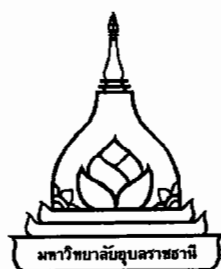


การพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย และทักษะการคิดเชิงระบบ
ของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

พรพิทักษ์ คนหาญ

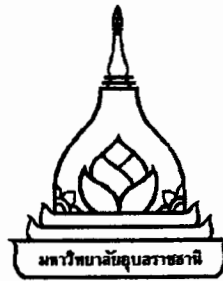
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**RESEARCH PROJECTBASED LEARNING ACTIVITY TO
DEVELOPE GRADE 10 PROVINCIAL SCIENCE CLASSROOMS
STUDENTS ON RESEARCH AND SYSTEM THINKING SKILLS**

PORNPHITHAK KHONHAN

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2014
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย และทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนห้องเรียน
วิทยาศาสตรภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

ผู้วิจัย นางสาวพรพิทักษ์ คนหาญ

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพรราช

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม

กรรมการ

ดร.ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

อธิการบดีของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช และ ดร.โชคศิลป์ ธนเสียง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่อง และติดตามการทำวิทยานิพนธ์อย่างใกล้ชิดเสมอมา จนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้ข้อเสนอแนะในการตรวจสอบความถูกต้อง และข้อคิดเห็นต่างๆ ที่มีคุณค่ายิ่งในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง จนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการศึกษาและวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ในคณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำ ให้ข้อมูล และอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณวไล อธิวสน์พงษ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำ และจุดประกายในการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย คอยให้คำปรึกษา และกำลังใจเป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร พร้อมทั้งคณะครูอาจารย์ในโรงเรียนทุกๆ ท่าน ที่ให้ความร่วมมือ ตลอดจนอำนวยความสะดวกต่างๆ ด้วยดี ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ชาววิทยาศาสตร์ และชาวฟิสิกส์ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณ มารดาและทุกคนในครอบครัวที่ได้ให้การช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ บิดา มารดา ครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย และหากมีข้อบกพร่องด้วยประการใดๆ ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ด้วยความขอบคุณยิ่ง



(นางสาวพรพิทักษ์ คนหาญ)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย และทักษะการคิดเชิงระบบ
ของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

โดย : พรพิทักษ์ คนหาญ

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม

ศัพท์สำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย / ขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย /
ทักษะการคิดเชิงระบบ / นักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้ เพื่อพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย 5 ด้าน
ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย กับระดับความมั่นใจในการตอบแบบ
ประเมิน พัฒนาการคิดเชิงระบบ ตลอดจนประเมินการทำเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ และศึกษา
ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ของนักเรียนห้องเรียน
วิทยาศาสตร์ภูมิภาค ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร จำนวน 24 คน
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย แบบประเมิน
ทักษะการคิดเชิงระบบ แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ แบบประเมินเค้าโครงโครงงาน
วิทยาศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจ จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ
โครงงานฐานวิจัย มีความก้าวหน้าของการพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยทั้ง 5 ด้าน
โดยรวมอยู่ในระดับกลาง ($\bar{x} = 0.66$) ความสัมพันธ์ระหว่างขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย กับ
ความมั่นใจในการตอบคำถามหลัก มีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวกอยู่ในระดับปานกลาง โดยมี
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน เท่ากับ 0.521 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
มีคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบจากแบบทดสอบหลังเรียน (เฉลี่ย 24.46 และ SD 2.60) สูงกว่าก่อน
เรียน (เฉลี่ย 12.21 และ SD 3.44) และคะแนนจากแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียน
(เฉลี่ย 24.63 และ SD 1.69) สูงกว่าก่อนเรียน (เฉลี่ย 12.13 และ SD 2.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ.05 การนำเสนอเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.75 จัดอยู่ใน
ระดับดีมาก และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับพึงพอใจมากที่สุด 3.96

ABSTRACT

TITLE : RESEARCH PROJECT-BASED LEARNING ACTIVITY TO
DEVELOP GRADE 10 PROVINCIAL SCIENCE CLASSROOMS
STUDENTS ON RESEARCH AND SYSTEM THINKING SKILLS

BY : PORNPITHAK KHONHAN

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : ASST. PROF. SURA WUTIPROM, Ph.D

KEYWORDS : RESEARCH PROJECT-BASED LEARNING ACTIVITY / RESEARCH
SKILLS / SYSTEMATIC THINKING SKILLS / SCIENCE CLASSROOM /

The research aims to enhance student's capacities on research and systematic thinking skills, correlation between capacities on research skill and confidence level in answering the questionnaire, develop systems thinking, assess the mini project, and study on satisfaction for using research project-based learning management for science classroom students, 24 from grade 10 at Princess Chulabhorn's College Mukdahan School, Mukdahan Province. The research instruments consisted of Research Skill Competency Test, systematic thinking observation, system thinking skill test, evaluation form layout science project and the level for science classroom students of satisfaction. The results showed that the students developed capacities on research skills, overall made medium gain ($\langle g \rangle = 0.66$). The relationship between capacities on research skill and confidence level in answering the questionnaire correlated in a positive direction at a moderate level with the simple correlation coefficient of Pearson coefficient of 0.521 at significant level of .01. The dependent-sample t-test analysis indicated that the students obtained post-system thinking score from systems thinking skills test (mean = 24.46, SD = 2.60), statistically higher than the pre-system thinking score (mean = 12.21, SD = 3.44) and post-test of systematic thinking observation (mean = 24.63, SD = 1.69), statistically higher than that of the pretest score (mean = 12.13, SD = 2.42). The overall mini project was in a good level 83.75 % and learning approach was considered to be at the good level at 3.96.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ณ
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	8
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	9
1.4 ขอบเขตการวิจัย	9
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	10
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย	13
2.2 ทักษะการคิดเชิงระบบ	18
2.3 ความพึงพอใจ	22
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง	28
3.2 ตัวแปรในการวิจัย	28
3.3 รูปแบบแผนการวิจัย	29
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	29
3.5 ขั้นตอนการสร้าง และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	41
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	43
4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	
4.1 ผลการวิเคราะห์ขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยก่อนและหลัง การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย	46
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะวิจัยกับความมั่นใจในการตอบ	54
4.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบก่อน และหลังเรียน	56
4.4 การประเมินการนำเสนอ Mini Project โครงงานวิทยาศาสตร์ (Mini Project)	60
4.5 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ โครงงานฐานวิจัย	62
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	65
5.2 ข้อเสนอแนะ	66
เอกสารอ้างอิง	69
ภาคผนวก	
ก ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย	77
ข แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย	85
ค แบบทดสอบทักษะการคิดเชิงระบบ	100
ง แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ	116
จ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ฐานวิจัย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4	121
ฉ แบบประเมินเค้าโครง โครงงานวิทยาศาสตร์ (Mini Project)	124
ช คุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ แบบโครงงานฐานวิจัย	128

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ช ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบ โครงงาน ฐานวิจัย	132
ฅ การวิเคราะห์ข้อมูลวิจัย	134
ญ ตัวอย่างแผนภาพความคิดของนักเรียน	140
ฎ ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	143
ฏ รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ	149
ฐ การเผยแพร่ผลงานวิจัย ได้รับการตีพิมพ์ในเอกสารสืบเนื่องจากการประชุม ผลงานนำเสนอแบบโปสเตอร์ ประชุมวิชาการ ม.อบ. วิจัย ครั้งที่ 7 วันที่ 25-26 กรกฎาคม 2556 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	151
ประวัติผู้วิจัย	160

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ผลการทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐาน(ONET)วิชาวิทยาศาสตร์	5
3.1	กิจกรรมและสื่อที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย	30
3.2	แสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ในชั้นประยุกต์และใช้ความรู้ตามนิยามโครงการ TIMSS	37
3.3	แสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ ในชั้นการเหตุผลความรู้ตามนิยามโครงการTIMSS	38
4.1	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และความก้าวหน้าของขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย 5 ด้าน	48
4.2	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากคะแนนขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยก่อนเรียนและหลังเรียน	48
4.3	คะแนนขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน	50
4.4	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบก่อนเรียนและหลังเรียน	56
4.5	ความก้าวหน้าเฉลี่ย (average normalized gain ; <g>) ของกลุ่มตัวอย่างจากแบบทดสอบ	57
4.6	ความก้าวหน้าเฉลี่ย (average normalized gain ; <g>) ของกลุ่มตัวอย่างจากแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ	57
4.7	คะแนนประเมิน Mini Project ในภาพรวม	61
4.8	ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย	62
๗.1	ดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย	129
๗.2	ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจ และความเชื่อมั่นแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย	131
๗.1	ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย	133
๘.1	คะแนนทักษะการคิดเชิงระบบจากแบบทดสอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย	135

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ฉ.2	คะแนนทักษะการคิดเชิงระบบจากแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน ฐานวิจัย	137
ฉ.3	วิเคราะห์คะแนนขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย	139

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ปิรามิดการเรียนรู้	15
3.1	ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ	41
3.2	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	43
4.1	ร้อยละของคะแนนการประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย 5 ด้านก่อนเรียน และหลังเรียน	47
4.2	ร้อยละของความก้าวหน้าของคะแนนการประเมินขีดความสามารถด้านทักษะ วิจัย ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐาน วิจัย	49
4.3	ค่า normalized gain <g> ของคะแนนประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ด้านการตั้งคำถาม แยกเป็นรายบุคคล	51
4.4	ค่า normalized gain <g> ของคะแนนประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร แยกเป็นรายบุคคล	51
4.5	ค่า normalized gain <g> ของคะแนนประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ด้านการตั้งสมมติฐาน แยกเป็นรายบุคคล	52
4.6	ค่า normalized gain <g> ของคะแนนประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ด้านการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร แยกเป็นรายบุคคล	52
4.7	ค่า normalized gain <g> ของคะแนนประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ด้านการออกแบบการทดลอง แยกเป็นรายบุคคล	53
4.8	แผนภาพการกระจาย (scatter plot) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความ มั่นใจกับคะแนนที่ได้ ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย	54
4.9	แผนภาพการกระจาย (scatter plot) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความ มั่นใจกับคะแนนที่ได้ หลังการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย	55
4.10	แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบร้อยละของผู้ตอบข้อคำถามและระดับความมั่นใจ	55
4.11	ค่า normalized gain <g> ของคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบ จากแบบทดสอบ ทักษะการคิด แยกเป็นรายบุคคล	58
4.12	ค่า normalized gain <g> ของคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบ จากแบบประเมิน ทักษะการคิด แยกเป็นรายบุคคล	58

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.13	ผลการเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนประเมินเค้าโครง โครงการงานวิทยาศาสตร์ Mini Project เป็นรายด้านของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัยและกลุ่มอื่น	61
ญ.1	แผนภาพความคิด (Mind Map) จากกิจกรรมเสริมฐกิจพอเพียง	141
ญ.2	แผนภาพความคิด (Mind Map) จากกิจกรรมนักสืบใต้ดินและนักสืบสายน้ำ	141
ฉ.1	กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย ฝึกทักษะการคิดเชิงระบบ “นักสืบสายน้ำ”	144
ฉ.2	กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย ฝึกทักษะการคิดเชิงระบบ “นักสืบสายลม”	145
ฉ.3	กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย ฝึกทักษะการคิดเชิงระบบ “เสริมฐกิจพอเพียง”	146
ฉ.4	กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย ฝึกทักษะการคิดเชิงระบบ “ผ้าหมัดโคลน”	147
ฉ.5	การนำเสนอเค้าโครง โครงการงานวิทยาศาสตร์ (Mini Project)	148

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร เป็นโรงเรียนที่จัดตั้งขึ้นเพื่อเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี ในวโรกาส ทรงเจริญพระชนมายุครบ 3 รอบ และมีวัตถุประสงค์พิเศษเพื่อให้เป็นโรงเรียนที่เน้นการจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งเพื่อให้เป็นโรงเรียนแบบอย่างในการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม แก่นักเรียน โดยมีโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์เป็นต้นแบบ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2552 เป็นต้นมา หลังจากกระทรวงศึกษาธิการ ได้ประกาศให้โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร เป็น “โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค” ซึ่งเป็น 1 ในจำนวน 12 โรงเรียนทั่วประเทศ โดยอนุมัติของคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2553 เป็นต้นมา เพื่อการกระจายโอกาสสำหรับนักเรียนผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ นอกจากจัดตั้งเพื่อเฉลิมพระเกียรติในวโรกาสที่สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี ทรงเจริญพระชนมายุ 3 รอบแล้ว ยังมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นสถานศึกษา ที่จัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ให้ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ โดยมีโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ เป็นต้นแบบ ใช้เกณฑ์ของโครงการพัฒนาและ ส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษ (พสวท.) และของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นนำของนานาชาติเป็นบรรทัดฐานในการกำหนดทรัพยากรสนับสนุน เพื่อพัฒนาโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยให้เป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคที่มีคุณภาพระดับเดียวกับโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นนำของนานาชาติ (World Class) โรงเรียนจึงมุ่งจัดการศึกษาตามพันธกิจ และเป้าหมายที่สำคัญของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ที่ต้องการพัฒนานักเรียนไปสู่ความเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์คิดค้นด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีความสามารถระดับสูงเยี่ยม เทียบเคียงกับนักวิจัยชั้นนำระดับนานาชาติ และมีจิตวิญญาณมุ่งมั่นพัฒนาประเทศชาติ มีเจตคติที่ดีต่อเพื่อนร่วมโลกและธรรมชาติ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีให้กับประเทศชาติในอนาคต ช่วยพัฒนาชาติให้สามารถดำรงอยู่และแข่งขันได้ในประชาคมโลก เป็นสังคมผู้ผลิต ที่มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น สร้างสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ สังคมคุณภาพและแข่งขันได้ สังคมยั่งยืน พอเพียง มีความสมานฉันท์เอื้ออาทรต่อกัน (โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร, 2555)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว นักเรียนที่จะเข้าเรียนที่โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ในแต่ละแห่ง จึงต้องผ่านกระบวนการคัดเลือก ที่พิเศษตามระบบของกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ใช้เกณฑ์ เช่นเดียวกับโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ เพื่อให้ได้ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และ คณิตศาสตร์อย่างแท้จริง หลักสูตรที่ใช้จึงแตกต่างจากโรงเรียนทั่วไป ดังจะเห็นได้จาก รายวิชาที่เปิด สอน เช่น รายวิชาทฤษฎีความรู้และการสืบเสาะอย่างวิทยาศาสตร์ (Theory of Knowledge and Scientific Inquiry) รายวิชาสนุกกับการทำโครงการ (Project for Fun) รายวิชาสัมมนาทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (Seminar in Mathematics and Science) รายวิชาการทำโครงการ (Research Projects) รายวิชาปัญหาพิเศษทางวิทยาศาสตร์ (Science Special Problem) เป็นต้น รวมไปถึงรายวิชาที่เน้น เทคนิคปฏิบัติการทุกสาขาวิชาทั้งชั้นพื้นฐานและเทคนิคปฏิบัติการขั้นสูง ทั้งนี้เพื่อพัฒนาทักษะใน การเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนอย่างเข้มข้นวิชาโครงการ วิทยาศาสตร์ จึงเป็นวิชาที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนทั้งระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เริ่มเรียนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำโครงการให้แล้วเสร็จ ภายในภาคเรียนที่ 1 ของการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และไปนำเสนอในกลุ่มโรงเรียนจุฬา ภรณราชวิทยาลัย เพื่อขออนุมัติจบการศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย เกี่ยวกับผลของการเรียนรู้ด้วยวิชาโครงการวิทยาศาสตร์พบว่า การทำโครงการตามหลักการทาง วิทยาศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองทั้งทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทาง วิทยาศาสตร์ และด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามคำกล่าวของ อร์ทัย แก้วหย่อง (2550) ซึ่ง สอดคล้องกับ จิราภรณ์ สิริทวี (2542) ที่กล่าวว่า โครงการเป็นการสอนให้นักเรียนรู้จักทำ โครงการวิจัยเล็กๆ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ และสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพ ระเบียบวิธีดำเนินการเป็นระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์หลักคือต้องการกระตุ้นให้ นักเรียนรู้จักสังเกต รู้จักการตั้งคำถาม รู้จักการตั้งสมมติฐาน รู้จักวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จัก สรุปและทำความเข้าใจกับสิ่งที่ค้นพบ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบโครงการยังมีวัตถุประสงค์ ที่ต้องการส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นกระบวนการคิด และกระบวนการแสวงหาความรู้จากการสังเกต การตั้งคำถาม การทดลอง การวิเคราะห์ และสร้าง องค์ความรู้ด้วยตนเอง (ธีรชัย ปุณณโชติ, 2531 : 2-3) โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นการใช้ เทคนิคหลากหลายรูปแบบนำมาผสมผสาน ได้แก่กระบวนการกลุ่ม การฝึกคิด การแก้ปัญหา การเน้นกระบวนการสอนแบบปริศนาความคิด และสอนแบบร่วมกันคิด ทั้งนี้มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งจากความสนใจอยากรู้ของผู้เรียนเอง โดยใช้กระบวนการและวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550) นอกจากนี้ โครงการวิทยาศาสตร์ยังสามารถพัฒนาทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้อีกด้วย โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู (สถาปนาเกษมศิลป์, 2546) ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่าการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาทักษะและขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยได้เป็นอย่างดี เมื่อผู้เรียนเรียนรู้ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะเกิดลักษณะที่สอดคล้องกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบโครงการ (project-based science instruction: PIBI) (Berenfeld, B., 1994; Niesz, NRC., 1996) ดังนี้ คือ สามารถกำหนดและตั้งคำถามงานวิจัยได้ สามารถกำหนดสมมติฐานการวิจัยได้ สามารถกำหนดตัวแปรที่สามารถวัดค่าเชิงคุณภาพหรือปริมาณได้ สามารถออกแบบวิธีการสำรวจผลการวิจัยได้ ปฏิบัติการเพื่อทดสอบสมมติฐาน การวิจัยได้ บันทึก วิเคราะห์ และตีความข้อมูลได้ สามารถสรุปผลจากข้อมูลได้ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบการบรรยาย (oral presentation) หรืองานเขียน (writing presentation) ได้ ซึ่งผู้เรียนที่เรียนแบบโครงการต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามระดับความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เพื่อวางแผนการทดลอง และจัดการเวลาสำหรับโครงการที่ผู้เรียนสนใจได้ (Colly, K.B., 2006) นอกจากการสอนแบบโครงการแล้ว ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ยังนำมาใช้ในการเรียนการสอนแบบอื่นๆ เช่น การสืบเสาะเพื่อหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning: PBL) เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการที่ผู้เรียนจะสามารถนำนวัตกรรมการจัดทำโครงการ ไปเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้ในทางปฏิบัติได้นั้นผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะเฉพาะทางในบางประการ ทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ จัดเป็นอีกหนึ่งทักษะที่จำเป็นในการทำโครงการเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ ทักษะการคิดนับเป็นศักยภาพที่สำคัญสำหรับผู้เรียนที่จะต้องใช้ในการวางแผน ดำเนินงาน และนำผลการจัดทำโครงการไปใช้สำหรับทักษะการคิดแบบอย่างเป็นระบบ (System Thinking) เป็นลักษณะการคิดที่ต้องมีส่วนประกอบสองส่วนทั้งการคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking) และการคิดเชิงตรรกะ (Logical Thinking) ซึ่งต้องเป็นกระบวนการคิดที่มีปฏิสัมพันธ์กัน โดยก่อให้เกิดผลอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง สำหรับการคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking) มีเทคนิคในการพัฒนาตนเองด้วยการฝึกแยกแยะประเด็น ฝึกเทคนิคการคิดในการนำแนวคิดทฤษฎีที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้กับโครงการที่จะทำและใช้เทคนิค STAS Model มาช่วยในการคิดวิเคราะห์ ได้แก่ Situation Theory Analysis Suggestion ส่วนเทคนิคการคิดเชิงตรรกะ (Logical Thinking) เป็นการฝึกทักษะการคิดแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทั้งความสัมพันธ์ใน แนวตั้งและความสัมพันธ์ในแนวนอน (สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย, 2553) การคิดเชิงระบบจึงเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของภาษาเพื่อการอธิบาย และสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่าง

ปัจจัยต่างๆ ที่จะนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมระบบ ให้ไปสู่ทิศทางที่ต้องการ การจะฝึกฝน และปฏิบัติการตามแนวคิดนี้ จึงจำเป็นต้องพัฒนาเกี่ยวกับความตระหนักในความซับซ้อนของ ปัญหาและความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ การคิดเชิงระบบจึงถือเป็นรูปแบบวิธีคิดที่สอดคล้องกับ กระบวนการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking) ที่ใช้การมองปัญหาหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และความสลับซับซ้อนของปัญหา ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับสถานการณ์ ระดับพฤติกรรมของ สถานการณ์ และระดับโครงสร้างของสถานการณ์ ทั้งนี้ผลที่ได้รับจากการใช้ความคิดเชิงระบบ คือ การที่ผู้เรียนจะสามารถมองเห็น และเข้าใจสถานการณ์ ที่ต้องการให้งาน หรือกิจกรรมนั้นดำเนินไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องไปกำกับดูแลแก้ไข หรือควบคุมปัจจัยสาเหตุประเด็นใดบ้าง เพื่อ มิให้สถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นได้ (มนตรี แยมกสิกร, 2546)

จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน การประเมินของอาจารย์ผู้สอนและ ข้อสังเกตของคณะกรรมการประเมินโครงการ ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน พบว่า นักเรียน ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ยาก เหมาะสำหรับนักเรียนที่เก่ง มีสติปัญญาดีเท่านั้น และส่วนใหญ่ทำโครงการไม่ทันตามกำหนดเวลา อีกทั้งโครงการที่นำเสนอ ยังเป็น โครงการที่ไม่โดดเด่นหรือมีสร้างสรรค์พอเมื่อเทียบกับศักยภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนหนึ่งเกิดการ ต่อต้านการเรียนวิชาโครงการ และมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาโครงการ และเห็นว่าการเรียนโครงการเป็น การเพิ่มภาระโดยเปล่าประโยชน์ เพราะไม่ได้เกี่ยวข้องกับการเรียนในเนื้อหาวิชาต่างๆ จากปัญหาดังกล่าว ถ้าหากปล่อยให้เด็กมีความคิดเช่นนี้ก็จะส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนในวิชา โครงการ และจะต้องส่งผลกระทบต่อการพัฒนานักเรียนเพื่อให้เป็นนักวิจัยในอนาคตอย่างแน่นอน

จากผลการทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียน ตั้งแต่ ปี 2551-2553 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย 45.54 41.17 และ 44.23 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งสูงกว่าระดับจังหวัด ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 1 อย่างไรก็ตามจะพบว่าคะแนนเฉลี่ยยังมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 1.1 ผลการทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์
(คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

ระดับ	ปี 2551		ปี 2552		ปี 2553	
	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
โรงเรียนจุฬาภรณ	45.54	13.30	41.17	10.35	44.23	11.18
เขตการศึกษา 1	33.65	10.28	31.01	8.52	30.90	9.11
จังหวัดมุกดาหาร	32.18	9.20	30.37	7.55	29.20	7.92
ประเทศไทย	33.70	10.55	29.05	8.67	30.90	9.30

จากข้อมูลการรายงานสรุปผลการประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร รอบสาม ปีการศึกษา 2555 ในรายการประเมินทั้งหมด 14 มาตรฐาน โรงเรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก 12 มาตรฐาน มีเพียง 2 มาตรฐานที่ได้ระดับดีนั่นคือมาตรฐานที่ 5 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมาตรฐานที่ 4 ที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และจากนโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ผลอย่างเต็มที่ รวมทั้งขาดโอกาสในการฝึกทักษะการคิดซึ่งเป็นหัวใจของการเรียนวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2549 : 27 – 34) ประกอบกับผลจากการประเมินผลนานาชาติด้านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานสองโครงการ คือโครงการ PISA (Programme for International Students Assessment) ของ OECD และ โครงการ TIMSS (Trends in Mathematics and Science Study) ของ IEA ได้ให้ข้อมูลที่ชี้บ่งถึงภาวะถดถอยของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยว่า ประเทศไทยยังอยู่ห่างไกลจากความเป็นเลิศทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ซึ่งชี้แนะว่าระบบการศึกษา ยังไม่สามารถเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่มี ศักยภาพในสภาวะที่โลกมีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นฐานสำคัญในการดำเนินชีวิต (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555) จากผลการศึกษาดังกล่าวทำให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้สอนเป็นศูนย์กลาง (Teacher-centered) ในอดีตที่ผ่านมาไม่สามารถ พัฒนาผู้เรียนได้อย่างแท้จริง ในการปฏิรูปการศึกษาจึงได้มีการปรับเปลี่ยนแนวคิดเป็นการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner-centered, Student-centred หรือ Child-centered) โดยมีหลักการว่า กระบวนการจัดการเรียนการสอนต้องเน้นให้ผู้เรียน สามารถแสวงหาความรู้ และพัฒนาความสามารถได้ตามธรรมชาติ เติบโตตามศักยภาพของตนเอง รวมทั้งสนับสนุนให้มีการฝึกและปฏิบัติ ในสภาพจริงของ

การทำงาน มีการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับสังคม ได้เรียนรู้จากหลายๆ สถานการณ์ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน มีการจัดกิจกรรมและกระบวนการให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมิน และสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ โดยไม่เน้นไปที่การท่องจำเพียงเนื้อหา ผู้เรียนจึงมีอิสระในการเรียนมากขึ้น อาจกล่าวได้ว่าการศึกษาเปลี่ยนมาให้ความสำคัญกับ “การเรียนรู้” มากกว่า “การสอน” จากหลักการและแนวคิดดังกล่าว นักการศึกษาจึงได้พัฒนาแนวทางในการจัดกิจกรรมที่เอื้อประโยชน์สูงสุดให้แก่ผู้เรียนซึ่งการเรียนรู้ที่ใช้การวิจัยเป็นฐาน (Research based Learning: RBL) ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าจะเน้นทักษะกระบวนการค้นคว้า พัฒนาการคิดวิเคราะห์และบูรณาการเนื้อหาความรู้ ผู้สอนจำนวนมากให้ความสนใจกับวิธีการสอนแบบนี้ เนื่องจากสามารถนำไปใช้ได้ทุกระดับวิชาในหลายระดับการศึกษา การเรียนการสอนที่เน้นการวิจัยหรือใช้วิจัยเป็นฐาน ถือเป็นวิธีการสอนที่สนับสนุนแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยการวิจัยเป็นฐานเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับดำเนินการวิจัย ด้วยการนำเนื้อหาที่ได้จากการวิจัยมาใช้ควบคู่กับการสอน กระบวนการวิจัยที่ละขั้นตอนอย่างเป็นลำดับ จนผู้เรียนเกิดทักษะในการดำเนินการทำวิจัยอย่างถูกต้อง (ไพฑูรย์ สินลารัตน์, 2555) ดังผลการศึกษาของ ทศนีย์ บุญเดิม (2546) ที่ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐานในรายวิชาการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียน พบว่าแม้จะเป็นเพียงการทำวิจัยเล็กๆ ในชั้นเรียนแต่ประสบการณ์ดังกล่าว ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบใช้วิจัยของทศนา แคมมณี (2548) ที่กล่าวว่า การที่ผู้เรียนสามารถเลือกประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจมาทำวิจัย รวมไปถึงการมีกิจกรรมนำเสนอผล การวิจัยการรับฟังข้อเสนอแนะจากครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน ถือเป็นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน มีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้ อันจะนำไปสู่การเรียนรู้ที่แท้จริง การเรียนการสอนโดยใช้การวิจัยเป็นฐาน (Research-Based Instruction) จึงถือเป็นนวัตกรรมการศึกษาซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนการสอน ตามสภาพจริงที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในแวดวงการศึกษาปัจจุบัน โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียน สามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและมีการศึกษาตลอดชีวิตใช้วิธีการแสวงหาความรู้เป็นวิธีสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้เองได้ ส่งเสริมให้ ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกการคิดและการจัดการหาเหตุผลในการตอบปัญหาตามโจทย์ ที่ผู้เรียนตั้งไว้โดยผสมผสานองค์ความรู้แบบ สหวิทยาการและศึกษาจากสถานการณ์จริง (อาชัญญา รัตนอุบล, 2545) นอกจากนี้การสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐานยังช่วยเพิ่มพูนคุณภาพการเรียนรู้เช่นแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Motivation) การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่ผู้เรียนสืบค้นหาข้อความรู้ด้วยตนเองและเพิ่มการมีทักษะการถ่ายทอดความรู้ (Transferable Skills) (Evans and Abbott, 1998) สรุปได้ว่าการสอนโดยใช้การวิจัยเป็นฐาน

