็นมโนภาพที่เป็นธรรมชาติของสิ่งนั้น รวมถึงปัญหา เหตุของปัญหา แนวทางแก้ไขและอื่น ๆ ได้ เมื่อเกิดความรู้แล้วต้องมีการสร้างเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม ในการปลูกฝังความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมต้องพัฒนาให้เกิด ความลุ่มลึก (Intelligibility) ทางสิ่งแวดล้อม และต้องมีการปฏิบัติจนเกิดเป็นนิสัยและฝังแน่นในความรู้สึกอย่างคงทน

Coyle (2005) กล่าวถึงกรอบแนวคิดในการศึกษาระดับของการรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม (Environmental Literacy) โดยแบ่งเป็นระดับของการเรียนรู้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ความรู้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง และความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริง โดยให้ความหมายของความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมว่า “ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง การรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางน้ำและอากาศ พลังงาน การสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัย ภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เป็นต้น และมีความเข้าใจถึงสาเหตุและผลกระทบเบื้องต้นของประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมนั้น”

โดยสรุป ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง การรับรู้และมีความเข้าใจในประเด็นหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ให้ความสำคัญและแสดงพฤติกรรมของการมีเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม

### 3.2 แนวทางการวัดความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

นักวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมและนักการศึกษาจำแนกองค์ประกอบของความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อทำการวัดเป็น โดยมีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

Chambers and Smith (2007) กล่าวถึงการสำรวจความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมโดยองค์การ The Organization of Eastern Caribbean States (OECS) ซึ่งเนื้อหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการสำรวจสรุปได้ดังนี้

1) การรับข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการพิจารณาการเข้าถึงแหล่งสารสนเทศด้านสิ่งแวดล้อม ตลอดจนประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของการสื่อสาร โดยพิจารณาทั้งสื่อและสารสนเทศที่ใช้ในการสื่อสาร

2) ความรู้และความตระหนักรู้เกี่ยวกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการพิจารณาการรับรู้ประเด็นสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม ความเข้าใจในปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ภัยพิบัติในท้องถิ่น ภาวะการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลก การเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อม และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม

3) เจตคติต่อสิ่งแวดล้อม เป็นการพิจารณาการแสดงออกถึงห่วงใยในสิ่งแวดล้อม และความรู้สึกที่มีต่อสถานการณ์เกี่ยวกับสาเหตุ ผลกระทบ ภาระหน้าที่ ตลอดจนความรับผิดชอบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

4) การปฏิบัติตนและพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม คือ การแสดงออกที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

Ozden (2008: 43) กล่าวถึงความตระหนักรู้และเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม โดยในส่วนของความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมได้แบ่งการพิจารณาเป็น 2 มิติ (Dimension) ดังนี้

1) ความตระหนักรู้ด้านปัญหาสิ่งแวดล้อม หมายถึง การรับรู้ปัญหาสิ่งแวดล้อมและการเกิดแนวคิดเกี่ยวกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน

2) ความตระหนักรู้ด้านการรับผิดชอบต่อส่วนบุคคล หมายถึง การแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

Zecha (2010: 230) พิจารณาความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมเป็น 3 องค์ประกอบตามลักษณะเนื้อหา ได้แก่

1) ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม(Environmental Knowledge) มีความหมายครอบคลุม 2 ประเด็น คือ (1) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ พืช สัตว์ และความสัมพันธ์กับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมตลอดจนปัญหาที่เกิดขึ้น และ (2) ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติตนอย่างเป็นทางการมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2) เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม(Environmental Attitudes) หมายถึง ความสนใจและความห่วงใยในสิ่งแวดล้อม

3) การปฏิบัติตนด้านสิ่งแวดล้อม(Environmental Actions) หมายถึงการแสดงกระทำที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การปฏิบัติตนในกิจวัตรประจำวัน พฤติกรรมการแสวงหาข้อมูลสารสนเทศด้านสิ่งแวดล้อม และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

ในขณะที่ Littledyke (2008: 8) แบ่งการพิจารณาความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1) ความตระหนักในตนเอง (Intra-relation/ Self Awareness) คือ การรับรู้ถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการกระทำในชีวิตประจำวันของตนเอง เช่น การเลือกบริโภคสินค้า

2) ความตระหนักทางสังคม (Inter-relation/ Social Awareness) คือ การรับรู้ถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากพฤติกรรมของบุคคลที่ได้รับอิทธิพลจากการมีปฏิสัมพันธ์ในสังคม เช่น กิจกรรมทางสังคมที่ส่งผลต่อการเลือกบริโภคสินค้า

3) ความตระหนักทางสิ่งแวดล้อม (Eco-relation/ Environmental Awareness) คือ การรับรู้ถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการนโยบายทางการเมือง(political choices)

กิตติภูมิ มีประดิษฐ์ (2542) พิจารณาความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1) มีความรู้ที่ชัดเจนและซาบซึ้ง หมายถึง เข้าใจอย่างถ่องแท้ในเรื่องสิ่งแวดล้อมรู้ว่าสิ่งใดถูกสิ่งใดผิด สิ่งใดดีสิ่งใดไม่ดี สิ่งใดก่อให้เกิดประโยชน์สิ่งใดก่อให้เกิดโทษ และสิ่งใดก่อให้เกิดผลดีและผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

2) มีความรักและความห่วงใย หมายถึงรักและความห่วงใยในสิ่งที่เข้าใจอย่างถ่องแท้สำหรับเรื่องราวต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสิ่งที่ถูก สิ่งที่ดี สิ่งที่มีประโยชน์ และก่อให้เกิดผลดีต่อมนุษยชาติและโลก เช่น ความรักและห่วงใยในความงามของธรรมชาติ ป่าเขา ชายทะเล เกาะแก่ง ต้นไม้ ลำธาร ทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า เป็นต้น

3) มีความวิตกกังวลและห่วงใย หมายถึงรู้สึกเป็นห่วงและกังวลถึงสิ่งที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม เช่น เป็นห่วงและกังวลต่อลักษณะนิสัยที่เห็นแก่ตัวไม่มุ่งประโยชน์ส่วนรวม ตักตวงผลประโยชน์จากธรรมชาติโดยปราศจากความพอเพียง ความวิตกกังวลและความห่วงใยในสภาพภัยแล้งและวิกฤตการณ์การขาดแคลนน้ำซึ่งเกิดจากการตัดไม้ทำลายป่า เมื่อความวิตกกังวลและความห่วงใยขยายวงกว้างขึ้น สื่อต่าง ๆ ก็จะช่วยกันผลักดันข่าวสารต่าง ๆ ออกสู่ผู้รับซึ่งก็คือ ประชาชนทั่วไป ทำให้เกิดความรู้สึกเป็นห่วงถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมทั้งในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งแวดล้อมในทางที่ดีขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมไม่มากนัก

4) การปฏิบัติอย่างจริงจัง เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดเพื่อให้เกิดความตระหนักในสิ่งแวดล้อม เพราะขั้นตอนทั้ง 3 ข้อ ที่ได้กล่าวมาในเบื้องต้นแล้วนั้นเป็นเพียงพื้นฐานที่ก่อให้เกิดผลทางด้านลักษณะนิสัย แต่ผลทางด้านธรรมที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมจำเป็นต้องอาศัยการปฏิบัติอย่างจริงจังทั้งทางตรงและทางอ้อมในวิสัยที่มนุษย์แต่ละคนพึงกระทำได้

จากการศึกษาบทความข้างต้น พบว่ามีการกล่าวถึงองค์ประกอบของความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมข้างต้นเป็น 2 ลักษณะ คือ มิติและระดับ โดยมีความสอดคล้องกันในประเด็นการมีความรู้ความเข้าใจในประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม และการแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ความห่วงใย การปฏิบัติตนในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่า ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม คือ การรับรู้และมีความเข้าใจในประเด็นหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ให้ความสำคัญและแสดงพฤติกรรมของการมีเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม แบ่งการวัดความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมเป็น 2 ด้าน คือ **ด้านเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม** และ**ด้านการปฏิบัติตน** วัดจากเครื่องมือ 2 ชุด คือ แบบสอบถามความตระหนักสิ่งแวดล้อม และแบบสัมภาษณ์ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม

##### 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

Zuzovsky and Tamir (1999) ทำวิจัยเพื่อศึกษาลักษณะของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเก็บข้อมูลจากโครงการ Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) โดยเก็บข้อมูลจากนักเรียนระดับเกรด 4 และเกรด 8 เก็บตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ใน 3 สาขา

คือ วิทยาศาสตร์โลก วิทยาศาสตร์ชีวภาพและวิทยาศาสตร์กายภาพ ผลการวิจัยพบว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่เป็นแบบคำอธิบายอย่างง่ายและไม่สมบูรณ์ โดยขาดการใช้คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ และมีลักษณะของคำอธิบายเป็นแบบการอธิบายที่มา (Teleological Explanation) มากกว่าแบบการอธิบายสาเหตุ (Causal Explanation) ความสามารถในการสร้างแนวคิด การนิรนัยหลักการ การใช้หลักการในการแก้ปัญหาและการสร้างคำอธิบายของนักเรียนเกรด 4 อยู่ในเกณฑ์ต่ำ แต่มีแนวโน้มพัฒนาดีขึ้นในช่วงปีที่ศึกษา

McNeill (2006) ทำวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาผลของการส่งเสริมศักยภาพ (Scaffolding) ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับเกรด 7 จำนวน 331 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 เรียนแบบโครงการเป็นฐาน (Project-based Learning) ด้วยการสนับสนุนต่อเนื่อง (Continuous Scaffold) กลุ่มที่ 2 เรียนแบบโครงการเป็นฐาน (Project-based learning) ด้วยการลดการสนับสนุน (Faded scaffold) ทั้งสองกลุ่มเรียนตามเวลา (Time) ที่กำหนดในสาระเคมี เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เก็บข้อมูลด้วยการทดสอบก่อนและหลังเรียน คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจาก 3 องค์ประกอบคือข้อกล่าวอ้างหลักฐานและเหตุผล ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีพัฒนาการเขียนข้อกล่าวอ้างหลักฐานและเหตุผล (2) การเขียนคำอธิบายในส่วนเหตุผลเท่านั้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (3) มีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (science content) กับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งสองเรื่องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (4) จากองค์ประกอบทั้งสามประการของคำอธิบาย พบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยในด้านเหตุผลต่ำที่สุด แสดงว่านักเรียนมีปัญหาในการอธิบายเหตุผลในการใช้หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

McNeill and Krajcik (2006) ทำวิจัยกึ่งทดลองเพื่อศึกษาผลของการส่งเสริมศักยภาพด้วยหลักสูตร (Curricula scaffold) ที่ต่างกัน 2 แบบ คือแบบเนื้อหาเฉพาะ (Content-specific Explanation Scaffold) กับแบบคำอธิบายทั่วไป (Generic Explanation Scaffold) ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือครู 6 คนและนักเรียนระดับเกรด 7 จัดการเรียนการสอนด้วยหน่วยการเรียนรู้เคมีโดยออกแบบหลักสูตรด้วยรูปแบบ Learning-Goals-Driven-Design Model และดำเนินการสอนด้วยวิธีสืบสอบเป็นเวลา 8 สัปดาห์ จัดกลุ่มนักเรียนแบ่งเป็น 2 กลุ่มตามแบบของการส่งเสริมศักยภาพด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย โดยครู 1 คนสอนทั้งสองกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนความสามารถในการ

สร้างคำอธิบายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การส่งเสริมศักยภาพแบบเนื้อหาเฉพาะมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้การส่งเสริมศักยภาพแบบคำอธิบายทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ใน 3 ด้าน คือคำอธิบายโดยรวม หลักฐานและเหตุผล นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การส่งเสริมศักยภาพแบบเนื้อหาเฉพาะมีคะแนนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Science Content) สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้การส่งเสริมศักยภาพแบบคำอธิบายทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Ruiz-Primo et al. (2008) ทำวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาลักษณะคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนที่ร่วมโครงการระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์จากสมุดจดบันทึกของนักเรียนจำนวน 12 เล่ม ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่แบ่งเป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มคะแนนสูง กลางและต่ำ ซึ่งแบ่งกลุ่มด้วยการทดสอบหลังเรียน จากนั้นตรวจสอบคำอธิบายใน 2 ประเด็นคือคุณภาพของคำอธิบายและระดับความเข้าใจที่แสดงในคำอธิบาย ผลการวิจัยพบว่า (1) มีความเที่ยงของคะแนนคำอธิบายที่นักเรียนเขียน (2) มีนักเรียนเพียง 18.1% ที่เขียนคำอธิบายได้ครบทั้งสามองค์ประกอบได้แก่ ข้ออ้าง หลักฐานและเหตุผล และส่วนใหญ่ประมาณ 40% เป็นคำอธิบายที่มีเพียงข้ออ้างที่ไม่มีการสนับสนุนด้วยเหตุผล (3) มีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างคุณภาพของคำอธิบายกับการแสดงออกสำหรับการสร้างคำอธิบาย

Peker and Wallace (2009) ทำวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับเกรด 10 ที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา (Biology Laboratories) จำนวน 16 คน เก็บข้อมูลจากรายงานปฏิบัติการ ผลวิจัยพบว่าคำอธิบายของนักเรียนมีพื้นฐานความรู้ในการเขียนมาจากการปฏิบัติการโดยตรง ลักษณะการเขียนเป็นแบบการบรรยายกระบวนการปฏิบัติการ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เขียนคำอธิบายโดยใช้พื้นฐานของทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ และไม่ใช้เหตุผลแบบนิรนัยในการอธิบาย ผลการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนประสบปัญหาในการเขียนคำอธิบายปรากฏการณ์ที่มีความซับซ้อนของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นักเรียนรับรู้ว่าการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์คือขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการสืบสอบเชิงวิทยาศาสตร์และเป็นการรายงานถึงกระบวนการสืบสอบ รวมทั้งมีมุมมองว่าเป็นการสร้างและการประยุกต์ความรู้

Hsin-Kai Wu and Chia-Lien Wu (2010) ศึกษาการสร้างความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมสืบสอบและศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับทักษะการสืบสอบที่มีผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับเกรด 5 อายุเฉลี่ย 11 ปี จำนวน 68 คน แบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ทั้งสองกลุ่มสอนโดยครูคนเดียวกันด้วยกิจกรรมสืบสอบเชิงวิทยาศาสตร์เป็นเวลา 5 สัปดาห์ เก็บข้อมูลจากการบันทึกวิดีโอ การทดสอบทักษะการอธิบายก่อนและหลังเรียน การสัมภาษณ์และการสังเกตโดยสุ่มเลือกสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนมีทักษะการอธิบาย (Explanation Skills) ซึ่งในงานวิจัยนี้หมายถึงทักษะสืบสอบสำหรับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในทักษะการอธิบาย เมื่อกิจกรรมการสืบสอบดำเนินไปกว่า 60% นักเรียนมีความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรได้ถูกต้อง แต่ประสบปัญหาเรื่องการใช้ข้อมูลเป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้ออ้างและไม่สามารถประเมินคุณภาพของหลักฐานได้ (2) นักเรียนมีมุมมองต่อข้อมูลจากการทดลองว่าเป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้ออ้างไม่สามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างผลการทดลองและความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ได้ และเชื่อว่าจุดประสงค์ของวิทยาศาสตร์คือการทดลองและการวิจัย (3) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างทักษะการอธิบายและทฤษฎีความรู้ในการปฏิบัติ พบว่านักเรียนที่มีความรู้ระดับปานกลางมีแนวโน้มในการพัฒนาทักษะการอธิบายสูงกว่านักเรียนที่มีความรู้ในระดับเริ่มต้น

#### 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

พจนาน เอื่องไพบูลย์ (2544) ศึกษาการเปิดรับข่าวสาร ความรู้ ความตระหนักและทัศนคติของประชาชนในเขตนิคมอุตสาหกรรมบางปู จังหวัดสมุทรปราการ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างการเปิดรับข่าวสาร ความรู้ ความตระหนัก ทัศนคติ กับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมรวมทั้งศึกษาตัวแปรที่สามารถอธิบายการมีส่วนร่วม ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของประชาชนในเขตนิคมอุตสาหกรรมบางปู จังหวัดสมุทรปราการได้ดีที่สุด โดยการแจกแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า (1) การเปิดรับข่าวสารเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความรู้ และความตระหนักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (2) การเปิดรับข่าวสารเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ไม่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (3) การเปิดรับข่าวสารเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (4) ความรู้เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับทัศนคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (5) ความรู้เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ไม่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมใน

การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (6) ทศนคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (7) ตัวแปรที่มีประสิทธิภาพในการอธิบายการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้ดีที่สุดคือ การเปิดรับข่าวสารเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

Arba'at Hassan et al. (2008) ศึกษาระดับของความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจากแผนการเรียนแตกต่างกันในเขตเมืองหลวงและเขตปริมณฑล โดยพิจารณาจาก 3 ประเด็น ได้แก่ ด้านการปฏิบัติตนเพื่อความยั่งยืน ด้านพฤติกรรมและเจตคติ และด้านอารมณ์ เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามแบบมาตราส่วนค่า ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนหญิงมีความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่านักเรียนชาย (2) นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์มีความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่าแผนการเรียนศิลปะและภาษา (3) นักเรียนจากโรงเรียนในเขตเมืองหลวงมีความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่าเขตปริมณฑล

Wang Jinliang et al.(2004) ศึกษาวิเคราะห์ลักษณะของความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมจากหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษาของนักเรียนระดับประถมและระดับมัธยมใน Kunming ผลการวิจัยพบว่า (1) ระดับความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและนโยบายทางสิ่งแวดล้อมในระดับต่ำ โดยมีนักเรียนที่สามารถระบุประเด็นที่กำลังเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้เพียง 12% ระบุไม่ได้ 43.8% นักเรียนระดับมัธยมศึกษาสามารถทำข้อสอบวัดระดับความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าระดับประถมศึกษา นอกจากนี้ยังพบว่าความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนได้รับอิทธิพลมาจากสื่อและสิ่งพิมพ์ โดยสื่อโทรทัศน์ส่งผลต่อความรู้ทางสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมากที่สุด (2) ประเด็นด้านการมีส่วนร่วมกับกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อม พบว่าไม่แตกต่างกัน โดยมีนักเรียนที่รู้จักวันและกิจกรรมสำคัญทางสิ่งแวดล้อม 31.48% (3) นักเรียนระดับประถมมีความตระหนักรู้ด้านพฤติกรรมสูงกว่านักเรียนระดับมัธยม (4) นักเรียนระดับมัธยมศึกษามีความตระหนักรู้ด้านความห่วงใยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมสูงกว่านักเรียนระดับประถมศึกษา



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิงที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) แบบ Two Group Posttest Design ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ *กลุ่มทดลอง* คือ นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิง และ *กลุ่มควบคุม* คือ นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทั่วไป โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสองกลุ่มหลังการทดลอง ดังแผนภาพที่ 2

แผนภาพที่ 3 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group posttest design

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

- X หมายถึง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิง
- ~X หมายถึง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทั่วไป
- O<sub>2</sub> หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการทดลอง ได้แก่ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

## 2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

รายละเอียดและขั้นตอนในการกำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างมีดังนี้

### ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 (ชลบุรี-ระยอง) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่ กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนพานทองสหภาพปลั้มพ์ ดำเนินการกำหนด กลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

### 2.1 การเลือกโรงเรียน

โรงเรียนสำหรับการวิจัยครั้งนี้กำหนดโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ โรงเรียนพานทองสหภาพปลั้มพ์ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี สังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 (ชลบุรี-ระยอง) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ที่ดำเนินการแบบสหศึกษา เปิดสอนระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้นและตอนปลาย เป็นแหล่งของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเนื่องจากเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษา ที่มีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีการจัดแหล่งเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และ การสืบค้นด้วยตนเองของนักเรียน ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์และ โปรเจคเตอร์ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ห้องสมุดและมุมหนังสือประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่มีสิ่งพิมพ์ตำราวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายทันสมัย คอมพิวเตอร์สำหรับใช้สืบค้น ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ตลอดจนมีการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และบุคลากร ทุกฝ่ายในโรงเรียนพานทองสหภาพปลั้มพ์ให้การสนับสนุนและความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

## 2.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการเจาะจงเลือกนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 เนื่องจากในระดับชั้นนี้มีตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ สภาพและปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ การมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551: 32-38)

จากนั้นนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 5 ห้องมาพิจารณาโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน จากภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ด้วยสถิติทดสอบเอฟ(F-test) เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดคู่ห้องเรียนที่มีคะแนนไม่แตกต่างกันเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2) ดำเนินการทดสอบภายหลัง (Post Hoc Test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยใช้สถิติทดสอบรายคู่ Dunnett's  $T_3$  เนื่องจากความแปรปรวนไม่เท่ากัน ผลปรากฏดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** คะแนนผลสัมฤทธิ์และผลการวิเคราะห์รายคู่ของนักเรียนห้อง ม.3/1-5 โดยใช้สถิติทดสอบรายคู่ Dunnett's  $T_3$

ห้อง	คะแนน ผลสัมฤทธิ์	ผลการวิเคราะห์รายคู่				
		ม. 3/1	ม. 3/2	ม. 3/3	ม. 3/4	ม. 3/5
ม. 3/1	67.44	-	5.16	7.29	1.85	7.13
ม. 3/2	72.61	-	-	12.45*	3.31	1.97
ม. 3/3	60.15	-	-	-	9.14*	14.43*
ม. 3/4	69.29	-	-	-	-	5.28
ม. 3/5	74.58	-	-	-	-	-

3) ผลปรากฏว่ามีห้องเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 คู่

- |                      |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| (1) ห้อง 3/1 กับ 3/2 | (2) ห้อง 3/1 กับ 3/3 | (3) ห้อง 3/1 กับ 3/4 |
| (4) ห้อง 3/1 กับ 3/5 | (5) ห้อง 3/2 กับ 3/4 | (6) ห้อง 3/2 กับ 3/5 |
| (7) ห้อง 3/4 กับ 3/5 |                      |                      |

4) เลือกคู่อห้องเรียนที่มีคะแนนในระดับคะแนนเฉลี่ย จากนั้นทำการจับสลากเพื่อกำหนดห้องที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมผลปรากฏว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 เป็นกลุ่มควบคุม

### 3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทุกฉบับเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีลักษณะ ขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพ ดังต่อไปนี้

#### 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2 ประเภท ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาลีร์นึ่ง สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไปสำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม

##### 3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาลีร์นึ่ง

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสืบสอบเป็นฐาน ตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาลีร์นึ่ง (Alberta Learning, 2004) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการสอน

2) ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชา ว 23102 วิทยาศาสตร์ 6 ตามหลักสูตรของโรงเรียนพานทองสหภาพชุมพวง และคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่ม

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พิจารณาเนื้อหาที่เหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม

3) กำหนดหัวข้อ เนื้อหา จำนวนคาบเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับการเรียนสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิง จำนวน 8 แผน ใช้เวลา 20 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** หน่วยการเรียนรู้ หัวข้อ และจำนวนคาบที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ลำดับที่	แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบ
<b>หน่วยการเรียนรู้: ระบบนิเวศ</b>		
1.	ความหมาย โครงสร้าง และประเภทของระบบนิเวศ	3
2.	การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต	2
3.	ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต	2
4.	หน้าที่เชิงอาหาร และการถ่ายทอดพลังงาน	3
5.	วัฏจักรสาร	3
<b>หน่วยการเรียนรู้: ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</b>		
6.	ความหมาย ประเภทและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ	2
7.	ปัญหาสิ่งแวดล้อม	3
8.	แนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อม	2
รวม		20

4) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิงรายคาบตามหัวข้อที่กำหนด

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณาความตรงตามเนื้อหา การจัดกิจกรรม และความเหมาะสมกับเวลา จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิผู้มีความเชี่ยวชาญด้านการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบในประเด็น ดังนี้ (1) ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (2) ความถูกต้องและความครบถ้วนของเนื้อหา และ (3) ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง

7) ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ นำแผนการจัดการเรียนรู้มาให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาอีกครั้งแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง

(8) นำผลการทดลองใช้มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

### 3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทั่วไป

ดำเนินการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทั่วไป โดยศึกษาจุดมุ่งหมาย มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง แต่มีความแตกต่างในส่วนของขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทั่วไป คือ มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ช้้นนำ 2) ช้้นสำรวจตรวจสอบ และ 3) ช้้นสรุป ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างการสอนด้วยวิธีการสืบสอบเป็น  
ฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นกับวิธีการทั่วไป

การสอนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนี้	การสอนด้วยวิธีการทั่วไป
<p>1) <b>ระยะการวางแผน (Planning Phase)</b>                      ครูกระตุ้นความสนใจนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันสำรวจความคิด ตั้งคำถาม กำหนดขอบข่ายของหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา วิเคราะห์หรือข้อมูลความรู้แหล่งเรียนรู้ และคำสำคัญที่เกี่ยวข้อง สร้างโครงร่างแผนการสืบสอบ และร่วมกันกำหนดเกณฑ์ในการประเมินกระบวนการเรียนรู้และผลงาน</p> <p>2) <b>ระยะการทบทวน (Retrieving Phase)</b>                      นักเรียนทบทวนข้อมูลความรู้เดิม โดยใช้คำสำคัญที่เกี่ยวข้องตามขอบข่ายของหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา</p> <p>3) <b>ระยะกระบวนการ (Processing Phase)</b>                      นักเรียนดำเนินการตามโครงร่างแผนการสืบสอบเพื่อสืบค้น คัดเลือกข้อมูลที่ตรงประเด็น บันทึกข้อมูล และอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิม</p> <p>4) <b>ระยะการสร้าง (Creating Phase)</b>                      นักเรียนร่วมกันตรวจทาน จัดกระทำข้อมูลเพื่อนำมาสร้างผลงานซึ่งเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล โดยครูช่วยให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขผลงานก่อนนักเรียนจะสร้างเป็นคำอธิบายที่สมบูรณ์ จากนั้นร่วมกันเตรียมการนำเสนอหน้าชั้นเรียน</p> <p>5) <b>ระยะการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing Phase)</b>                      นักเรียนนำเสนอคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อแลกเปลี่ยนและประเมินความรู้ความเข้าใจ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้และสร้างข้อสรุป</p> <p>6) <b>ระยะการประเมินผล (Evaluating Phase)</b>                      นักเรียนประเมินผลงาน โครงร่างแผนการสืบสอบ และกระบวนการเรียนรู้ ปรับปรุงโครงร่างแผนการสืบสอบเพื่อเป็นแนวทางในพัฒนาการสืบสอบ และร่วมกันอภิปรายเพื่อนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่</p>	<p>1) <b>ขั้นนำ</b>                      ครูทบทวนความรู้และจัดกิจกรรมกระตุ้นความสนใจนักเรียนให้เตรียมตัวก่อนเข้าสู่ขั้นสืบสอบต่อไป</p> <p>2) <b>ขั้นสำรวจตรวจสอบ</b>                      การจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่นักเรียนสำรวจตรวจสอบและสร้างความรู้ด้วยตนเอง</p> <p>3) <b>ขั้นสรุป</b>                      ครูจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงสิ่งที่ค้นพบ เพื่อนำมาสู่มโนทัศน์สำคัญของบทเรียน</p>

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เก็บข้อมูล 2 ส่วน คือ (1) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ (2) ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถามความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม และแบบสัมภาษณ์ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทุกฉบับเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพ ดังต่อไปนี้

#### 3.2.1 แบบประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แบบประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียนขณะที่นักเรียนกลุ่มทดลองสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในคาบเรียนสุดท้าย ซึ่งมีประเด็นการพิจารณากระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 8 รายการ มีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับความหมาย องค์ประกอบ แนวทางการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแนวทางการประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- 2) วิเคราะห์กระบวนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนและ กำหนดและเกณฑ์การประเมินโดยให้ครอบคลุมกรอบการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 5

#### ตารางที่ 5 รายการและเกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม
1. การวิเคราะห์ประเด็นปัญหา	แยกแยะองค์ประกอบของคำถามหรือปัญหาในการสำรวจตรวจสอบได้ครบถ้วน
2. การออกแบบและวางแผนการสืบสอบ	ออกแบบและวางแผนการศึกษาได้เหมาะสมกับธรรมชาติของตัวแปรที่กำหนด และเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน
3. การทบทวนข้อมูล	การทบทวน อภิปรายความรู้หรือประสบการณ์เดิมได้ตรงกับปัญหาที่กำหนดสำหรับการศึกษา
4. การเก็บและบันทึกผล การรวบรวมข้อมูล	บันทึกผลการสำรวจตรวจสอบได้เหมาะสมกับลักษณะข้อมูล และสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน
5. การเลือกใช้หลักฐาน	เลือกใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ได้สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง รวมทั้งแสดงหลักฐานได้ถูกต้องและครบถ้วน



### ตารางที่ 5 รายการและเกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม
6. การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผล	ระบุนิยามความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผลโดยมีความสัมพันธ์กับเรื่องที่ศึกษา อย่างถูกต้องและครบถ้วน
7. การสร้างข้อสรุปที่เป็นคำตอบของปัญหา	ระบุข้อสรุปของเรื่องที่ศึกษาได้ถูกต้อง กระชับและชัดเจน
8. การปรับปรุงแก้ไขคำอธิบาย	ตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3) กำหนดเกณฑ์ในการประเมินโดยอ้างอิงการแบ่งช่วงคะแนนความสามารถจาก NAEP Writing Assessment 2011(NCES, 2012) โดยมีช่วงคะแนนและระดับความสามารถ ดังตารางที่ 6

### ตารางที่ 6 เกณฑ์ในการแปลความหมายความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับ	ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบาย
ร้อยละ 0-40	นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับควรปรับปรุง
ร้อยละ 41-57	นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับพอใช้
ร้อยละ 58-70	นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดี
ร้อยละ 70-100	นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก

#### 3.2.2 แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยให้นักเรียนเขียนตอบในลักษณะของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วย สถานการณ์ ข้อมูลประกอบสถานการณ์ เช่น ภาพ กราฟ และข้อความ การตอบของนักเรียนตรวจเป็นรายข้อโดยใช้แบบประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน รายการประเมินประกอบด้วย การพิจารณาข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล กำหนดระดับคะแนนความสามารถ

เป็น 3 ระดับ คือ ดี พอใช้และควรปรับปรุง สรุปคะแนนอยู่ช่วงระหว่าง 12-36 คะแนน มีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับความหมาย องค์ประกอบ แนวทางการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแนวทางการประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- 2) ศึกษาวิเคราะห์มาตรฐาน/ตัวชี้วัดที่ปรากฏในสาระที่ 2 ชีววิทยาล้างแวดล้อม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระเนื้อหาวิชา เรื่อง วิทยาศาสตร์ สิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามการประเมินผลวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ TIMSS รวมถึงการศึกษาผลการเรียนรู้ของรายวิชา ว 23102 วิทยาศาสตร์ 6 ตามหลักสูตรของโรงเรียน พานทองสหภาพปทุมธานี พุทธศักราช 2551
- 3) คัดเลือกสาระที่จะใช้ในการออกข้อสอบ จากนั้นดำเนินการสร้างแบบสอบการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 4 ข้อ ในแต่ละข้อประกอบด้วย สถานการณ์ ข้อมูลประกอบสถานการณ์ เช่น กราฟ แผนภาพ และ ข้อคำถามเพื่อให้นักเรียน สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- 4) นำแบบทดสอบที่สร้างไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบพิจารณาความ ถูกต้องและความสอดคล้องของสถานการณ์และข้อมูลประกอบสถานการณ์ รวมทั้งตรวจสอบ ภาษาที่ใช้ในข้อคำถาม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา
- 5) นำแบบสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามใน ภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ด้วยการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถามในข้อสอบกับนิยามเชิงปฏิบัติการของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจนและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ จากนั้นคัดเลือก รายการประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (Revinelli and Hambleton, 1977 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552: 239) และปรับปรุงแบบ ประเมินตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ
- 6) นำแบบสอบที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ในที่นี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 31คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อ ด้วยการ ตรวจสอบค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าความยาก ที่มีค่าระหว่าง 0.4-0.7 (Carey, 1988: 254) และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (Ebel, 1986:

399) และตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับ โดยการคำนวณค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ของคอนบาร์ท

7) ผลการตรวจสอบคุณภาพ รายละเอียดแสดงในภาคผนวก

### 3.2.3 แบบประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แบบประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ใช้ในการตรวจให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1) สร้างแบบประเมินเพื่อตรวจคำตอบ โดยกำหนดองค์ประกอบในการประเมินคุณภาพคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผล ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2006)