(Research-Based Learning) เป็นวิธีการเรียนการสอน ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่เป็น การบูรณาการ พัฒนาทักษะการคิดการแก้ปัญหา การเรียนรู้ด้วยตนเองการทำงานเป็นทีมและเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เกิดทักษะกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นระบบและยังยั้มนำเอากระบวนการวิจัยไป พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ ระบบการศึกษาไทยได้เริ่มนำเอาการเรียนรู้จากการทำโครงการงาน (Project Based Learning: PBL) ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ปฏิบัติ (Learning by Doing) เข้ามาใช้เพื่อให้ให้นักเรียนเรียนรู้จากนอกห้องเรียน แต่มักเกิดผลเป็นการให้เด็กได้ทำชิ้นงาน ซึ่งให้ ทักษะบางประการ เช่นการทำงานเป็นกลุ่ม การบริหารเวลา เท่านั้น หากได้มีการนำกระบวนการวิจัย และหลักการวิทยาศาสตร์มากำกับการทำงานแล้ว นักเรียนจะได้พัฒนาความคิดเชิงวิเคราะห์ และสังเคราะห์ ไปจนถึงการคิดได้อย่างมีวิจารณญาณด้วย เพราะในการทำวิจัยต้องใช้ความคิดเชิง วิเคราะห์มาเข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูล และใช้ความคิดเชิงสังเคราะห์ร่วมกับหลักวิชา คือความ ข้อมูล ผลจากการตีความคือความสามารถในการสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองหลังจากสามารถคิด วิเคราะห์และสังเคราะห์ได้แล้วการแปลความข้อมูลใหม่จะมีความรอบคอบ รอบด้าน มากขึ้น นำไปสู่การคิดได้อย่างมีวิจารณญาณ อันเป็นเป้าหมายสูงสุดของการศึกษาแบบ RBL จึงถือได้ว่า จุดเน้นสำคัญของการทำโครงการงานฐานวิจัย คือการสร้างกระบวนการเรียนรู้จากการค้นคว้าและ ตีความ ที่เรียกว่า วิจัย กระบวนการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการวิจัยในโครงการ จึงเรียกว่า Research Based Learning: RBL (สุธีระ ประเสริฐสรณ์, 2555) อันที่จริงจะเห็นได้ว่าการเรียนแบบ ค้นหาคำรู้เองจากกระบวนการวิจัย (Research Based Learning: RBL) หรือการเรียนแบบ โครงการงานวิทยาศาสตร์ (Project Based Learning: PBL) และการเรียนการสอนแบบโครงการ ถือเป็น เรื่องเดียวกัน เพราะต่างยึดผู้เรียนเป็นสำคัญในการจัดกิจกรรม มุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้และ ทักษะผ่านการทำงานที่มีการค้นคว้าและการใช้ความรู้ในชีวิตจริงโดยมีตัวผลงานและการแสดงออก ถึงศักยภาพจากการเรียนรู้ ถูกขับเคลื่อนโดยมีคำถามกำหนดกรอบการเรียนรู้ที่เป็นตัวเชื่อมโยง ระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้กับทักษะการคิดขั้นสูงเข้าสู่ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง สามารถ แก้ปัญหาที่ท้าทายและสร้างชิ้นงานได้สำเร็จด้วยตนเอง บนความท้าทายจากคำถามที่ไม่สามารถ ตอบได้จากการท่องจำ จะสร้างบทบาทหลากหลายขึ้นในตัวนักเรียน เป็นทั้งผู้ที่แก้ปัญหาค้นที่ ดัดสินใจ นักค้นคว้านักวิจัยและโครงการจะตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ที่เฉพาะเจาะจงทาง การศึกษา ไม่ใช่สิ่งที่แปลกแยกหรือเพิ่มเติมลงไปเป็นหลักสูตรเนื้อหาที่แท้จริง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้คำว่า RBL แทน การจัดการเรียนรู้แบบโครงการงานฐานวิจัย และการเรียนแบบโครงการ วิทยาศาสตร์ แม้ว่าการเรียนโดยใช้การวิจัยเป็นฐานจะมีหลายรูปแบบ แต่รูปแบบที่เป็นที่นิยมในการ จัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีอยู่ 2 รูปแบบ คือการนำผลการวิจัยมา ใช้ประกอบการสอน

และใช้กระบวนการวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานนี้ ถูกลำดับมาซึ่งประโยชน์ ทั้งกับผู้เรียน ผู้สอนและการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นความจำเป็นในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการคิด การนำเอากระบวนการวิจัยมาเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ มีการพัฒนาทักษะกระบวนการวิจัย และการศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง โดยวิธีการสอนที่หลากหลายอันจะนำไปสู่การสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนให้ได้ ในการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งที่จะพัฒนาทักษะวิจัย (research skill) และทักษะการคิดเชิงระบบ (systems thinking) สำหรับนักเรียนพิเศษตามโครงการห้องเรียน วิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐาน วิจัย (Research Based Learning: RBL) ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมที่ใช้ทักษะ กระบวนการวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพเต็มตามศักยภาพของผู้เรียน จุดประกายความคิดในการ ริเริ่มโครงงานโดยการประยุกต์จากสิ่งใกล้ตัว อีกทั้งพัฒนาความสามารถในการจัดทำโครงงาน วิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมทักษะและขีดความสามารถด้านทักษะ วิจัยของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์คิดค้นด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีความสามารถระดับสูง ตามเป้าหมายของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ภูมิภาค ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร โดยการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

1.2.2 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย กับระดับความ มั่นใจในการตอบ

1.2.3 เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร โดยการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย

1.2.4 เพื่อประเมินการทำเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ (Mini Project) หลังเรียนด้วย กิจกรรมโครงงานฐานวิจัย

1.2.5 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 นักเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย มีขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05

1.3.2 ระดับความมั่นใจในการตอบแบบทดสอบ มีความสัมพันธ์กับขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.3.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย มีทักษะการคิดเชิงระบบ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05

1.3.4 เมื่อนักเรียนผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย นักเรียนจะสามารถเขียนเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ และนำเสนอ โดยมีคะแนนประเมินอยู่ในระดับดี

1.3.5 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย จะทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 22 จำนวน 144 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 จำนวน 24 คน เลือกโดยวิธีเจาะจงนักเรียนที่เรียนในหลักสูตรห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ทักษะการคิดเชิงระบบ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

1.4.3 เนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาใช้ทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในรายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และกิจกรรมฐานการเรียนรู้ จำนวน 18 ชั่วโมง

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.5.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสามารถด้านทักษะการวิจัย และมีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงขึ้นจากการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

1.5.2 นักเรียนมีทักษะในการคิดเชิงระบบสูงขึ้น

1.5.2 มีแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบโครงงานฐานวิจัย ที่มีประสิทธิภาพ

1.5.3 นักเรียนมีความพึงพอใจ ในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยในระดับมากที่สุด

1.5.4 เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะด้านอื่นๆ ของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.5 เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในรายวิชาอื่นๆอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.6 เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาอื่นๆ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 **Research based Learning: RBL** ใช้แทนจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ซึ่งหมายความว่ารวมถึงการจัดการเรียนรู้ที่จัดประสบการณ์ในการปฏิบัติงานให้แก่ผู้เรียนเหมือนกับการทำงานในชีวิตจริงอย่างมีระบบ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรง ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้ทำการทดลอง ได้พิสูจน์สิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง รู้จักการวางแผนการทำงาน ฝึกการเป็นผู้นำ ผู้ตาม ตลอดจนได้พัฒนากระบวนการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking) และการประเมินตนเอง โดยมีครูผู้สอนคอยกระตุ้น แนะนำและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด รวมทั้งการนำกระบวนการวิจัยหรือผลการวิจัยมาเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้หรือนำเอากระบวนการวิจัยมาเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการวิจัยและการศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเองโดยผู้สอนหรือครูใช้วิธีการสอนที่หลากหลายอัน นำไปสู่การสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ในการวิจัยนี้ นำเอากระบวนการวิจัยมาเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้

1.6.2 **ทักษะการคิดเชิงระบบ (System Thinking)** หมายถึง รูปแบบการคิดที่มีขั้นตอนของการคิดเป็นลำดับขั้น ในแต่ละขั้นตอนของการคิด ต้องใช้ทักษะการคิด หรือลักษณะการคิด

หลาย ๆ ประเภทมาประกอบกัน วิธีการคิดอย่างมีระบบ มีเหตุมีผล ทำให้ผลของการคิด หรือผลของการแก้ปัญหาที่ได้นั้นมีความถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว เป็นลักษณะการคิดที่ต้องมีส่วนประกอบสองส่วนทั้งการคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking) และการคิดเชิงตรรกะ (Logical Thinking) ซึ่งต้องเป็นกระบวนการคิดที่มีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งจะเป็นฐานในการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง

1.6.3 ทักษะการคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking) หมายถึงการคิดที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อน และมีขั้นตอนการคิดหลายขั้นตอน โดยอย่างน้อยมีขั้นตอนการคิดตั้งแต่ 2 ขั้นตอนขึ้นไปในการวิจัย ได้แก่ กระบวนการคิด (Process of Thinking) 4 ประการ ดังนี้ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดวิจารณ์ และการคิดสร้างสรรค์

1.6.4 แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ หมายถึง แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ มีหัวข้อการประเมิน ครอบคลุมทุกประเด็นตั้งแต่เริ่มต้นของการระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุ การระบุความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลกระทบของปัจจัยต่างๆ ได้อย่างครอบคลุม สามารถมองเห็นภาพรวมของปัญหาและเขียนวงจรป้อนกลับของสถานการณ์ที่กำหนดได้ครอบคลุม และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับวงจรป้อนกลับได้ครบถ้วน ประเด็นปัญหา ในการวิจัยนี้ จะวัดจากการปฏิบัติงาน และแผนที่ความคิด (Mind Map)

1.6.5 แผนที่ความคิด (Mind Map) เป็นการถ่ายทอดความคิด หรือข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ในสมองลงกระดาษ โดยการใช้ภาพ สี เส้น และการโยงใย แทนการจดย่อแบบเดิมที่เป็นบรรทัดๆ เรียงจากบนลงล่าง ขณะเดียวกันมันก็ช่วยเป็นสื่อนำข้อมูลจากภายนอก เช่น หนังสือ คำบรรยาย การประชุม ส่งเข้าสมองให้เก็บรักษาไว้ได้ดีกว่าเดิม ช้ำยังช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ง่ายเข้า จะเห็นเป็นภาพรวม และเปิดโอกาสให้สมองให้เชื่อมโยงต่อข้อมูลหรือความคิดต่างๆ เข้าหากันได้ง่ายกว่า “ใช้แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ลักษณะการเขียนผังความคิด คือ นำประเด็นใหญ่ๆ มาเป็นหลัก แล้วต่อด้วยประเด็นรองในชั้นถัดไป มีลักษณะเหมือนต้นไม้ที่แตกกิ่งก้านออกไปเรื่อยๆ ข้อดีของการทำ MIND MAP คือ ทำให้จำได้ง่ายขึ้น ทุกคนได้มีส่วนร่วม ได้ความเห็นของทุกคน และสามารถนำเสนอได้ดี และทำให้ผู้เข้าร่วมสนใจ สำหรับการวิจัยนี้จะใช้ แผนที่ความคิดเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ โดยใช้แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.6 แบบทดสอบทักษะการคิดเชิงระบบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ โดยมีลักษณะของข้อสอบที่ต้องใช้กระบวนการคิดที่ซับซ้อนหลายขั้นตอนจึงจะได้คำตอบ ซึ่งผู้วิจัยนำส่วนหนึ่งมาจากข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) และโครงการ (Trends in

International Mathematics and Science Study: TIMSS) และเพื่อใช้ประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของผู้เรียน

1.6.7 การประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย (Research Skill) หมายถึงการประเมินทักษะด้านการวิจัย โดยใช้แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย (Research Skill Competency Test) ที่แปลและเรียบเรียงมาจาก Test of Integrated Process Skill II ของ Burns, Okey and Wise ซึ่งคำถามแต่ละข้อต้องการคำตอบ 2 แบบ คือ คำตอบหลัก (มี 4 ตัวเลือก A B C และ D) ซึ่งแบ่งความสามารถด้านทักษะวิจัยออกเป็น 5 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร และทักษะการออกแบบการทดลอง

1.6.8 ความพึงพอใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ (พจนานุกรม ราชบัณฑิตยสถาน, 2542 : 775) ความพึงพอใจหมายถึงความรู้ที่มีความสุขหรือความพอใจเมื่อได้รับความสำเร็จ หรือได้รับสิ่งที่ต้องการ (Quirk, 1987) และมีความสุขที่ความต้องการหรือเป้าหมายที่ตั้งใจไว้บรรลุผลหรือสมหวังนั่นเอง สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ คือความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานฐานวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีต่างๆ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดประสบการณ์ให้แก่นักเรียนเหมือนกับการทำงานในชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียน

- 2.1.1 มีประสบการณ์โดยตรง
- 2.1.2 ได้ทำการทดลองและพิสูจน์สิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง
- 2.1.3 รู้จักการทำงานอย่างมีระบบ มีขั้นตอน
- 2.1.4 ฝึกการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
- 2.1.5 ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา
- 2.1.6 ได้รู้จักวิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหา
- 2.1.7 ฝึกวิเคราะห์ และประเมินตนเอง

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน (Research-based Learning: RBL) เป็นการนำกระบวนการวิจัย หรือผลการวิจัยมาเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้หรือนำเอากระบวนการวิจัยมาเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการวิจัยและการศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเองโดยผู้สอนหรือครูใช้วิธีการสอนที่หลากหลายอันนำไปสู่การสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย จึงเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้หรือการค้นคว้าหาคำตอบในสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้หรือสงสัยด้วยวิธีการต่างๆ เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เลือกศึกษาตามความสนใจของตนเองหรือของกลุ่มเป็นการตัดสินใจร่วมกัน จนได้ชิ้นงานที่สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ได้ในชีวิตจริง การเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย เป็นการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิคหลากหลายรูปแบบนำมาผสมผสานกัน ได้แก่ กระบวนการกลุ่ม การฝึกคิด การแก้ปัญหา การเน้นกระบวนการ การสอนแบบปริศนาความคิด และ

การสอนแบบร่วมกันคิดเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งจากความสนใจ อยากรู้ อยากเรียนของผู้เรียนเอง โดยใช้กระบวนการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเองเป็นการเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงกับแหล่งความรู้เบื้องต้น สามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

กระบวนการจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 การเริ่มต้นโครงการ เป็นระยะที่ผู้สอนต้องสังเกต/สร้างความสนใจ ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน เลือกเรื่องที่จะศึกษาร่วมกัน

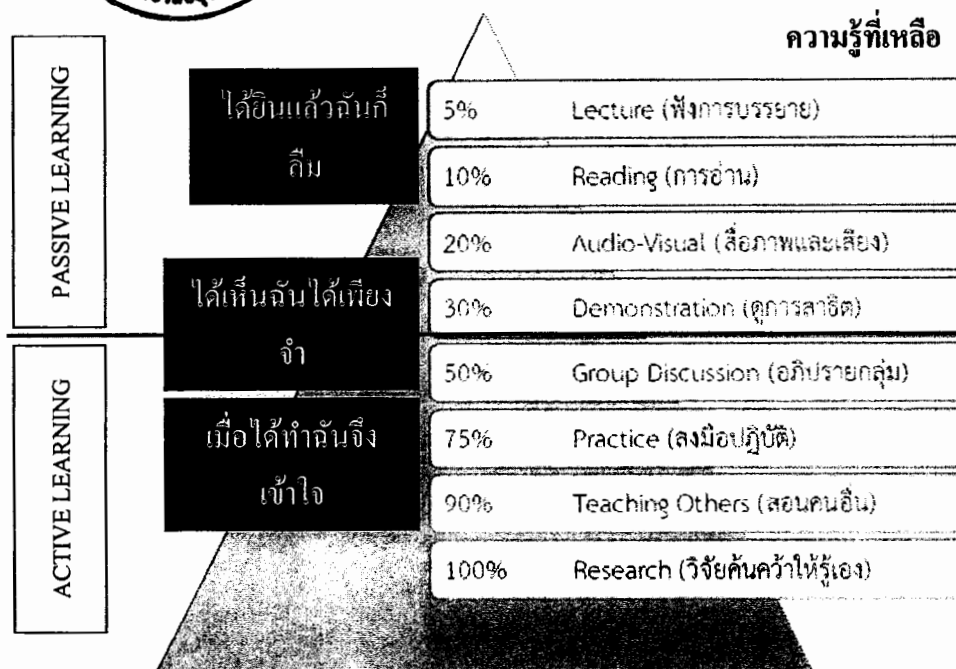
ระยะที่ 2 การพัฒนาโครงการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนกำหนดหัวข้อคำถาม หรือประเด็นปัญหา แล้วตั้งสมมติฐานเพื่อตอบคำถามเหล่านั้น

ระยะที่ 3 ขั้นสรุป เป็นระยะที่ผู้สอน และผู้เรียนแบ่งปันประสบการณ์ การทำงานและแสดงให้เห็นถึงความสำเร็จมีกิจกรรมที่ผู้เรียนดำเนินการ ดังนี้

(1) ผู้เรียนเขียนรายงานเป็นรูปแบบงานวิจัยเล็กๆ

(2) ผู้เรียน นำเสนอผลงาน (แสดงเป็นแผนโครงการ) ให้ผู้ที่สนใจได้รับรู้ สรุปและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ผู้สอนต้องเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการสืบเสาะหาความรู้ (science as inquiry) ผู้เรียนต้องได้รับการพัฒนาทั้งเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ (science content knowledge) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill) ควบคู่กันไป การที่เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ (learning process) เพื่อเอาไปประยุกต์ใช้หาหรือสร้างความรู้ได้เองมากกว่าตัวความรู้



ภาพที่ 2.1 ปิรามิดการเรียนรู้ ดัดแปลงจาก National Training Laboratories, Institute for Applied Behavioral Science, Bethel, Maine., (1995)

จากภาพที่ 2.1 ปิรามิดการเรียนรู้ (learning pyramid) แสดงถึงวิธีการเรียนกับความรู้อยู่ที่เหลือนในตัวผู้เรียน วิธีการเรียนในกลุ่มบนของปิรามิด ได้แก่ ฟังการบรรยาย การอ่าน สื่อภาพและเสียง ดูการสาธิต เป็นการเรียนแบบ passive learning จะเหลือความรู้ติดตัวน้อยมาก คือ ร้อยละ 5-30 เท่านั้น วิธีการเรียนในกลุ่มล่างของปิรามิด ได้แก่ อภิปรายกลุ่ม ลงมือปฏิบัติ สอนคนอื่น และวิจัยค้นคว้าให้รู้เอง เป็นการเรียนแบบ active learning การเรียนแบบค้นหาความรู้เองจากกระบวนการวิจัยนั้น ผู้เรียนต้องวางแผน ปฏิบัติเอง และตีความเป็นความรู้เอง เมื่อทุกอย่างถูกชักนำขึ้นจากการปฏิบัติและคิดเองความรู้จึงเหลือครบร้อยละ 100 (สุธีระ ประเสริฐสรรพ, 2555)

อันที่จริงการเรียนแบบค้นหาความรู้เองจากกระบวนการวิจัย (Research Based Learning: RBL) หรือ การเรียนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ (Project Based Learning: PBL) ทำให้ผู้เรียนได้ทั้งเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะวิจัย รวมทั้งทักษะอื่นๆ เช่น ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 การเรียนแบบ RBL นั้นมีลักษณะ teach less learn more ครูสอน (teacher) ต้องเปลี่ยนบทบาทตนเองไปเป็น ครูฝึก (coach) ครูสอนต้องออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ได้เกิดการเรียนรู้ในสภาพที่ใกล้เคียงชีวิตจริงที่สุด ครูสอนต้องพร้อมที่จะเรียนรู้พร้อมกับนักเรียน

RBL เป็นการพัฒนาความรู้ครูในด้านศาสตร์การสอน (pedagogical knowledge) เพราะต้องใช้กลวิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น การสอนแบบทำงานรับผิดชอบร่วมกัน (cooperative learning) การสอนแบบอุปนัย (inductive method) การสอนแบบนิรนัย (deductive method) การสอนแบบระดมสมอง (brainstorming) การสอนโดยการลงมือปฏิบัติ (learning by doing) การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง (simulation) การสอนโดยการสาธิต (demonstration) เป็นต้น

ถ้าครูต้องการเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากแบบเดิมไปสู่ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบ RBL ต้องเปลี่ยนแนวคิดจาก “เรียนรู้โดยการฟัง/ตอบให้ถูก” เป็น “การถาม/หาคำตอบเอง” เปลี่ยนเป้าหมายจาก “การเรียนรู้โดยการจำ/ทำ/ใช้” เป็น “การคิด/ค้น/แสวงหา” เปลี่ยนวิธีสอนจาก “การเรียนรู้โดยการบรรยาย” เป็น “การให้คำปรึกษา” เปลี่ยนบทบาทผู้สอนจาก “การเป็นผู้ปฏิบัติเอง” เป็น “การจัดการให้ผู้เรียน” (ไพฑูรย์ สินลารัตน์, 2555)

RBL เป็นการนำทฤษฎีการเรียนรู้ constructivism ของ Piaget ที่เชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจ ประสบการณ์เกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนัก (prior-knowledge) ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับกับความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ที่มีอยู่แล้ว การสร้างความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนจะแตกต่างกันไปตามระดับของพื้นฐานความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เดิม ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้ constructionism ของ Seymour Papert ที่เชื่อว่าความรู้ไม่ใช่เกิดจากผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่สามารถสร้างขึ้นโดยผู้เรียนเองได้ และการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง (learning by doing) ผสมกับทฤษฎีการเรียนรู้ social constructivism ของ Vygotsky ที่เชื่อว่าการที่คนเรามีปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการปะทะสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิด มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา แนวคิดดังกล่าวมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning)

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2549) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานไว้ 4 รูปแบบ ได้แก่

(1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิจัย คือการให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติทำวิจัยในระดับต่างๆ เช่น การทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การศึกษารายกรณี (Case Study) การทำโครงการ การทำวิจัยเอกสาร การทำวิจัยฉบับจุ๋ (Baby Research) การทำวิทยานิพนธ์ เป็นต้น

(2) การสอนโดยให้ผู้เรียนร่วมทำโครงการวิจัยกับอาจารย์ หรือเป็นผู้ช่วยในโครงการวิจัย (Under Study Concept) ในกรณีนี้ผู้สอนต้องเตรียมโครงการวิจัยไว้รองรับเพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ทำวิจัย เช่น ร่วมเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล อย่างไรก็ตาม วิธีนี้จะมีข้อเสียที่ผู้เรียนไม่ได้เรียนรู้กระบวนการทำวิจัยครบถ้วน ทุกขั้นตอน

(3) การสอนโดยให้ผู้เรียนศึกษางานวิจัย เพื่อเรียนรู้องค์ความรู้ หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยเรื่องนั้นๆ วิธีการตั้ง โจทย์ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา ผลการวิจัย และการนำผลการวิจัย ไปใช้และศึกษาต่อไป ทำให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการทำวิจัยมากขึ้น

(4) การสอนโดยใช้ผลการวิจัยประกอบการสอน เป็นการให้ผู้เรียนได้รู้ว่า ทฤษฎี ข้อความรู้ใหม่ๆ ในศาสตร์ของตนในปัจจุบันเป็นอย่างไร นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างศรัทธาต่อผู้สอน รวมทั้งทำให้ผู้สอนไม่เกิดความเบื่อหน่ายที่ต้องสอนเนื้อหาเดิมๆ ทุกปี

ทศนา แฉมมณี (2546) ได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการ เรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการวิจัยว่ากระบวนการวิจัยคือวิธี วิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งผลการวิจัย และผลการวิจัยก็คือผลที่ได้มาจากการดำเนินงาน ดังนั้นแนวทางในการใช้การวิจัยในการเรียนการสอน จึงประกอบด้วยการใช้ผลการวิจัยและใช้กระบวนการวิจัยใน การเรียนการสอน การจัดการศึกษาแบบ RBL นั้นมีรูปแบบการ จัดการศึกษาดังนี้

(1) RBL ที่ใช้ผลการวิจัยเป็นสาระการเรียนการสอน ประกอบด้วยการเรียนรู้ผลการวิจัย ใช้ผลการวิจัยประกอบ การสอน การเรียนรู้จากการศึกษางานวิจัย การสังเคราะห์งานวิจัย

(2) RBL ที่ใช้กระบวนการวิจัยเป็นกระบวนการเรียนการสอน ประกอบด้วย การเรียนรู้ วิชาวิจัย วิธีทำวิจัย การเรียนรู้จากการทำวิจัย รายงานเชิงวิจัย การเรียนรู้จากการทำวิจัย ร่วมทำ โครงการวิจัยการเรียนรู้จากการทำวิจัย วิจัยขนาดเล็ก และการเรียนรู้จากการทำวิจัยวิทยานิพนธ์

อย่างไรก็ตามพบว่า รูปแบบที่มีผู้นำมาใช้ในกระบวนการ เรียนการสอนกันอย่างแพร่หลายในสถานศึกษาต่างๆ ได้แก่ การนำผลการวิจัยมาใช้สนับสนุนเนื้อหาวิชาและการใช้กระบวนการวิจัย เป็นกระบวนการเรียนการสอน

เนื่องจากการวิจัยเป็นกระบวนการในการแสวงหาความรู้ หรือข้อเท็จจริงโดยมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน เมื่อนำไปใช้ในระดับ มหาวิทยาลัยจึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ อย่างอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของปรียนันท์ สิทธิจินดา (2552) ที่กล่าว ไว้ว่าการเรียนแบบใช้วิจัยเป็นฐานนี้ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจวิชา ที่เรียนมากขึ้น ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชานั้นสูงขึ้น เพราะเป็นการเรียนที่ไม่น่าเบื่อ ไม่จำเจ สนุกสนาน ได้ฝึกศักยภาพ ของตนเอง แต่ที่สำคัญกว่านั้นคือเป็นการเปลี่ยนแปลงบุคลิกภาพ เปลี่ยนมุมมองทัศนะของบุคคลให้คิดเป็น มีคุณธรรม จริยธรรม ซึ่งแตกต่างจากการเรียนแบบอื่นๆ การเรียนแบบนี้นำไปสู่การ เปลี่ยนแปลง สรุปได้ดังนี้คือ

- (1) เปลี่ยนรูปแบบจาก Teaching-Based เป็น Learning- Based
- (2) เปลี่ยนลักษณะการเรียนจาก Passive เป็น Active
- (3) เปลี่ยนจากวิชาเป็นปัญญา

(4) นักศึกษาได้เรียนรู้ (Learning) มากกว่าการรู้ (Knowing)

(5) ได้เปลี่ยนแปลงตัวนักศึกษาโดยใช้งานวิจัยเป็นวิถีของการเรียนรู้

อรุณ จันทวานิช (2548 : 8-10) ได้สรุปประโยชน์ของการ จัดเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐาน ไว้ดังนี้

(1) ประโยชน์ต่อผู้เรียน โดยผู้เรียนได้รับการพัฒนาการ เกิดทักษะการใช้การวิจัยในการแสวงหาความรู้ เรียนรู้ทฤษฎี แนวคิด หลักการและข้อค้นพบที่มีความหมายมีความเที่ยงตรง รู้จักวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหาหรือการพัฒนา เก็บ รวบรวมข้อมูล สรุปผลนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ผู้เรียนมีโอกาสดำรงการพัฒนาทักษะการคิด (Thinking Skills) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving and Resolution Skills) ทักษะการบริหารจัดการเวลา (Time Management Skills) ทักษะการสื่อสาร (Communication Skills) ทักษะประมวลผล (Computer Skills) และทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life Long Learning Skills)