2) ศึกษาเนื้อหาของรายการประเมินทั้ง 3 รายการ เพื่อกำหนดเกณฑ์การประเมิน ซึ่งผลการศึกษาและกำหนดเกณฑ์การประเมิน เป็นดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 นิยามของรายการประเมินและเกณฑ์การประเมิน

นิยามของรายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
<b>1. ข้อกล่าวอ้าง</b> คือ ข้อสรุปที่เป็นคำตอบของคำถาม	เขียนข้อความที่เป็นคำตอบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
<b>2. หลักฐาน</b> คือ ข้อความแสดงข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้จากการสังเกต	ระบุข้อมูลเชิงประจักษ์ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน และในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
<b>3. การให้เหตุผล</b> คือ ข้อความแสดงการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงหลักฐานที่ระบุนำไปสู่ข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้อง	ระบุข้อความที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและครบถ้วน

3) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ชนิดทั่วไป (General Scoring Rubric) เพื่อเป็นกรอบพิจารณาภาพรวม ประกอบด้วยรายการประเมิน 3 รายการ ได้แก่ ข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผล และกำหนดเกณฑ์การประเมินในแต่ละรายการเป็น 3 ระดับคะแนน และเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ชนิดจำเพาะ (Specific Scoring Rubric) เพื่อประเมินพิจารณาคุณภาพ

รายชื่อ โดยกำหนดรายการประเมิน 3 รายการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล และ กำหนดเกณฑ์การประเมินในแต่ละรายการเป็น 3 ระดับคะแนน เช่นกัน สรุปคะแนนที่ได้จากการ ประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 12-36 คะแนน

- 4) เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาความถูกต้อง รวมทั้งตรวจสอบ ภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา
- 5) ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามในภาคผนวก ก) ตรวจสอบคุณภาพ
- 6) กำหนดเกณฑ์ในการประเมินโดยอ้างอิงการแบ่งช่วงคะแนนความสามารถจาก

NAEP Writing Assessment 2011(NCES, 2012) โดยมีช่วงคะแนนและระดับความสามารถ

### 3.2.4 แบบสอบถามความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า ใช้ประเมินพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีความ รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ 1) การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า 2) การเลือกซื้อสินค้าโดยคำนึงถึง สิ่งแวดล้อม 3) การรู้คุณค่าและติดตามข่าวสารสิ่งแวดล้อม 4) การปฏิบัติตนต่อสิ่งแวดล้อมตาม จิตสำนึกของพลเมือง 5) การจัดการขยะ และ 6) การมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อม แบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 30 ข้อ เป็นมาตรา ประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วยเป็นข้อคำถามนิมิต 15 ข้อ ข้อคำถามเชิงนิเสธ 15 ข้อ คะแนน เต็ม 50 คะแนน ตอนที่ 2 การปฏิบัติตนด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 30 ข้อ เป็นมาตราประมาณค่า 3 ระดับ เป็นข้อคำถามเชิงบวก 22 ข้อ ข้อคำถามเชิงลบ 8 ข้อ

### 3.3 แบบสัมภาษณ์ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม

มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างกำหนดประเด็นในการสัมภาษณ์ ดังนี้ 1) ความสนใจในข่าวสารสิ่งแวดล้อม 2) ความรู้ทางสิ่งแวดล้อม 3) ความรับผิดชอบต่อ สิ่งแวดล้อม และ 4) การมีเจตคติต่อกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อม แบบสัมภาษณ์นี้นำไปใช้ สัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนจากการสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อพฤติกรรมและพฤติกรรมของ นักเรียนที่แสดงถึงการมีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ในระดับสูงและต่ำ ระดับละ 5 คน รวม นักเรียนที่ได้รับการสัมภาษณ์ 10 คน

#### 4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม ตามขั้นตอนดังนี้

**4.1 การเตรียมนักเรียนและเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง** แนะนำรายวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดการประเมินผลให้นักเรียนทั้งสองกลุ่ม สำหรับกลุ่มทดลองเตรียมนักเรียนเพิ่มเติมโดยแนะนำ 1) การเรียนด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาลิเรอ์นึ่งในแต่ละขั้นตอน 2) การเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายองค์ประกอบยกตัวอย่างการเขียน และแสดงเกณฑ์การให้คะแนนชนิดแยกส่วนที่ใช้ในการประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

**4.2 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลอง** ดำเนินการทดลองโดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนในกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาลิเรอ์นึ่ง และกลุ่มควบคุมด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามวิธีการทั่วไป ใช้เวลาเรียน 21 คาบเรียน คาบละ 50 นาที เก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มทดลองโดยการสังเกตพฤติกรรมกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในคาบเรียนสุดท้าย

#### 4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

1) ทดสอบนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนแล้ว ดังนี้ 1) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประเมินโดยใช้แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ 2) ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ประเมินด้วยแบบสอบถามความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

2) นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้ไปตรวจให้คะแนนจากนั้นวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

3) พิจารณาคะแนนของความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มทดลองจากนั้นทำการสุ่มนักเรียนเพื่อดำเนินการสัมภาษณ์จากกลุ่มที่ได้คะแนนสูงและต่ำ กลุ่มละ 5 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไป

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

### 5.1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1) หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร้อยละ ของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง แล้วเทียบผลคะแนนกับเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อแปลผลเป็นระดับความสามารถ

2) นำคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยสถิติทดสอบที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

### 5.2 ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม

1) วิเคราะห์คะแนนของกลุ่มทดลอง โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยร้อยละ แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

2) นำคะแนนความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยสถิติทดสอบที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง ผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของ อัลเบิร์ตตาเลร์นึ่งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนัก ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ดำเนินการทดลองกับ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 34 คน มีการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม

#### ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มทดลอง พิจารณาจากการประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในขณะที่การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พิจารณาจากการทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่านั้น ผลที่ได้นำมาจัดระดับความสามารถโดยใช้เกณฑ์ตาม NAEP Writing Assessment 2011 (NCES, 2012) ซึ่งกำหนดระดับความสามารถ 4 ระดับ ได้แก่ ระดับควรปรับปรุงมีคะแนนในช่วงร้อยละ 0-40 ระดับพอใช้มีคะแนนในช่วงร้อยละ 41-57 ระดับดีมีคะแนนในช่วงร้อยละ 58-70 และระดับดีมากมีคะแนนในช่วงคะแนนร้อยละ 71-100

1.1 กระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประเมินโดยการสังเกตระหว่างเรียนขณะที่นักเรียนกลุ่มทดลองสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในคาบเรียนสุดท้าย ซึ่งมีองค์ประกอบย่อยในการพิจารณากระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 8 รายการ คือ (1) การวิเคราะห์ประเด็นปัญหา (2) การออกแบบและวางแผนการสืบสอบ (3) การทบทวนข้อมูล (4) การเก็บและบันทึกผลการรวบรวมข้อมูล (5) การเลือกใช้หลักฐาน

(6) การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผล (7) การสร้างข้อสรุปที่เป็นคำตอบของปัญหา และ (8) การปรับปรุงแก้ไขคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละรายการมีคะแนนเต็ม 3 คะแนน รวม 24 คะแนน

ผลการวิเคราะห์คะแนนกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งได้แบ่งเป็นรายกลุ่ม จำนวน 6 กลุ่ม ปรากฏดังตารางที่ 8

**ตารางที่ 8** คะแนนเฉลี่ยร้อยละของกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองรายกลุ่ม

กระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ค่าสถิติ						$\bar{X}$ <sub>ร้อยละ</sub>	ระดับเฉลี่ย	ความสามารถ
	กลุ่ม 1 (n=6)	กลุ่ม 2 (n=6)	กลุ่ม 3 (n=6)	กลุ่ม 4 (n=5)	กลุ่ม 5 (n=5)	กลุ่ม 6 (n=6)			
(1) การวิเคราะห์ประเด็นปัญหา	82.00	86.88	86.00	87.10	76.00	70.00	81.33	ดีมาก	
(2) การออกแบบและวางแผนการสืบสอบ	79.60	82.50	72.57	78.00	64.33	61.00	73.00	ดีมาก	
(3) การทบทวนข้อมูล	86.00	88.96	87.33	85.21	85.65	66.83	83.33	ดีมาก	
(4) การเก็บและบันทึกผลรวบรวมข้อมูล	77.00	74.62	74.00	61.33	60.17	54.88	67.00	ดี	
(5) การเลือกใช้หลักฐาน	79.67	78.33	70.78	68.67	65.55	51.00	69.00	ดี	
(6) การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผล	58.79	60.33	57.67	56.33	56.88	52.00	57.00	พอใช้	
(7) การสร้างข้อสรุป	84.67	91.00	82.38	74.33	68.77	72.13	78.88	ดีมาก	
(8) การปรับปรุงแก้ไขคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	94.18	97.00	93.67	96.50	93.67	87.00	93.67	ดีมาก	
<b>คะแนนเฉลี่ย</b>	<b>80.24</b>	<b>82.45</b>	<b>78.05</b>	<b>75.93</b>	<b>71.38</b>	<b>64.36</b>	<b>75.42</b>	<b>ดีมาก</b>	



จากตารางที่ 8 พบว่า คะแนนกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองอยู่ในระดับดีมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 75.42

เมื่อพิจารณาตามรายการประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายด้านพบว่า 1) นักเรียนได้คะแนนรายการประเมินกระบวนการสร้างฯ ในระดับดีมาก 5 รายการ เรียงตามลำดับคะแนน ได้แก่ การปรับปรุงแก้ไขคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การทบทวนข้อมูล การวิเคราะห์ประเด็นปัญหา การสร้างข้อสรุป การออกแบบและวางแผนการสืบสอบ 2) นักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับดี 2 รายการ คือ การเลือกใช้หลักฐาน และการเก็บและบันทึกผลการรวบรวมข้อมูล และ 3) นักเรียนมีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผลอยู่ในเกณฑ์ระดับพอใช้

**1.2 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์** ประเมินจากการทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ 4 ข้อ มีการตรวจและประเมินการตอบของนักเรียนด้วยแบบประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายการประเมิน 3 รายการ ได้แก่ *ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และการให้เหตุผล* ซึ่งแต่ละรายการประเมินมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน รวม 36 คะแนน การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมวิเคราะห์เปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบที่สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Independent )

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประเมินจากการทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่มหลังเรียนนี้ นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ลักษณะ คือ คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายกลุ่มและคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวม

### 1.2.1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายกลุ่ม

ผลการวิเคราะห์คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองแบ่งเป็น 6 กลุ่มย่อย โดยประเมินเป็นความสามารถ 4 ระดับข้างต้น ผลปรากฏดังตารางที่ 9

**ตารางที่ 9** คะแนนเฉลี่ยร้อยละของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง  
รายกลุ่ม

การสร้าง คำอธิบาย	ค่าสถิติ	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$						ระดับ
	กลุ่ม 1 (n=6)	กลุ่ม 2 (n=6)	กลุ่ม 3 (n=6)	กลุ่ม 4 (n=5)	กลุ่ม 5 (n=5)	กลุ่ม 6 (n=6)	เฉลี่ย	ความ สามารถ
(1) ช้อกล่าวอ้าง	88.89	94.44	88.89	85.00	80.00	73.61	85.33	ดีมาก
(2) หลักฐาน	76.39	79.17	75.00	73.33	70.00	63.89	73.00	ดีมาก
(3) การให้เหตุผล	72.22	69.44	63.89	65.00	61.67	51.39	64.00	ดี
<b>คะแนนเฉลี่ย</b>	<b>79.17</b>	<b>81.02</b>	<b>75.93</b>	<b>74.44</b>	<b>70.56</b>	<b>62.96</b>	<b>74.11</b>	<b>ดีมาก</b>

จากตารางที่ 9 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ร้อยละ 74.11 จัดอยู่ในระดับดีมาก

เมื่อพิจารณาคะแนนตามรายการประเมินตามองค์ประกอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า รายการประเมินที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ช้อกล่าวอ้าง รองลงมาคือ หลักฐาน และการให้เหตุผล โดยคิดเป็นร้อยละ 85.33, 73.00, และ 64.00 ตามลำดับ

### 1.2.2 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวม

ในส่วนของการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบแบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม วิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งห้อง โดยผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยประเมินระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 10

**ตารางที่ 10** คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ระดับความสามารถ ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ค่าสถิติ	กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	ระดับ ความสามารถ	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	ระดับ ความสามารถ
การสร้าง คำอธิบาย ฯ								
(1) ช้อกล่าวอ้าง	10.24	1.37	85.33	ดีมาก	9.97	1.73	83.08	ดีมาก
(2) หลักฐาน	8.76	1.33	73.00	ดีมาก	5.15	1.16	42.92	พอใช้
(3) การให้เหตุผล	7.68	1.45	64.00	ดี	2.91	1.26	24.25	ควรปรับปรุง
<b>คะแนนเฉลี่ย</b>	<b>26.68</b>	<b>3.73</b>	<b>74.11</b>	<b>ดีมาก</b>	<b>18.03</b>	<b>2.72</b>	<b>50.08</b>	<b>พอใช้</b>

จากตารางที่ 10 พบว่า ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกัน คือ นักเรียนกลุ่มทดลองมีการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.68 คะแนน จาก คะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.11 ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมมีการสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับพอใช้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 50.08

เมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการระบุช้อกล่าวอ้างและหลักฐาน อยู่ในระดับดีมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 85.33 และ 73.00 ตามลำดับ ส่วนการให้เหตุผล อยู่ในระดับดี โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 64.00 สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุมนั้น พบว่า มีการระบุช้อกล่าว อ้างอยู่ในระดับเดียวกับกลุ่มทดลอง คือ ระดับดีมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ย 83.08 แต่มีความสามารถ ในการระบุหลักฐานและการให้เหตุผล ในระดับต่ำกว่ากลุ่มทดลอง คือ ระดับพอใช้และควร ปรับปรุง โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 42.92 และ 24.25 ตามลำดับ

การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏดังตารางที่ 11

**ตารางที่ 11** คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และค่าสถิติทดสอบที่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การสร้างคำอธิบายฯ	ค่าสถิติ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t-test
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
(1) ข้อกล่าวอ้าง		10.24	1.37	9.97	1.73	0.70
(2) หลักฐาน		8.76	1.33	5.15	1.16	11.98*
(3) การให้เหตุผล		7.68	1.45	2.91	1.26	14.44*
<b>คะแนนเฉลี่ย</b>		<b>26.68</b>	<b>3.73</b>	<b>18.03</b>	<b>2.72</b>	<b>10.91*</b>

\*p<.05

จากตารางที่ 11 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 26.68 คะแนน ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.03 คะแนน

เมื่อพิจารณาคะแนนตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้คะแนนเฉลี่ยของข้อกล่าวอ้างสูงกว่าหลักฐานและการให้เหตุผล โดยคะแนนเฉลี่ยในการสร้างข้อกล่าวอ้างของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.24 และ 9.97 ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยของหลักฐานและการให้เหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยองค์ประกอบด้านหลักฐานมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.76 และ 5.15 ตามลำดับ ส่วนการให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.68 และ 2.91 ตามลำดับ

## ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม

ในส่วนของความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ประเมินหลังการเรียนรู้โดยใช้แบบสอบถาม ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีคะแนนเต็ม 100 คะแนน แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เจตคติ ด้านสิ่งแวดล้อม และ ตอนที่ 2 การปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อม คะแนนเต็มตอนละ 50 คะแนน ในแต่ละตอนของแบบสอบถาม แบ่งประเด็นการสอบถามเป็น 6 เรื่อง ได้แก่ (1) การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า (2) การเลือกซื้อสินค้าโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม (3) การรู้คุณค่าและติดตามข่าวสารสิ่งแวดล้อม (4) การปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อมตามจิตสำนึกของพลเมือง (5) การจัดการขยะ และ (6) การมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อม จากนั้นนำคะแนนความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมมาเทียบกับเกณฑ์ระดับการยอมรับได้เรื่องความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมที่ 65 คะแนน โดย Madumere (2012)

ผลการวิเคราะห์คะแนนตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มทดลอง ดังปรากฏใน ตารางที่ 12

ตารางที่ 12 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มทดลอง

ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม	$\bar{X}$	S.D.
(1) การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า	77.24	3.76
ด้านเจตคติ	39.00	0.26
ด้านการปฏิบัติตน	38.24	2.03
(2) การเลือกซื้อสินค้าโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม	81.08	4.00
ด้านเจตคติ	42.35	2.60
ด้านการปฏิบัติตน	38.73	1.52
(3) การรู้คุณค่าและติดตามข่าวสารสิ่งแวดล้อม	73.92	4.50
ด้านเจตคติ	39.12	2.68
ด้านการปฏิบัติตน	34.80	2.35
(4) การจัดการขยะ	84.88	4.96
ด้านเจตคติ	41.94	2.92
ด้านการปฏิบัติตน	42.94	2.01
(5) การปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อมตามจิตสำนึกพลเมือง	80.18	4.83
ด้านเจตคติ	42.24	2.64
ด้านการปฏิบัติตน	37.94	1.84
(6) การมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อม	76.67	3.47
ด้านเจตคติ	44.12	1.59
ด้านการปฏิบัติตน	32.55	1.78
<b>คะแนนเฉลี่ย</b>	<b>78.46</b>	<b>5.33</b>

จากตารางที่ 12 คะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 78.46 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 65 คะแนน

เมื่อพิจารณาความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมรายย่อย ทั้ง 6 ด้าน พบว่า พฤติกรรมการมีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในสามอันดับแรก ได้แก่ การจัดการขยะ การเลือกซื้อสินค้าโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม การปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อมตามจิตสำนึกพลเมือง โดยมีคะแนนเฉลี่ย 84.88, 81.08, และ 80.18 ตามลำดับ และ ประเด็นที่มีความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมมีคะแนนต่ำที่สุด คือ การรู้คุณค่าและติดตามข่าวสารสิ่งแวดล้อม 73.92 คะแนน

สำหรับการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนการสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏดังตารางที่ 13

**ตารางที่ 13** คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทดสอบที ของความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ความตระหนัก ฯ	ค่าสถิติ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t-test
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
(1) การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า		77.24	3.76	56.47	3.35	
ด้านเจตคติ		39.00	0.26	26.76	1.23	12.02*
ด้านการปฏิบัติตน		38.24	2.03	29.71	1.85	
(2) การเลือกซื้อสินค้าโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม		81.08	4.00	61.49	2.89	11.57*
ด้านเจตคติ		42.35	2.60	28.65	1.65	
ด้านการปฏิบัติตน		38.73	1.52	32.84	1.42	
(3) การรู้คุณค่าและติดตามข่าวสารสิ่งแวดล้อม		73.92	4.50	52.02	2.44	12.47*
ด้านเจตคติ		39.12	2.68	22.71	1.07	
ด้านการปฏิบัติตน		34.80	2.35	29.31	1.49	
(4) การจัดการขยะ		84.88	4.96	63.84	2.66	
ด้านเจตคติ		41.94	2.92	29.53	1.02	10.90*
ด้านการปฏิบัติตน		42.94	2.01	34.31	1.31	

ตารางที่ 13 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทดสอบที ของความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ความตระหนัก ฯ	ค่าสถิติ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t-test
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
<b>(5) การปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อมตาม</b>						
<b>จิตสำนึกพลเมือง</b>		80.18	4.83	58.71	3.01	11.02*
ด้านเจตคติ		42.24	2.64	28.41	1.25	
ด้านการปฏิบัติตน		37.94	1.84	30.29	1.52	
<b>(6) การมีส่วนร่วมในกิจกรรม</b>						
<b>เพื่อสิ่งแวดล้อม</b>		76.67	3.47	51.63	2.17	17.82*
ด้านเจตคติ		44.12	1.59	31.24	1.10	
ด้านการปฏิบัติตน		32.55	1.78	20.39	1.04	
<b>คะแนนเฉลี่ย</b>		<b>78.46</b>	<b>9.33</b>	<b>56.95</b>	<b>7.92</b>	<b>15.76*</b>

จากตารางที่ 13 คะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาประเด็นย่อยทั้ง 6 ด้าน พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกด้าน

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมุ่งศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ดำเนินการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง และกลุ่มควบคุมเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการทั่วไป จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 34 คน ทั้งสองกลุ่มใช้ระยะเวลาในการเรียนทั้งสิ้น 20 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง 2 ส่วน ได้แก่ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบสอบถามความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม และแบบสัมภาษณ์ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที่สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน

#### สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยสรุปได้ 4 ข้อ ดังนี้

1. หลังการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 75.4 และ 74.15 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70

2. คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง นักเรียนมีคะแนนความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดี



4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผล

การนำเสนอการอภิปรายผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเด็น คือ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ดังต่อไปนี้

### 1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิงที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการทั่วไป จึงกล่าวได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิงช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองได้ เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ลักษณะการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิงในระยการจัดการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้ 1) *ระยะกระบวนการ (Process Phase)* นักเรียนได้สืบค้น สัมรวจตรวจสอบ และรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์และเรียนรู้ลักษณะของข้อมูลที่เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์และข้อมูลที่เป็นข้อคิดเห็น แล้วนำมาจัดกระทำและสื่อความหมายในลักษณะต่างๆ เช่น ตาราง หรือผังกราฟิก เป็นต้น ดังนั้นระยะนี้ช่วยส่งเสริมความสามารถในการคัดเลือกข้อมูลนำมาใช้เป็นหลักฐาน 2) *ระยะการสร้าง (Creating Phase)* ในระยะนี้นักเรียนร่วมกันสร้างข้อสรุปเพื่อนำเสนอสิ่งที่ค้นพบ โดยจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลโดย *ข้อกล่าวอ้าง* มาจากการตอบคำถามตามประเด็นที่ศึกษาค้นคว้า ในส่วนของการระบุเหตุผลมาจากข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ผ่านการคัดเลือกมาแล้ว และ *การให้เหตุผล* ได้มาจากการการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาแสดงเหตุผล เพื่อเชื่อมโยงว่าหลักฐานที่ระบุไว้สามารถใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ และ 3) *ระยะการประเมินผล (Evaluating Phase)* นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีการอภิปรายพิจารณาคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มอื่น แล้วนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยความเข้าใจของตัวนักเรียนเองเป็นรายบุคคล การได้ลงมือกระทำปฏิบัติรายบุคคลนำไปสู่ความรู้ที่ชัดเจนลึกซึ้ง โดยนักเรียนได้เขียนคำอธิบายเองรายบุคคล จำได้ และเกิดความชำนาญ

สอดคล้องกับแนวคิดของ Klentschy (2008: 67) ที่กล่าวถึงการเขียนสรุปผลการทดลองในลักษณะคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า การอภิปรายหลังการนำเสนอคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประโยชน์ต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพราะมีโอกาสได้เห็นผลงานของนักเรียนอื่น ครูจะได้แนะนำให้นักเรียนเข้าใจยอมรับความแตกต่างของผลการสรุปในลักษณะคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้อื่น เข้าใจว่าข้อมูลที่ให้หลักฐานบางข้อมูลไม่สามารถคัดลอกข้อความมาใช้เขียนในคำอธิบายได้โดยตรง

เมื่อพิจารณาคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยการระบุข้อกล่าวอ้างไม่แตกต่างกัน ส่วนคะแนนเฉลี่ยของการระบุหลักฐานและการให้เหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยการระบุข้อกล่าวอ้างสูงกว่า หลักฐานและการให้เหตุผล สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ruiz-Primo et al. (2008) ที่ศึกษาลักษณะการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยเก็บข้อมูลจากสมุดจดบันทึกผลการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่ามีนักเรียนที่เขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบทั้งสามองค์ประกอบได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผล มีเพียงร้อยละ 18.1 และมีนักเรียนที่เขียนคำอธิบายโดยไม่มี การสนับสนุนด้วยเหตุผลร้อยละ 40 เช่นเดียวกับ Hsin-Kai Wu and Chia-Lien Wu (2010) ที่พบว่า นักเรียนประสบปัญหาเรื่องการใช้ข้อมูลเป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ไม่สามารถประเมินคุณภาพข้อมูลที่จะนำมาใช้เป็นหลักฐาน และไม่สามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างผลการทดลองกับความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ได้

การที่นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยการระบุข้อกล่าวอ้างไม่แตกต่างกันนั้นเนื่องจาก ข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นคำตอบที่นักเรียนสร้างขึ้นจากการวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ แต่หลักฐานและการให้เหตุผลต้องเขียนมาจากความเข้าใจในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตัวนักเรียนเอง สอดคล้องกับการวิจัยของ Kuhn and Reiser (2005) พบว่าการแยกแยะข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและข้อมูลที่นักเรียนสรุปด้วยตนเอง โดยไม่มีคำแนะนำจากครูเป็นเรื่องยาก ดังนั้นในการทำแบบทดสอบนักเรียนจึงประสบปัญหาในการพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้และตัดสินใจเลือกข้อมูลเป็นหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เมื่อระบุหลักฐานไม่ครบ ก็อาจส่งผลต่อการให้เหตุผลด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

จากเหตุผลดังกล่าว เป็นการสนับสนุนว่า การเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาเลิร์นนิ่งช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียน

สืบสอบและสำรวจตรวจสอบข้อมูล แล้วนำมาวิเคราะห์ จัดกระทำ และบันทึกเป็นหลักฐาน แล้วใช้ในการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ เพื่อตรวจสอบและปรับปรุงจนได้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องด้วยตัวนักเรียนเอง

## 2. ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม

สำหรับการศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิงที่มีต่อความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งแบ่งเป็นคะแนนเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และการปฏิบัติตนด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับร้อยละ 82.92 และ 75.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 และเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการทั่วไปพบว่ามีค่าความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิงให้ความสำคัญกับการแสดงความรู้สึกของผู้เรียน โดยในการสะท้อนกระบวนการ (*Reflecting on the process*) ซึ่งเป็นระยะที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนใคร่ครวญเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ด้านเจตคติและความรู้ ซึ่งไม่ปรากฏเป็นขั้นตอนชัดเจน แต่สอดแทรกอยู่ในทุกระยะของการจัดการเรียนการสอน ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความรู้สึกที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้และสิ่งที่ได้เรียนรู้ ปรากฏชัดเจนใน 2 ระยะ ได้แก่

ระยะการวางแผน (*Planning Phase*) นอกจากนักเรียนจะได้รับการกระตุ้นให้สนใจบทเรียนด้วยสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่ทันสมัยน่าติดตามแล้วยังต้องแสดงความรู้สึกที่มีต่อประเด็นปัญหานั้น

ระยะการประเมินผล (*Evaluating Phase*) นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้ ในสถานการณ์ซึ่งเป็นประเด็นปัญหาของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและเรื่องราวในชุมชน นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและความรู้สึกต่อสถานการณ์ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบทเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรของชุมชนนักเรียน รวมถึงการใช้คำถามระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนวิเคราะห์ผลกระทบจากปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อนักเรียนและสังคม เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แนวทางในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มีการอภิปรายในประเด็นการแนวทางในการลดปริมาณขยะ คำถามสำคัญที่ครูถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การแสดงความรู้สึกมีดังนี้ (1) นักเรียนมีความรู้สึก

อย่างไรที่อำเภอพานทองเป็นหนึ่งในแหล่งกำจัดขยะมูลฝอยของจังหวัดชลบุรีซึ่งทำลายขยะโดยฝังกลบหรือเผา (2) นักเรียนมีความกังวลหรือไม่ว่าการกำจัดที่ผิดสุขลักษณะอาจสร้างความเสียหายให้แก่สิ่งแวดล้อมได้ (3) ในหนึ่งวันนักเรียนสร้างขยะกี่ชิ้น และ (4) นักเรียนมีแนวทางในการลดปริมาณขยะอย่างไร

การให้นักเรียนสื่อสาร แสดงความรู้สึก ถึงการรับรู้ สนใจ และการเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมนี้ช่วยส่งเสริมความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Kollmus and Agyeman (2002) ที่กล่าวว่า อารมณ์ความรู้สึกมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการสร้างความเชื่อ การเห็นคุณค่า และการมีเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการมีส่วนร่วมทางด้านอารมณ์ความรู้สึกนี้ คือความสามารถในการสร้างปฏิกริยาทางอารมณ์เมื่อต้องเผชิญกับความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม หรืออาจกล่าวได้ว่า มีการให้อารมณ์ความรู้สึก (emotional investment) ต่อปัญหาที่พบเจอ และเมื่อเกิดความรู้สึกที่รุนแรงอย่างความรู้สึกกลัว เศร้า หรือโกรธ จะนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงการกระทำด้านสิ่งแวดล้อม (Chawla, 1999 อ้างถึงใน Kollmus and Agyeman, 2002) สอดคล้องกับแนวคิดของ Chamber and Smith (2007) ที่กล่าวว่า ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมเป็นการแสดงออกถึงความห่วงใยในสิ่งแวดล้อมและความรู้สึกที่มีต่อสถานการณ์เกี่ยวกับสาเหตุ การกระทำ ภาระหน้าที่ ตลอดจนความรับผิดชอบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Zecha (2010) ที่ว่าความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมเกิดจากความสนใจและความห่วงใยต่อสิ่งแวดล้อม นำไปสู่การศึกษาหาความรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจทั้งด้านความรู้และการปฏิบัติ จนสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้

จากเหตุผลดังกล่าว เป็นการสนับสนุนว่า การเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิง ช่วยส่งเสริมและพัฒนาความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นผ่านกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นให้นักเรียนสื่อสารแสดงความรู้สึกที่มีต่อการเรียนรู้ ทั้งกระบวนการเรียนรู้และสิ่งที่ได้เรียนรู้ นั่นคือสถานการณ์และประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

ครูวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่สนใจสามารถนำวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่งไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่าการเขียนคำอธิบายของนักเรียนยังไม่ดีนักในเรื่องของวิธีการเขียน เช่นการใช้คำสันธาน เป็นต้น ทำให้บางครั้งคำอธิบายของนักเรียนยังไม่กระชับและชัดเจน ครูจึงควรพัฒนาด้านการเขียนของผู้เรียนควบคู่ไปกับการสอนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วย โดยอาจบูรณาการการสอนร่วมกับครูสอนภาษาไทย นอกจากนี้ในส่วนของความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมนั้น แม้ว่านักเรียนจะให้ความสนใจกับปัญหาสิ่งแวดล้อม มีการติดตามข่าวสารอยู่เสมอ แต่จากการสัมภาษณ์พบว่าการติดตามข่าวสารนั้นเป็นการติดตามเพียงผิวเผิน คือรับรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้นแต่ยังไม่ทราบในรายละเอียด หรือไม่ได้สนใจในจุดนั้น ครูผู้สอนจึงควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสในการสืบค้นและวิเคราะห์ประเด็นปัญหา หรือสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นให้มากกว่านี้ เพื่อให้นักเรียนมีความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้น และมีความรู้เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่มากขึ้นด้วย ทั้งนี้ประเด็นปัญหาเหล่านั้นต้องเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่นักเรียนเรียนอยู่ด้วย

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น การพัฒนามโนทัศน์ ความสามารถในการใช้หลักฐาน และความสามารถในการให้เหตุผล เป็นต้น สำหรับความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ควรศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน เช่น ระดับความรู้ทางสิ่งแวดล้อม ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติตนอย่างมีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม การให้ความสนใจรับข่าวสารสิ่งแวดล้อมจากแหล่งความรู้ต่างๆ

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. (2542). *มนุษย์ อุตสาหกรรมและสภาพแวดล้อม*. กรุงเทพฯ:

ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา ฝ่ายเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. (2551). *ความตระหนักในคุณค่าของการจัดการ*. กรุงเทพฯ:

ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา ฝ่ายเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. (2554). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจ*

*และสังคมแห่งชาติฉบับที่สิบเอ็ด พ.ศ. 2555-2559*. กรุงเทพฯ: สหมิตรพรินติ้งแอนด์  
พลับพลีซิ่ง.

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525).

*ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย.

ทศนา เขมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

ทศนา เขมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี*

*ประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 7, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีระชัย ปุรณโชติ. (2537). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่*

*1-4*. นนทบุรี: โรงพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

พจนา เอื้องไพบูลย์. (2544). *การเปิดรับข่าวสาร ความรู้ ความตระหนักรู้ ทักษะคิด และการมีส่วนร่วม*

*ร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ของประชาชนในเขตนิคมอุตสาหกรรมบางปู*

*จังหวัดสมุทรปราการ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสื่อสารมวลชน

คณะนิเทศศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลหาไพบูรณ์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภาลินี เปี่ยมพงศ์สานต์. (2546). *สิ่งแวดล้อมศึกษา หน่วยวิทยาการเรื่องมลพิษทางน้ำ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ราชบัณฑิตยสถาน. (2551) *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ อักษร A-L ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

วินัย วีระพัฒนานนท์ และ บานชื่น สีพันม่วง. (2539) *สิ่งแวดล้อมศึกษา ENVIRONMENTAL EDUCATION (ฉบับต้นแบบ) การศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส่องสยาม.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.