(2) ประโยชน์ต่อครูทำให้ครูมีการวางแผนทำงานในหน้าที่ของตนอย่างเป็นระบบ ได้แก่ วางแผนการสอน ออกแบบกิจกรรม โดยให้ผู้เรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ที่ เหมาะสมกับผู้เรียน ประเมินผลการทำงานเป็นระยะโดยมีเป้าหมายชัดเจนว่าจะทำอะไรเมื่อไร เพราะอะไร และทำให้ทราบผล การกระทำว่าบรรลุเป้าหมายได้อย่างไร

(3) ประโยชน์ต่อวงการการศึกษา ซึ่งผลของการจัดเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐานสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการแลกเปลี่ยน การเรียนรู้ของครู เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนา ผู้เรียนที่ครูแต่ละคน ซึ่งครูแต่ละคนสามารถจะประยุกต์และนำไปใช้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครูอย่างต่อเนื่อง

สรุปได้ว่าการเรียนการสอนโดยใช้การวิจัยเป็นฐานช่วยให้ผู้เรียนได้รู้จักวิธีการแสวงหาความรู้ จนกระทั่งสามารถนำไปใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ที่มีอยู่รอบตัวและเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา หรือ เรียกว่าเป็นการศึกษาตลอดชีวิต ผู้เรียนจึงต้องเรียนรู้ที่จะแสวงหา ความรู้ได้ด้วยวิธีการของตนเอง การเรียนรู้ที่ตัวเนื้อหาแต่อย่างเดียวยังไม่ใช่ว่าเป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนในยุคปฏิรูปการศึกษาอีกต่อไป

2.2 ทักษะการคิดเชิงระบบ

การคิดอย่างมีระบบ (System Thinking) หมายถึง วิธีการคิดอย่างมีระบบ มีเหตุมีผล ทำให้ผลของการคิด หรือผลของการแก้ปัญหาที่ได้นั้นมีความถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว วิธีการคิด

อย่างมีระบบ จะเป็นหนทางไปสู่การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) ถ้าองค์กรนั้นๆ นำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพและ ชัดหลักให้ พนักงานภายในองค์กร ตระหนักในการศึกษาหาความรู้อยู่เสมอ และผู้บริหารให้ความสำคัญต่อการฝึกอบรมการเรียนรู้ของพนักงานองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) จึงทำให้เกิดการเรียนรู้จากตัวเองของพนักงานแต่ละคน เกิดการเรียนรู้ของทีมงาน ทำให้เกิดการสร้างวิสัยทัศน์ร่วม (Shared Vision) และเกิดการเรียนรู้ร่วมกันอย่างเป็นทีม (Team Learning) หลักการคิดหรือการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ (ทิสนา แชมมณี, 2548) ประกอบไปด้วย

2.2.1 กำหนดประเด็นปัญหาให้ถูกต้อง อาจกำหนดได้เป็น ปัญหาหลัก และปัญหารอง

2.2.2 ระบุตัวแปรทั้งหมด ที่ทำให้เกิดปัญหา

2.2.3 กำหนดวิธีแก้ไขหรือพิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้ อาจมีมากกว่า 1 วิธี

2.2.4 เปรียบเทียบวิธีแก้ไข แต่ละวิธี และประเมินว่าวิธีการใดสามารถจะนำไปสู่การปฏิบัติได้ และจะนำไปสู่การบรรลุผลตามเป้าหมาย

2.2.5 เลือกวิธีแก้ไขที่ดีที่สุด

2.2.6 นำไปทดลองปฏิบัติ ตามระยะเวลาที่เหมาะสม

2.2.7 ติดตามผลการปฏิบัติงานอย่างใกล้ชิด

2.2.8 แก้ไขเปลี่ยนแปลงจุดที่บกพร่องในวิธีการปฏิบัติงาน

2.2.9 กำหนดมาตรฐานวิธีปฏิบัติงาน

2.2.10 สั่งการให้พนักงานปฏิบัติงานตามมาตรฐานที่กำหนดอย่างเคร่งครัด

ชัยวัฒน์ ธีระพันธุ์ (2548) มีความคิดเกี่ยวกับทฤษฎีความคิดเชิงระบบ (System Thinking) ว่ามีแนวคิดของทฤษฎีความซับซ้อนเป็นการพัฒนาวิสัยทัศน์ที่เป็นองค์รวม เป็นการมองโลกด้วยการสังเคราะห์ (Synthetic Science) ต่างจากทัศนะทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับอิทธิพลจากโลกทัศน์แบบจักรกลของนิวตันที่มองโลกด้วยการวิเคราะห์อย่างแยกส่วน (Analytic Science) ซึ่งมี 3 ทฤษฎีที่คล้ายกัน พัฒนาค่อยๆ ออกันมาอย่างแยกกันไม่ออกได้แก่

(1) ทฤษฎีระบบ (Systemic Theory) ได้รับการพัฒนามาก่อน จากพื้นฐานวิชา Cybernetic กลศาสตร์การควบคุมกลไก หนังสือ จุดเปลี่ยนแห่งศตวรรษ ของ ฟรีดริช ฮาเกอ เป็น การมองอย่าง System Theory ที่ชัดเจน

(2) ทฤษฎีไร้ระเบียบ (Chaos Theory) ตัวอย่างที่โด่งดังของทฤษฎีนี้คือ “ผลกระทบผีเสื้อ หรือ Butterfly Effect” กล่าวคือ ผีเสื้อใหญ่ตัวหนึ่งกระพือปีกที่ฮ่องกง สามารถทำให้คืนฟ้าอากาศที่แคลิฟอร์เนียเปลี่ยนแปลงได้เมื่อ 1 เดือนให้หลัง หรือ สาเหตุเบื้องต้นเพียงนิดเดียว ในเงื่อนไขที่เหมาะสม สามารถก่อเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ใหญ่หลวงได้

(3) ทฤษฎีความซับซ้อน (Complexity Theory) ลักษณะที่สำคัญของระบบซับซ้อนคือการ ผุดบังเกิด (Emergence) ซึ่งหมายถึง คุณสมบัติของระบบรวมที่แตกต่างไปจากผลรวมของส่วนประกอบย่อยทั้งหมด เช่น สมอมีเซลล์สมอนับล้านเซลล์ แต่ละเซลล์ไม่มีคุณสมบัติที่จำอะไรได้ แต่เมื่อรวมกันเป็นระบบสมอสามารถมีความจำได้ เป็นต้น นี่เรียกว่าการผุดบังเกิด นอกจากนี้ พงษ์พัฒน์ ชุ่มสิดา (2549) ยังได้พูดถึงความคิดต่างๆ ในหัวข้อ คิดและทำ อย่างผู้นำยุคใหม่ ไว้ดังนี้

(3.1) ความคิดเชิงอนาคต (Future Thinking) คือความสามารถในการคาดการณ์และประมาณการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตโดยการใช้เหตุผลทางตรรกวิทยา สมมุติฐาน ข้อมูลและความสัมพันธ์ต่างๆ ของเหตุการณ์ในอดีต และปัจจุบัน เพื่อการคาดการณ์ทิศทาง หรือขอบเขตทางเลือกที่สอดคล้องเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

(3.2) ความคิดเชิงประจักษ์ (Appreciative Thinking) คือความสามารถในการ นำสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่เดิม ไปใช้ประโยชน์ในวัตถุประสงค์ใหม่ได้ โดยสามารถเปลี่ยนแปลงจากนามธรรม เป็นรูปธรรมที่สามารถใช้ประโยชน์ได้จริง และสามารถปรับใช้สิ่งที่มีอยู่เดิมให้สอดคล้องเข้ากับบุคคล สถานที่ เวลา หรือเงื่อนไขใหม่ๆ ได้อย่างเหมาะสม

(3.3) ความคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือการขยายขอบเขตความคิดออกไปจากแนวหรือกรอบความคิดเดิมๆ ที่มีอยู่เป็นการใช้ความคิดในเชิงบวก กล้าที่จะฝ่าฝืน ล้อมออกไปสู่แนวใหม่ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อน เน้นความคิดที่ไม่ต้องอยู่ภายใต้การกำกับหรือกฎเกณฑ์เดิมๆ หรือที่ยึดถือมาจนเคยชิน

(3.4) ความคิดเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Thinking) คือการพยายามค้นหาความเหมือนและหรือความแตกต่าง ขององค์ประกอบตั้งแต่ 2 องค์ประกอบขึ้นไป ทั้งนี้ เพื่อใช้อธิบายเรื่องหนึ่งบนพื้นฐานของอีกเรื่องหนึ่ง ที่มีมาตรฐานหรือมาตรการบางอย่างซึ่งสามารถนำมาใช้เทียบเคียงกันและเพื่อการยังรู้ความแตกต่างระหว่างของสองสิ่งนั้นได้

(3.5) ความคิดเชิงวิเคราะห์ (Analitical Thinking) คือความสามารถในการสืบค้นข้อเท็จจริงเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างโดยอาศัยใช้การตีความ การจำแนกแยกแยะ และการทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้นๆ และองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน รวมทั้งการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุและผล

(3.6) ความคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) คือความสามารถในการคิดที่จะไม่เห็นคล้อยตามเหตุผล หรือข้อกล่าวอ้างโดยทั่วไป แต่จะเป็นความคิดที่ท้าทายข้อกล่าวอ้างทั้งหลาย และกล้าโต้แย้งข้อสมมุติฐานที่อยู่เบื้องหลังข้อกล่าวอ้าง ทั้งปวง เป็นแนวคิดที่เชื่อว่า น่าจะ

มีโอกาสดูพิจารณา ทางเลือกอื่น เหตุผลอื่น สมมุติฐานอื่น ซึ่งอาจสามารถทำให้ได้ข้อสรุปอื่น ที่อาจแตกต่างออกไปก็ได้

(3.7) ความคิดเชิงสังเคราะห์ (Synthesistype Thinking) คือความสามารถในการรวมองค์ประกอบที่แยกส่วนกัน มาทำการหลอมรวมกันภายใต้โครงร่างใหม่อย่างเหมาะสม

(3.8) ความคิดเชิงกลยุทธ์ (Strategic Thinking) คือความสามารถในการกำหนดแนวทางที่ดีที่สุดในภายใต้เงื่อนไข ข้อกำหนดต่างๆ เพื่อก่อให้เกิดการบรรลุเป้าหมายที่ต้องการออกไป ในมุมที่เป็นรูปธรรมอย่างเฉพาะเจาะจง

(3.9) ความคิดเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Thinking) คือความสามารถในการประสานข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างไม่ขัดแย้ง และยังสามารถนำมา สร้างเป็นกรอบแนวคิดใหม่ขึ้นมาด้วย

(3.10) ความคิดเชิงบูรณาการ (Integrative Thinking) คือความสามารถคิดใน การเชื่อมโยงเรื่องในมุมต่างๆเข้ากับเรื่องหลักได้อย่างเหมาะสม

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การคิดอย่างเป็นระบบ เป็นการมองแบบองค์รวมเป็นความสามารถในการเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบ นอกจากมองภาพรวมแล้วต้องมองรายละเอียดของส่วนประกอบย่อยในภาพนั้นให้ออกด้วย การคิดอย่างเป็นระบบ ก็คือ การคิดให้ครบองค์ประกอบของระบบให้ครบทุก 4 ด้าน ได้แก่

- (1) คิดให้ลึกเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking)
- (2) คิดให้กว้างอย่างสร้างสรรค์ (Creative Thinking)
- (3) คิดให้ครบจนจบเรื่อง (Integrated Thinking)
- (4) คิดในภาพรวมทั้งระบบ (System Thinking)

สามารถสรุปได้ว่า การคิดเชิงระบบ เป็นวิธีการคิดเชิงบูรณาการ เป็นการขยายขอบเขตการคิดของเราที่มีต่อเรื่องนั้นๆ ออกไป โดยไม่ด่วนสรุปหรือตัดสินใจ แต่พิจารณาเรื่องนั้นอย่างละเอียดถี่ถ้วน ทุกมุมมอง เปิดโอกาสให้ความคิดของคนเราได้มีการเชื่อมโยง เพื่อหาความเป็นไปได้ใหม่ๆ ได้มุมมองใหม่ๆ เห็นแนวทางแก้ปัญหาที่ดีกว่าสร้างสรรค์ รวมทั้งให้เห็นความสัมพันธ์แบบเชื่อมโยงระหว่างเรื่องนั้นกับปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง การฝึกปฏิบัติการคิดเชิงระบบจะเริ่มทำความเข้าใจในเรื่องการส่งผลย้อนกลับ (Feedback) ของระบบซึ่งจะทำให้เราเห็นว่าการกระทำต่างๆ อาจก่อให้เกิดแรงเสริมและ แรงต้านพร้อมๆ กัน หรืออาจเกิดแรงสมดุลกันลงกันขึ้น การเริ่มตรงนี้ย่อมเป็นการเรียนรู้ถึงจุดต่างๆ ของโครงสร้างทั้งหลายที่เกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีกเป็นวัฏจักร ทักษะการคิดแต่ละอย่างกว่าจะพัฒนาขึ้นได้ต้องอาศัยการพัฒนาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน และจะต้องฝึกการคิดอย่างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอ

2.3 ความพึงพอใจ

2.3.1 ความหมายของความพึงพอใจ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ

อุทัยพรรณ สุกใจ (2545) กล่าวถึง ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อ สิ่งใดสิ่งหนึ่งโดย อาจเป็นไปในเชิงประเมินค่า ว่าความรู้สึกหรือทัศนคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดนั้น เป็นไปในทางบวกหรือทางลบ

สมหมาย เปียถนอม (2551) กล่าวถึง ความพึงพอใจ หมายถึง ทัศนคติอย่างหนึ่งที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นรูปร่างได้ เป็นความรู้สึกส่วนตัวที่เป็นสุข เมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการของตนในสิ่งที่ขาดหายไป และเป็นสิ่งที่กำหนดพฤติกรรมในการแสดงออกของบุคคลที่มีต่อการเลือกที่จะปฏิบัติในกิจกรรมนั้น ๆ ความพึงพอใจจะทำให้บุคคลเกิดความสบายใจหรือสนองความต้องการทำให้เกิดความสุข รวมทั้งสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นปัจจัยทำให้เกิดความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ

กาญจนา จันทร์ประเสริฐ (2554) กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึง ความรู้สึกที่ดีหรือทัศนคติที่ดีของบุคคลซึ่งมักเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนต้องการ ก็จะเกิดความรู้สึกที่ดีในสิ่งนั้น ตรงกันข้ามหากความต้องการไม่ได้รับการตอบสนอง ความไม่พึงพอใจก็จะเกิดขึ้น

2.3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

อุกฤษฏ์ ทรงชัยสงวน (2543) ได้รวบรวมกลุ่มแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจในรูปแบบของแรงจูงใจไว้ 4 กลุ่ม คือ

(1) ทฤษฎีการจูงใจของมาสโลว์ (Maslow's Theory motivation) ทฤษฎีนี้เขาได้เสนอความต้องการในด้านต่าง ๆ กัน ของมนุษย์เรียงลำดับจากความต้องการพื้นฐาน เพื่อการอยู่รอดไปจนถึงความต้องการทางสังคม และความต้องการการยอมรับนับถือจากกลุ่มว่าตนมีคุณค่าและพัฒนาตนเองให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น มาสโลว์ ถือว่าการเรียงลำดับความต้องการนี้มีความสำคัญ โดยมนุษย์จะมีความต้องการในระดับสูง ๆ ได้ก็ต่อเมื่อความต้องการขั้นพื้นฐานได้รับการตอบสนองแล้ว

(2) ทฤษฎีการจูงใจ การบำรุงรักษา ของ Herz berg ได้กล่าวถึงปัจจัยการจูงใจ ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้ปฏิบัติงานด้านความพึงพอใจ ได้แก่ โอกาส ความสำเร็จ การยอมรับ ความรับผิดชอบ ความเจริญก้าวหน้า และปัจจัยการบำรุงรักษา ซึ่งเป็นตัวขัดขวางความพึงพอใจ ได้แก่ นโยบายขององค์กร สภาพการทำงาน ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

(3) ทฤษฎีแรงจูงใจของ Mc Celland ซึ่งแบ่งความต้องการของมนุษย์เป็น 3 ประเภท คือ ความต้องการความสำเร็จ ความต้องการมรอันาจ และความต้องการความสัมพันธ์ โดยความต้องการความสำเร็จหรือเรียกว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์นั้น ถ้าบุคคลใดมีสูงจะมีความปรารถนาที่จะทำสิ่งหนึ่งให้ลุล่วงไปด้วยดี

(4) ทฤษฎีการคาดหวังของ Vroom ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับแรงจูงใจในการทำงานของบุคคล จะประเมินความเป็นไปได้ของผลที่จะบังเกิดขึ้นแล้ว จึงดำเนินการปฏิบัติที่ตนคาดหวังไว้ การจูงใจขึ้นอยู่กับความคิดหวังของมนุษย์ต่อผลที่เกิดขึ้น ทฤษฎีการคาดหวังของ Vroom นี้ ทำนายว่าบุคคลจะร่วมกิจกรรมที่เขาคาดหวังว่าจะได้รับรางวัลหรือสิ่งต่าง ๆ ที่เขาปรารถนา

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 ทักษะการคิด

อารีรัตน์ มัญญา (2554) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง 4 ประการ คือ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดสังเคราะห์ ทักษะการคิดวิจารณ์ และทักษะการคิดสร้างสรรค์ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตลอดจนศึกษาความก้าวหน้าของทักษะการคิดและความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องไฟฟ้าเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนห้องวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง 4 ด้าน แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูงและแบบวัดระดับความพึงพอใจ การวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ มีความก้าวหน้าของการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงทุกทักษะ โดยมีระดับความก้าวหน้าอยู่ในระดับปานกลาง คือทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดสังเคราะห์ ทักษะการคิดวิจารณ์ และทักษะการคิดสร้างสรรค์ เท่ากับ นอกจากนี้ยังพบว่าความถี่ของพฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดสร้างสรรค์สูงกว่าทักษะการคิดด้านอื่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 มีความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.71 และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับพึงพอใจมากที่ 3.86

ธวัช ยะสุคำ (2553) ได้ใช้กระบวนการสอนสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีคะแนนทักษะการคิดเชิงวิพากษ์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p น้อยกว่า 0.001 ด้วย

สราริ โชติคิลก (2548) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง ของนักเรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบ STIM และเปรียบเทียบทักษะกระบวนการคิดระหว่างนักเรียนที่เรียนแบบปกติกับนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบ STIM กับการสอนแบบปกติ โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 50 คน เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ใช้แบบประเมินทักษะการคิดโดยประเมินจากแผนที่ความคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏว่า คะแนนทักษะกระบวนการคิดขั้นสูงของนักเรียน ทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.4.2 ทักษะวิจัย ทักษะวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

สิวาพร สุวรรณเจริญ (2552) ได้ศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมเคมีเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา จำนวน 26 คน พบว่าการใช้ชุดกิจกรรมเคมีเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม นักเรียนได้คะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 79.20 และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังการใช้ชุดกิจกรรมเคมีสูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมในระดับดี และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

ไพฑูรย์ ชัยประโคน (2542) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 28 คน โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ด้วยแผนการสอนจำนวน 15 แผน และเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึกประจำวันของครู ใบงานและแบบทดสอบย่อย จากการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 74.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์รอบรู้ที่กำหนดเฉลี่ยร้อยละ 75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยร้อยละ 73.23 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70

ปรีชา บุตรสุโพธิ์ (2539) ได้เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมโดยใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองสองห้องวิทยา อำเภอหนองสองห้อง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 30 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมก่อนการใช้กิจกรรมวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติการกิจกรรมในชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ และทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมหลัง

การใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ พบว่าจะแนบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของกลุ่มตัวอย่างหลังการใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

2.4.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย (RBL)

จารุวรรณ เสียงไพเราะ (2554) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ธรรมชาติ โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน โดยการจัดกิจกรรมแบบโครงงาน 5 ชุดกิจกรรม ผลปรากฏว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์และทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ในระดับมาก

พัชร จันทร์เพ็ง (2554) ได้พัฒนาความรู้และทักษะการวิจัยของนักศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ในรายวิชาสถิติและวิจัยทางการศึกษา กับกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม เก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินทักษะวิจัยแบบทดสอบวัดความรู้ทางการวิจัย ประเมินการทำงานกลุ่ม แบบสังเกตพฤติกรรม แบบสัมภาษณ์แบบสะท้อนผลงานและแบบประเมินตนเอง มีการใช้ RBL 4 รูปแบบ ดำเนินการวิจัย 4 วงจรปฏิบัติการ ผลปรากฏว่า ผลการพัฒนาทักษะวิจัยโดยพิจารณาทักษะวิจัยในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ทักษะที่มีคะแนนสูงที่สุดเท่ากันคือ ทักษะการระบุปัญหาวิจัย และทักษะการเตรียมขั้นดำเนินการวิจัย รองลงไปคือ ทักษะการลงมือปฏิบัติการวิจัยเมื่อพิจารณา ความรู้ทางการวิจัย พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญเชิงสถิติ

ณัฐพงศ์ ฉลาดแยม (2547) พัฒนากิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนในอำเภอศรีบุญเรือง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาหนองบัวลำภู เขต 1 โดยรับสมัครนักเรียนจาก 25 โรงเรียนคัดเลือกเหลือจำนวน 30 คน พบว่าจะแนบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมโครงงานอยู่ที่ 4.40 แปลความหมายว่า เหมาะสมมาก และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิไลลักษณ์ ศิลประเสริฐ (2546) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนรู้ด้วยการทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลอง 30 คนและกลุ่มควบคุม 30 คน พบว่า ความสามารถในการแก้ไข

ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยการทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการเรียนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนด้วยการทำโครงการมีความสามารถในการแก้ปัญห ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู

ชฎาวรรณ กองพล (2546) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชลบุรี ที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์กับไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความคิดคล่อง ด้านความยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่ม และในภาพรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประครอง แสนไชย (2545) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 18 คน โดยการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ แบ่งวงจรการปฏิบัติการออกเป็น 4 วงจรการปฏิบัติ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ ผู้วิจัยได้บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สังเกต และสัมภาษณ์นักเรียนเมื่อสิ้นสุดในแต่ละวงจร ได้ทำการทดสอบท้ายวงจร เพื่อประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 78.19 และนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ความรอบรู้ที่กำหนดเฉลี่ย 83.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70

Manson (1990) ได้ศึกษาผลของโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในระดับเจ็ดและระดับแปด จำนวน 285 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัด Ottawa County รัฐมิชิแกน แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มคือ

(1) โครงการที่ครูมอบหมาย

(2) โครงการที่นักเรียนเลือกเอง

(3) มีการทำโครงการ โดยใช้เวลา 6 ชั่วโมง ทำการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน โครงการวิทยาศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพศชายเพียงเล็กน้อย

Miri Barak and Yehudit Judy Dori (2009) ศึกษาการเพิ่มความเข้าใจของนักศึกษาสาขาเคมีผ่านการเรียนด้วยโครงการเป็นฐาน และมีการใช้สื่อ IT ประกอบ พบว่านักศึกษาจะมีทักษะในการแก้ปัญหาและการอธิบายดีกว่าการสอนปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

Write and Box, J. (2002) ศึกษาวิธีการเรียนและการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียน เรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยใช้การทำโครงการวิจัยเป็นทีม ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้การค้นคว้า นำเสนอข้อมูล ซึ่งจากการวิจัยครั้งนี้พบว่าการเรียนรู้ผ่านการทำโครงการวิจัยเป็นทีมมีประโยชน์ โดยเฉพาะตัวทั้งต่อตัวนักเรียนและครูผู้สอน มากกว่าการเรียนแบบบรรยาย

Carolyn A. Scott (1994) ศึกษาการตอบสนองหรือกระตือรือร้นกลับความรู้ของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยการใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับพลังงานและเวลา พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายและให้เหตุผลสูงขึ้นและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนตามปกติ

จากงานวิจัยในและต่างประเทศ แสดงให้เห็นว่าการฝึกและพัฒนาความสามารถ ด้านทักษะวิจัย และทักษะด้านความคิดประเภทต่าง ๆ นั้น สามารถทำได้หลายรูปแบบ ทั้งการใช้ แบบฝึกทักษะกระบวนการคิดทั้ง 4 ด้าน แบบฝึกทักษะการคิดเฉพาะ ทักษะชุดกิจกรรมส่งเสริม ความคิด รวมทั้งการแก้ปัญหา ล้วนช่วยพัฒนาการคิดของนักเรียนให้เกิดขึ้นได้ชัดเจน ทำให้ผู้วิจัย สนใจศึกษาค้นคว้าว่าการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย สามารถใช้พัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค เพื่อให้เกิดทักษะที่ยั่งยืน คงทนจึงต้องใช้ กระบวนการฝึกอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง ตลอดทั้งเทอม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยและการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 22 จำนวน 144 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 จำนวน 24 คน เลือกโดยวิธีเจาะจงนักเรียนที่เรียนในหลักสูตรห้องเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การเป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค

3.2 ตัวแปรในการวิจัย

3.2.1 ตัวแปรต้น (Independent Variables) ได้แก่

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

3.2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

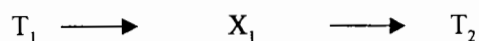
3.2.2.1 ขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย

3.2.2.2 ทักษะการคิดเชิงระบบ

3.2.2.3 ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

3.3 รูปแบบแผนการวิจัย

งานวิจัยนี้มีแบบแผนการวิจัยเป็นแบบ One Group Pre – test Post – test Design



T_1 หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre – test)

X_1 หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานที่เน้นกระบวนการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

T_2 หมายถึง ทดสอบหลังการทดลอง (Post – test)

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.4.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ที่เน้นการพัฒนาจิตความสามารถด้านทักษะวิจัย และทักษะการคิดเชิงระบบ จำนวน 4 แผนการจัดกิจกรรม จำนวน 18 คาบ

3.4.2 แบบประเมินจิตความสามารถด้านทักษะวิจัย ที่แปลและเรียบเรียงมาจาก Test Of integrated Process Skills II ของ Burns, Okey and Wise ซึ่งแปลและเรียบเรียง โดย (สุระ วุฒิพรหม, 2554) แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ

3.4.3 แบบประเมินการคิดอย่างเชิงระบบ

3.4.4 แบบประเมินเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ (Mini Project)

3.4.5 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ที่เน้นการพัฒนาจิตความสามารถด้านทักษะวิจัย และทักษะการคิดเชิงระบบ

3.4.6 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมและสื่อที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แบบโครงงานฐานวิจัย

แผน ที่	เนื้อหา	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนรู้และสื่อ
1	จุดประกาย การเรียนรู้สู่ โครงงาน วิทยาศาสตร์	3	กิจกรรมที่ 1 สนุกคิดกับโครงงานวิทย์ - ตอบคำถามตามสถานการณ์ที่กำหนด - เล่นเกมจับผิดภาพ - สร้างเสียงสัตว์จากถ้วยกระดาษ กิจกรรมที่ 2 วิเคราะห์โครงงาน -นำตัวอย่างโครงงานมาให้ นักเรียนวิเคราะห์ ว่าดี ไม่ดีอย่างไร ตามความคิดของนักเรียน
2	การฝึกคิด ความสามารถ ด้านทักษะ วิจัย	6	กิจกรรมที่ 1 การตั้งคำถาม การกำหนดและควบคุมตัวแปร กิจกรรมที่ 2 การตั้งสมมติฐาน (ตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้) กิจกรรมที่ 3 การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ กิจกรรมที่ 4 ทดลองเพื่อศึกษากฎการเย็นตัวของน้ำ สารละลายน้ำตาล และสารละลายเกลือ กิจกรรมที่ 5 ทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรที่สำคัญต่างๆ ต่อความดันในของเหลว
3	การฝึกทักษะ การคิดเชิง ระบบ	6	กิจกรรมฐานการเรียนรู้โครงงาน กิจกรรมที่ 1 นักสืบใต้ดิน - นักเรียน สังเกต ทดสอบลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมี ของดินในท้องถิ่น ที่มีการนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก จำนวน 1 จุดศึกษา - สำรวจ วิเคราะห์องค์ประกอบของเนื้อดิน เพื่อระบุวัตถุดิบ กำเนิดดิน และอธิบายการใช้ประโยชน์จากดิน และปัญหาเกี่ยวกับดิน จากนั้นวิเคราะห์และเสนอแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพดิน

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมและสื่อที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แบบโครงงานฐานวิจัย (ต่อ)