สุนีย์ คล้ายนิลและปรีชาญู เดชศรี. (2549). *การเรียนรู้เพื่อโลกวันพรุ่งนี้ รายงานการประเมินผล การเรียนรู้จาก PISA 2006*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุพัตรา จันทรโษษิต. (2552). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิค การลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการ สร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.

สุวิมล ว่องวานิช. (2546). *บทที่ 11 การประเมินการปฏิบัติงาน. ในรวมบทความ การประเมินผล การเรียนรู้แนวใหม่*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, สมาคม. (2555). *รู้จักกับ AEC ในมุมมอง ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ.

## ภาษาอังกฤษ

Alberta Learning. (2004). *Focus on inquiry: a teacher's guide to implementing inquiry-based learning*. Edmonton: Alberta Learning and Teaching Resources Branch.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

Arba'at Hassan, Noordin, T. A., Sulaiman, S. (2010) The Status on the level of environmental awareness in the concept of sustainable development amongst secondary school students. *Procedia Social and Behavioral Science 2 (2010)*, 1276-1280.

Ballantyne, R. (1999) Teaching environmental concepts, attitudes and behaviour through geography education: findings of an international survey. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 8(1): 41-57.

Bell, P., and M. Linn. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education* 22(8): 797–817. Cited in McNeill, K.L., and Krajcik, J. (2008). Chapter 11 Inquiry and scientific explanations: Helping students use evidence and reasoning. *Science as inquiry in the secondary setting*, 121-141.

Bechtel, W. (1994). Levels of Description and Explanation in Cognitive Science. *Minds and machines 4*. : 1-25.



- Berk, L. E., and Winsler, A. (1995). *Scaffolding children's learning: vygotsky and early childhood education*. Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.
- Borich, G. D. and Hao, Y. and Aw, W. (2006). Inquiry-based Learning: A Practical Application. *Teaching Strategies that Promote Thinking: Models and Curriculum Approaches*. Edit by Ong, A. and Borich, G. D. Singapore: McGraw-Hill Education (Asia).
- Brush, T. A., and Saye, J. W. (2002) A summary of research exploring hard and soft scaffolding for teachers and students using a multimedia supported learning environment. *The journal of Interactive online learning*, 1(2): 1-12
- Chawla, L. (1998) Significant life experiences revisited: A review of research on sources of pro-environmental sensitivity, *The Journal of Environmental Education*, 29(3), 11–21. Cited in Kollmus, A. and Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?. *Environmental Education Research*, 8(3): 239-260.
- DeBoer, G. E. (2005). Standard-izing test items. *Science Scope* 28(4): 10–11.
- Dabbagh, N. (2003) Scaffolding: An important teacher competency in online learning. *Tech Trends* 47(2): 39-44
- Eggen, P. and Kauchak, D. (1997). *Educational psychology: Windows on classrooms*. 3<sup>rd</sup> ed. New Jersey: Merrill, an imprint of Prentice Hall.
- Eysenck, W. and Arnold, R. M. (1972) *Encyclopaedia of Psychology*. Search Press: London. 1972.

- Gonzales, P. et al. (2008). *Highlights From TIMSS 2007: Mathematics and Science Achievement of U.S. Fourth- and Eighth-Grade Students in an International Context (NCES 2009-001)*. Washington, DC : National Center for Education Statistics, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education.
- Harris, C. J., et al. (2006). Chapter 6: Usable assessments for teaching science content and inquiry standards. *Assessment in science: Practical experience and educational research*, 101-116. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Johnson, B. and Manoli, C. (2011) The 2-MEV Scale in the United States: A Measure of Children's Environmental Attitudes Based on the Theory of Ecological Attitude, *The Journal of Environmental Education*, 42: 2, 84 — 97
- Kaiser, F. G. et al. (1999). Environmental attitude and ecological behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 19: 1-19.
- Krajcik, J. S. et al. (1998). Inquiry in project-based science classroom: Initial attempts by middle school. *The journal of the learning science* 7(3&4): 313-380
- Koffka, K. (1978). *Encyclopedia Of Social Science*. 3(4). New York : The Macmillan Company.
- Kollmus, A. and Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?. *Environmental Education Research*, 8(3): 239-260.
- Krajcik, J. S. et al. (2000). More emphasis on scientific explanation: Developing conceptual understanding and science literacy. *Exemplary Science in Grade 5-8*. National Science Teacher Association: 97-113.

- Klentschy, M. (2008). CHAPTER 9: Claims and evidence. National Science Teachers Association. *Education Research Complete database*: 59-63.
- Kuhn, L. and Reiser, B. (2005). Students constructing and defending evidence-based scientific explanations. Prepared for NARST, Texas. [online]. Available form : <https://www.umich.edu/~hiceweb/iqwst/Papers/KuhnReiserNarst2005.pdf>. [2012, May 21]
- Lipton, P. (2004). *Inference to the best explanation*. 2<sup>nd</sup> ed. New York, NY: Routledge.
- Larkin, MJ. (2001). Providing Support for Student Independence through Scaffolded Instruction. *Council for Exceptional Children* 34(1): 30-34.
- Madumere, A. J. (2001). Assessing the Level of Environmental Awareness of Non-Science . In Francesco Randazzo. *Journal of Educational and Social Research. Special Issue, 2(7)*, (October 2012)
- McInerney, D.M. and McInerney, V. (1998). *Educational psychology: Constructing learning*. 2<sup>nd</sup> ed. Sydney: Prentice hall.
- McNeill, K.L., and Krajcik, J. (2008). Chapter 11 Inquiry and scientific explanations: Helping students use evidence and reasoning. *Science as inquiry in the secondary setting*, 121-141.
- McNeill, K.L. et al. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of learning science* 15 (2): 153-191.

- National Center for Education Statistics (2012). *The Nation's Report Card: Writing 2011* (NCES 2012-470). Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education, Washington, D.C National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington,DC : National Academy Press.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. USA: OECD.
- Ozden, M. (2008). Environmental Awareness and Attitudes of Student Teachers: An Empirical Research. *International Research in Geographical and Environmental Education* 17, 1: 40-55.
- Peker, D., and Wallace, C.S. (2009). Characterizing high school students' written explanations in biology laboratories. *Research in science education*: 1-23.
- Provasnik, P. et al. (2012). *Highlights From TIMSS 2011: Mathematics and Science Achievement of U.S. Fourth- and Eighth-Grade Students in an International Context (NCES 2009-001)*. Washington, DC : National Center for Education Statistics, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education
- Roenhler, L.R. and Cantlon, D.J. (1996) *Scaffolding : A Powerful Tool in Social Constructivist Classroom* [online]. Available form : <http://ed.Web3.edu.msu.edu/literacy/papers/paperlr2.htm>

- Rosenshine, B. and Meister, C. (1992). The use of scaffolds for teaching higher-level cognitive strategies. *Educational Leadership* 49(7): 26-33.
- Ruiz-Primo, M. A. et al. (2008). *CRESST Report 733. Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: a study that examines students' scientific explanation*. The National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing. Graduate School of Education & Information Sciences. University of California, Los Angeles.
- Sampson, V. and Clark, D. V. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education* 93: 448-484.
- Sardar, Z. and Loon, B. (2002). *Introducing Science*. UK : Icon Book.
- Sengupta, M. et al. (2010) Environmental Awareness and Environment Related Behaviour of Twelfth Grade Students in Kolkata: Effects of Stream and Gender. *Anwesa*, 5 : 1 – 8.
- Science Teachers' Association of Ontario. (2006). *Position paper: The Nature of science*. ,1-2. Ontario: SCCAO Helping Science Happen.
- Stefanova, Y. and Minevska, M. (2009). Constructivist learning: Description, Explanation, Prediction in a chemistry classroom. *Problems of Education in the 21<sup>st</sup> Century*, 17, 196-202.
- Strevens, M. (2006). *Scientific explanation*. For the Macmillan encyclopedia of philosophy, 2<sup>nd</sup> edition. Available from: <http://www.strevens.org/research/simplexuality/Expln.pdf> [2010 , June 26]

- Vygotsky, L. S. 1978. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Thought and Language*. Massachusetts: The MIT press website
- Wang, J. et al.(2004). An analysis of environmental awareness for primary school and high school student in Kunming. *Chinese Education and society* 37 (4), July/August. 24-31.
- Wood, D. Bruner, J S. and Ross, G. (1976) "The Role of Tutoring in Problem Solving". *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 17(2)
- Wu, H. K. and Hsieh, C. E. (2006). Developing sixth graders' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. *International Journal of Science Education* 28: 1289-1313.
- Wu, H. K. and Wu, C. L. (2010). Exploring the development of fifth grader's practical epistemologies and explanation skills in inquiry-based learning classroom. *International Journal of Science Education* : 1299-1344.
- Wu, Xiuwen. (2001). *Scaffolding in action: learning through medical discourse in two writing conference*. [Online]. Available from: <http://reading.educ.msu.edu/course/912>. [2010, July 23]
- Zecha, S. (2010). Environmental knowledge, attitudes and actions of Bavarian (southernGermany) and Asturian (northern Spain) adolescents. *International Research in Geographical and Environmental Education*. 19 (3), 227–240
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35–62.

Zuzovsky, R. and Tamir, P. (1999). Growth patterns in students' ability to supply scientific explanations: Findings from the Third International Mathematics and Science Study in Israel. *International Journal of Science Education* 21: 1101- 1121.

United Nations. (1993) *The Global Partnership of Environment and Development A Guide to 21 Agenda*. New York.

United Nations Environment Programme. (2012). *Global Environment Outlook (GEO-5): Environment for the future we want*. Malta: Prosgress Press.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

#### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

อาจารย์ วิภา เกียรติธนะบำรุง	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
อาจารย์ น้าผึ้ง ศุภอุทุมพร	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
อาจารย์ ดร.วรัญญา อรัญวาลัย	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

อาจารย์ ดร.อัษฎลี เอาผล	ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาจารย์นิพนธ์ ศรีนฤมล	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
อาจารย์เพ็ชรรัตน์ ศรีวิไลย์	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

#### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม

รองศาสตราจารย์ ดร.จำลอง อรุณเลิศอารีย์	คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
อาจารย์ ดร.ศรัณย์ เกียรติมาลีสถิตย์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อาจารย์ ดร.ทัศนาวลัย อุซารสกุล	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

## ภาคผนวก ข

### เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิง
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบสอบเป็นฐาน  
ตามแนวคิดของอัลเบิร์ตตาเลิร์นนิ่ง

เรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2 คาบ จำนวน 100 นาที

**จุดประสงค์การเรียนรู้** เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับการปรับตัวและนำเสนอได้
2. อธิบายลักษณะการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตแต่ละประเภทได้
3. บอกความหมายของการปรับตัวได้
4. ตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

**สาระสำคัญ**

การปรับตัว(Adaptation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือการแสดงออกของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้สามารถอยู่รอดและสืบพันธุ์เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ในสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ได้

การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต มี 3 ประเภท ได้แก่

1. การปรับตัวด้านสัณฐาน (Morphological adaptation) เป็นการปรับเปลี่ยนรูปร่างโครงสร้าง ลักษณะสีของอวัยวะภายนอกร่างกาย
2. การปรับตัวด้านสรีระ (Physiological adaptation) เป็นการปรับโครงสร้าง กลไกการทำงานของอวัยวะภายในร่างกาย
3. การปรับตัวด้านพฤติกรรม (Behavioral adaptation) เป็นการปรับเปลี่ยนการแสดงออก และวิธีการดำรงชีวิต

## กิจกรรมการเรียนรู้

### ระยะที่ 1 การวางแผน (Planning phase) [10 นาที]

- 1) ครูนำอภิปรายเพื่อเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียน ดังนี้
  - สมมติว่าคืนหนึ่งขณะที่นักเรียนกำลังนอนหลับอยู่เกิดไฟฟ้าดับ สภาพอากาศร้อนมาก ไม่สามารถเปิดพัดลมหรือเครื่องปรับอากาศได้ นักเรียนมีวิธีคลายร้อนอย่างไร (คำตอบตามประสบการณ์ เช่น ใช้พัด เปิดหน้าต่างห้องนอน เปลี่ยนชุดที่ใส่นอนให้บาง ตีมน้ำมาก ๆ อาบน้ำ )
  - จะเกิดอะไรเมื่อเราต้องอยู่ในที่ที่อากาศร้อน (ร่างกายเสียเหงื่อ เวียนหัว หน้ามืด เป็นลม )
  - นักเรียนเคยเห็นหรือรู้จักวิธีการแสดงออกของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในที่อากาศร้อนหรือไม่ ให้ยกตัวอย่าง  
(ต้นกระบองเพชรมีหนามแทนใบลดการคายน้ำ แมลงหลบอยู่ตามซอกต้นไม้ หรือใต้ใบไม้ สุนัขในเขตร้อนมีขนสั้น ช้างลงเล่นน้ำ นกลงเล่นน้ำ)
- 2) ครูกล่าวว่าพฤติกรรมที่สิ่งมีชีวิตแสดงออกนี้เรียกว่า “การปรับตัว” ให้นักเรียนแต่ละคนตั้งคำถามเกี่ยวกับการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต ในเวลา 2 นาที
- 3) ครูรวบรวมคำถามของนักเรียน จากนั้นมุ่งเน้นประเด็นไปที่ ความหมายและลักษณะของการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต โดยครูถามคำถามดังนี้
  - นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตมีความหมายว่าอย่างไร
  - การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตมีกี่ประเภท แต่ละประเภทมีลักษณะเป็นอย่างไร
- 4) ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการสืบสอบ โดยระบุชื่อและหน้าที่รับผิดชอบหลักของสมาชิกในกลุ่ม ดังนี้ เตรียมอุปกรณ์ ดำเนินการสำรวจ บันทึกผล นำเสนอหน้าชั้น กำกับและสังเกตการทำงาน
- 5) จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นในการประเมินผลงาน (เช่น ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของสื่อที่ใช้ในการนำเสนอ ความสามารถในการพูด นำเสนอหน้าชั้นเรียน)
- 6) นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแหล่งเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา เรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต โดยครูถามว่า

- นักเรียนสามารถหาข้อมูลเกี่ยวกับการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตได้จากแหล่งเรียนรู้ใดได้บ้าง (คำตอบตามประสบการณ์ เช่น สารคดี นิตยสาร หนังสือเรียน หนังสือคู่มือ เว็บไซต์)

### ระยะที่ 2 การทบทวน (Retrieving phase) [10 นาที]

- 7) ทบทวนความรู้เดิมที่มีเกี่ยวกับ “การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต” โดยครูให้นักเรียนในกลุ่มทบทวนร่วมกันโดยการสังเกตลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ระบบประเภทต่างๆ
- 8) ครูแนะนำแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมให้นักเรียนจากแหล่งต่างๆ (แหล่งเรียนรู้ หน้า 4)

### ระยะที่ 3 กระบวนการ (Processing phase) [20 นาที]

- 9) ครูให้นักเรียนศึกษาการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต จาก สื่อวีดิทัศน์ เรื่อง Camels Adaptation และสื่อพาวเวอร์พอยท์ โดยมีขั้นตอนดังนี้
  - ครูแนะนำสื่อวีดิทัศน์ Camels adaptation ความยาว 2.30 นาที และชี้ประเด็นที่นักเรียนควรสังเกต คือ ลักษณะปรับตัวของอูฐในทะเลทราย โดยใช้คำถามดังนี้
 

“อูฐมีการปรับตัวเพื่ออยู่รอดในทะเลทรายอย่างไร และสามารถสรุปประเภทของการปรับตัวได้ที่ลักษณะ”
  - ครูแจกเอกสารแสดงเนื้อเพลงทั้งต้นฉบับภาษาอังกฤษและแปลภาษาไทย แล้วให้นักเรียนทุกคนศึกษาเนื้อเพลงด้วยตนเอง เป็นเวลา 1 นาที
  - ครูเปิดสื่อวีดิทัศน์จำนวน 2 รอบ
  - ให้นักเรียนวิเคราะห์การปรับตัวของอูฐในทะเลทราย จากนั้นแบ่งประเภทการปรับตัวของอูฐ โดยใช้เกณฑ์ที่กลุ่มกำหนด
  - บันทึกลงในเอกสารการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

### ระยะที่ 4 การสร้าง (Creating phase) [15 นาที]

- นักเรียนร่วมกันสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปรับตัวของอูฐในทะเลทราย
- ครูทบทวนโครงสร้างของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
 

“คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

  - (1) **ข้อสรุป** คือ ข้อความที่ใช้อธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และเป็นคำตอบของคำถาม

- (2) **หลักฐาน** คือ ข้อความแสดงข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพที่รวบรวมได้ โดยมีระบุอย่างน้อย 2 ข้อ
- (3) **การให้เหตุผล** คือ ข้อความที่แสดงว่าข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมสามารถเป็นหลักฐานของข้อสรุป ทำได้โดยการเชื่อมโยงโน้ตที่เกี่ยวข้อ”
- ตัวแทนกลุ่มรับผิดชอบในการเขียนข้อความ เช่น กระดาษฟิลิปชาร์ต และปากกาเคมี แล้วมอบหมายให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสร้างเพื่อนำเสนอหน้าชั้น
- นักเรียนเตรียมการนำเสนอและคัดเลือกตัวแทนเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน และตัวแทนในการประเมินการนำเสนอ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา

#### ระยะที่ 5 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing phase) [35 นาที]

- 10) ตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน (กลุ่มละ 3 นาที รวม 18 นาที) โดยให้นักเรียนกลุ่มอื่นทำการประเมินขณะมีการนำเสนอ
- 11) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหลังการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามดังนี้
  - แต่ละกลุ่มใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนกประเภท
  - ในการใช้เกณฑ์นั้น แต่ละกลุ่มใช้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร
  - เกณฑ์ใดเหมาะสมที่สุด
  - หากใช้ลักษณะการแสดงออกเป็นเกณฑ์ จะจัดประเภทได้อย่างไร
- 12) ให้ทุกกลุ่มสรุปความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
  - นักเรียนจะทราบได้ว่าสิ่งมีชีวิตสามารถปรับตัวเพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ (สามารถอยู่รอดและสืบพันธุ์ต่อไปได้)
  - นักเรียนจะสรุปเป็นความหมายของการปรับตัว ว่าอย่างไร
  - ความหมายที่แต่ละกลุ่มสรุปเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
- 13) ครูให้นักเรียนดูตัวอย่างการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนสามารถบอกลักษณะของการปรับตัวแต่ละประเภทได้ชัดเจนมากขึ้น โดยใช้สื่อพาวเวอร์พอยท์แสดงภาพตัวอย่างการปรับตัวประเภทต่างๆ เช่น
  - การปรับตัวทางสัณฐานแสดงด้วยการปรับตัวของหมีขั้วโลก
  - การปรับตัวทางสรีระแสดงด้วยการมีต่อมขับเกลือของนกทะเล
  - การปรับตัวทางพฤติกรรมแสดงด้วยการอยู่รวมเป็นฝูงของปลา
- 14) ครูให้นักเรียนแต่ละคนปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปรับตัวของอูฐ ด้วยภาษาของตนเอง และแลกเปลี่ยนตรวจกับเพื่อน (5 นาที)

### ระยะที่ 6 การประเมินผล (Evaluating phase) [10 นาที]

15) ครูรวบรวมผลการประเมินการนำเสนอหน้าชั้นเรียนจากตัวแทนแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนข้อดีและแนวทางในการพัฒนาการทำงานกลุ่ม โดยถามคำถามดังนี้

“นักเรียนประทับใจการนำเสนอของกลุ่มใด เพราะเหตุใด”

“นักเรียนมีแนวทางในการพัฒนาการทำงานครั้งต่อไปอย่างไร”

“สิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนอย่างไร”

16) ครูให้นักเรียนแต่ละคนประเมินตนเองโดยเขียนระบุการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมสิ่งที่ได้เรียนรู้ และสิ่งที่ตนควรปรับปรุงลงในกระดาษ A4

17) ครูเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ใหม่ โดยใช้คำถามดังนี้

- ถ้าในอนาคตสภาพแวดล้อมได้เปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบัน เกิดการขาดแคลนพลังงาน และน้ำ ดิน อากาศเสื่อมโทรมลง นักเรียนคิดว่ามนุษย์จะมีการปรับตัวอย่างไร เขียนให้ครบทั้งตามประเภทการปรับตัวทั้งสามด้าน” (5 นาที)

### สื่อการเรียนรู้

1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่อง Camel adaptation song แสดง การปรับตัวของอูฐในทะเลทราย สืบค้นจาก <http://www.youtube.com/watch?v=YX8VQIJVpTg>
2. อุปกรณ์ในการสร้างผังมโนทัศน์ (ต่อกกลุ่ม)
  - กระดาษฟลิปชาร์ต
  - ปากกาเคมีสำหรับเขียน
3. กระดาษ A4 (คนละ 1 แผ่น)

### แหล่งเรียนรู้

1. อุษณีย์ ยศยิ่งยวด, สมศักดิ์ ปัญญา, และอาจอง ประทัตสุนทร. (2549). **ชีววิทยา: สัตววิทยา 3**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิก วิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.



2. ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์, รัตนาภรณ์ อธิธิไพสิฐพันธุ์, สุภาภรณ์ หรินทรนิตย์. 2547. **พันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ นิยมวิทยา.
3. Calver, M. et al. 2009. **Environmental biology**. Cambridge : Cambridge University Press.

### การประเมินการเรียนรู้

1. ประเมินการมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม การอภิปรายภายในกลุ่มโดยใช้การสังเกต
2. ประเมินความถูกต้องในการเขียนลักษณะจำเพาะและพฤติกรรมที่แสดง การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของสิ่งมีชีวิตที่สนใจ จากเอกสารประกอบกิจกรรม

ชื่อ.....ห้อง ม 3/... เลขที่...  
วันที่.....

คำถามในการศึกษาครั้งนี้คืออะไร

นักเรียนมีวิธีการเก็บข้อมูลอย่างไร

ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน	คำตอบที่นักเรียนสร้างขึ้นจาก หลักฐาน	หลักฐาน ระบุสิ่งที่นักเรียนรวบรวมได้จากการ สังเกต
สรุปว่า	คุณมีการปรับตัวที่รูปแบบ	ระบุ สิ่งที่ใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

เรื่อง การปรับตัวของอุจจุในทะเลทราย

ลักษณะการเขียน: ข้อกล่าวอ้าง + หลักฐาน + การให้เหตุผล

อุจจุมีการปรับตัว...รูปแบบ ดังนี้ ... เนื่องจาก.....(ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง).....

ให้เหตุผลในการตอบ และการสนับสนุน

คำตอบด้วยหลักฐาน

“สิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนอย่างไร”

“ถ้าในอนาคตสภาพแวดล้อมได้เปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบัน เกิดการขาดแคลนพลังงาน และน้ำ ดิน อากาศเสื่อมโทรมลง นักเรียนคิดว่ามนุษย์จะมีการปรับตัวอย่างไร”



เนื้อเพลง

Adaptation Song



\* ADAPT ADAP-TA-TION CHANGES IN THE BODY TO FIT A LOCATION X2

BIG PADS ON MY FEET BETTER TRACTION THAN A JEEP

AND ANOTHER ON MY CHEST

SO I CAN REST

ON THE SIZZLE AND SANDS THAT FRY LIKE PAN

I'M CROSSING THE SAHARA IN MY CARAVAN

I'M THE LEGENDARY DROMEDARY

FOUR HUNDRED POUNDS ON MY BACK

IN THE DESERT I CARRY

NOTHING TO DRINK UNTIL THE NEXT OASIS

WATER IS FRESH SO WE NEVER WASTE IT (\*)

NOT A DROP OF RAIN IT'S ARID EXTRA DRY

BUT I NEVER GET A GRAIN OF SAND IN MY EYE

IF THE WIND BLOWS GYRO SAND TORNADOES

I'VE GOT BETTER LIDS KIDS THAN J. LO

LONG AND THICK WITH A DOUBLE LASH

CLOSE 'EM FAST BUILT TO LAST

AND THE HUMP ON MY BACK GOT AN EXTRA TANK

LIKE A SAVINGS BANK PACKED WITH FAT

THE HUMP ON MY BACK IS PACKED WITH FAT X3

I WON'T SAY IT AGAIN CAUSE YOU KNOW ALL THAT

THICK LIPS EAT STICKS AND BONES

THORNS AND SHRUBS THAT OTHERS LEAVE ALONE

SOMETIMES SIP FOR THE SALTY RIND

BECAUSE THE H<sub>2</sub>O IS HARD TO FIND

MY SHAGGY FUR INSULATES

MY BODY TEMPS REGULATE

SO I DON'T SWEAT AND DEHYDRATE

LIVE ANOTHER DAY TO PROCREATE (\*,\*)

\* การปรับตัว การปรับตัว เปลี่ยนร่างกายตัวเอง  
ให้เหมาะสมกับสถานที่ x2  
แผ่นหนาที่ฝ่าเท้า ทำให้ประคองตัวได้ดีกว่ารถจี๊ป  
และยังมีอีกที่แผ่นอก  
ซึ่งช่วยให้ฉันนั่งพักกายได้  
บนผืนทรายที่ร้อนระอุ  
ฉันเดินทางข้ามทะเลทรายซาฮาราไปกับกองคาราวาน  
ฉันเป็นอูฐโหนดเดียวในตำนาน  
ฉันแบกของได้หนักถึง 400 ปอนด์ในทะเลทราย  
ไม่จำเป็นต้องดื่มอะไรจนกว่าจะถึงโอเอซิสถัดไป  
น้ำช่วยให้สดชื่น เราสู้คุณค่าและไม่เคยทิ้ง(\*)  
บางทีฝนไม่ตกเลยสักหยด อากาศก็แห้งแล้งเหลือทน  
ถึงอย่างนั้น ก็ไม่เคยจะมีเม็ดทรายสักเม็ดที่จะพัดเข้าตา  
ต่อให้ลมพัดแรง จนกลายเป็นพายุทรายแค่นั้น  
เพราะฉันมีเปลือกตาที่นำหลงไหลกว่า J.LO  
ด้วยขนตาสองชั้นที่ทั้งยาวและหนา  
กระพริบตาไวไว และยังทนอยู่(ในทะเลทราย)ได้  
โหนดที่หลังของฉัน มีช่อง(ภายใน)เหมือนถังขนาดใหญ่  
เป็นธนาคารที่เต็มไปด้วยไขมัน  
โหนดบนหลังเต็มไปด้วยไขมัน X3  
ฉันคงไม่ต้องพูดซ้ำอีก เพราะเธอก็รู้หมดแล้ว  
ปากหนาๆ ช่วยการบดกินกิ่งไม้ เศษกระดูก  
หนามแหลม ฟูมไม้ และใบไม้ต่างๆ  
บางครั้งก็ต้องกินเปลือกไม้เค็มๆ  
ก็เพราะว่าน้ำนั้นช่างหายากเหลือเกิน  
ขนหนาๆ ของฉันช่วยเป็นฉนวน  
ทำให้อุณหภูมิร่างกาย ถูกควบคุมไว้เป็นอย่างดี  
ทำให้ฉันไม่มีเหงื่อ และไม่เสียน้ำมากเกินไป  
ให้มีชีวิตรอดต่อไปอีกวัน เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ (\*,\*)

## ผังมโนทัศน์ เรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต



**แบบประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์**

รายการประเมิน	ระดับความสามารถ		
	ต้องปรับปรุง (1)	พอใช้ (2)	ดี (3)
<b>ข้อกล่าวอ้าง</b> คือ ข้อสรุปที่เป็น คำตอบของคำถาม	ข้อความที่เป็น คำตอบไม่ถูกต้อง	ข้อความที่เป็น คำตอบถูกต้องแต่ไม่ สมบูรณ์	ข้อความที่เป็น คำตอบถูกต้องและ สมบูรณ์
<b>หลักฐาน</b> คือ ข้อความแสดง ข้อมูลเชิงประจักษ์ ที่รวบรวมได้จากการ สังเกต	ไม่ระบุข้อมูลเชิง ประจักษ์ หรือระบุไม่ถูกต้อง ไม่ ชัดเจน และเพียงพอ ในการสนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง	ระบุข้อมูลเชิง ประจักษ์ถูกต้อง ชัดเจน แต่ไม่เพียงพอในการ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง	ระบุข้อมูลเชิง ประจักษ์ถูกต้อง ชัดเจน และเพียงพอในการ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง
<b>การให้เหตุผล</b> คือ ข้อความแสดงการ ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ในการเชื่อมโยง หลักฐานที่ระบุนำไปสู่ ข้อกล่าวอ้าง ที่ถูกต้อง	ไม่ระบุข้อความที่เป็น ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ในการ เชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานกับข้อกล่าว อ้างหรือระบุแต่ไม่ ถูกต้อง	ระบุข้อความที่เป็น ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ในการ เชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานกับข้อกล่าว อ้างได้ถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วน	ระบุข้อความที่เป็น ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ในการ เชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานกับข้อกล่าว อ้างได้ถูกต้องและ ครบถ้วน

## แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทั่วไป

### เรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จำนวน 2 คาบ 100 นาที

**จุดประสงค์การเรียนรู้** เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตได้
2. อธิบายลักษณะการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตแต่ละประเภทได้
3. อภิปรายเกี่ยวกับการปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดเมื่อมีทรัพยากรจำกัดได้
4. สร้างผังมโนทัศน์สรุปความหมายและจำแนกรูปแบบการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตได้

#### **สาระ**

การปรับตัว(Adaptation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือการแสดงออกของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้สามารถอยู่รอดและสืบพันธุ์เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ในสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ได้

การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต มี 3 ประเภท ได้แก่

1. การปรับตัวด้านสัณฐาน (Morphological adaptation) เป็นการปรับเปลี่ยนรูปร่างโครงสร้าง ลักษณะสีของอวัยวะภายนอกร่างกาย
2. การปรับตัวด้านสรีระ (Physiological adaptation) เป็นการปรับโครงสร้าง กลไกการทำงานของอวัยวะภายในร่างกาย
3. การปรับตัวด้านพฤติกรรม (Behavioral adaptation) เป็นการปรับเปลี่ยนการแสดงออก และวิธีการดำรงชีวิต



## กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นที่ 1 การนำเข้าสู่บทเรียน [ 15 นาที ]

- 1) ครูนำอภิปรายเพื่อเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียน ดังนี้
  - สมมติว่าคืนหนึ่งขณะที่นักเรียนกำลังนอนหลับอยู่เกิดไฟฟ้าดับ สภาพอากาศร้อนมาก ไม่สามารถเปิดพัดลมหรือเครื่องปรับอากาศได้ นักเรียนมีวิธีคลายร้อนอย่างไร (คำตอบตามประสบการณ์ เช่น ใช้พัด เปิดหน้าต่างห้องนอน เปลี่ยนชุดที่ใส่นอนให้บาง ตีมน้ำมาก ๆ อาบน้ำ )
  - จะเกิดอะไรเมื่อเราต้องอยู่ในที่ที่อากาศร้อน (ร่างกายเสียเหงื่อ เวียนหัว หน้ามืด เป็นลม )
  - นักเรียนเคยเห็นหรือรู้จักวิธีการแสดงออกของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในที่อากาศร้อนหรือไม่ ให้ยกตัวอย่าง  
( ต้นกระบองเพชรมีหนามแทนใบลดการคายน้ำ แมลงหลบอยู่ตามซอกต้นไม้ หรือใต้ใบไม้ สุนัขในเขตร้อนมีขนสั้น ข้างลงเล่นน้ำ นกลงเล่นน้ำ )
- 2) ครูกล่าวว่าพฤติกรรมที่สิ่งมีชีวิตแสดงออกนี้เรียกว่า “การปรับตัว” แล้วนักเรียนหรือไม่ว่า การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตมีความหมายว่าอย่างไร การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตมีกี่ประเภท แต่ละประเภทมีลักษณะเป็นอย่างไร วันนี้เราจะมาเรียนรู้เรื่องการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตกัน

### ขั้นที่ 2 การสำรวจตรวจสอบ [ 60 นาที ]

- 3) ครูให้นักเรียนศึกษาการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต จาก สื่อวีดิทัศน์ เรื่อง Camels Adaptation และ สื่อพาวเวอร์พอยท์ โดยมีขั้นตอนดังนี้
  - ครูแนะนำสื่อวีดิทัศน์ Camels adaptation ความยาว 2.30 นาที และชี้ประเด็นที่นักเรียนควรสังเกต คือ ลักษณะปรับตัวของอูฐในทะเลทราย โดยใช้คำถาม ดังนี้  
“อูฐมีการปรับตัวเพื่ออยู่รอดในทะเลทรายอย่างไร และสามารถสรุปประเภทของการปรับตัวได้ที่ลักษณะ”
  - ครูแจกเอกสารแสดงเนื้อเพลงทั้งต้นฉบับภาษาอังกฤษและแปลภาษาไทย แล้วให้นักเรียนทุกคนศึกษาเนื้อเพลงด้วยตนเอง เป็นเวลา 1 นาที
  - ครูเปิดสื่อวีดิทัศน์จำนวน 2 รอบ