แผน ที่	เนื้อหา	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนรู้และสื่อ
			- เขียนแผนที่ความคิดที่ได้จากการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมที่ 2 นักสืบสายน้ำ - ให้นักเรียนสำรวจแหล่งน้ำ ในโรงเรียน ศึกษาลักษณะทางกายภาพ - ตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยการตรวจสอบสิ่งมีชีวิตในน้ำด้วยการเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่อยู่บริเวณชายฝั่ง และนำมาหาค่าคะแนน และใช้วัดคุณภาพน้ำอย่างง่าย คือ
3	การฝึกทักษะ การคิดเชิง ระบบ	6	ระดับคะแนน 7.6-10 สะอาดมาก 5.1-7.5 สะอาด 2.6-5.0 พอใช้ 1.0-2.5สกปรก 0 น้ำเน่า - นำผลการศึกษา มาวิเคราะห์ และอธิบายการใช้ประโยชน์จากน้ำและปัญหาเกี่ยวกับน้ำ จากนั้นวิเคราะห์และเสนอแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และ เขียนแผนที่ความคิดเพื่อเป็นแนวทางในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมที่ 3 นักสืบสายลม - นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับไลเคนชนิดต่างๆ จากใบความรู้ และไปสำรวจไลเคนที่บริเวณสวนป่าของโรงเรียน - สร้างความรู้เชื่อมโยงสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เขียนเป็นแผนที่ความคิด แล้วแต่ความสนใจของนักเรียน เช่นการทำเกษตรพอเพียง การปลูกเห็ดและผลิตภัณฑ์จากเห็ด กิจกรรมที่ 4 เศรษฐกิจพอเพียง - ศึกษาแหล่งเรียนรู้ในชุมชน เกี่ยวกับการเศรษฐกิจพอเพียง - นำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงเพื่อนำไปสู่การทำ Mini Project

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมและสื่อที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แบบโครงงานฐานวิจัย (ต่อ)

แผน ที่	เนื้อหา	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนรู้และสื่อ
3	การฝึกทักษะ การคิดเชิง ระบบ	6	- เขียนแผนที่ความคิดแสดงความเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ - กิจกรรมที่ 5 ผ้าหมักโคลน - นำนักเรียนไปศึกษาดูงาน เรียนรู้กระบวนการในการทำผ้าหมักโคลน ที่ศูนย์การเรียนรู้ชุมชน อำเภอหนองสูง - เรียนรู้จากโครงงานเกี่ยวกับผ้าหมักโคลนของโรงเรียนหนองแวงวิทยาคม - มอบหมายให้นักเรียนไป คิด Mini Project เพื่อเตรียมการนำเสนอ
4	การนำเสนอ Mini Project	3	- นำเสนอ Mini Project กลุ่มละ 10-15 นาที โดยเลือกการวิธีการนำเสนอได้หลากหลาย - กรรมการผู้ประเมินซักถามในประเด็นต่างๆ และให้เสนอแนะ (ใช้แบบประเมินการนำเสนอเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ Mini Project)

3.4.7 แบบประเมินจิตความสามารถด้านทักษะวิจัย โดยแบบทดสอบนี้แปลและเรียบเรียงมาจาก Test of Integrated Process Skill II ของ Burns, Okey and Wise โดยผู้วิจัย (สุระวุฒิพรหม, 2554) ซึ่งคำถามแต่ละข้อต้องการคำตอบ 2 แบบ คือ คำตอบหลัก (มี 4 ตัวเลือก A, B, C และ D) และระดับความมั่นใจสำหรับคำตอบหลัก เป็นแบบประเมินที่จัดทำขึ้นเพื่อประเมินทักษะวิจัยทั้ง 6 ด้าน โดยแบ่งเป็น

3.4.7.1 ทักษะการตั้งคำถาม จำนวน 5 ข้อ

3.4.7.2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 5 ข้อ

3.4.7.3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน	จำนวน 5 ข้อ
3.4.7.4 ทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	จำนวน 5 ข้อ
3.4.7.5 ทักษะการออกแบบการทดลอง	จำนวน 5 ข้อ
3.4.7.6 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	จำนวน 5 ข้อ

แต่ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกมาใช้เพียง 25 ข้อเท่านั้น เพราะประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยเพียง 5 ด้าน ยกเว้นทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3.4.8 แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ ใช้ประเมินตามสภาพจริงด้วยวิธีการสังเกตจากแผนที่ความคิด แล้วให้คะแนนแบบประเมินค่า 4 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนโดยชัดเจน ด้วยวิธีการประเมินจากผลงานที่นักเรียนทำ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรม ตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังแสดงในภาคผนวก ข โดยแบบวัดทักษะที่สร้างขึ้นคำนึงถึง สิ่งที่ต้องการหลังจากการเรียนรู้ จะต้องเป็นการพัฒนาอย่างยั่งยืน คือเกิดสมรรถภาพติดตัวไป พิจารณาได้จากผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ในสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ ผ่านการจากปรับปรุงแก้ไข จากผู้เชี่ยวชาญ และหาค่าสหสัมพันธ์ด้วยสถิติ Spearman's Rho

3.4.9 แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ ใช้ประเมินทักษะการคิดเชิงระบบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย เป็นแบบทดสอบ ที่ผู้วิจัยนำมาจากข้อสอบของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ Programme for International Student Assessment: PISA และ โครงการ Trends in International Mathematics and Science Study: TIMMS ซึ่งลักษณะของข้อสอบ PISA ไม่เน้นการประเมินความรู้ที่นักเรียนเรียนอยู่ในห้องเรียน ณ ปัจจุบัน แต่ต้องการสำรวจว่านักเรียนจะใช้เวลาและทักษะในการดำเนินชีวิตได้ดีเพียงใด ซึ่ง PISA เรียกความรู้และทักษะนั้นว่า “การรู้เรื่อง” (Literacy) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ลักษณะข้อสอบมีทั้งแบบเลือกตอบ และคำถามที่ต้องการให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเรื่องที่เขียนมาจากเรื่องราวประเภทที่นักเรียนจะต้องพบในชีวิตจริง ส่วน TIMMS มีการประเมินโดยกำหนดกรอบไว้สองด้านคือ การประเมินเชิงเนื้อหาสาระ (Content Domain) และการประเมินเชิงการคิดหรือการใช้สติปัญญา (Cognitive Domain) รวมทั้งยังประเมินด้านการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ (Science Inquiry) แต่ไม่ได้แยกออกมาประเมินโดยเฉพาะ แต่จะครอบคลุมอยู่ในทุกๆ เนื้อหาสาระที่มีการประเมิน ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ด้าน คือ ความรู้ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เหตุผล ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าสามารถนำมาประเมินทักษะการคิดเชิงระบบได้ ในการเลือกข้อสอบมาใช้วัดทักษะการคิดเชิงระบบในครั้งนี้ ได้เลือกระดับของพฤติกรรมการเรียนรู้ เพียง 2 ระดับ คือการประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เหตุผล

3.4.10 แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย โดยมีประเด็นประเมินทั้งหมด 4 ด้าน แล้วให้นักเรียนความคิดเห็น ดังแสดงในภาคผนวก จ โดยมีระดับความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคอร์ท (Likert) 5 ระดับ ดังนี้

- ระดับคะแนน 5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
- ระดับคะแนน 4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
- ระดับคะแนน 3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
- ระดับคะแนน 2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
- ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.5 ขั้นตอนการสร้าง และพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย

3.5.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

3.5.1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์

3.5.1.2 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามขั้นตอน รูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการโครงงานฐานวิจัย โดยกำหนดจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อประกอบการเรียน รวมทั้งวิธีการวัดและประเมินผลในแต่ละแผนการสอน โดยแยกเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ตามตารางที่ 3.1

3.5.1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และพิจารณาให้ข้อคิดเห็น แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข

3.5.1.4 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขไปให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

3.5.1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยตามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมที่เน้นทักษะการวิจัย (ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์) และสอดแทรกความรู้เกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติการทดลอง และฝึกทักษะการนำเสนอ

3.5.2 แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย

3.5.2.1 คัดเลือกจากแบบทดสอบที่แปลและเรียบเรียงมาจาก Test of Integrated Process Skill II ของ Burns, Okey and Wise โดย ดร.สุระ วุฒิพรหม ซึ่งคำถามแต่ละข้อต้องการคำตอบ 2 แบบ คือ คำตอบหลัก (มี 4 ตัวเลือก A, B, C และ D) และระดับความมั่นใจสำหรับคำตอบหลัก เป็นแบบประเมินที่จัดทำขึ้นเพื่อประเมินทักษะวิจัยทั้ง 6 ด้าน โดยแบ่งเป็น

- | | |
|--|-------------|
| 1) ทักษะการตั้งคำถาม | จำนวน 5 ข้อ |
| 2) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร | จำนวน 5 ข้อ |
| 3) ทักษะการตั้งสมมติฐาน | จำนวน 5 ข้อ |
| 4) ทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร | จำนวน 5 ข้อ |
| 5) ทักษะการออกแบบการทดลอง | จำนวน 5 ข้อ |
| 6) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป | จำนวน 5 ข้อ |

ผู้วิจัยคัดเลือกด้านที่ 1-5 เพื่อใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ผลโดยผู้วิจัย (สุระ วุฒิพรหม, 2554) ได้สร้างแบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และ กำหนดพฤติกรรมย่อยและเกณฑ์ในการประเมินทักษะแต่ละด้าน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง	ดี
ค่าเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง	พอใช้
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง	ต้องปรับปรุง

3.5.2.2 นำแบบทดสอบที่เลือก เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบว่าตรงตามเนื้อหา และตามทักษะที่ต้องการวัด

3.5.2.3 จัดพิมพ์แบบทดสอบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลจากนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อไป

3.5.3 แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ

3.5.3.1 ศึกษาหลักสูตร หนังสือแบบเรียน วัตถุประสงค์การเรียนรู้วิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2551 ศึกษาหลักสูตรห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อรวบรวมเนื้อหาที่นักเรียนต้องศึกษา ในรายวิชา IS และ โครงงานวิทยาศาสตร์

3.5.3.2 ศึกษาเอกสารและรายงานผลการวิจัยการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาทักษะการคิด

3.5.3.3 สร้างแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ ซึ่งเป็นแบบให้คะแนน แบบประเมินค่า 4 ระดับ

3.5.3.4 นำแบบประเมินทักษะการออกแบบการทดลอง ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.5.3.5 นำแบบประเมินทักษะการออกแบบการทดลอง ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร หาค่าความสอดคล้องของผู้ให้คะแนน (Interater) โดยมีผู้ให้คะแนนจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ จำนวน 2 คน และนักเรียนที่ส่งผลงานนำมาทดลองการให้คะแนนจากแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง จำนวน 20 คนแล้วนำผลการให้คะแนนจากผู้ให้คะแนนสองคน มาหาค่าสหสัมพันธ์ด้วยสถิติ Speaman' Rho มีค่าเท่ากับ .864 (โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS)

3.5.3.6 นำไปเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบ แล้วปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2 แบบประเมินที่ได้เป็นแบบประเมินที่นำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.5.4 แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ

3.5.4.1 ศึกษาหลักสูตร หนังสือแบบเรียน วัตถุประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2551 ศึกษาหลักสูตรห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อรวบรวมเนื้อหา ที่นักเรียนต้องศึกษาในรายวิชา IS และโครงการวิทยาศาสตร์

3.5.4.2 ศึกษาเอกสาร และรายงานผลการวิจัยการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการคิดการคิด

3.5.4.3 ศึกษาเอกสาร รายงานผลการประเมินความสามารถของนักเรียนไทยใน ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และการอ่านในระดับนานาชาติ เช่น TIMSS 1995-2007 PISA 2000-2006

3.5.4.4 ศึกษารายละเอียดและตัวอย่างข้อสอบของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ Programme for International Student Assessment: PISA และโครงการ Trends in International Mathematics and Science Study: TIMMS เพื่อคัดเลือกมาใช้เป็นข้อสอบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ

3.5.4.5 คัดเลือกข้อสอบจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ Programme for International Student Assessment: PISA และโครงการ Trends in International

Mathematics and Science Study) โดย เลือกข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์และระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ ตั้งแต่ การประยุกต์ใช้ความรู้ ซึ่งเป็นความสามารถในการเปรียบเทียบ การเทียบเคียง และการจัดประเภทที่เกิดจากข้อมูล แนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และใช้ความรู้ความเข้าใจแนวคิดและหลักการในการหาคำตอบของปัญหา หรือการสร้างคำอธิบาย ในการสร้างคำอธิบายนักเรียนควรจะ สามารถใช้แผนผังแผนภาพ หรือแบบจำลอง เพื่อประกอบการอธิบายโครงสร้างหรือความสัมพันธ์ และแสดงความรู้ในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และ ระดับการใช้เหตุผล เป็นการใช้เหตุผลและการ วิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ที่มากกว่าปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ไม่เคยชิน ในบริบทที่ซับซ้อน ยิ่งขึ้น และมีปัญหาที่มีขั้นตอนซับซ้อนกว่าที่เคยพบเป็นประจำ จุดประสงค์หนึ่งของการศึกษา วิทยาศาสตร์คือการเตรียมนักเรียนให้มีความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหาการสร้างคำอธิบาย และ การขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ เป็นภารกิจเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนมากขึ้นใน สถานการณ์การแก้ปัญหาบางอย่างที่ไม่คุ้นเคยหรือที่มีบริบทที่ซับซ้อนนักเรียนต้องใช้เหตุผลจาก หลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ นักเรียนอาจจะต้องแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ อาจ ต้องวิเคราะห์ว่ามีหลักการใดบ้างเข้ามาเกี่ยวข้อง ต้องใช้สมการ สูตร ความสัมพันธ์ที่เหมาะสมต้อง ใช้เทคนิค การวิเคราะห์ การประเมินคำตอบ การได้คำตอบที่ถูกต้องอาจมาจากการใช้กลยุทธ์ที่ แตกต่างกันหลายแบบ และการเลือกกลยุทธ์ เหล่านี้เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นในนักเรียนการ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เหตุผลตามนิยามของ TIMSS มีพฤติกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 พฤติกรรมการเรียนรู้ ในขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้ ตามนิยามของ โครงการ TIMSS

ระดับพฤติกรรม	ตัวบ่งชี้
1. การเปรียบเทียบ การเทียบเคียง การจัดจำแนกประเภท (Compare Contrast Classify)	ระบุหรืออธิบายความเหมือนและความแตกต่างระหว่าง กลุ่มของสิ่งมีชีวิต สาร หรือกระบวนการ เช่น การจำแนก การจัดประเภท หรือกำหนดความเฉพาะของสาร สิ่งมีชีวิต และกระบวนการตามคุณลักษณะและสมบัติ
2. การใช้แบบจำลอง (Use Model)	การใช้แผนผังหรือแบบจำลองอธิบายความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โครงสร้าง ความสัมพันธ์ กระบวนการ ระบบหรือวงจรของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต (เช่น สายใยอาหาร วงจรไฟฟ้า วงจรน้ำ พลังงาน แสงอาทิตย์และโครงสร้างอะตอม)

ตารางที่ 3.2 พฤติกรรมการเรียนรู้ ในขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้ ตามนิยามของโครงการ TIMSS
(ต่อ)

ระดับพฤติกรรม	ตัวบ่งชี้
3. ความสัมพันธ์ (Relate)	ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตที่เกิดจากการสังเกตพบ หรือคุณสมบัติ พฤติกรรมที่อ้างอิง
4. การตีความจากข้อมูล (Interpret Information)	การแสดงข้อมูล ตาราง หรือกราฟฟิคจากแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
5. การหาข้อสรุป (Find Solution)	การระบุหรือใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์หรือสูตรคำนวณหาข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพเพื่ออธิบายแนวคิด
6. การอธิบาย (Explain)	บ่งชี้และอธิบายสิ่งที่สังเกตพบหรือการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจภายใต้แนวคิด กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 3.3 พฤติกรรมการเรียนรู้ ในขั้นการใช้เหตุผล ตามนิยามของโครงการ TIMSS

ระดับพฤติกรรม	ตัวบ่งชี้
1. การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา (Analyze Solve Problems)	วิเคราะห์ปัญหาด้วยการอธิบายถึงความเชื่อมโยง แนวคิด และขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา การพัฒนาและอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา
2. การบูรณาการ การสังเคราะห์ (Integrate Synthesize)	ลงข้อสรุปของปัญหา โดยพิจารณาเกี่ยวกับจำนวนของความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบ หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน แสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดหรือหัวข้อที่เหมือนกันหรือตรงข้ามกัน บูรณาการแนวคิดหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการหาข้อสรุปของปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 3.3 พฤติกรรมการเรียนรู้ ในขั้นการใช้เหตุผล ตามนิยามของโครงการ TIMSS (ต่อ)

ระดับพฤติกรรม	ตัวบ่งชี้
3. การตั้งสมมติฐาน การทำนาย (Hypothesize Predict)	สร้างความรู้จากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ด้วยข้อมูลจากประสบการณ์หรือการสังเกตที่สร้างคำถามที่สามารถค้นหาคำตอบได้ เช่น ตรวจสอบทฤษฎีโดยใช้ความรู้จากการสังเกตและหรือวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์และกรอบแนวคิด เช่น ทำนายเกี่ยวกับผลจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพและกายภาพจากพยานหลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. การออกแบบ วางแผน (Design Plan)	ออกแบบและวางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมหรือการตรวจสอบทฤษฎี อธิบายหรือรู้จักคุณลักษณะการออกแบบการสำรวจตรวจสอบที่ดี ด้วยการควบคุมตัวแปรและปัจจัยที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ตัดสินใจเกี่ยวกับการวัดหรือกระบวนการที่จะนำมาใช้ในการสำรวจตรวจสอบ
5. การลงข้อสรุป (Draw Conclusions)	ตรวจสอบ สืบหารูปแบบของข้อมูล อธิบายหรือลงข้อสรุปแนวโน้มจากข้อมูล การอ้างอิงที่มีเหตุผลจากพยานหลักฐานหรือความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เช่น ลงข้อสรุปที่เหมาะสมจากคำถามหรือทฤษฎี และแสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น
6. การสร้างกฎเกณฑ์ทั่วไป (Generalize)	สร้างข้อสรุปทั่วไปที่นอกเหนือไปจากการทดลองหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้และประยุกต์ใช้สร้างข้อสรุปใหม่ที่เหมาะสม เช่น กำหนดกฎทั่วไปที่แสดงถึงความสัมพันธ์ทางกายภาพที่เกิดขึ้น
7. การประเมิน (Evaluate)	ให้นำนักข้อดีและข้อด้อยเพื่อใช้ตัดสินใจเลือกวิธีการปฏิบัติวัตถุแหล่งที่มา เช่น การพิจารณาตามหลักวิทยาศาสตร์และปัจจัยทางสังคมที่ได้รับผลกระทบจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเมินการวางแผนหรือแนวทางการแก้ปัญหาและข้อสรุปที่เป็นทางเลือก เช่น ประเมินผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลสำคัญเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้

ตารางที่ 3.3 พฤติกรรมการเรียนรู้ ในขั้นการใช้เหตุผล ตามนิยามของโครงการ TIMSS (ต่อ)

ระดับพฤติกรรม	ตัวบ่งชี้
8. การตัดสินใจยืนยันคำตอบ (Justify)	ใช้พยานหลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เหตุผลอธิบายและแก้ปัญหา เช่น การโต้แย้งที่มีเหตุผลรองรับปัญหา ข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบหรือการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3.5.4.6 นำแบบทดสอบที่เลือก เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบว่าตรงตามเนื้อหา และตามทักษะที่ต้องการวัด

3.5.4.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลจากนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อไป

3.5.5 แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

3.5.5.1 ศึกษาหลักสูตร หนังสือแบบเรียน วัตถุประสงค์การเรียนรู้

3.5.5.2 ศึกษาเอกสารหลักการและทฤษฎีทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

3.5.5.3 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ระดับความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของ ลิเคอร์ท (Likert) 5 ระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

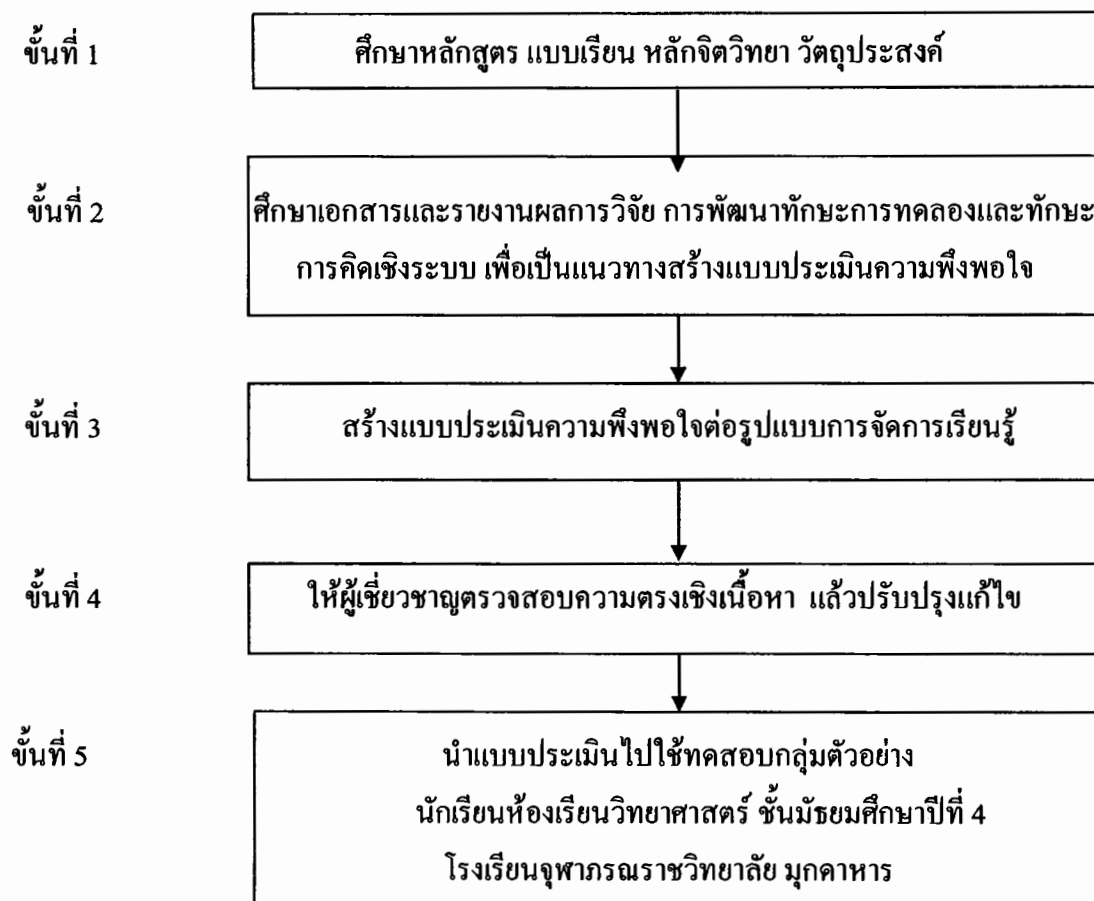
ระดับคะแนน 2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.5.5.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบ

3.5.5.5 ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขนำแบบประเมินความพึงพอใจไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

**สรุปขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนจัดการเรียนรู้
แบบโครงงานฐานวิจัย**



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

3.6 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาการจัดการเรียนรู้วิชา วิทยาศาสตร์ จากการศึกษาที่ได้สอบถามครูผู้สอนและสัมภาษณ์นักเรียนที่เคยเรียนมาแล้ว รวมทั้งศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.6.2 เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงคือ นักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ทำการวัดความรู้จากแบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย และประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ เพื่อตรวจสอบผลก่อนเริ่มการทดลองว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

3.6.3 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล จากการประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ก่อนเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ตามขั้นตอน

3.6.4 ผู้วิจัยจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย และทักษะการคิดเชิงระบบ

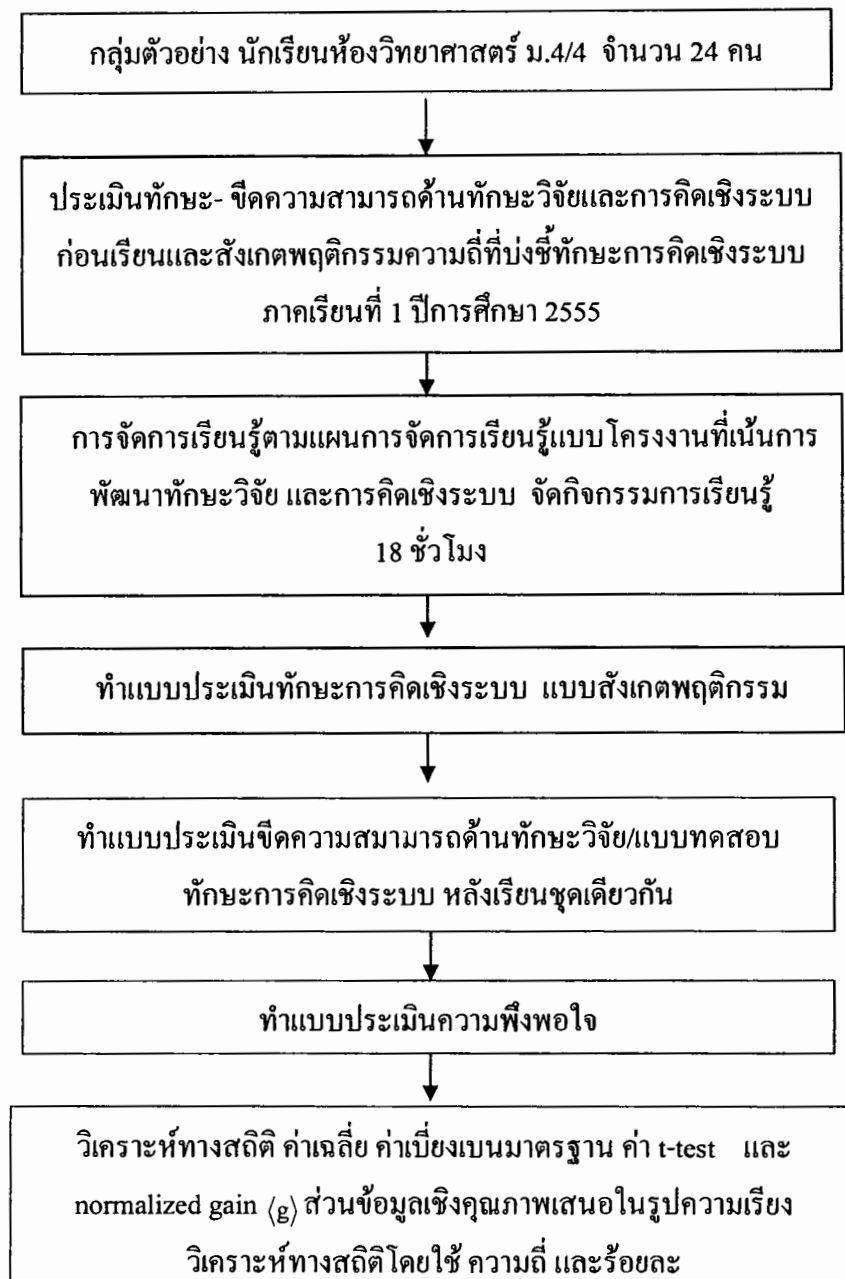
3.6.5 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยก่อนจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงระบบก่อน และสังเกตพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการมีทักษะการคิดเชิงระบบตามแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ และแบบสังเกตพฤติกรรม ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.6.6 เมื่อสอนจบตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูได้วางไว้ ทำการทดสอบนักเรียนด้วยแบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ชุดเดียวกันกับก่อนการทำกิจกรรม

3.6.7 ผู้วิจัยวัดทักษะการคิดเชิงระบบจากแบบทดสอบการคิดเชิงระบบ ชุดเดียวกัน ทั้งก่อนและหลังการจัดกิจกรรม

3.6.8 ผู้วิจัยทำการวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

3.6.9 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยวิธีการทางสถิติ และข้อมูลเชิงคุณภาพเสนอในรูปความเรียง



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.7.1 แบบประเมินวัดความสามารถด้านทักษะวิจัย วิเคราะห์ข้อมูล แสดงผลในรูปของความเรียง และใช้สถิติ คือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างวัดความสามารถด้านทักษะวิจัย กับความมั่นใจในการตอบคำถามหลัก โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

3.7.2 แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ คือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตรดังนี้

3.7.2.1 การหาค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด, 2535 : 102) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียน

3.7.2.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2535 : 103) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X แทน คะแนนแต่ละตัว
 n แทน จำนวนนักเรียน
 $\sum$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

3.7.2.3 ค่าร้อยละ หาได้จากสูตร

$$P = \frac{\text{คะแนนที่ได้} \times 100}{\text{คะแนนเต็ม}}$$

3.7.3 แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงระบบหลังจากนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ คือค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตรเช่นเดียวแบบทดสอบบโนมิติที่คลาดเคลื่อน ทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเดียวกันโดยใช้สถิติทดสอบสมมติฐานแบบ Dependent samples test ส่วนความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติทดสอบสมมติฐานแบบ Independent samples test โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
$\sum D$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของ ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของ ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนนยกกำลังสอง
$(\sum D)^2$	แทน	ยกกำลังสอง ของ ผลรวมทั้งหมดของ ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.7.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนและความก้าวหน้าทางทักษะการออกแบบการทดลอง
วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธี Average normalized gain $\langle g \rangle$ ซึ่งหาได้จากผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) หารด้วยผลการเรียนรู้ที่มีโอกาสเพิ่มสูงสุด (Maximum possible gain) กำหนดระดับของความก้าวหน้าทางการเรียนโดยวิธี Average normalized gain เป็น 3 ระดับคือ low gain ($\langle g \rangle \leq 0.3$) medium gain ($0.3 < \langle g \rangle < 0.7$) และ high gain ($\langle g \rangle \geq 0.7$) (Hake, R.R., 2013) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{\%post - \%pre}{100 - \%pre}$$

เมื่อ $\langle g \rangle$	แทน	ค่า normalized gain
$\% post$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์
$\% pre$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

3.7.5 แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย โดยหาค่าเฉลี่ย (mean)

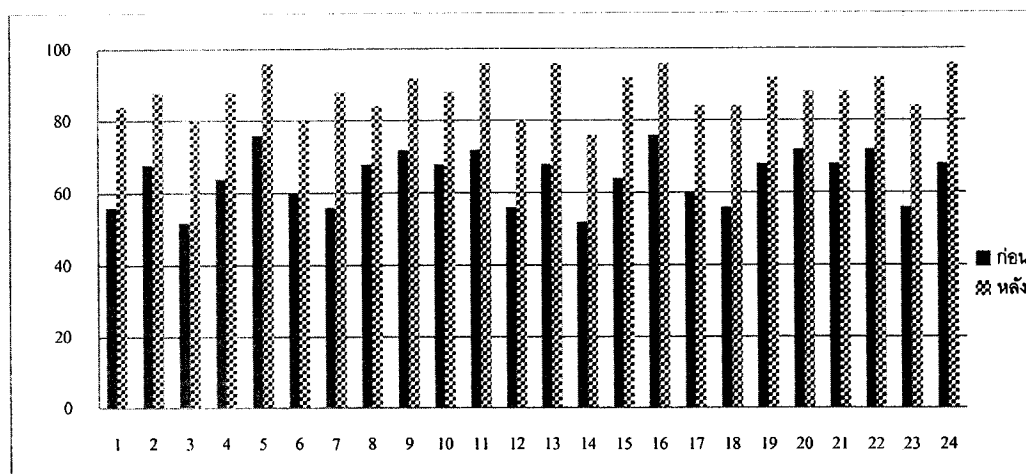
บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย พัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ และศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 22 โดยผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลเป็น 5 ตอนตามลำดับ ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ศึกษาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย 5 ด้าน คือ ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์จำนวน 24 คน โดยนำข้อมูลคะแนนจากแบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย (Research Skill Competency Test) ที่แปลและเรียบเรียงมาจาก Test of Integrated Process Skill II ของ Burns, Okey and Wise (สุระ วุฒิพรหม, 2554) ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน มาทำการเปรียบเทียบ พบว่านักเรียนทุกคนมีความก้าวหน้าของขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ร้อยละของคะแนนการประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย 5 ด้านก่อนเรียนและหลังเรียน

จากภาพที่ 4.1 เป็นการเปรียบเทียบ ร้อยละของคะแนนการประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย 5 ด้าน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยทั้ง 5 ด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความก้าวหน้าของขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย 5 ด้าน ในภาพรวม อยู่ในระดับกลาง มีค่า $\langle g \rangle$ เป็น 0.66 โดยมีขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยในทักษะด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร สูงกว่าทักษะวิจัยด้านอื่น โดยคิดเป็นร้อยละจากคะแนนทักษะวิจัยหลังเรียน เท่ากับ 97.50 ส่วนทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร คิดเป็นร้อยละ 94.17, 89.17, 80.83 และ 78.33 ตามลำดับ และจากข้อมูลดังกล่าวเมื่อนำมาวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางด้านขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย 5 ด้าน แยกเป็นรายบุคคล โดยใช้วิธี average normalized gain: $\langle g \rangle$ พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้าของขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย 5 ด้าน อยู่ในระดับ สูงคือมีค่าเฉลี่ยความก้าวหน้า สูงกว่า 0.7 อยู่สามทักษะได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร สูงสุด คือ มีค่า $\langle g \rangle$ เป็น 0.79 รองลงมาคือ ทักษะการออกแบบการทดลอง $\langle g \rangle$ เท่ากับ 0.73 และ ทักษะการตั้งสมมติฐาน มีค่า $\langle g \rangle$ เป็น 0.70 ส่วนทักษะที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้าของขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ในระดับกลาง คือมีค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าเป็น 0.55 และ 0.53 คือ ทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร และทักษะการตั้งคำถาม ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบโครงงานฐานวิจัยที่เน้นทักษะการคิดเชิงระบบ ในการวิจัยครั้งนี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการของขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ในด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร สูงขึ้นมากเมื่อเทียบกับทักษะวิจัยอื่นๆ

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และความก้าวหน้าของขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย 5 ด้าน

ทักษะวิจัย	การทดสอบ	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	SD	<g>
การตั้งคำถาม	ก่อนเรียน	4.38	87.50	0.49	0.53
	หลังเรียน	4.71	94.17	0.46	
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ก่อนเรียน	4.42	88.33	0.50	0.79
	หลังเรียน	4.88	97.50	0.34	
การตั้งสมมติฐาน	ก่อนเรียน	1.79	35.83	0.59	0.70
	หลังเรียน	4.04	80.83	0.75	
การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	ก่อนเรียน	2.58	51.67	1.14	0.55
	หลังเรียน	9.92	78.33	0.88	
การออกแบบการทดลอง	ก่อนเรียน	2.96	59.17	1.12	0.73
	หลังเรียน	4.46	89.17	0.72	

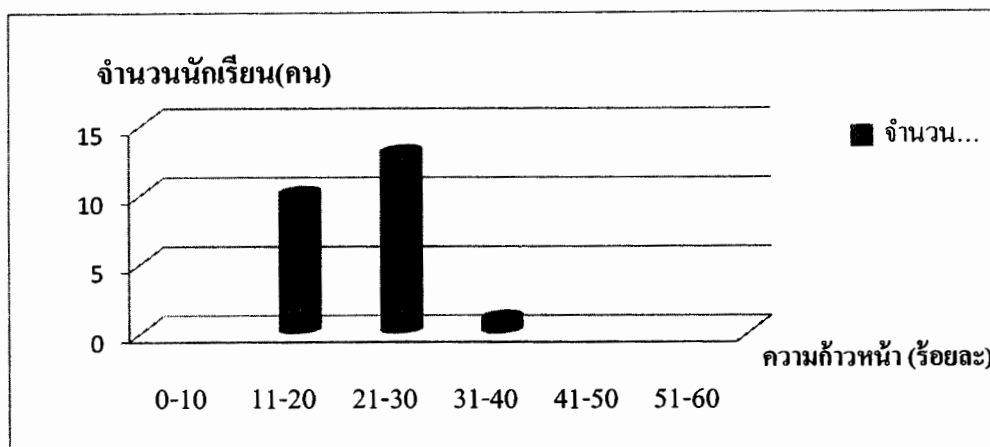
เมื่อนำข้อมูลคะแนนขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ดังกล่าวไปทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติในภาพรวม พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 16.13 คะแนน และ 22.00 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยรวมทั้ง 5 ด้านพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐาน

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากคะแนนขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	$\bar{X}$	ร้อยละ	SD	SD_d	t	Sig.
ก่อนเรียน	16.13	64.50	1.87	1.08	26.75 *	0.0000
หลังเรียน	22.00	88.00	1.47			

$t_{.05} (df = 23) = 1.712$ *แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนจิตความสามารถด้านทักษะวิจัยก่อนเรียนและหลังเรียนรายบุคคล แล้ววิเคราะห์ความก้าวหน้ารายบุคคล ได้ระดับความก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละคน โดยร้อยละของความก้าวหน้าของคะแนนจิตความสามารถด้านทักษะวิจัย ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 ร้อยละของความก้าวหน้าของคะแนนการประเมินจิตความสามารถด้านทักษะวิจัยก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

เมื่อพิจารณาแผนภูมิภาพที่ 4.2 พบว่าจำนวนนักเรียน 13 คนมีร้อยละความก้าวหน้าอยู่ในช่วงร้อยละ 21-30 รองลงมา มีจำนวนนักเรียน 10 คน มีร้อยละความก้าวหน้าอยู่ในช่วงร้อยละ 11-20 และพบว่ามีนักเรียนเพียง 1 คน ที่มีร้อยละความก้าวหน้าอยู่ในช่วงร้อยละ 31-40 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบโครงงานฐานวิจัย มีจิตความสามารถด้านทักษะวิจัยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 4.3)

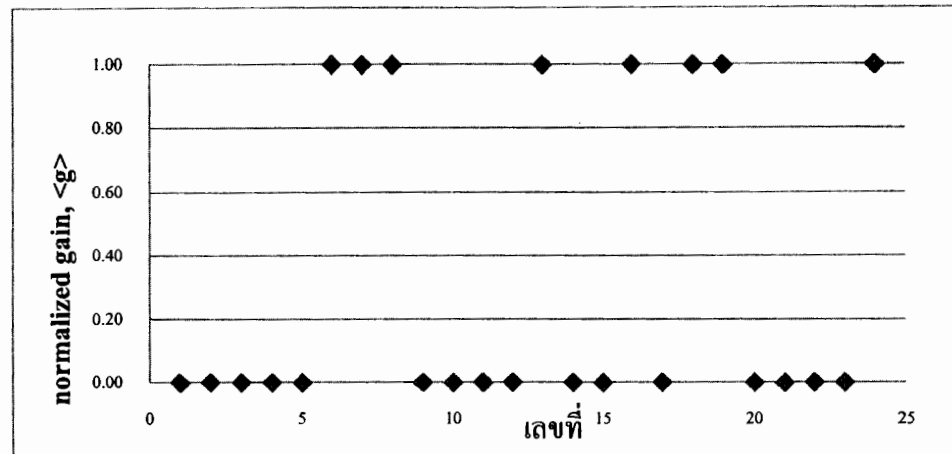
ตารางที่ 4.3 คะแนนขีดความสามารถด้านทักษะวิทย์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	Sig.
ก่อนเรียน	25	19	13	16.13	64.50	1.87	26.75*	0.0000
หลังเรียน	25	24	19	22.00	88.00	1.47		

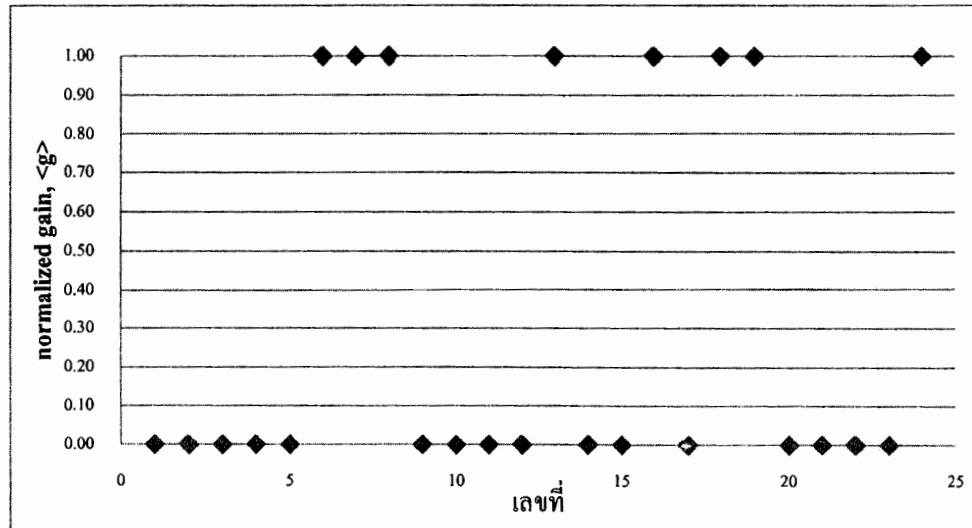
$t_{0.05} (df = 23) = 1.712$ *แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นอกจากนี้เมื่อทำการศึกษาความก้าวหน้าของแต่ละด้าน เป็นรายบุคคล พบว่านักเรียนที่มีความก้าวหน้าของขีดความสามารถด้านทักษะวิทย์ ในด้านทักษะการตั้งคำถาม และด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทั้ง 2 ทักษะ มีนักเรียนจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความก้าวหน้าอยู่ระดับสูง และมีนักเรียนจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 เป็นนักเรียนในกลุ่มที่มีความก้าวหน้าอยู่ระดับต่ำ และจากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบนักเรียนในกลุ่มที่มีความก้าวหน้าระดับกลาง ส่วนทักษะกำหนดและควบคุมตัวแปร พบว่านักเรียนที่อยู่ในระดับสูงมีจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 45.83 และระดับต่ำ 13 คน คิดเป็นร้อยละ 54.17 และไม่พบนักเรียนในกลุ่มที่มีความก้าวหน้าระดับกลาง เช่นเดียวกับทักษะด้านการตั้งคำถาม ดังแสดงในภาพที่ 4.2 4.3 4.4 และ 4.5 ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าว จะเห็นว่า ทั้งทักษะการตั้งคำถามและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีนักเรียนกลุ่มที่มีค่า $\text{normalized gain} : <g> = 0.00$ นักเรียนกลุ่มนี้จะจัดออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่มีคะแนนความก้าวหน้า เนื่องจากทำคะแนนก่อนสอบได้สูงสุดของคะแนนในด้านนั้นแล้ว ซึ่งในทักษะการตั้งคำถาม มีจำนวน 9 คน และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละของผู้ที่ได้คะแนนความก้าวหน้าระดับต่ำ 56.25 และ 76.92 ตามลำดับ ส่วนอีกกลุ่มหนึ่ง คือนักเรียนที่ทำคะแนนประเมินทักษะหลังเรียน ได้เท่ากับก่อนเรียน ซึ่งมีจำนวน 7 คน ในทักษะการตอบคำถาม และ จำนวน 3 คน ในทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดเป็นร้อยละของผู้ที่ได้คะแนนความก้าวหน้าระดับต่ำ 43.75 และ 23.08 ตามลำดับ จากผลดังกล่าว แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ไม่ได้ส่งผลต่อการพัฒนาขีดความสามารถทักษะวิทย์ ในด้านทักษะการตั้งคำถามและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร โดยตรง ซึ่งอาจเนื่องมาจาก ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยไม่ได้ช่วยส่งเสริมหรือพัฒนา

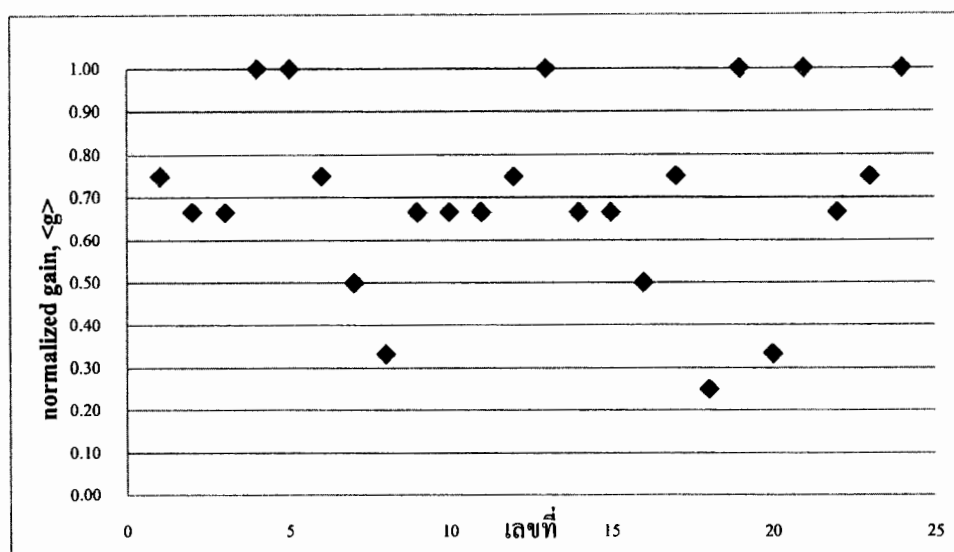
ทักษะทั้งสองด้านโดยตรง หรือนักเรียนบางคนก็มีทักษะในด้านนี้ดีอยู่แล้ว จึงทำให้ไม่เห็นผลของการพัฒนาอย่างชัดเจนเท่าที่ควร



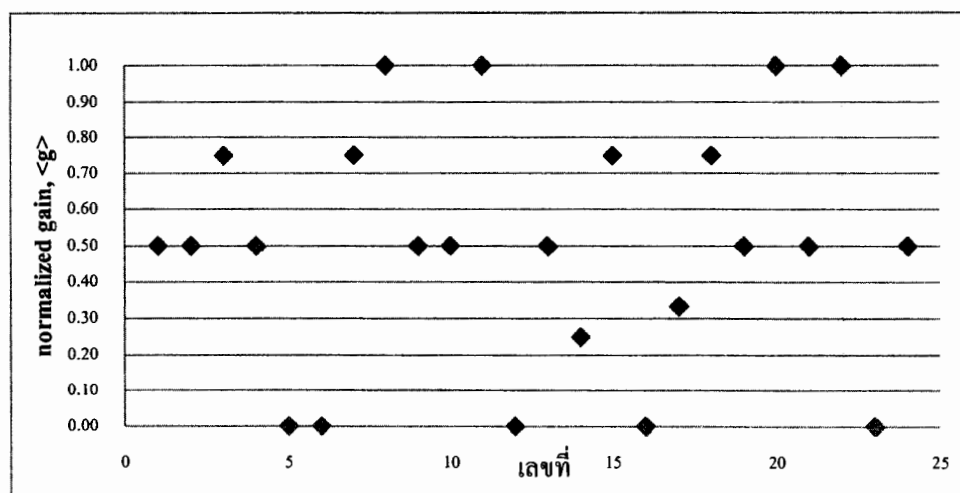
ภาพที่ 4.3 ค่า normalized gain: $\langle g \rangle$ ของคะแนนประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ด้านการตั้งคำถามแยกเป็นรายบุคคล



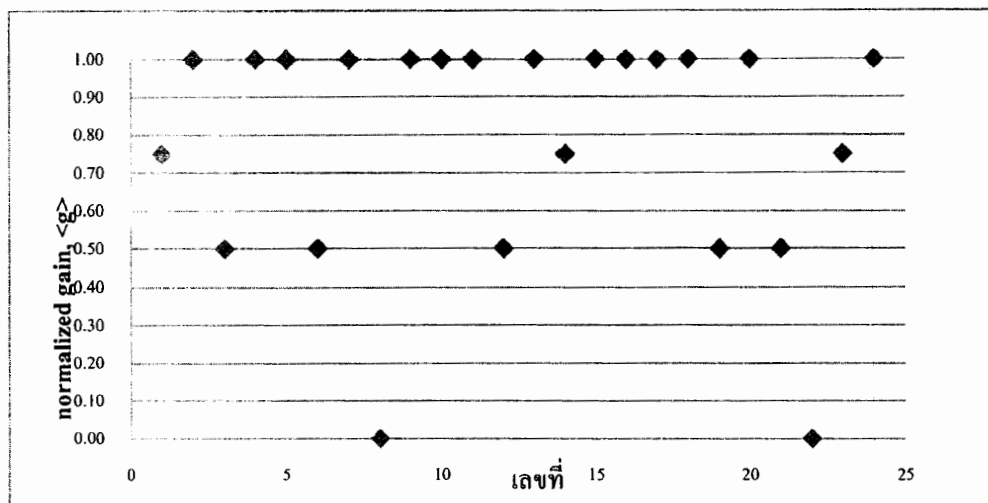
ภาพที่ 4.4 ค่า normalized gain: $\langle g \rangle$ ของคะแนนประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร แยกเป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.5 ค่า normalized gain: <g> ของคะแนนประเมินของคะแนนประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยด้านการตั้งสมมติฐานแยกเป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.6 ค่า normalized gain: <g> ของคะแนนประเมินของคะแนนประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยด้านการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร แยกเป็นรายบุคคล



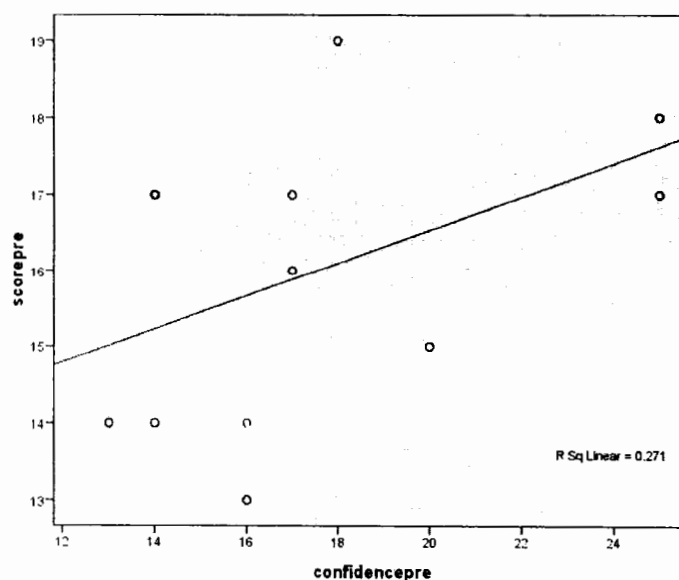
ภาพที่ 4.7 ค่า normalized gain: <g> ของคะแนนประเมินของคะแนนประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยด้านการออกแบบการทดลอง แยกเป็นรายบุคคล

จากผลการเปรียบเทียบการประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ของผู้เรียนที่พบว่า นักเรียนทุกคนมีความก้าวหน้าของขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ช่วยให้นักเรียนรู้จักกระบวนการวิจัย ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติ นอกจากนี้ยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนากระบวนการเรียนรู้และสร้างหรือแสวงความรู้ด้วยตนเองจากคำถามทั่วไปที่สนใจ และพัฒนาเป็นคำถามวิจัยที่สามารถออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบได้ในที่สุด นอกจากนี้กิจกรรมที่จัดให้กับผู้เรียน เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ของนักเรียน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงทั้งในโรงเรียนและชุมชน เป็นเรื่องใกล้ตัว จึงทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียน จึงตั้งใจและมีส่วนร่วมในกระบวนการต่างๆ อย่างจริงจัง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดาลารีน อับดุลฮานูง (2553) ที่พบว่าเมื่อใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน ร่วมกับโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้ในระดับดี และงานวิจัยของจารูวรรณ เสียงไพเราะ (2554) ที่พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงขึ้น หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องพอลิเมอร์ธรรมชาติ โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และนอกจากจะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสริมสร้างบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับการพัฒนาพหุปัญญา (multiple intelligences) พัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ เช่น ทักษะกระบวนการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความเชื่อมั่นในตนเอง การมีวินัยในการทำงาน และสามารถประยุกต์ใช้ในในชีวิตประจำวัน ด้วยเหตุที่การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะพื้นฐาน เริ่มตั้งแต่ การสังเกต การลงความเห็น นักเรียนได้ออกแบบและทำการทดลองเอง ฝึกการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงสามารถพัฒนานักเรียนให้มีองค์ความรู้วิทยาศาสตร์และสามารถพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยให้สูงขึ้นได้

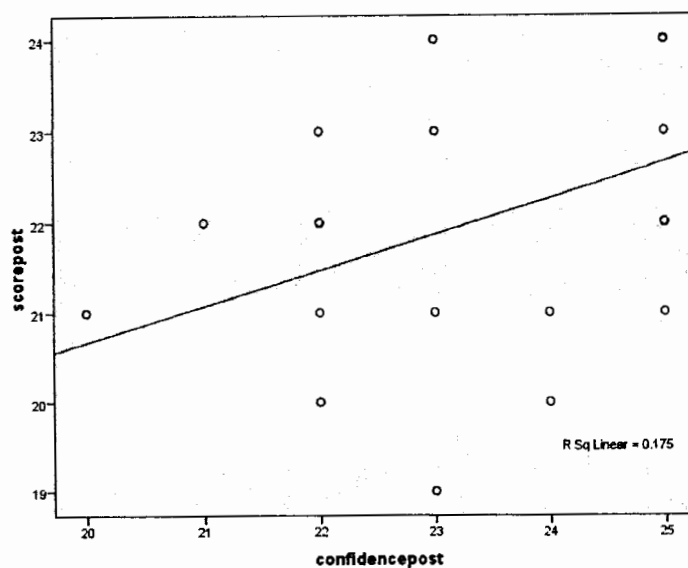
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะวิจัยกับระดับความมั่นใจในการตอบ

แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย (Research Skill Competency Test) เป็นแบบทดสอบแบบ 2 ลำดับขั้น (2-tier conceptual test) ส่วนแรกเป็นคำถามประเภท 4 ตัวเลือก ส่วนที่สองเป็นระดับความเชื่อมั่นในการตอบในสองส่วนแรก เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย กับความมั่นใจในการตอบคำถามหลัก โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย เท่ากับ 0.521 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย เท่ากับ 0.418 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



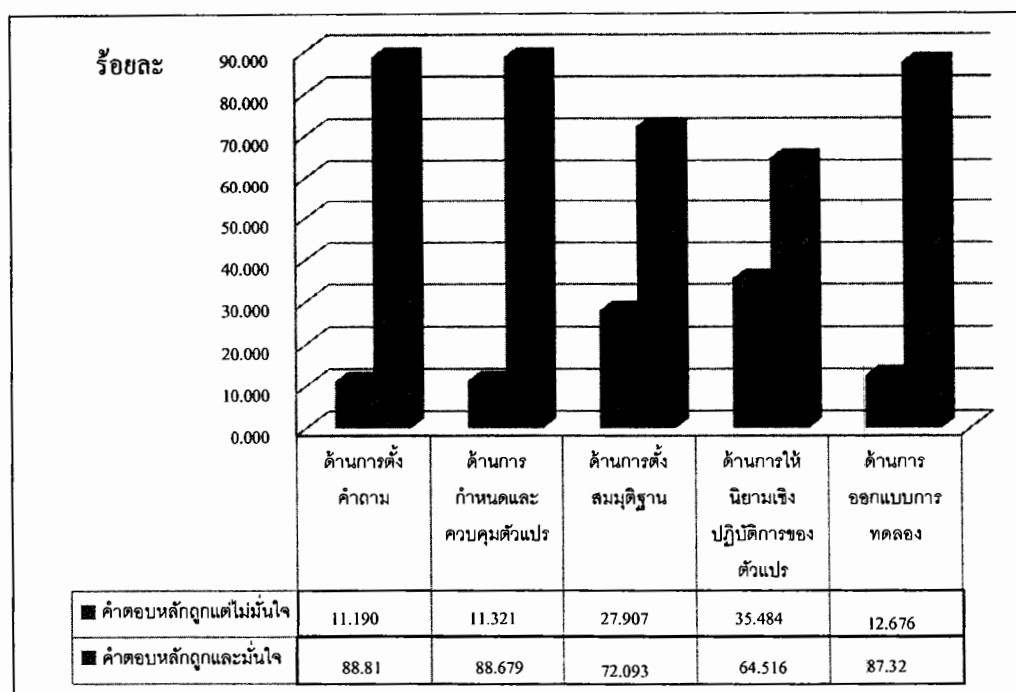
ภาพที่ 4.8 แผนภาพการกระจาย (scatter plot) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจกับคะแนนที่ได้ ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

จากแผนภาพการกระจาย พบว่าระดับความเชื่อมั่นกับคะแนนจากการทำแบบทดสอบมีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวกอยู่ในระดับสูง



ภาพที่ 4.9 แผนภาพการกระจาย (scatter plot) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจกับคะแนนที่ได้ หลังการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย

จากแผนภาพการกระจาย พบว่าระดับความเชื่อมั่นกับคะแนนจากการทำแบบทดสอบมีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวกอยู่ในระดับปานกลาง



ภาพที่ 4.10 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบร้อยละของผู้ตอบข้อคำถามและระดับความมั่นใจ

จากภาพที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่า ร้อยละของผู้ที่ตอบคำตอบหลักถูกและมั่นใจ สูงกว่าร้อยละของผู้ที่ตอบคำตอบหลัก ถูกแต่ไม่มั่นใจ ในทุกชี้วัดความสามารถด้านทักษะวิจัย

4.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบก่อนเรียนและหลังเรียน

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค จำนวน 24 คน โดยนำข้อมูลคะแนนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน มาทำการเปรียบเทียบ ผู้วิจัยใช้แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ จากแผนที่ความคิด (Mind Map) จากข้อคำถามที่ผู้สอนกำหนดเพื่อแสดงทักษะการคิดของผู้เรียน โดยแบ่งการให้คะแนนของแบบประเมินทักษะความคิดเชิงระบบ จำนวน 10 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (ดูในภาคผนวก ง) จำนวน 30 คะแนน และผู้วิจัยยังใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ จำนวน 10 ข้อ คะแนน 30 คะแนน เพื่อให้เห็นผลการประเมินที่ชัดเจน จากตารางที่ 4.4 พบว่านักเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ จากการประเมินจากแบบทดสอบ จะมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 12.21 คิดเป็นร้อยละ 40.42 หลังเรียนเท่ากับ 24.46 คิดเป็นร้อยละ 82.08 ($t = 31.31$) และคะแนนจากแบบประเมินทักษะความคิดเชิงระบบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เป็น 12.13 และ 24.63 คิดเป็นร้อยละ 40.69 และ 81.81 ตามลำดับ ($t = 36.71$) แสดงให้เห็นว่านักเรียน มีทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบก่อนเรียนและหลังเรียน

การประเมิน	การทดสอบ	n	$\bar{X}$	ร้อยละ	SD	t	Sig.
แบบทดสอบ	ก่อนเรียน	24	12.21	40.42	3.44	31.31 *	0.0000
	หลังเรียน	24	24.46	82.08	2.60		
แบบประเมิน	ก่อนเรียน	24	12.13	40.69	2.42	36.71 *	0.0000
	หลังเรียน	24	24.63	81.81	1.69		

*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

และเมื่อทำการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนในทักษะการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค โดยใช้วิธี average normalized gain: $\langle g \rangle$ ซึ่งหาได้จากผล

การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (actual gain) หาดด้วยผลการเรียนรู้ที่มีโอกาสเพิ่มสูงสุด (maximum possible gain) ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6 พบว่าเมื่อประเมินจากแบบทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง คือ มีค่าความก้าวหน้าเฉลี่ยทางการเรียนเท่ากับ 0.69 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง เมื่อประเมินด้วยแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ โดยมีค่าความก้าวหน้าเฉลี่ยทางการเรียนเท่ากับ 0.70 แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนแบบโครงงานฐานวิจัย ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงระบบมากขึ้น

ตารางที่ 4.5 ความก้าวหน้าเฉลี่ย (average normalized gain: $\langle g \rangle$) ของกลุ่มตัวอย่างคิดจากคะแนนแบบทดสอบ

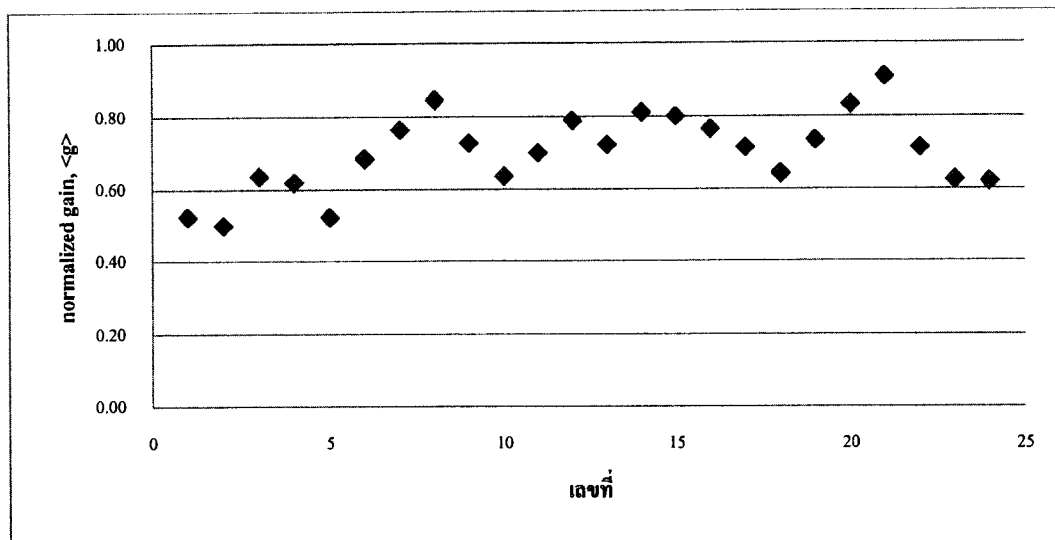
กลุ่ม	Pre-test	Post-test	Actual gain ($\%post - \%pre$)	Maximum possible gain ($100 - \%pre$)	Normalized gain $\frac{\%post - \%pre}{100 - \%pre}$
กลุ่มตัวอย่าง	12.21	24.46	40.83	59.31	0.69 (Medium)

ตารางที่ 4.6 ความก้าวหน้าเฉลี่ย (average normalized gain: $\langle g \rangle$) ของกลุ่มตัวอย่างคิดจากคะแนนแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ

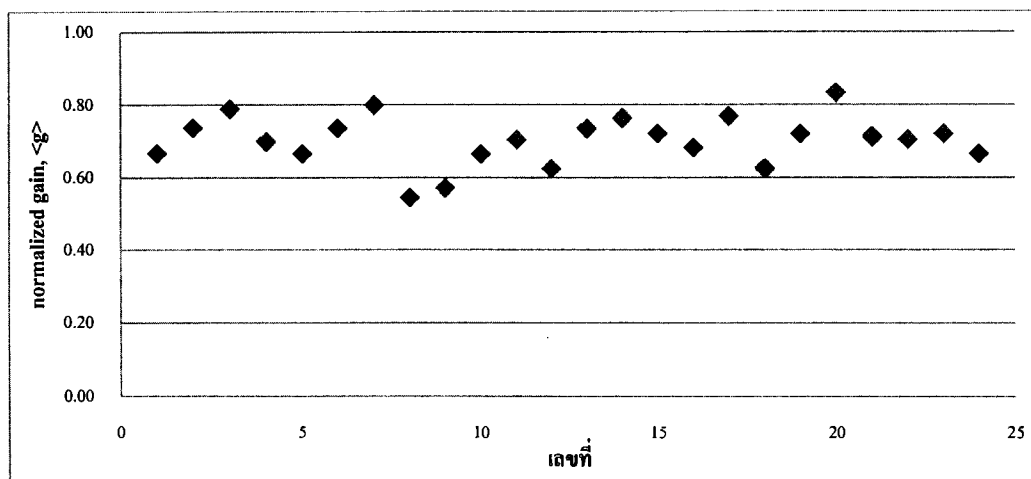
กลุ่ม	Pre-test	Post-test	Actual gain ($\%post - \%pre$)	Maximum possible gain ($100 - \%pre$)	Normalized gain $\frac{\%post - \%pre}{100 - \%pre}$
กลุ่มตัวอย่าง	12.13	24.63	41.67	59.58	0.70 (High)

และจากผลการวิเคราะห์หาค่า normalized gain: $\langle g \rangle$ ของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน pre-test/post-test ของกลุ่มตัวอย่างแบบรายบุคคล พบว่ามีนักเรียนที่มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูง 14 คน คิดเป็นร้อยละ 58.33 และระดับกลาง 10 คน คิดเป็นร้อยละ 41.67 ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับต่ำ ดังแสดงใน ภาพที่ 4.11 และ

จากภาพที่ 4.12 พบว่ามีนักเรียนที่มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูง 15 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 และระดับกลาง 9 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50



ภาพที่ 4.11 ค่า normalized gain: <g> ของคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบ จากแบบทดสอบทักษะการคิด แยกเป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.12 ค่า normalized gain: <g> ของคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบ จากแบบประเมินทักษะการคิด แยกเป็นรายบุคคล

จากผลการวิเคราะห์ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย มีทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก ในแต่ละกระบวนการของการจัดการเรียนรู้

แบบโครงงานฐานวิจัย จะมีขั้นตอนของทักษะการคิดเชิงระบบแทรกอยู่ ดังนั้นนักเรียนจึงได้รับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบอยู่อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งการกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ด้วยจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างหลากหลายจากธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมรอบโรงเรียนและชุมชน มีแหล่งสืบค้นที่ทันสมัย มีการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการคิด ทำให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการได้แสดงความคิดเห็นระหว่างเพื่อนในกลุ่ม ครูมีการกำหนดสถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหา มีการใช้คำถาม การให้ข้อมูลย้อนกลับและการประเมินของครูผู้สอน จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยรวมจะพบว่า นักเรียนมีแนวโน้มที่มีทักษะการคิดเชิงระบบที่สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อารีรัตน์ มัญญา (2554) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมด้วยการเรียนรู้โครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าเคมี มีการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง 4 ประการ คือทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดสังเคราะห์ และการคิดวิจารณ์ สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐาน จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างชิ้นงาน หรือเกิดภาระงานที่เห็นอย่างเป็นรูปธรรม เป็นกลวิธีให้นักเรียนได้ฝึกการวางแผน เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากระบวนการคิดอย่างได้ผล และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภิรนนท์ กล้าหาญ (2548) ที่พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ คือ การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการคิด ทำให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการที่จะแสดงความคิดเห็นระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเรียน และครูมีการสร้างสถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้นักเรียนรู้จักคิด แก้ปัญหา ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้สมองมีการพัฒนาการคิด ส่วนพฤติกรรมของครูเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อม โดยส่งผ่านความสามารถทางด้านเหตุผล ครูที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้สื่อ นวัตกรรมทางการศึกษา ประกอบการสอน และครูที่มีเทคนิคการใช้คำถามที่ส่งเสริมการคิด จะสามารถทำให้นักเรียนเป็นบุคคลที่มีเหตุผล ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงระบบได้ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบ RBL เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ รูปแบบของการเรียนรู้ที่พัฒนาองค์ความรู้และทักษะผ่านภาระงาน ซึ่งจะกระตุ้นความอยากรู้ของนักเรียนและเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง โดยใช้คำถามสำคัญเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการของการเรียนรู้ โดยที่โครงงานนั้นต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียน ในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิดเชิงระบบ เพราะต้องค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างต้นเหตุของปัญหา จากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมองภาพของปัญหาในลักษณะองค์รวม มีความเชื่อมโยงกันทั้งทางตรงและทางอ้อม ขณะทำโครงงานนักเรียนจะเกิดการพัฒนาทักษะที่จำเป็นของศตวรรษที่ 21 เช่นความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี ทำการตัดสินใจได้อย่างรอบคอบ มีความคิดริเริ่ม แก้ไขปัญหาที่ซับซ้อน จัดการกับตนเองได้ และสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ RBL ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ และสามารถนำ

ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการคิดอย่างเป็นระบบ ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยมีขั้นตอนที่ชัดเจน ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เรียกว่าเป็นการเรียนแบบ Active Learning ซึ่งการเรียนรู้นี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย จากการที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง เป็นการส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบได้เป็นอย่างดีนั่นเอง สอดคล้องกับ อารุง จันทวานิช (2548) ที่ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐาน ว่า ในด้านประโยชน์ต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาการเกิดทักษะการใช้การวิจัยในการแสวงหาความรู้ การวางแผนในการแก้ปัญหาหรือการพัฒนา เก็บรวบรวมข้อมูล สรุปผลการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินการพัฒนาทักษะการคิด (Thinking Skill) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving and Resolution Skills) ทักษะการบริหารจัดการเวลา (Time Management Skill) ทักษะการสื่อสาร (Communication Skills) ทักษะการประมวลผล (Computer Skills) และทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life Long Learning Skills)

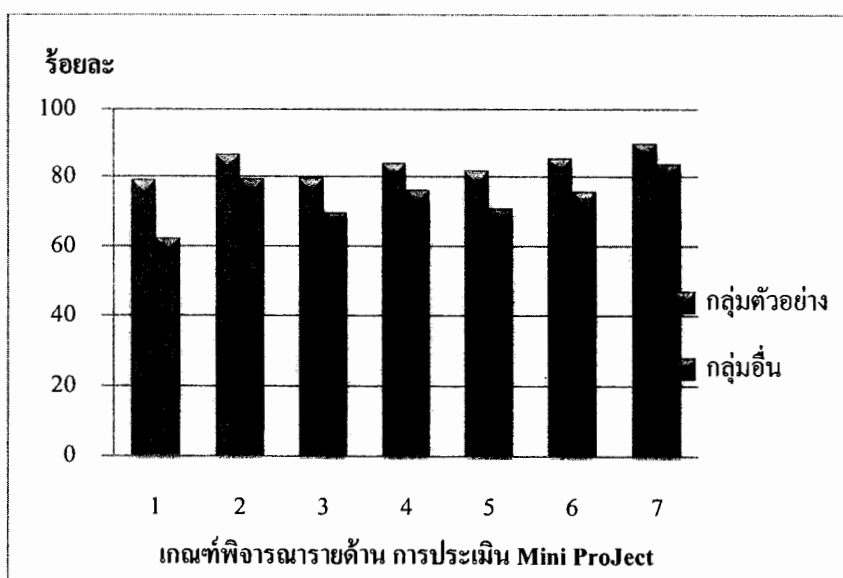
4.4 การประเมินการนำเสนอ미니โปรเจกต์โครงการงานวิทยาศาสตร์ (Mini Project)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยให้กับนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกำหนดให้นักเรียน มีการนำเสนอ미니โปรเจกต์ ในสัปดาห์สุดท้ายของการจัดกิจกรรม มีโครงงานที่นำเสนอทั้งสิ้น 8 เรื่อง ได้แก่ (1) การสำรวจประเภทของตัวอ่อนแมลงชิประขาวเพื่อบ่งบอกคุณภาพน้ำ (2) การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักปรับหน้าดิน (3) การศึกษาการใช้สมุนไพรแบบสดและแบบแห้งในการทำลูกประคบ (4) การตรวจสอบสภาพอากาศบริเวณโรงงานน้ำตาลโดยใช้ชนิดของไลเคนเป็นตัวชี้วัด (5) การศึกษาการป้องกันหอยทากด้วยทองแดง (6) การวิเคราะห์คุณภาพของแหล่งน้ำที่สัมพันธ์กับสัตว์หน้าดิน (7) การศึกษาเปรียบเทียบสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ระหว่างที่น้ำจืดและน้ำไหลผ่าน (8) การศึกษาชนิดของไลเคนเพื่อผลิตยาสระผม ตามเกณฑ์การประเมิน 7 ด้าน ตามตารางที่ 4.7 เมื่อพิจารณาคะแนนการประเมิน Mini Project ในภาพรวม พบว่า นักเรียนมีคะแนนในภาพรวมเท่ากับ 150.75 จากคะแนนเต็ม 180 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.75 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ ดีมาก เมื่อแยกการประเมินเป็นรายได้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนด้านการทำงานเป็นทีม ความคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์ ความชัดเจนในงานที่ทำ การมองเห็นได้ทะลุ และด้านทักษะ อยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ย เป็น 8.75 (คิดเป็นร้อยละ 87.50) 43.25 (คิดเป็นร้อยละ 86.50) 21.38 (คิดเป็นร้อยละ 85.50) 21.00 (คิดเป็นร้อยละ 84.00) และ 16.38 (คิดเป็นร้อยละ 81.88) ตามลำดับ ส่วนการประเมินในด้านการนำไปใช้ประโยชน์ (เป้าหมาย) มีคะแนนเฉลี่ย 28.13 (คิดเป็นร้อยละ 79.64) และการประเมินด้านความคิดสร้างสรรค์ ได้คะแนนเฉลี่ย 11.88 (คิดเป็นร้อยละ 79.17) อยู่ในเกณฑ์ดี และจากการวิเคราะห์พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ฐานวิจัย สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและทักษะการคิดเชิงระบบ นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ส่งผลให้การประเมินมินิโปรเจกต์โครงงานวิทยาศาสตร์ ในภาพรวมของทั้ง 8 กลุ่ม อยู่ในระดับดีมาก

ตารางที่ 4.7 คะแนนการประเมิน Mini Project ในภาพรวม

คะแนน เกณฑ์การประเมิน Mini Project	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	ร้อยละ	ระดับ
1. ความคิดสร้างสรรค์	8	15	11.88	0.99	79.17	ดี
2. ความคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์	8	50	43.25	1.58	86.50	ดีมาก
3.การนำไปใช้ประโยชน์ (เป้าหมาย)	8	35	28.13	1.73	79.64	ดี
4.การมองเห็นได้ทะลุ	8	25	21.00	1.51	84.00	ดีมาก
5. ทักษะ	8	20	16.38	0.92	81.88	ดีมาก
6. ความชัดเจนในงานที่ทำ	8	25	21.38	0.74	85.50	ดีมาก
7. การทำงานเป็นทีม	8	10	8.75	0.46	90.00	ดีมาก
เฉลี่ยรวม		180	150.75	0.46	83.75	ดีมาก



ภาพที่ 4.13 ผลการเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนประเมินเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์

Mini Project เป็นรายด้านของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยและกลุ่มอื่น

4.5 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

รายการแสดงความคิดเห็น	$\bar{X}$	SD	ความพึงพอใจ	อันดับที่
1. ด้านสาระการเรียนรู้				
1.1 เนื้อหาที่น่าสนใจ	3.92	0.62	มาก	11
1.2 ช่วยให้นักเรียนมีความรู้และเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้มากขึ้น	3.79	0.51	มาก	15
	4.00	0.69	มาก	5
1.3 นำความรู้จากกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้				
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้				
2.1 กิจกรรมเน้นให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติเป็นขั้นตอนอย่างชัดเจน	4.21	0.66	มาก	1
2.2 นักเรียนได้ใช้ทักษะการสืบค้น ศึกษาความรู้ด้วยตัวเอง	3.92	0.66	มาก	11
2.3 เวลาที่ใช้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสม	3.96	0.64	มาก	8
2.4 ช่วยให้เกิดความกระตือรือร้น สนุกสนานในการเรียน	4.13	0.61	มาก	2
3. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
3.1 มีการใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย	3.92	0.58	มาก	11
3.2 มีวิธีการวัดผลที่เน้นสภาพจริง	3.83	0.72	มาก	14
3.3 นักเรียนมีโอกาสดำเนินผลงานตนเองและงานของเพื่อน	4.08	0.41	มาก	3
4. ด้านการใช้สื่อ อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้				
4.1 สื่อมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	4.00	0.62	มาก	5
4.2 สื่อ เครื่องมือ อุปกรณ์ เหมาะสม สะดวกต่อการนำไปใช้งาน	3.96	0.62	มาก	8
	4.04	0.45	มาก	4
4.3 สื่อมีความเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4.00	0.56	มาก	5
4.4 สื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระได้ง่ายขึ้น	3.96	0.61	มาก	8
4.5 นักเรียนได้รับประโยชน์จากสื่อที่ใช้ในการเรียน				
รวมเฉลี่ย	3.98	0.48	มาก	

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ
โครงงานฐานวิจัยโดยมีรายการประเมิน 4 ด้าน คือ

- (1) ด้านสาระการเรียนรู้
- (2) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้
- (3) ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- (4) ด้านการใช้สื่อ อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้

ซึ่งจากผลการวิเคราะห์แสดงว่า ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ
โครงงานฐานวิจัย สำหรับนักเรียนห้องวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจอยู่ใน
ระดับมาก คือมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 3.96 และจากข้อมูลดังกล่าวเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า
นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกรายการ และด้านที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ
ด้านการใช้สื่อ อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ นอกจากนี้เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า รายการที่นักเรียนมี
ความพึงพอใจสูงสุด 3 อันดับ คือ พึงพอใจกับกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติเป็น
ขั้นตอนอย่างชัดเจน ($\bar{X} = 4.21$) รองลงมา คือ พึงพอใจกับกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเกิด
ความกระตือรือร้น สนุกสนานในการเรียน ($\bar{X} = 4.13$) และอันดับที่ 3 คือ พึงพอใจกับการที่
นักเรียนมีโอกาสได้ประเมินผลงานตนเองและงานของเพื่อน ($\bar{X} = 4.08$) ส่วนข้อที่มีความพึงพอใจ
ต่ำสุด คือ ช่วยให้นักเรียนมีความรู้และเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้มากขึ้น ($\bar{X} = 3.79$)

ผลการศึกษาเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แบบโครงงานฐานวิจัย ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการใช้การวิจัยในการแสวงหาความรู้ รู้จักวิเคราะห์
ปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหา การเก็บรวบรวมข้อมูล สรุปผล นำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ มี
กิจกรรมที่ใช้สื่อ อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้ ที่มีอยู่ในท้องถิ่น ใกล้ตัว ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน
ทำให้นักเรียนมีความความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด นอกจากนี้จากการที่นักเรียนได้ทำงานเป็น
กลุ่ม ในการสืบค้นข้อมูล งานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง นักเรียนสามารถปรึกษากันได้เมื่อมีปัญหา และ
คอยช่วยเหลือซึ่งกันและกัน กิจกรรมจัดนอกห้องเรียน จึงเป็นการเรียนที่ไม่น่าเบื่อ ไม่จำเจ สร้าง
ความสนุกสนาน นักเรียนได้เผยศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ จึงทำให้นักเรียนพึงพอใจต่อการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภรดา พรหมทอง
(2550) ที่พบว่า เมื่อได้พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่องผลิตภัณฑ์จาก
สารเคมี หลังการจัดกิจกรรมนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 66.67 และมีความ
พึงพอใจต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในระดับมากที่สุด เพราะการจัดกิจกรรมดังกล่าวเป็นการ
จัดกิจกรรมที่สร้างประสบการณ์ตรง ลงมือปฏิบัติและค้นหาคำตอบด้วยตนเองทุกขั้นตอนตามที่
วางแผนไว้ มีเพื่อน ครู เป็นผู้ติดตามผลงาน แก้ไขข้อบกพร่อง และชื่นชมผลงาน ผู้เรียนมีความ
สามัคคีในหมู่คณะ เป็นกิจกรรมที่สนุกสนาน เหมาะสมกับการเรียนรู้ที่ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม จึง

ส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย เช่นเดียวกับ ธีระชัย ปุณณโชติ (2531) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนได้ค้นพบคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดความชอบและความสนใจวิทยาศาสตร์ การสอนโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นค้น พิสูจน์ข้อสงสัยได้ด้วยตนเองอย่างเต็มที่ เป็นการพัฒนาเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ ทำให้อยากเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้ยังสร้างสัมพันธภาพที่ดีระหว่าง ครู นักเรียน และชุมชน นักเรียนมีโอกาสช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม บรรยายถามมีความเป็นกันเอง ช่วย กระตุ้นให้นักเรียนได้สนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย จึงส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนและพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วย

กล่าวโดยสรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย เพื่อพัฒนาขีด ความสามารถด้านทักษะวิจัย และทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นั้นเป็นกระบวนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง อย่าง เป็นขั้นเป็นตอน โดยมีกรอบของการวิจัยเป็นแนวทาง โดยที่สามารถนำเอากระบวนการค้นหา ความรู้ที่ใช้กระบวนการวิจัยไปใช้ได้ครบถ้วนในทุกขั้นตอน มีกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องทำอย่าง หลากหลายและใช้กระบวนการคิดและทักษะที่แตกต่างกันออกไป เช่นการแสวงหาหัวข้อเรื่องและ เลือกประเด็นปัญหา หลังจากที่ได้ตัดสินใจเลือกประเด็นปัญหาแล้ว ก็ต้องมีการค้นคว้าหาข้อมูลจาก แหล่งต่างๆ นำมาวิเคราะห์เพื่อเลือกข้อมูลให้สอดคล้องกับความต้องการ นำมาเรียบเรียงอย่างเป็น ระบบ และนำเสนอด้วยรูปแบบที่น่าสนใจ จึงทำให้ผู้เรียนได้พบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง สิ่งต่างๆ เหล่านี้จึงส่งผลให้นักเรียนมีขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยทั้งในด้าน การตั้งคำถาม การกำหนด และควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร และการออกแบบการ ทดลอง สูงขึ้น นอกจากนี้การจัดกิจกรรมเพื่อฝึกการคิดโดยให้เขียนออกมาเป็นแผนภาพ เห็นเป็น รูปธรรม จากสถานการณ์ต่างๆ ที่ครูกำหนดให้ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบ สูงขึ้นด้วย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย และทักษะการคิดเชิงระบบ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย สำหรับนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยมีขั้นตอนการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความก้าวหน้าของขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย สำหรับนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าของการพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยทั้ง 5 ด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 มีความก้าวหน้าของขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย 5 ด้าน ในภาพรวม อยู่ในระดับกลาง ($\langle g \rangle = 0.66$) โดยมีขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยในทักษะด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร สูงกว่าทักษะวิจัยด้านอื่น โดยคิดเป็นร้อยละจากคะแนนทักษะวิจัยหลังเรียน เท่ากับ 97.50 ส่วนทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการออกแบบการทดลอง ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (ร้อยละ 94.17 89.17 80.83 และ 78.33 ตามลำดับ) เมื่อนำมาวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางด้านขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย 5 ด้าน แยกเป็นรายบุคคล พบว่ามีสามทักษะที่นักเรียนมีความก้าวหน้าของขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยอยู่ในระดับสูง ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ($\langle g \rangle = 0.79$) รองลงมาคือ ทักษะการออกแบบการทดลอง ($\langle g \rangle = 0.73$) และ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ($\langle g \rangle = 0.70$) ส่วนทักษะที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้าของขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ในระดับกลาง คือทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ($\langle g \rangle = 0.55$) และทักษะการตั้งคำถาม ($\langle g \rangle = 0.53$)

5.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะวิจัยกับระดับความมั่นใจในการตอบ

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย กับความมั่นใจในการตอบคำถามหลัก โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน เท่ากับ 0.521 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ระดับความเชื่อมั่นกับคะแนนจากการทำแบบทดสอบมี

ความสัมพันธ์กันในทิศทางบวกอยู่ในระดับปานกลาง นั่นคือร้อยละของผู้ที่ตอบคำตอบหลักถูก และมั่นใจ จะสูงกว่าร้อยละของผู้ที่ตอบคำตอบหลัก ถูกแต่ไม่มั่นใจ

5.1.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบก่อนเรียนและหลังเรียน

นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย มีคะแนนทักษะการคิดเชิงระบบเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 โดยการวัดจากแบบทดสอบทักษะการคิดเชิงระบบ จะมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 12.21 คิดเป็นร้อยละ 40.42 หลังเรียนเท่ากับ 24.46 คิดเป็นร้อยละ 82.08 ($t = 31.31$) มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง คือ มีค่าความก้าวหน้าเฉลี่ยทางการเรียนเท่ากับ 0.69 และเมื่อประเมินจากแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เป็น 12.13 และ 24.63 คิดเป็นร้อยละ 40.69 และ 81.81 ตามลำดับ ($t = 36.71$) มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าความก้าวหน้าเฉลี่ยทางการเรียนเท่ากับ 0.70

5.1.4 การประเมินการนำเสนอมินิโปรเจกต์โครงงานวิทยาศาสตร์ (Mini Project)

นักเรียน มีการนำเสนอมินิโปรเจกต์ ในสัปดาห์สุดท้ายของการจัดกิจกรรม จำนวน 8 เรื่อง ผลการประเมิน Mini Project ในภาพรวม พบว่านักเรียนมีคะแนนในภาพรวมเฉลี่ย เท่ากับ 150.75 จากคะแนนเต็ม 180 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.75 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ ดีมาก

5.1.5 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ฐานวิจัย

นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย อยู่ในระดับ พึงพอใจมาก คือค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.2.1.1 กิจกรรมหรือสถานการณ์ในการจัดการเรียนรู้ ควรมีความหลากหลาย และเป็นรูปธรรม เริ่มตั้งแต่ขั้นสร้างความสนใจโดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้ และนักเรียนได้ดำเนินกิจกรรมต่างๆ เหล่านั้นด้วยความเข้าใจตั้งแต่ต้นจนสิ้นสุดกิจกรรม