- 4) จากนั้นครูถามคำถามหลังการชมสื่อวีดิทัศน์ ดังนี้
- ครูมีการปรับตัวเพื่ออยู่รอดในทะเลทรายอย่างไรบ้าง”  
(แผ่นหนังที่ฟ้าเท้าและหน้าอก พฤติกรรมการดื่มน้ำและการกินอาหาร ขนตา  
หนาและยาว  
โหนกบนหลัง ริมฝีปากหนา ขนหนาปกคลุมร่างกาย)
  - นักเรียนจะทราบได้ว่าสิ่งมีชีวิตสามารถปรับตัวเพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้  
(สามารถอยู่รอดและสืบพันธุ์ต่อไปได้)
- 5) ครูถามว่า “สิ่งมีชีวิตชนิดอื่น จะมีลักษณะการปรับตัวอย่างไร” จากนั้นให้นักเรียนดูตัวอย่าง  
การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อให้สามารถบอกลักษณะของการปรับตัวแต่  
ละรูปแบบได้ชัดเจนมากขึ้น โดยใช้สื่อพาวเวอร์พอยท์แสดงภาพตัวอย่างการปรับตัวของ  
สิ่งมีชีวิตรูปแบบต่างๆ ดังนี้
- การปรับตัวทางสัณฐานแสดงด้วยการปรับตัวของหมีขั้วโลก
  - การปรับตัวทางสรีระแสดงด้วยการมีต่อมขับเกลือของนกทะเล
  - การปรับตัวทางพฤติกรรมแสดงด้วยการอยู่รวมเป็นฝูงของปลา
- 6) ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นครูให้ตัวแทนกลุ่มออกมาจับฉลากได้แก่  
กระดาษฟลิปชาร์ต และปากกาเคมี แล้วมอบหมายให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสร้างผัง  
มโนทัศน์ เรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต โดยให้ครบถ้วนตามประเด็นคำถาม ดังนี้
- การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตมีความหมายว่าอย่างไร
  - การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตจำแนกได้เป็นกี่รูปแบบ
  - การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตแต่ละรูปแบบ มีลักษณะเป็นอย่างไร
- 7) นักเรียนร่วมกันสร้างผังมโนทัศน์ เรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต (10 นาที)
- 8) ตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน (12 นาที)
- 9) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหลังการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามดังนี้
- การปรับตัวคืออะไร  
(การเปลี่ยนแปลงหรือปรับโครงสร้างหรือการแสดงออกของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้สามารถ  
อยู่รอดและสืบพันธุ์เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ในสิ่งแวดล้อมได้)
  - เราสามารถจำแนกการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตเป็นกี่รูปแบบ อะไรบ้าง

(3 รูปแบบ ได้แก่ การปรับตัวทางสัณฐาน การปรับตัวทางสรีระ และการปรับตัวทางพฤติกรรม )

- การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตแต่ละรูปแบบ มีลักษณะเป็นอย่างไร  
(การปรับตัวทางสัณฐาน เป็นการปรับเปลี่ยนรูปร่าง โครงสร้าง ลักษณะสีของอวัยวะภายนอกร่างกาย  
การปรับตัวทางสรีระ เป็นการปรับโครงสร้าง กลไกการทำงานของอวัยวะภายในร่างกาย  
และการปรับตัวทางพฤติกรรม เป็นการปรับเปลี่ยนการแสดงออก และวิถีการดำรงชีวิต)

### ขั้นที่ 3 การสรุป [ 25 นาที ]

- 10) ครูให้นักเรียนแต่ละคนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้โดยมีขั้นตอนดังนี้
  - ครูให้นักเรียนนำเอกสารแสดงเนื้อเพลง Camel adaptation song ขึ้นมา
  - นักเรียนวิเคราะห์ว่าสิ่งที่อูฐแสดงลักษณะและพฤติกรรมเพื่อการอยู่รอดในทะเลทรายนั้น  
สามารถจำแนกเป็นการปรับตัวในรูปแบบใดบ้าง
  - ให้นักเรียนเขียนคำตอบที่ด้านหลังกระดาษ
- 11) ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกันตรวจคำตอบจากนั้นรวบรวมเอกสารส่งครู

### สื่อการเรียนรู้

4. สื่อวีดิทัศน์ เรื่อง Camel adaptation song แสดง การปรับตัวของอูฐในทะเลทราย สืบค้นจาก <http://www.youtube.com/watch?v=YX8VQIJVpTg>
5. สื่อพาวเวอร์พอยท์แสดงภาพตัวอย่างการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
6. อุปกรณ์ในการสร้างผังมโนทัศน์ (ต่อกลุ่ม)
  - กระดาษฟลิบชาร์ต
  - ปากกาเคมีสำหรับเขียน
7. เอกสารเนื้อเพลงทั้งต้นฉบับภาษาอังกฤษและแปลภาษาไทย (คนละ 1 แผ่น)

### แหล่งเรียนรู้

4. อุษณีย์ ยศยิ่งยวด, สมศักดิ์ ปัญญา, และอาจอง ประทัตสุนทร. (2549). **ชีววิทยา: สัตววิทยา 3**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.
5. ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์, รัตนาภรณ์ อิทธิไพสิฐพันธ์, สุภาภรณ์ หรินทรนิตย์. 2547. **พันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์นิยมวิทยา.
6. Calver, M. et al. 2009. **Environmental biology**. Cambridge : Cambridge University Press.

### การประเมินการเรียนรู้

3. ประเมินการมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม การอภิปรายภายในกลุ่มโดยใช้การสังเกต
4. ประเมินความถูกต้องของผังมโนทัศน์ เรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
5. ประเมินการนำเสนอผลงานนักเรียนโดยใช้เกณฑ์การประเมินการนำเสนอผลงาน
6. ประเมินความถูกต้องในการเขียนลักษณะจำเพาะและพฤติกรรมที่แสดงการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม จาก Camel adaptation song

# สื่อ POWERPOINT

## ประกอบการสอน

### เรื่อง

## การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

### 1. กิ้งก่า



การมีสีและรูปร่างเหมือนกิ่งไม้ช่วยพรางตาจากศัตรู

## 2. หมีขั้วโลก



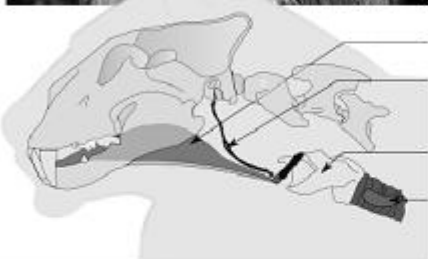
อู้งเท้ามีขนปกคลุม นิ้วเท้าสั้น  
และมีเล็บโค้งอ  
เป็นประโยชน์ต่อการทรงตัว  
และการเคลื่อนที่บนหิมะหรือ  
ก้อนน้ำแข็ง

## 3. ผักตบชวา



ก้านใบพองออกเป็นทีเก็บ  
อากาศจึงช่วยเป็นทุ่นลอย  
ทำให้ลอยตัวอยู่เหนือน้ำได้

#### 4. สิงโต



กล่องเสียงมีกลุ่มกระดูกสัน  
และเส้นเอ็นทำให้สามารถส่ง  
เสียงคำรามได้  
เป็นประโยชน์ต่อการประกาศ  
อาณาเขตการล่า

#### 5. กบ



การจำศีล  
แอบซ่อนตัวจากผู้ล่าและ  
เคลื่อนไหวร่างกายให้น้อยที่สุด  
เนื่องจากต้องรักษาพลังงาน  
เพื่อให้อยู่รอดได้สภาพขาดแคลน  
อาหาร เช่น ฤดูหนาว

## 6. หนูแก๊งกาฐ



ออกหากินเวลากลางคืน

สัตว์ทะเลทรายมีวิธีที่สงวนน้ำที่ได้มาให้

สูญเสียน้อยที่สุด

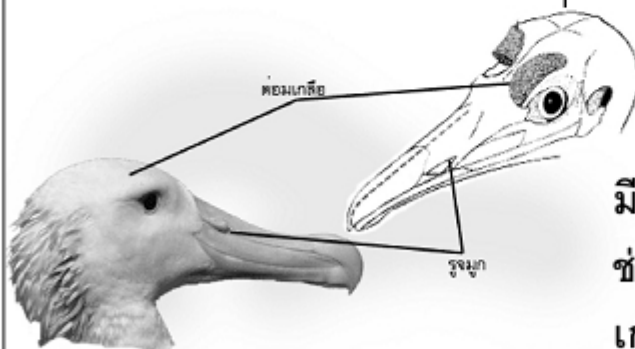
โดยไม่ออกไปหากินเวลากลางวัน

ซึ่งแดดร้อนจัด แต่จะหลบซ่อน

อยู่ในรูทำให้ไม่มีการสูญเสียน้ำ

ไปกับเหงื่อ

## 7. นกทะเล



มีต่อมนาสิก

ช่วยกำจัด

เกลือส่วนเกิน

เนื่องจากเกลือที่ได้รับจากอาหารทะเลมีมากเกินไป ปริมาณ  
สารในเลือดจะไม่สมดุล สัตว์ที่กินแต่อาหารทะเลอาจตายได้



## 8. ปลาข้างเหลือง

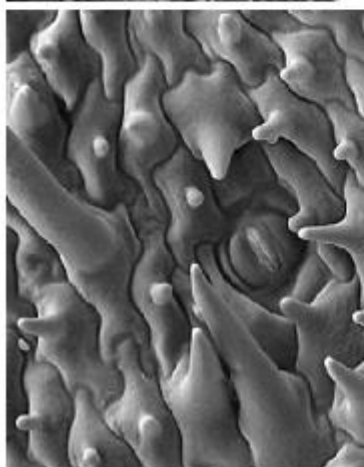


การอยู่รวมกันฝูง

เพื่อพรางตาจากศัตรูให้ดูคล้ายว่าเป็นปลาขนาดใหญ่



## 9. กระบองเพชร



ปากใบปิดตอนกลางวัน

เพื่อลดการคายน้ำ

เนื่องจากในทะเลทรายแห้งแล้ง

การลดการสูญเสียดังวิธีนี้เป็น

วิธีที่ทำให้พืชอยู่รอดต่อไปได้

## ภาคผนวก ค

### เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
2. แบบวัดความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย
3. แบบสัมภาษณ์ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม

(ตัวอย่าง)

**แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์**

**คำชี้แจง**

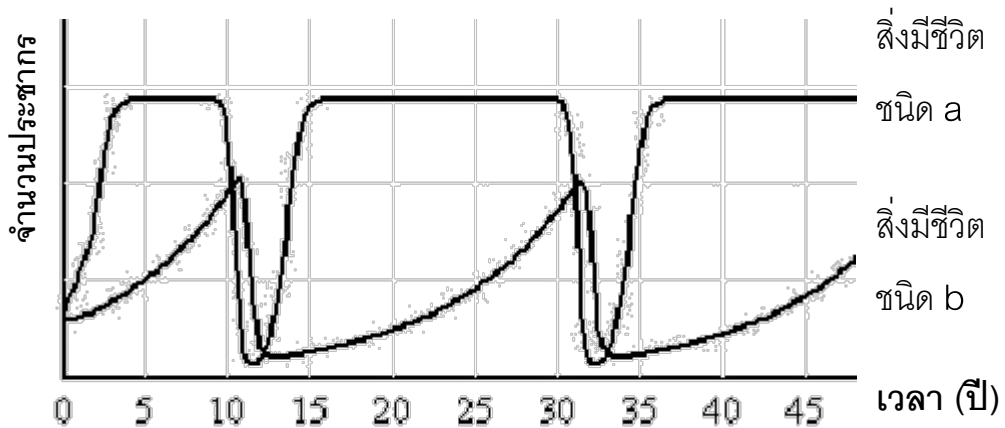
1. แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในส่วนคุณภาพของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วยสถานการณ์และข้อมูลประกอบสถานการณ์ เช่น ภาพ ตาราง กราฟ และข้อความคำถามเพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
3. ในการทำข้อสอบให้นักเรียนใช้ปากกาสีน้ำเงินหรือสีดำในการเขียนตอบลงในช่องว่างที่กำหนด
4. กำหนดเวลาในการทำข้อสอบ 80 นาที

## (ตัวอย่างที่ 1)

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อที่ 1

ในทุ่งหญ้าแห่งหนึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตชนิด a ต่อมาสิ่งมีชีวิตชนิด b อพยพเข้ามาอาศัยอยู่ด้วย เมื่อตรวจสอบลักษณะการดำรงชีวิตสิ่งมีชีวิตทั้งสอง พบว่า สิ่งมีชีวิตชนิด a มีขนาดเล็กอาศัยในโพรงใต้ดิน กินอาหารจำพวกหญ้า และพืชคลุมดิน ส่วนสิ่งมีชีวิตชนิด b มีขนาดใหญ่ แข็งแรง วิ่งได้เร็ว กินสัตว์อื่น ที่มีขนาดเล็กกว่าเป็นอาหาร ทั้งนี้ ทุ่งหญ้าแห่งนี้ไม่เคยประสบปัญหาจากภัยธรรมชาติหรือโรคระบาด จำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิต ณ ช่วงเวลาต่างๆ เป็นดังกราฟ

กราฟจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตชนิด a และ b ณ ช่วงเวลาต่างๆ



ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิด a และ b เป็นแบบใด จงอธิบาย

---



---



---



---



---



---

## (ตัวอย่างที่ 2)

จากภาพแสดงการหมุนเวียนของธาตุไถในระบบนิเวศ จงให้เหตุผลประกอบคำอธิบาย




---



---



---



---



---



---



---



---



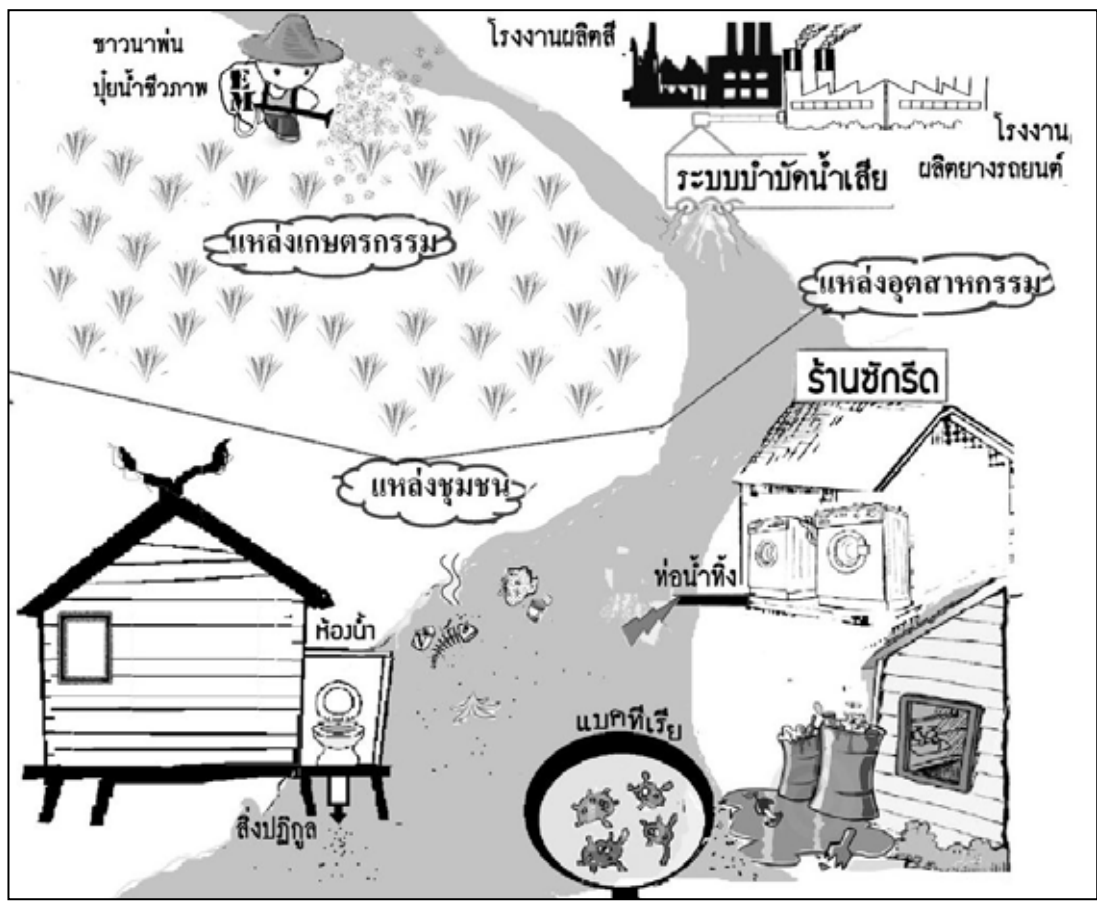
---



---

## (ตัวอย่างที่ 3)

แม่น้ำสายหนึ่งไหลผ่านหมู่บ้านสุขใจ ซึ่งหมู่บ้านนี้มีการแบ่งพื้นที่เป็น 3 บริเวณ ได้แก่ แหล่งอุตสาหกรรม แหล่งเกษตรกรรม และแหล่งชุมชน ดังภาพ ในการประชุมหมู่บ้าน มีการร้องเรียนเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ เนื่องจากประสบปัญหาขยะ น้ำขุ่นและส่งกลิ่นเหม็นเน่า รวมทั้งมีชาวบ้านหลายรายที่มีอาการอุจจาระร่วง นักเรียนคิดว่าบริเวณใดเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำมากที่สุด จงอธิบาย




---



---



---



---



---

## แบบวัดความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

### ตอนที่ 1      แบบวัดเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง      ให้นักเรียนพิจารณาข้อความพฤติกรรมแต่ละข้อความ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน

- โดย      1 หมายถึง นักเรียนไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความนั้น  
 2 หมายถึง นักเรียนไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น  
 3 หมายถึง นักเรียนไม่แน่ใจที่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น  
 4 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้น  
 5 หมายถึง นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความนั้น

#### ตัวอย่าง

	ระดับความคิดเห็นที่มีต่อพฤติกรรม				
	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่ เห็นด้วย	ไม่ แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
	1	2	3	4	5
การทิ้งขยะลงสู่แหล่งน้ำ	✓	.	.	.	.
	.	.	.	.	.

## (ตัวอย่าง)

ข้อความพฤติกรรม	ระดับความคิดเห็นที่มีต่อพฤติกรรม				
	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1	ไม่เห็นด้วย 2	ไม่แน่ใจ 3	เห็นด้วย 4	เห็นด้วยอย่างยิ่ง 5
1. การเปิดโทรทัศน์ทิ้งไว้ตลอดเวลาเพื่อไม่ให้พลาดชมรายการที่สนใจ					
2. การเปิดเครื่องยนต์และเครื่องปรับอากาศไว้ทุกครั้งเมื่อต้องนั่งรออยู่ในรถยนต์เป็นเวลานาน					
3. การใช้แก้วน้ำรองน้ำเพื่อบ้วนปากและแปรงฟัน					
4. การอบผ้าหรือปั่นแห้งทุกครั้งหลังซักผ้า					
5. การเปิดปิดประตูตู้เย็นบ่อยๆทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน					
6. ควรเลือกซื้อสินค้าที่มีบรรจุภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายตามธรรมชาติ					
7. ควรเลือกผลิตภัณฑ์ที่เมื่อใช้สินค้าหมดแล้วสามารถหาซื้อเฉพาะตัวสินค้ามาเติมในกล่องบรรจุเดิมได้					
8. หากต้องการซื้อของเพื่อนำไปเป็นของขวัญให้ผู้อื่นควรเลือกสินค้าที่มีบรรจุภัณฑ์หรูหราสวยงาม บ่งบอกรสนิยมของผู้ซื้อ					
9. การเลือกซื้อสเปรย์ปรับอากาศที่มีสารCFCs เพียงหนึ่งกระป๋อง ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม					



## ตอนที่ 2 การปฏิบัติตนด้านสิ่งแวดล้อม

**คำชี้แจง** ในตอนนี้กำหนดให้นักเรียนพิจารณาว่าในชีวิตประจำวันเคยแสดงพฤติกรรมที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละข้อมากน้อยเพียงใด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความถี่ในการปฏิบัติ

- โดย 1 หมายถึง นักเรียน**ไม่เคย**แสดงพฤติกรรมนั้นเลย  
 2 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้น**บางครั้ง**  
 3 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้น**บ่อยครั้งหรือเป็นประจำ**

### ตัวอย่าง

ข้อความพฤติกรรม	ระดับความถี่ในการปฏิบัติ		
	ไม่เคย 1	บางครั้ง 2	ประจำ 3
ปล่อยให้ให้น้ำล้นกะละมัง หรืออ่างน้ำขณะล้างจาน	_____	✓	_____

ข้อความพฤติกรรม	ระดับความถี่ในการปฏิบัติ		
	ไม่เคย 1	บางครั้ง 2	ประจำ 3
1. ถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกครั้งเมื่อไม่ใช้งาน			
2. เปิดเพลงหรือโทรทัศน์ทิ้งไว้ขณะนอนหลับ			
3. เปิดตู้แช่/ตู้เย็นไว้ก่อนจึงคิดเลือกของกินหรือ เครื่องดื่มที่แช่ไว้			
4. ตั้งค่าคอมพิวเตอรืให้พักหน้าจอเมื่อไม่ใช้งานชั่วคราว			
5. นำน้ำที่เหลือจากกิจกรรมอื่นมารดน้ำต้นไม้			
6. เลือกซื้อขนมจากร้านที่ใช้หีบห่อจากวัสดุธรรมชาติ			

ข้อความพฤติกรรม	ระดับความถี่ในการปฏิบัติ		
	ไม่เคย 1	บางครั้ง 2	ประจำ 3
มากกว่าร้านที่ใช้พลาสติกหรือโฟม			
7. เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ชนิดเข้มข้นหรือที่ซื้อเติมได้			
8. ซื้อสินค้าที่มีหีบห่อหลายชั้นเพื่อความสวยงาม			
9. ซื้อของใช้ เช่น ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นกายประเภทที่มีส่วนประกอบไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม			
10. ซื้อหรือแนะนำให้ผู้ปกครองเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดประหยัดไฟฟ้า			

## แบบสัมภาษณ์ความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

แบบสัมภาษณ์ความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ มีประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ 4 ประเด็น คือ ความสนใจข่าวสารสิ่งแวดล้อม ความรู้ทางสิ่งแวดล้อม ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม และการมีเจตคติต่อกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

### 1. ความสนใจข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อม

1.1 นักเรียนสนใจติดตามข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อมบ้างหรือไม่

1.2 นักเรียนได้รับข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อมจากช่องทางใดบ้าง

### 2. ความรู้ทางสิ่งแวดล้อม

2.1 ประเด็นหรือปัญหาสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนติดตามในขณะนี้ มีเรื่องอะไรบ้าง

### 3. ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

3.1 นักเรียนมีความกังวลเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเรื่องใดมากที่สุด

เพราะเหตุใด

3.2 นักเรียนสามารถแก้ไขหรือบรรเทาความรุนแรงของปัญหานั้นได้อย่างไรบ้าง

### 4. การมีเจตคติต่อกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

4.1 ในโรงเรียนของนักเรียนมีการจัดกิจกรรมหรือโครงการรณรงค์ด้าน

สิ่งแวดล้อม หรือไม่ ถ้ามีให้ยกตัวอย่าง

4.2 นักเรียนเคยร่วมปฏิบัติกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมอะไรบ้าง ถ้าเคยให้ระบุชื่อ

และขั้นตอนการทำกิจกรรม

## ภาคผนวก ง

### คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
2. คุณภาพของแบบสอบถามความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม
  - 2.1 เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม
  - 2.2 การปฏิบัติตนด้านสิ่งแวดล้อม

### 1. คุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ xx ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ในการพิจารณาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อสอบ	IOC	ความหมาย
1. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต	0.67	วัดได้สอดคล้อง
2. วิถีจักรสาร	0.67	วัดได้สอดคล้อง
3. การใช้ทรัพยากร	1	วัดได้สอดคล้อง
4. แนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ xx ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อสอบ	p	ความหมาย	r	ความหมาย
ข้อที่ 1	.64	ค่อนข้างง่าย	.57	จำแนกได้ดีมาก
ข้อที่ 2	.74	ค่อนข้างง่าย	.28	จำแนกได้พอใช้
ข้อที่ 3	.75	ค่อนข้างง่าย	.73	จำแนกได้ดีมาก
ข้อที่ 4	.79	ค่อนข้างง่าย	.63	จำแนกได้ดีมาก

ตารางที่ xx ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อสอบ	เรื่อง	r
ข้อที่ 1	ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต	.996**
ข้อที่ 2	วิถีจักรสาร	.985**
ข้อที่ 3	การใช้ทรัพยากร	.989**
ข้อที่ 4	แนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ	1.000**
รวม		.997**

หมายเหตุ \*\* หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## 2. คุณภาพของแบบสอบถามความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

### 2.1 ความคิดเห็นที่มีต่อพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ในการพิจารณาคุณภาพของแบบวัดความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ตอนที่ 1 ความคิดเห็นที่มีต่อพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

ความ รับผิดชอบต่อ สิ่งแวดล้อม	ข้อ ที่	IOC	ความหมาย	ความ รับผิดชอบต่อ สิ่งแวดล้อม	ข้อ ที่	IOC	ความหมาย
1. การใช้ทรัพยากร อย่างคุ้มค่า	1	1	วัดได้สอดคล้อง	4. การจัดการ ขยะ	16	1	วัดได้สอดคล้อง
	2	0.67	วัดได้สอดคล้อง		17	1	วัดได้สอดคล้อง
	3	1	วัดได้สอดคล้อง		18	1	วัดได้สอดคล้อง
	4	0.67	วัดได้สอดคล้อง		19	1	วัดได้สอดคล้อง
	5	1	วัดได้สอดคล้อง		20	1	วัดได้สอดคล้อง
2. การเลือกซื้อ สินค้าโดยคำนึง ถึงสิ่งแวดล้อม	6	1	วัดได้สอดคล้อง	5. การปฏิบัติ ตนต่อสิ่งแวดล้อม ตามจิต สำนึกพลเมือง	21	1	วัดได้สอดคล้อง
	7	1	วัดได้สอดคล้อง		22	1	วัดได้สอดคล้อง
	8	0.67	วัดได้สอดคล้อง		23	1	วัดได้สอดคล้อง
	9	1	วัดได้สอดคล้อง		24	1	วัดได้สอดคล้อง
	10	0.67	วัดได้สอดคล้อง		25	0.67	วัดได้สอดคล้อง
3. การรู้คุณค่า และติดตามข่าว สารสิ่งแวดล้อม	11	1	วัดได้สอดคล้อง	6. การมีส่วนร่วม ร่วมในกิจกรรม เพื่อสิ่งแวดล้อม	26	1	วัดได้สอดคล้อง
	12	1	วัดได้สอดคล้อง		27	1	วัดได้สอดคล้อง
	13	1	วัดได้สอดคล้อง		28	1	วัดได้สอดคล้อง
	14	0.67	วัดได้สอดคล้อง		29	1	วัดได้สอดคล้อง
	15	1	วัดได้สอดคล้อง		30	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ xx ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ตอนที่ 1 ความคิดเห็นที่มีต่อพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	r	ความหมาย	ข้อที่	r	ความหมาย
1	.265	จำแนกได้พอใช้	16	.282	จำแนกได้พอใช้
2	.275	จำแนกได้พอใช้	17	.261	จำแนกได้พอใช้
3	.253	จำแนกได้พอใช้	18	.306	จำแนกได้ดี
4	.202	จำแนกได้พอใช้	19	.268	จำแนกได้พอใช้
5	.286	จำแนกได้พอใช้	20	.424	จำแนกได้ดีมาก
6	.310	จำแนกได้ดี	21	.551	จำแนกได้ดีมาก
7	.314	จำแนกได้ดี	22	.347	จำแนกได้ดี
8	.316	จำแนกได้ดี	23	.290	จำแนกได้พอใช้
9	.267	จำแนกได้พอใช้	24	.352	จำแนกได้ดี
10	.319	จำแนกได้ดี	25	.287	จำแนกได้พอใช้
11	.362	จำแนกได้ดี	26	.256	จำแนกได้พอใช้
12	.221	จำแนกได้พอใช้	27	.302	จำแนกได้ดี
13	.390	จำแนกได้ดี	28	.532	จำแนกได้ดีมาก
14	.306	จำแนกได้ดี	29	.284	จำแนกได้พอใช้
15	.415	จำแนกได้ดีมาก	30	.412	จำแนกได้ดีมาก

ความเที่ยงทั้งฉบับ = .81

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .202 - .551

## 2.2 การปฏิบัติตนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ในการพิจารณาคุณภาพของแบบสอบถามความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ตอนที่ 2 การปฏิบัติตนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

ความรู้ทางสิ่งแวดล้อม	ข้อที่	IOC	ความหมาย	ความรู้ทางสิ่งแวดล้อม	ข้อที่	IOC	ความหมาย
1. การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า	1	1	วัดได้สอดคล้อง	4. การจัดการขยะ	16	1	วัดได้สอดคล้อง
	2	1	วัดได้สอดคล้อง		17	1	วัดได้สอดคล้อง
	3	0.67	วัดได้สอดคล้อง		18	1	วัดได้สอดคล้อง
	4	1	วัดได้สอดคล้อง		19	1	วัดได้สอดคล้อง
	5	1	วัดได้สอดคล้อง		20	1	วัดได้สอดคล้อง
2. การเลือกซื้อสินค้าโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม	6	1	วัดได้สอดคล้อง	5. การปฏิบัติตนต่อสิ่งแวดล้อมตามจิตสำนึกพลเมือง	21	1	วัดได้สอดคล้อง
	7	1	วัดได้สอดคล้อง		22	1	วัดได้สอดคล้อง
	8	1	วัดได้สอดคล้อง		23	1	วัดได้สอดคล้อง
	9	1	วัดได้สอดคล้อง		24	1	วัดได้สอดคล้อง
	10	1	วัดได้สอดคล้อง		25	1	วัดได้สอดคล้อง
3. การรู้คุณค่าและติดตามข่าวสารสิ่งแวดล้อม	11	1	วัดได้สอดคล้อง	6. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อม	26	1	วัดได้สอดคล้อง
	12	1	วัดได้สอดคล้อง		27	1	วัดได้สอดคล้อง
	13	1	วัดได้สอดคล้อง		28	1	วัดได้สอดคล้อง
	14	1	วัดได้สอดคล้อง		29	1	วัดได้สอดคล้อง
	15	1	วัดได้สอดคล้อง		30	1	วัดได้สอดคล้อง



ตารางที่ xx ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบถามความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ตอนที่ 2 การปฏิบัติตนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	r	ความหมาย	ข้อที่	r	ความหมาย
1	.326	จำแนกได้ดี	16	.748	จำแนกได้ดีมาก
2	.692	จำแนกได้ดีมาก	17	.502	จำแนกได้ดีมาก
3	.715	จำแนกได้ดีมาก	18	.815	จำแนกได้ดีมาก
4	.874	จำแนกได้ดีมาก	19	.785	จำแนกได้ดีมาก
5	.791	จำแนกได้ดีมาก	20	.553	จำแนกได้ดีมาก
6	.793	จำแนกได้ดีมาก	21	.690	จำแนกได้ดีมาก
7	.630	จำแนกได้ดีมาก	22	.565	จำแนกได้ดีมาก
8	.431	จำแนกได้ดีมาก	23	.690	จำแนกได้ดีมาก
9	.595	จำแนกได้ดีมาก	24	.786	จำแนกได้ดีมาก
10	.554	จำแนกได้ดีมาก	25	.791	จำแนกได้ดีมาก
11	.786	จำแนกได้ดีมาก	26	.392	จำแนกได้ดี
12	.740	จำแนกได้ดีมาก	27	.637	จำแนกได้ดีมาก
13	.850	จำแนกได้ดีมาก	28	.815	จำแนกได้ดีมาก
14	.637	จำแนกได้ดีมาก	29	.637	จำแนกได้ดีมาก
15	.767	จำแนกได้ดีมาก	30	.773	จำแนกได้ดีมาก

ความเที่ยงทั้งฉบับ = .95

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .326 - .874

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวพจีลักษณ์ ขวัญใจ เกิดเมื่อวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ.2529 ภูมิลำเนาจังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษาระดับบัณฑิต สาขาเอกชีววิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา วิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552 ในระหว่างศึกษา ได้รับทุนผู้ช่วยสอนประจำปีการศึกษา 2553 จากบัณฑิตวิทยาลัย