5.2.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย เน้นการปฏิบัติที่นักเรียนได้ลงมือ ทำด้วยตนเองในขณะที่นักเรียนกำลังศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมครูต้องคอยดูแลให้คำปรึกษา และเมื่อนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จครูต้องตรวจผลงาน และแจ้งผลให้นักเรียนทราบทันทีเพื่อที่จะได้ทำการ

แก้ไขข้อบกพร่องที่พบทันที นักเรียนจะได้เข้าใจถูกต้อง และเป็นพื้นฐานในการปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

5.2.1.3 การฝึกทักษะการคิดเชิงระบบ ต้องใช้การฝึกที่สม่ำเสมอและติดต่อกันเป็นเวลานาน ถ้าผู้สอนพยายามสอนแบบกระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกกระบวนการคิดอย่างสม่ำเสมอ ก็จะเป็นพื้นฐานของการคิดที่ดี และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

5.2.2.1 ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ นอกเหนือจากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5.2.2.2 ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ในระดับชั้นอื่นๆ

5.2.2.3 ครูผู้สอนควรศึกษานักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในระดับใด เพื่อที่จะได้ให้ความรู้และข้อเสนอแนะในการทำโครงงานได้อย่างเหมาะสม

5.2.2.4 ก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบโครงงานฐานวิจัย ครูควรอธิบายวิธีการ และวัตถุประสงค์ กระบวนการจัดกิจกรรม และ เป้าหมายของการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเข้าใจ พร้อมทั้งสรุปบทบาทหน้าที่ ที่ต้องรับผิดชอบของแต่ละคน เพื่อการปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง

5.2.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.2.3.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย มีขั้นตอนการปฏิบัติได้หลายรูปแบบ ดังนั้นผู้สอนจึงควรทำความเข้าใจในรูปแบบที่ต้องการใช้ให้เข้าใจเพื่อให้สามารถวางแผนการสอนและจัดกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.3.2 ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการสอนแบบโครงงานเป็นฐานกับการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงด้านอื่นๆ ด้วย

5.2.3.3 ควรพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยแบบเปิดกว้าง ซึ่งนักเรียนนั้นเป็นผู้กำหนดปัญหา การทดลองและสรุปผลด้วยตนเอง นั่นคือดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้นตอนด้วยตนเองทั้งหมด

5.2.3.4 ควรพัฒนาเทคนิคการสอนหรือนำเทคนิคการสอนแบบอื่นร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงประเภทอื่นๆ

5.2.3.5 ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานฐานวิจัย เพื่อพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย และการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับอื่น ๆ

5.2.3.6 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้
กิจกรรมโครงงานฐานวิจัย เพื่อพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย และการคิดเชิงระบบ โดย
เปรียบเทียบกับจัดการเรียนการสอนรูปแบบอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา จันทร์ประเสริฐ. การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบนำตนเองโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ในการสอนวิชาฟิสิกส์วิทยาศาสตร์ชีวภาพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
 ดุษฎีบัณฑิต : มหาวิทยาลัยรังสิต, 2554.
- จารุวรรณ เสียงไพเราะ, ศักดิ์ศรี สุภาธร และกิตติยา วงษ์ขันธ์. “การพัฒนาทักษะกระบวนการ
 วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบ โครงงานวิทยาศาสตร์
 เป็นฐานเรื่องพอลิเมอร์ธรรมชาติ”, ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัย
บูรพา. น.1-15. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา, 2554.
- จิราภรณ์ ศิริทวี. “โครงการการสร้างทางเลือกใหม่ของการสร้างปัญญาชน”, วารสารวิชาการ.
 2(8) : 34-38 ; สิงหาคม, 2542.
- ชฎาวรรณ กองพล. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชลบุรี ที่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับไม่เคยทำโครงงาน
วิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : สถาบันเทคโนโลยี
 พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546.
- ชัยวัฒน์ ถิระพันธุ์. Systems Thinking วิถีคิดกระบวนการแบบ. กรุงเทพมหานคร : พิธิษฐ์
 ไทยออฟเซต, 2548.
- ณัฐพงศ์ ฉลาดเยี่ยม. การพัฒนากิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของ
นักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนในอำเภอศรีบุญเรือง สำนักเขตพื้นที่การศึกษา
หนองบัวลำภู เขต. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต :
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547.
- คาลารีน อับดุลฮานูง. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิค
การเรียนรู้ร่วมกันกับโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด-เบสชั้นผสมสำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต :
 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- ทัศนีย์ บุญเดิม. “การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐาน”, วารสารศึกษาศาสตร์. 27(2) :
 64 – 76 ; มกราคม, 2546.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ทิสนา เขมมณี. “การพัฒนากระบวนการคิด : แนวทางที่หลากหลายสำหรับครู”, วารสารราชบัณฑิตยสถาน. 28(1) : 38-54, 2546.
- _____. ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.
- ธวัช ยะสุคำ. การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- ธีรชัย ปุณณโชติ. การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : สุริยวิสาสนาสน, 2535.
- ประครอง แสนไชย. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.
- ปรีชา บุตรสุโพธิ์. การพัฒนาชุดกิจกรรมชุมชนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2539.
- ปริญนันท์ สิทธิจินดา. ปรับการเรียน เปลี่ยนการสอนด้วยวิจัยนอกชั้นเรียน. <http://www.node.rbru.ac.th/article/article31.pdf>. 20 สิงหาคม, 2552.
- พงษ์พิพัฒน์ ชุ่มสิดา. ประสิทธิผลของการบริหารงานแบบมุ่งผลสัมฤทธิ์ของสาธารณสุขอำเภอ ในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.
- พัชรี จันทรเพ็ง. “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานเพื่อพัฒนาความรู้และทักษะการวิจัยของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น”, วารสารวิจัย มข. 1(2) : 21-24, 2554.
- พิไลลักษณ์ ศิลประเสริฐ. การศึกษาศาสนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนรู้ด้วยการทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ไพฑูรย์ ชัยประ โคน. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2542.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. หลักการสอนแบบเน้นการวิจัย (Research-Based Teaching) ใน
ระดับอุดมศึกษาในการเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐาน. กรุงเทพมหานคร :
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- ภิรนนท์ กล้าหาญ. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาและนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานการ
อาชีวศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต : มหาสารคาม, 2548.
- มนตรี เข้มกสิกร. การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบของนิสิต
ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2546.
- โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร. แบบรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษาโรงเรียน
จุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร ปีการศึกษา 2555. มุกดาหาร : ฝ่ายวิชาการ
โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร, 2555.
- ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2542. กรุงเทพมหานคร :
ศิริวัฒนาอินเตอร์พริ้นท์, 2546.
- ศุภรดา พรหมทอง. การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องผลิตภัณฑ์จากสารเคมี กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตรม
หาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. “การเขียนโครงการเพื่อประเมินโครงการ:หลักการและตัวอย่าง”, ใน การ
ฝึกอบรมหลักสูตรการประเมินโครงการทางการศึกษา. น.239-242. กรุงเทพมหานคร :
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรี, 2549.
- สมหมาย เปียถนอม. ความพึงพอใจของนักศึกษาในการได้รับการบริการจากมหาวิทยาลัย.
วิทยานิพนธ์ปริญญาคูศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, 2551.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สถาปนา เกษมศิลป์. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยบูรพา, 2546.
- สิวาพร สุวรรณเจริญ. การใช้แบบฝึกปฏิบัติการ เรื่องไฟฟ้าเคมี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2552.
- สุธีระ ประเสริฐสรรพ. โครงงานฐานวิจัย : กระบวนการเรียนรู้ใหม่ของการศึกษาไทย. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2555.
- สุนีย์ คล้ายนิล. การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย : การพัฒนาและภาวะถดถอย. กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2555.
- สุระ วุฒิพรหม. “ครูมือใหม่จะเริ่มสอนโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างไร”, วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 2(2) : 19-11, 2554.
- สราริ โชติคติก. การพัฒนาทักษะกระบวนการคิดขั้นสูงของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยบูรพา, 2548.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. ปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ดี, 2549.
- สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย. แนวทางการจัดการเรียนรู้หลักสูตรการศึกษานอกระบบ ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. นนทบุรี : บริษัทไทยพับ บลิคเอดคูเคชั่น จำกัด, 2553.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ตัวอย่างข้อสอบโครงการ TIMSS 2011 วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัทแอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส จำกัด, 2555.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน. กรุงเทพมหานคร : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2550.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- อุกฤษฏ์ ทรงชัยสงวน. ความพึงพอใจของประชาชนและนักท่องเที่ยงที่มีต่อการบริหารจัดการ
โครงการพัฒนาสถานีตำรวจเพื่อประชาชน ของสถานีตำรวจภูธรอำเภอเมืองขอนแก่น.
 การค้นคว้าอิสระปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543.
- อาชัญญา รัตนอุบล. “การสอนแบบเน้นวิจัยโดยใช้สัญญาแห่งการเรียนรู้ (Learning Contract)”, ใน
วารสารการเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐาน. 61-79 : กุมภาพันธ์, 2545.
- อรทัย แก้วห้อยง. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องสารที่ใช้ใน
ชีวิตประจำวัน. การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัย
 มหาสารคาม, 2550.
- อุทัยพรรณ สุดใจ. ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อการให้บริการขององค์การโทรศัพท์
แห่งประเทศไทยจังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต :
 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2545.
- อารีรัตน์ มัญญา. การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงสำหรับนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการ
เรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร
 มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- อำรุง จันทวานิช. “ปาฐกฐาพิเศษ เรื่องนโยบายส่งเสริมการจัดการเรียนโดยผู้เรียนใช้การวิจัยเป็น
 ส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้”, ใน การเรียนการสอนโดยผู้เรียนใช้การวิจัยเป็นส่วน
หนึ่งของกระบวนการเรียนรู้. 5(7) :1-11, 2548.
- Berenfeld,B. “Technology and the new model of science education: The global lab experience”,
Machinc-Mediated Lerning. 4(2-3): 203-207, 1994.
- Bethel, Maine. U.S.A. “Bridging Theory and Practice: Student Teachers Use the Project
 Approach”, Dissertation Abstracts International. 63(2): 563-A; August, 1995.
- Carolyn A. Scott. “Problem-Based Learning: A New Approach for Teaching Gifted Student”,
Gifted Today Magazine. 18(15): 18-19; May-June, 1994.
- Colly, K . E. “ Understanding ecology content knowledge and acquiring science process skills
 through project-based science instruction”, Science Activities. 43(1): 26-33, 2006.
- Dewey, J. How to Think. Boston: D.C.Health Company, 1993.
- Evans L; Abbott ID. Teaching and Learning in Higher Education. London: Cassell, 1998.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Hake, R.R. "Interactive-engagement vs traditional methods: A six thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses", Am. J. Phys.
<http://www.physics.indiana.edu/~sdi/ajpv3i.pdf>. December, 2013
- Marzano. Robert J. Designing a New Taxonomy of Educational Objectives. California: Corwin Press Inc., 2001.
- Manson, T.H. "An Investigational of the Relative Effectiveness of Teacher Initiated versus Student Initiated junior High School Science Project", Dissertation Abstracts international. 51(10): 3376-A; April, 1990.
- Miri Barak & Yehudit Judy Dori. "Enhancing Higher Order Thinking Skills Among Inservice Science Teachers Via Embedded Assessment", J Sci Teacher Educ. 20(5): 459-474; January, 2009.
- Niesz, NRC. "The Project Approach to Learning: How the Project Approach Provides Opportunities for Authentic Learning", Masters Abstracts International. 42(02): 378; April, 1996.
- Quirk, Ron. "Teaching of Thinking", Thinking About Thinking. Educational Leadership. 42(1): 11-14; December, 1984.
- Write and Box, J. A model for evaluating student learning in academically based service. Connecting Cognition and Action: Evaluation of Student Performance in Service Learning Courses, ed. M.Troppe. Denver: Education Commission of the States/Campus Compact, 2002.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

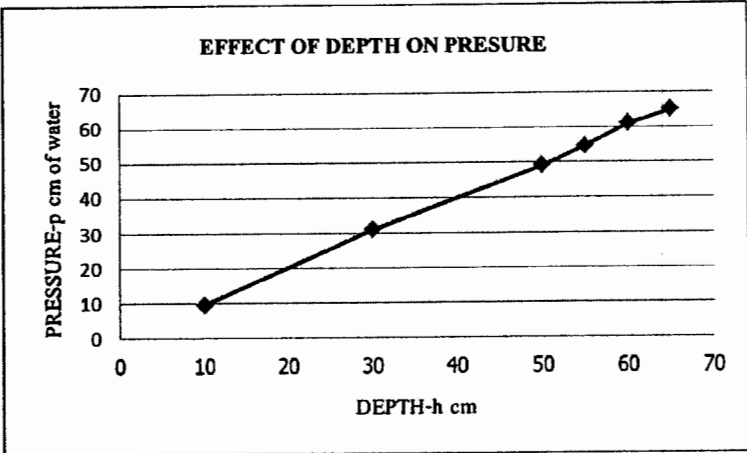
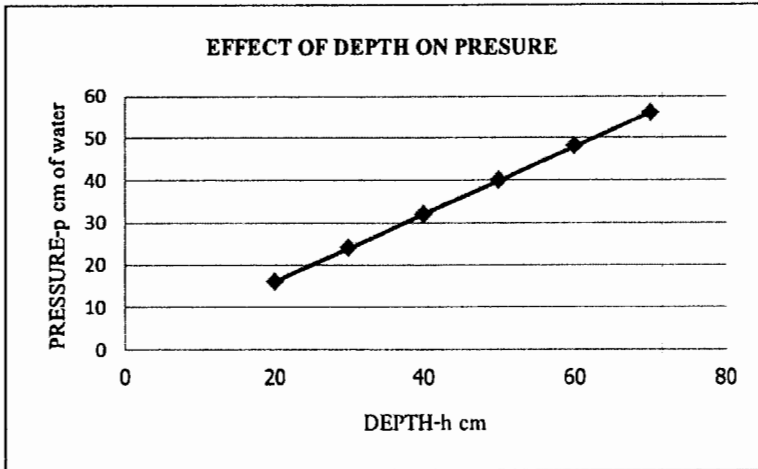
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย
การทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรที่สำคัญต่างๆ ต่อความดันในของเหลว

ขั้น ที่	วิธีการทาง วิทยาศาสตร์	คุณลักษณะหลัก
1	เลือกหัวข้อ	ผู้สอนเลือกการทดลองเพื่อสร้างความเข้าใจให้นักเรียนเกี่ยวกับผลของตัวแปรต่างๆ ต่อความดันในของเหลว
2	การตั้งคำถาม	ผู้สอนบอกกล่าวคำถามหรือการตรวจสอบหาข้อเท็จจริงเพื่อให้นักเรียนดำเนินการต่อไปในการทดลอง “นักเรียนจะเข้าใจความแตกต่างของการไหลของของเหลวผ่านท่อจากถังเก็บได้อย่างไร ความดันเปลี่ยนแปลงตามความลึกของจุดใดจุดหนึ่งในของเหลวและความหนาแน่นของของเหลวอย่างไร การปรับปรุงแก้ไขอะไรเพื่อยังคงรักษาสภาพการไหล? เพื่อจัดการกับปัญหา ค้นหาผลของตัวแปรดังต่อไปนี้ต่อแรงดันที่จุดใดจุดหนึ่งในของเหลว ก. ความลึกของของเหลวจากพื้นผิว ข. ความหนาแน่นของของเหลว ค. ผลของหน้าตัดตามขวางของของเหลว
3	ภูมิหลัง งานวิจัย	หลังจากได้รับคำถามจากผู้สอน นักเรียนควรค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคำถามเหล่านั้นก่อนที่จะออกแบบการทดลอง โดยนักเรียนสามารถหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องผ่านห้องสมุดหรืออินเทอร์เน็ตและตอบคำถามดังต่อไปนี้ที่สร้างขึ้นโดยผู้สอน 1. อะไรคือลักษณะของความดันของของเหลว 2. เครื่องมือที่ง่ายที่สุดชนิดไหนที่ใช้วัดความดันในของเหลว 3. อะไรคือปัจจัยที่มีผลต่อความดันในของเหลว 4. ความดันในของเหลวเปลี่ยนจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง (ในที่ที่แตกต่างกัน) หรือไม่ 5. ขนาดของหน้าตัดตามขวางที่ใหญ่หรือเล็กของภาชนะบรรจุมีผลหรือไม่อย่างไร

ขั้น ที่	วิธีการทาง วิทยาศาสตร์	คุณลักษณะหลัก
		6. มีการเปลี่ยนแปลงในของเหลวที่แตกต่างกันหรือไม่ 7. มีการเปลี่ยนแปลงตามความลึกของของเหลวจากพื้นผิวหรือไม่ 8. ความดันบรรยากาศส่งผลต่อความดันในของเหลวหรือไม่ 9. ความดันในของเหลวส่งผลต่อการไหลของของเหลวจากถังเก็บอย่างไร 10. อุณหภูมิของของเหลวส่งผลต่อการไหลของของเหลวหรือไม่ หลักการของเวอเนียร์คืออะไร เราจะวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของกระบอกด้วยเวอเนียร์ได้อย่างไร
4	การ ตั้งสมมติฐาน	นักเรียนเขียนผลที่คาดหวังก่อนดำเนินการทดลอง บางคนอาจจะคาดการณ์ผิด จึงจำเป็นต้องตรวจสอบหลังดำเนินการทดลองแล้ว 1. ถ้าความลึกมีขนาดมากแล้ว ความดันจะมากขึ้นด้วย 2. ถ้าความหนาแน่นมากแล้ว ความดันจะมากขึ้นด้วย 3. ถ้าหน้าตัดตามขวางมากแล้ว ความดันจะมากขึ้นด้วยสำหรับความลึกระดับเดียวกัน
5	การออกแบบ ขั้นตอนใน การ ตรวจสอบหา ข้อเท็จจริง ก.วิธีการ	นักเรียนเป็นผู้ออกแบบขั้นตอนในการปฏิบัติการทดลอง : ตัวอย่างการทดลองถูกออกแบบบนพื้นฐานของการวัดความดันของจุดใดจุดหนึ่งในของเหลวโดยใช้แมนอมิเตอร์รูปตัวยู (มาตรวัดความดันของไหล) 1. ใช้กระบอกวัดที่มีหน่วยเป็นเซนติเมตรจากระดับบนลงล่าง เติมน้ำที่ระดับหนึ่งแล้วทำการวัดความดันที่ระดับความลึกต่างๆจากพื้นผิว 2. ทำการทดลองซ้ำโดยใช้ของเหลวที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน เช่น น้ำมันก๊าด 3. ทำการทดลองซ้ำโดยท่อทรงกระบอกซึ่งมีระดับวัดที่มีหน้าตัดตามขวางแตกต่างกัน 4. ทำตารางการวัดที่บันทึกและวาดกราฟแสดงความดันเทียบกับความลึกของของเหลวในกรณีของน้ำ น้ำมันก๊าด เพื่อศึกษาผลกระทบของความลึกและความหนาแน่นต่อความดันของของเหลว วาดกราฟของความดันที่ระดับความลึกเดียวกันสำหรับหน้าตัดขวางที่แตกต่างกันเพื่อศึกษาผลของพื้นที่หน้าตัดตามขวาง

ชั้น ที่	วิธีการทาง วิทยาศาสตร์	คุณลักษณะหลัก
	ข. วัสดุ อุปกรณ์ที่ จำเป็น	ผู้สอนทำรายการและจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 1. กระบอกซึ่งมีระดับการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน 50 มม. และ 100 มม. 2. แมนอมิเตอร์ที่รูปตัวยู 3. น้ำ 4. น้ำมันก๊าด
	ค. แผนภาพ ภาพร่าง	ผู้สอนจัดเตรียมแผนภาพหรือภาพร่างสำหรับชุดการทดลองตามที่ออกแบบไว้ให้ 
6	การ ดำเนินการ ตรวจสอบหา ข้อเท็จจริง	นักเรียนวางชั้นตอนแต่ละชั้นด้วยตนเอง แต่ละชั้นตอนชัดเจนปราศจากความคลุมเครือ ชั้นตอนด้านล่างเป็นเพียงตัวอย่างในการดำเนินการทดลอง ดังนั้นขั้นตอนในการปฏิบัติจริงของนักเรียนอาจแตกต่างกัน 1. ใช้กระบอกวัดที่มีหน่วยเป็นเซนติเมตรจากระดับบนลงล่าง 2. วัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของหน้าตัดตามขวางโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ 3. เติมน้ำลงในกระบอกจนถึงระดับบนสุดที่ทำเครื่องหมาย 4. เติมน้ำในแมนอมิเตอร์ที่รูปตัวยูประมาณ 40% ของความสูงทั้งหมดของแมนอมิเตอร์ เติมหิมิกสีฟ้า/สีแดงจำนวนหนึ่งหรือสองหยดเพื่อช่วยในการอ่านค่า 5. เคลื่อนปลายของหลอดที่มีความยืดหยุ่นที่เชื่อมต่อกับแมนอมิเตอร์ไปที่จุดใดจุดหนึ่งในกระบอกวัดที่มีน้ำอยู่ 6. ใช้ความแตกต่างของระดับของน้ำในปลายทั้งสองข้างของท่อรูปตัวยูของแมนอมิเตอร์

ชั้น ที่	วิธีการทาง วิทยาศาสตร์	คุณลักษณะหลัก														
		7. เคลื่อนปลายของหลอดที่มีความยืดหยุ่นที่เชื่อมต่อกับแมนอมิเตอร์ไปที่ระดับที่แตกต่างกันในกระบอกวัด 8. เทน้ำออกจากกระบอกวัดให้ว่างเปล่า เมื่อแห้งเติมน้ำมันก๊าดในระดับเดียวกับที่ทดลองด้วยน้ำ 9. ทำการทดลองซ้ำโดยวัดความดันในน้ำมันก๊าด 10. ใช้กระบอกวัดสองอันที่มีความแตกต่างกันของหน้าตัดตามขวางและวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกทั้งสองโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ 11. ใช้การวัดความดันที่ระดับความลึกเดียวกันจากระดับบนในกระบอกทั้งสอง														
7	การเก็บ รวบรวมและ วิเคราะห์	1. นักเรียนออกแบบตารางสำหรับบันทึกข้อมูลที่สังเกต ทำการคำนวณที่จำเป็นและวาดกราฟที่ต้องการ 2. นักเรียนทำการสังเกตการณ์ผลการทดลองที่บันทึกแล้ว นักเรียนพยายามทำความเข้าใจและคิดว่าน่าจะมีการสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์หรือไม่ และวาดกราฟที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป 3. นักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตจากการทดลองในตารางที่ 1 ตารางที่ 2 ตารางที่ 3 และตารางที่ 4 4. นักเรียนวาดกราฟของแรงดันเทียบกับความลึกของของเหลวใต้พื้นผิวของของเหลว ได้แก่ น้ำและน้ำมันก๊าด และวาดกราฟของแรงดันเทียบกับความลึกของของเหลวใต้พื้นผิวของของเหลวสำหรับกระบอกดวงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางแตกต่างกัน 4. การสังเกต ตารางที่ 1 น้ำ (กระบอกดวงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm) <table><tr><th>ระดับความลึก -h (cm) -น้ำ</th><th>10</th><th>30</th><th>50</th><th>55</th><th>60</th><th>65</th></tr><tr><td>ความดัน -P (อ่านจากแมนอมิเตอร์ -cm ของน้ำ</td><td>9.5</td><td>31</td><td>49</td><td>54.5</td><td>61</td><td>65</td></tr></table>	ระดับความลึก -h (cm) -น้ำ	10	30	50	55	60	65	ความดัน -P (อ่านจากแมนอมิเตอร์ -cm ของน้ำ	9.5	31	49	54.5	61	65
ระดับความลึก -h (cm) -น้ำ	10	30	50	55	60	65										
ความดัน -P (อ่านจากแมนอมิเตอร์ -cm ของน้ำ	9.5	31	49	54.5	61	65										

ชั้น ที่	วิธีการทาง วิทยาศาสตร์	คุณลักษณะหลัก																																										
		ผลของระดับความลึกต่อความดันในของเหลว EFFECT OF DEPTH ON PRESURE <table border="1"><thead><tr><th>DEPTH-h cm</th><th>PRESSURE-p cm of water</th></tr></thead><tbody><tr><td>10</td><td>10</td></tr><tr><td>30</td><td>32</td></tr><tr><td>50</td><td>50</td></tr><tr><td>55</td><td>55</td></tr><tr><td>60</td><td>62</td></tr><tr><td>65</td><td>65</td></tr></tbody></table> ตารางที่ 2 น้ำมันก๊าด (กระบอกตวงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm) <table><tr><th>ระดับความลึก -h (cm) – น้ำมันก๊าด</th><th>20</th><th>30</th><th>40</th><th>50</th><th>60</th><th>70</th></tr><tr><td>ความดัน -P (อ่านจากแมนอ มิเตอร์ -cm ของน้ำ</td><td>16</td><td>24</td><td>32</td><td>40</td><td>48</td><td>56</td></tr></table> ผลของระดับความลึกต่อความดันในของเหลว EFFECT OF DEPTH ON PRESURE <table border="1"><thead><tr><th>DEPTH-h cm</th><th>PRESSURE-p cm of water</th></tr></thead><tbody><tr><td>20</td><td>16</td></tr><tr><td>30</td><td>24</td></tr><tr><td>40</td><td>32</td></tr><tr><td>50</td><td>40</td></tr><tr><td>60</td><td>48</td></tr><tr><td>70</td><td>56</td></tr></tbody></table>	DEPTH-h cm	PRESSURE-p cm of water	10	10	30	32	50	50	55	55	60	62	65	65	ระดับความลึก -h (cm) – น้ำมันก๊าด	20	30	40	50	60	70	ความดัน -P (อ่านจากแมนอ มิเตอร์ -cm ของน้ำ	16	24	32	40	48	56	DEPTH-h cm	PRESSURE-p cm of water	20	16	30	24	40	32	50	40	60	48	70	56
DEPTH-h cm	PRESSURE-p cm of water																																											
10	10																																											
30	32																																											
50	50																																											
55	55																																											
60	62																																											
65	65																																											
ระดับความลึก -h (cm) – น้ำมันก๊าด	20	30	40	50	60	70																																						
ความดัน -P (อ่านจากแมนอ มิเตอร์ -cm ของน้ำ	16	24	32	40	48	56																																						
DEPTH-h cm	PRESSURE-p cm of water																																											
20	16																																											
30	24																																											
40	32																																											
50	40																																											
60	48																																											
70	56																																											

ชั้น ที่	วิธีการทาง วิทยาศาสตร์	คุณลักษณะหลัก																												
		ตารางที่ 3 น้ำ (กระบอกตวงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm) <table><tr><th>ระดับความลึก –h (cm) – น้ำมันก๊าด</th><th>10</th><th>30</th><th>50</th><th>55</th><th>60</th><th>65</th></tr><tr><td>ความดัน –P (อ่านจากแมนอ มิเตอร์ –cm ของน้ำ</td><td>10</td><td>31</td><td>49.5</td><td>54.5</td><td>59.5</td><td>65</td></tr></table> ผลของระดับความลึกต่อความดันในของเหลว EFFECT OF DEPTH ON PRESURE <table><caption>Data points for the graph</caption><thead><tr><th>DEPTH-h cm</th><th>PRESSURE-p cm of water</th></tr></thead><tbody><tr><td>10</td><td>10</td></tr><tr><td>30</td><td>31</td></tr><tr><td>50</td><td>49.5</td></tr><tr><td>55</td><td>54.5</td></tr><tr><td>60</td><td>59.5</td></tr><tr><td>65</td><td>65</td></tr></tbody></table>	ระดับความลึก –h (cm) – น้ำมันก๊าด	10	30	50	55	60	65	ความดัน –P (อ่านจากแมนอ มิเตอร์ –cm ของน้ำ	10	31	49.5	54.5	59.5	65	DEPTH-h cm	PRESSURE-p cm of water	10	10	30	31	50	49.5	55	54.5	60	59.5	65	65
ระดับความลึก –h (cm) – น้ำมันก๊าด	10	30	50	55	60	65																								
ความดัน –P (อ่านจากแมนอ มิเตอร์ –cm ของน้ำ	10	31	49.5	54.5	59.5	65																								
DEPTH-h cm	PRESSURE-p cm of water																													
10	10																													
30	31																													
50	49.5																													
55	54.5																													
60	59.5																													
65	65																													
8	การสรุปผล	(เขียนส่วนนี้หลังจากทำการทดลองแล้ว) 1. นักเรียนสังเกตข้อมูลที่บันทึกและกราฟที่วาด สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความดันที่จุดใดจุดหนึ่งในของเหลวและตัวแปรอื่นๆ ที่ศึกษา บันทึกข้อสรุปของคำตอบสำหรับคำถามที่ตั้งขึ้นเพื่อตรวจสอบหาข้อเท็จจริงในส่วนนี้ 2. นักเรียนตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง และนำเสนอผลที่ได้จากการสังเกตการณ์และการอนุมาน (ข้อวินิจฉัย) ตัวอย่าง 1. หลังจากดำเนินการทดลองและทำการวัดความดันที่จุดต่างๆ ได้พื้นผิวของของเหลว จากการสังเกตและกราฟที่วาด เราสรุปได้ว่าความดันที่เพิ่มขึ้นแบบเชิงเส้นตามระดับความลึกจากพื้นผิว ดังนั้นการทดลองสนับสนุนสมมติฐาน																												

ชั้น ที่	วิธีการทาง วิทยาศาสตร์	คุณลักษณะหลัก
		2. จากการสังเกตการทดลองของน้ำและน้ำมันก๊าดและกราฟที่วาด เราสรุปได้ว่าความดันเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของของเหลว ดังนั้นการทดลองสนับสนุนสมมติฐาน 3. การทดลองส่วนของกระบอกวัดที่มีพื้นที่ของหน้าตัดตามขวางแตกต่างกัน มีความน่าสนใจ ขณะที่เราคิดว่าความดันจะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของหน้าตัดตามขวาง แต่ปรากฏว่าความดันยังคงเหมือนเดิม ดังนั้นการทดลองไม่สนับสนุนสมมติฐาน 3. อภิปรายข้อมูลและกราฟกับสมาชิกในกลุ่ม ผู้สอน

ภาคผนวก ข

แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย

	ติดต่อ : ดร.สุระ วุฒิพรหม Research and Innovation in Science Education Center ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 85 ถ.สถลมารค ต.เมืองศรีโค อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190 โทรศัพท์ : 045353406 ต่อ 4539 โทรสาร : 045288381 มือถือ: 0818707303 อีเมล : wuttiprom@gmail.com
---	---

แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย Research Skill Competency Test

ข้าพเจ้ายินดีให้ความร่วมมือในการออกแบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย เพื่อนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย

ชื่อ-สกุล _____ เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
โรงเรียน _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

คำชี้แจง : แบบประเมินมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย 6 ด้าน ได้แก่ การตั้งคำถาม การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การออกแบบการทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยแบบทดสอบนี้แปลและเรียบเรียงมาจาก Test of Integrated Process Skills II ของ Burns, Okey and Wise
ข้อสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ 13 หน้า โปรดตอบคำถามทุกข้อ ภายในเวลา 35 นาที
คำถามแต่ละข้อต้องการคำตอบสองแบบ :

1. คำตอบหลัก (มี 4 ตัวเลือก A, B, C, และ D)
2. ความมั่นใจสำหรับคำตอบหลัก (มี 2 ตัวเลือก มั่นใจ กับ ไม่มั่นใจ)

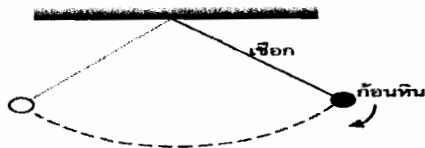
1. นักชีววิทยาต้องการจะทดสอบสมมติฐานว่า หนูที่กินวิตามินมากกว่าจะมีอัตราการเจริญเติบโตเร็วกว่านักชีววิทยาจะมีวิธีการวัดอัตราการเจริญเติบโตของหนูอย่างไร

- A. วัดอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของหนู B. นับจำนวนชั่วโมงที่ให้หนูออกกำลังกาย
C. ชั่งน้ำหนักของหนูทุกสัปดาห์ D. ชั่งน้ำหนักของวิตามินที่ให้หนูกิน
ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

2. เพชรมีต้นกุหลาบสีแดงและสีขาวอย่างละ 6 ต้น เขาตั้งสมมติฐานว่า กุหลาบที่ได้รับแสงแดดเฉพาะช่วงเช้าจะออกดอกมากกว่า ดอกกุหลาบที่ได้รับแสงแดดเฉพาะช่วงบ่าย เพชรจะออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อทดสอบสมมติฐานดังกล่าว

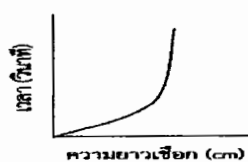
- A. วางต้นกุหลาบทั้งหมดให้ได้รับแสงแดดเฉพาะช่วงเช้าเป็นระยะเวลา 4 เดือน แล้วเปรียบเทียบจำนวนดอกกุหลาบทั้งหมดระหว่างสีแดงกับสีขาว
B. วางต้นกุหลาบทั้งหมดให้ได้รับแสงแดดเฉพาะช่วงเช้าเป็นระยะเวลา 4 เดือน หลังจากนั้นวางต้น กุหลาบทั้งหมดให้ได้รับแสงแดดเฉพาะช่วงบ่ายเป็นระยะเวลา 4 เดือน แล้วเปรียบเทียบจำนวนดอกกุหลาบทั้งหมดในแต่ละกรณี
C. วางต้นกุหลาบสีขาว 3 ต้นให้ได้รับแสงแดดเฉพาะช่วงเช้า และวางต้นกุหลาบสีขาวอีก 3 ต้นให้ ได้รับเฉพาะแสงแดดช่วงบ่าย เป็นระยะเวลา 4 เดือน เปรียบเทียบจำนวนดอกกุหลาบทั้งหมดในแต่ละกรณี
D. วางต้นกุหลาบสีขาวและสีแดงอย่างละ 3 ต้น ให้ได้รับแสงแดดเฉพาะช่วงเช้า และวางต้นกุหลาบสีขาวและสีแดงอย่างละ 3 ต้น ให้ได้รับแสงแดดเฉพาะช่วงบ่ายเป็นระยะเวลา 4 เดือน เปรียบเทียบจำนวนดอกกุหลาบทั้งหมดในแต่ละกรณี
ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

3. เราต้องการศึกษาการผูกก้อนหินไว้ที่ปลายเชือกที่มีความยาวแตกต่างกัน แล้วจับเวลาที่ก้อนหินเคลื่อนที่ไปแล้วกลับมายังตำแหน่งเดิม ได้ข้อมูลดังตาราง

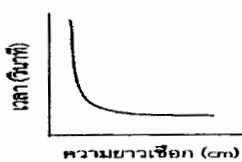


ความยาวเชือก (cm)	80	100	120	140	160	180
เวลา (s)	1.80	2.02	2.21	2.39	2.55	2.71

กราฟในข้อใดนำเสนอข้อมูลได้ถูกต้องที่สุด



A. ความยาวเชือก (cm)



B. ความยาวเชือก (cm)



C. ความยาวเชือก (cm)



D. ความยาวเชือก (cm)

ระดับความมั่นใจ

☐ มั่นใจ

☐ ไม่มั่นใจ

4. เกษตรอำเภอดำเนินการศึกษาว่า ปริมาณใบจามจุรีแห้งที่ใส่ลงไปในดินมีผลอย่างไรต่อผลผลิตของพริก จึงได้ทดลองปลูกพริกในกระบะ 4 อัน กระบะแต่ละอันใส่ดินชนิดเดียวกันในปริมาณเท่ากัน ได้รับน้ำและแสงแดดในปริมาณเท่ากัน กระบะ 3 ใบแรกใส่ใบจามจุรีแห้งในปริมาณ 15, 10 และ 5 กิโลกรัมตามลำดับ ส่วนกระบะใบที่ 4 ไม่ได้ใส่ใบจามจุรีแห้ง ปัจจัยใดมีผลต่อผลผลิตของพริก

A. ชนิดและปริมาณของดินที่ใส่

B. ปริมาณของใบจามจุรีแห้งที่ใส่

C. ปริมาณของแสงแดดและน้ำที่พริกได้รับ

D. ทุกข้อที่กล่าวมา

ระดับความมั่นใจ

☐ มั่นใจ

☐ ไม่มั่นใจ

ข้อมูลต่อไปนี้สำหรับตอบคำถามข้อ 5-8

ไอม่อนทำการทดลองว่าอุณหภูมิของน้ำมีผลอย่างไรต่อการละลายของน้ำตาลทราย โดยการละลายน้ำตาลให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ในบีกเกอร์แต่ละใบที่มีปริมาณน้ำเท่ากัน แต่อุณหภูมิของน้ำแตกต่างกัน คือ 0, 25, 50, 75 และ 95 °C

5. สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

- A. ยิ่งคนสารละลายมาก น้ำตาลทรายยิ่งละลายได้มาก
- B. ยิ่งน้ำตาลทรายละลายได้มาก สารละลายในบีกเกอร์ก็จะมีควมหวานมากยิ่งขึ้น
- C. อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น การละลายของน้ำตาลเพิ่มขึ้น
- D. ยิ่งใช้น้ำปริมาณมากขึ้น อุณหภูมิที่ใช้ก็จะเพิ่มขึ้น

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

ตัวเลือกต่อไปนี้เป็นสำหรับตอบคำถามข้อ 6-8

- A. ปริมาณน้ำตาลทรายที่ละลายได้ในแต่ละบีกเกอร์
- B. ปริมาณน้ำในแต่ละบีกเกอร์
- C. อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ละลายน้ำตาลทราย
- D. จำนวนครั้งที่คน

6. ตัวแปรต้น (สิ่งที่ต้องการศึกษา) สำหรับการทดลองนี้มีอะไรบ้าง

คำตอบ คือ _____

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

7. ตัวแปรตาม (ผลที่เกิดจากการทดลอง) สำหรับการทดลองนี้มีอะไรบ้าง

คำตอบ คือ _____

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

8. ตัวแปรควบคุม (สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน) สำหรับการทดลองนี้มีอะไรบ้าง

คำตอบ คือ _____

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

9. เพื่อกันสังเกตพบว่า ในสนามหญ้าของโรงเรียน ได้ก่อกินดินบางก่อกินจะพบแมลงมากมาย แต่บางก่อกินจะไม่พบแมลงเลย คำถามใดสามารถตั้งเป็นสมมติฐานเพื่อทดสอบต่อไปได้

- A. ทำไมแมลงจึงชอบอยู่ใต้ก่อกินดินก่อกินใหญ่
- B. หินผิวเรียบหรือผิวขรุขระที่มีแมลงอยู่ข้างใต้มากกว่ากัน

C. ความชื้นใต้ก้อนหินมีผลกระทบอย่างไรต่อแมลง

D. ปัจจัยอะไรที่มีผลต่อชนิดแมลงที่พบ

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

10. ไข่แอนดมีภาชนะ 4 ใบขนาดเท่ากัน แต่ทำมาจากวัสดุต่างชนิดกัน (ดินเหนียว เหล็ก อะลูมิเนียม และทองแดง) เขาเทน้ำชนิดเดียวกัน ปริมาณเท่ากัน ลงในภาชนะแต่ละใบ แล้วให้ความร้อนกับภาชนะแต่ละใบปริมาณเท่ากัน จับเวลาตั้งแต่เริ่มให้ความร้อนจนกระทั่งน้ำเดือด ปัจจัยใดที่ทำให้เวลาในการเดือดของน้ำในการทดลองนี้แตกต่างกัน

A. ปริมาณน้ำในภาชนะ

B. ชนิดของน้ำในภาชนะ

C. วัสดุที่ใช้ทำภาชนะแต่ละใบ

D. ปริมาณความร้อนที่ให้กับภาชนะ

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

11. วารีเป็นนักกีฬาว่ายน้ำสังเกตว่า หลังจากขึ้นจากสระว่ายน้ำจะรู้สึกว่ามีลมกระด้างและพัดกันคำถามใครระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามชัดเจน และตัวแปรที่ระบุสามารถวัดได้

A. ความเข้มข้นของคลอรีนในสระว่ายน้ำมีผลอย่างไรต่อแรงดึงดูดที่ทำให้เส้นผมขาด

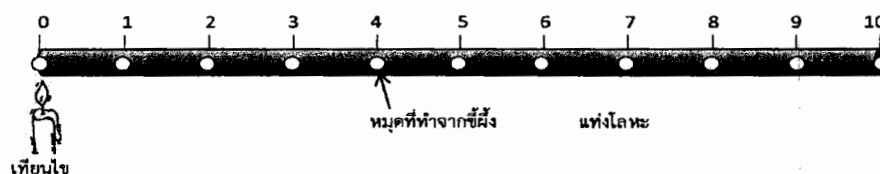
B. ระยะเวลาและช่วงเวลาในการว่ายน้ำมีผลอย่างไรต่อความชื้นของเส้นผม

C. ปริมาณคลอรีนที่เติมลงไปในสระว่ายน้ำ มีผลกระทบอย่างไรต่อเส้นผม

D. ปริมาณคลอรีนในสระว่ายน้ำทำให้ความแข็งแรงของเส้นผมลดลงหรือไม่

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

12. ก้านกล้วยต้องการศึกษาว่าโลหะชนิดใดนำความร้อนได้ดีที่สุด โดยการนำแท่งโลหะต่างชนิดกัน แต่มีขนาดและความยาวเท่ากัน ปีกหมูดที่ทำมาจากขี้ผึ้งทุกกระยะ 1 เซนติเมตร แล้วให้ความร้อนจากเทียนไขที่ตำแหน่งปลายสุดของโลหะ (หมายเลข 0) แต่ละชนิดนาน 2 นาที



ก้านกล้วยจะมีวิธีการวัดอัตราการนำความร้อนของโลหะแต่ละชนิดอย่างไร

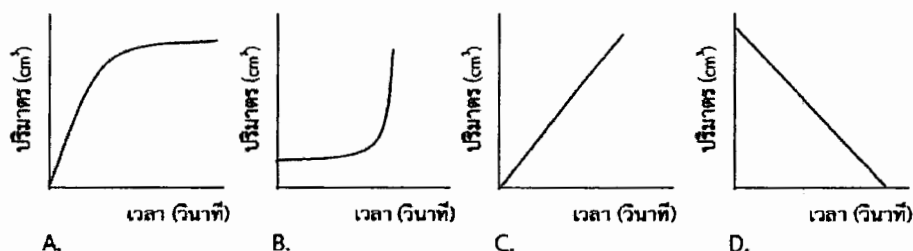
- A. วัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งปลายสุดของโลหะ (หมายเลข 10) เมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที
- B. นับจำนวนหยดที่หล่นออกจากโลหะเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที
- C. จับเวลาที่หยดแต่ละอันหล่นออกจากโลหะ
- D. จับเวลาที่หยดทั้งหมดหล่นออกจากโลหะ

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

13. มหาภารตมีศึกษาปฏิกิริยาของแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก โดยการบันทึกปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่ได้ทุกๆ 1 วินาที ผลการทดลองแสดงดังตาราง

เวลา (s)	0	1	2	3	4	5	6	7
ปริมาตร (cm ³)	0	14	23	31	38	40	40	40

กราฟในข้อใดนำเสนอข้อมูลได้สอดคล้องกับผลการทดลอง



ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

14. มานะตั้งสมมติฐานว่า ฟุตบอลที่มีความดันอากาศภายในมากกว่า จะเตะไปได้ระยะทางไกลกว่า มานะจะออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อทดสอบสมมติฐานดังกล่าว

- A. เตะฟุตบอลที่มีความดันอากาศเท่ากัน ด้วยแรงที่แตกต่างกัน แล้ววัดระยะทาง
- B. เตะฟุตบอลที่มีความดันอากาศแตกต่างกัน ด้วยแรงที่เท่ากัน แล้ววัดระยะทาง
- C. เตะฟุตบอลที่มีความดันอากาศเท่ากัน ด้วยมุมเตะที่แตกต่างกัน แล้ววัดระยะทาง
- D. เตะฟุตบอลที่มีความดันอากาศแตกต่างกัน ด้วยแรงที่แตกต่างกัน แล้ววัดระยะทาง

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

15. ครูพลศึกษาต้องการศึกษาผลของการออกกำลังกายกับอัตราการเต้นของหัวใจ โดยให้นักกีฬา 4 คน นักกีฬา 3 คนแรกวัดพื้นที่ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน คือ 3, 2, และ 1 ตามลำดับด้วยการวัดพื้นที่ที่เหมือนกัน และนักกีฬาคนที่ 4 ไม่ต้องวัดพื้นที่ ครูพลศึกษามีวิธีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของนักกีฬาอย่างไร

- A. นับจำนวนครั้งที่นักกีฬาแต่ละคนวัดพื้นที่ได้ในช่วงเวลา 1 นาที
 - B. นับจำนวนการเต้นของหัวใจของนักกีฬาแต่ละคนในช่วงเวลา 1 นาที หลังจากวัดพื้นที่
 - C. นับจำนวนการเต้นของหัวใจของนักกีฬาทุกคนในช่วงเวลา 1 นาที หลังจากวัดพื้นที่แล้วหาค่าเฉลี่ย
 - D. นับจำนวนการเต้นของหัวใจทั้งหมดของนักกีฬาแต่ละคน ระหว่างที่วัดพื้นที่
- ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

16. นาโซคต้องการศึกษาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อรถมีผลอย่างไรต่อความคล่องตัวในการหมุนของล้อรถ โดยการทดลองกลิ้งล้อรถหลายขนาดลงจากพื้นเอียงที่ตำแหน่งเดียวกัน นาโซคจะมีวิธีการวัดความคล่องตัวในการหมุนของล้อรถได้อย่างไร

- A. จับเวลาที่ล้อรถเคลื่อนที่ถึงปลายพื้นเอียง
- B. วัดมุมที่พื้นเอียงกระทำกับพื้นราบ
- C. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อรถในการทดลองแต่ละครั้ง
- D. วัดน้ำหนักของรถในการทดลองแต่ละครั้ง

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

17. ตารางด้านล่างแสดงเส้นผ่านศูนย์กลางของสายยาง 5 เส้นต่อกับปั้มน้ำที่มีแรงดันเท่ากัน เพื่อปั้มน้ำมันดีเซลออกจากถัง

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายยาง (mm)	ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ปั้มได้ (ลิตร)
8	1
13	2
20	4
26	7
31	12

- A. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายยางเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ปั๊มได้เพิ่มขึ้น
 - B. ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ปั๊มได้มาก แสดงว่าใช้เวลาในการปั๊มมาก
 - C. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายยางลดลง อัตราเร็วที่น้ำมันดีเซลถูกปั๊มเพิ่มขึ้น
 - D. เส้นผ่านศูนย์กลางของสายยางมีผลต่อปริมาณน้ำมันดีเซลที่ปั๊มได้
- ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

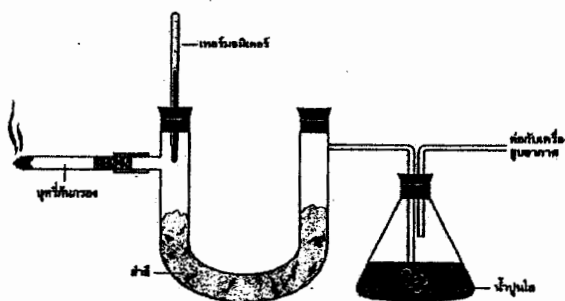
18. คำถามใดมีความชัดเจนในการระบุตัวแปรที่สามารถนำไปออกแบบการทดลองได้

- A. การโรยเกล็ดบนถนนที่มีหิมะมีผลกระทบอย่างไรต่อคันสน
- B. ปังจ๊ยะอะไรที่มีผลกระทบต่อระยะทางของน้ำที่พุ่งออกไปจากสายยาง
- C. น้ำอัดลมต่างชนิดกันเมื่อใส่เมนทอสรสมินต์ลงไปจะเกิดการพุ่งของฟองก๊าซแตกต่างกันหรือไม่
- D. ความยาวคลื่นเท่าใดของรังสียูวีที่สามารถลดปริมาณของเชื้อ e-coli ในน้ำปนเปื้อนลงได้

90%

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

19. ไมเคิลไปเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการที่มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เห็นการทดลองเรื่องพิษของบุหรี่ในตู้ดูดควัน โดยจุดบุหรี่กันกรองยี่ห้อต่างๆ เข้ากับหลอดแก้วรูปตัวยู ภายในหลอดแก้วมีเทอร์มอมิเตอร์และสำลี อีกข้างหลอดแก้วต่อกับขวดรูปชมพู่ที่มีน้ำปูนใสอยู่



- A. บุหรี่ที่ห่อใดมีผลกระทบต่อสุขภาพมากที่สุด
 B. เมื่อเปรียบเทียบระหว่างยังไม่จุดบุหรืกับจุดบุหรืสีของน้ำปุนใสจะแตกต่างกันหรือไม่
 C. เมื่อจุดบุหรืและทิ้งไว้นาน 5 นาที กับ 10 นาที สีของสำลิจะเหมือนหรือแตกต่างกัน
 D. บุหรี่ที่ห่อใดจะทำให้อุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์สูงที่สุด

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

20. วีระตั้งสมมติฐานว่า การขับรดด้วยอัตราเร็วสูงจะเปลืองน้ำมันมากกว่าวีระจะออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อทดสอบสมมติฐานดังกล่าว

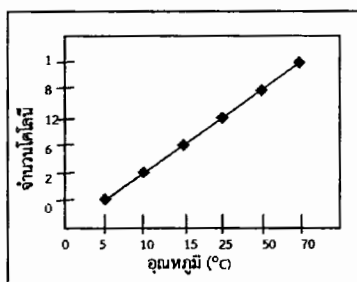
- A. สํารวจผู้ที่ขับรถยนต์ด้วยอัตราเร็วสูงๆ ว่า ใน 1 ชั่วโมง รถยนต์ใช้น้ำมันไปเท่าไร
 B. ทดลองขับรถยนต์ด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน แล้ววัดปริมาณน้ำมันที่ใช้ไปในแต่ละครั้ง
 C. ทดลองขับรถยนต์ด้วยอัตราเร็วสูงๆ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วทดลองขับรถยนต์ด้วยอัตราเร็วต่างๆ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันที่ใช้ไป
 D. ทดลองขับรถยนต์ด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน ด้วยระยะทางที่เท่ากันหลายๆ ครั้ง แล้ววัดปริมาณน้ำมันที่ใช้ไปในแต่ละครั้ง

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

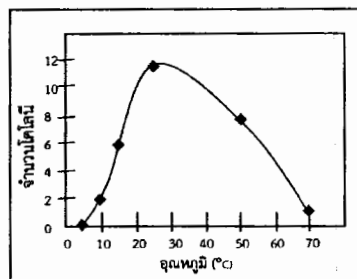
21. คาวพระศุภร์ศึกษาผลของอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมกับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ได้ผลการทดลองแสดงดังตาราง

อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม (°C)	5	10	15	25	50	70
จำนวนของโคโลนี	0	2	6	12	8	1

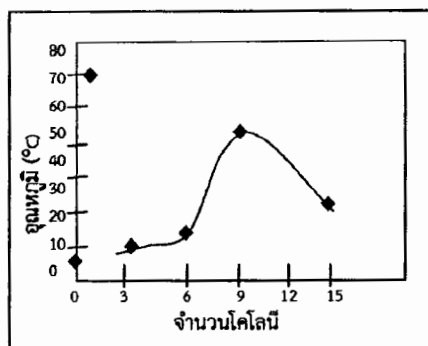
กราฟในข้อใดนำเสนอข้อมูลได้สอดคล้องกับผลการทดลอง



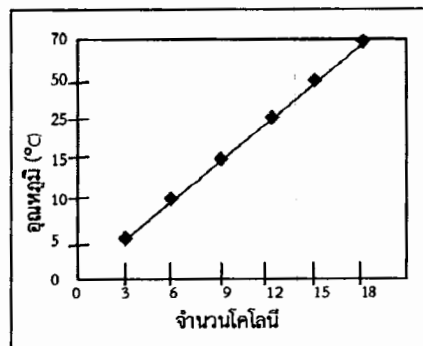
A.



B.



C.



D.

ระดับความมั่นใจ

☐ มั่นใจ☐ ไม่มั่นใจ

22. ปิติกาลังศึกษาว่าอุณหภูมิมีผลกระทบอย่างไรต่ออัตราการไหลของน้ำมัน เขาตั้งสมมติฐานว่าน้ำมันที่มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น จะทำให้อัตราการไหลเร็วขึ้น ปิติกว่รอกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อทดสอบสมมติฐานดังกล่าว

A. หยคน้ำมันที่มีอุณหภูมิเท่ากัน ไหลลงจากพื้นเอียงที่มีความขรุขระแตกต่างกันที่มุมแตกต่างกัน

B. หยคน้ำมันที่มีอุณหภูมิเท่ากัน ไหลลงจากพื้นเอียงเรียบที่มุมแตกต่างกัน

C. หยคน้ำมันที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน ไหลลงจากพื้นเอียงเรียบที่มุมเดียวกัน

D. หยคน้ำมันที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน ไหลลงจากพื้นเอียงเรียบที่มุมแตกต่างกัน

ระดับความมั่นใจ

☐ มั่นใจ☐ ไม่มั่นใจ

23. ชูใจบอกมานีว่า พื้นผิวที่มีผิวขรุขระมาก จะทำให้เกิดแรงเสียดทานมาก การออกแบบการทดลองใดไม่สามารถทดสอบสมมติฐานดังกล่าวได้

A. ปล่อยรถของเล่นคันเดียวกันจากพื้นเอียงที่ระดับความสูงเดียวกัน บนพื้นกระจกกับพื้นไม้ แล้วจับเวลาที่รถเคลื่อนที่มาถึงปลายพื้นเอียง

B. ใช้ตาชั่งสปริงลากถุงทรายที่มีน้ำหนักเท่ากัน บนพื้นทรายกับพื้นกระเบื้อง แล้วอ่านค่าจากตาชั่งสปริงเมื่อถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่

C. วางรองเท้าผ้าใบที่มีพื้นรองเท้าลวดลายแตกต่างกัน บนพื้นเอียงปรับมุมได้ตั้งแต่ 0-90 องศา บันทึกมุมของพื้นเอียงเมื่อรองเท้าผ้าใบเริ่มเคลื่อนที่

จัดทำขึ้นโดย Research and Innovation in Science Education Center ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

หน้า | 9

ห้ามเผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาต Research Skill Competency Test 1.0 © 1 กรกฎาคม 2555

D. ใช้ตาชั่งสปริงลากแท่งไม้ที่มีน้ำหนักเท่ากัน แต่ขนาดพื้นที่ผิวสัมผัสแตกต่างกัน บนพื้นเรียบกับพื้นขรุขระ แล้วอ่านค่าจากตาชั่งสปริงเมื่อแท่งไม้เริ่มเคลื่อนที่

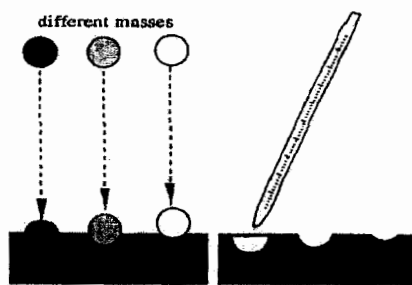
ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

24. ถ้าต้องการศึกษาปริมาณน้ำที่อยู่ในอาหารแต่ละชนิด ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1) สับอาหารให้ละเอียด 2) ชั่งอาหารแต่ละชนิดๆ ละ 10 กรัม 3) นำอาหารไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 4) นำอาหารแต่ละชนิดออกมาชั่งน้ำหนักทุกๆ 30 นาที จนกระทั่งน้ำหนักของอาหารคงที่ ถ้าจะมีวิธีการวัดปริมาณน้ำที่อยู่ในอาหารแต่ละชนิดอย่างไร

- A. ความแตกต่างของน้ำหนักก่อนอบและหลังจากอบ (อบนาน 30 นาที)
- B. จับเวลาตั้งแต่เริ่มอบจนกระทั่งน้ำหนักของอาหารคงที่
- C. ความแตกต่างของอุณหภูมิของอาหารก่อนและหลังอบ (เมื่อน้ำหนักของอาหารคงที่)
- D. ความแตกต่างของน้ำหนักก่อนอบและหลังอบ (เมื่อน้ำหนักของอาหารคงที่)

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

25. ปีนอนงค์นั่งใต้ต้นไม้เปิดสงสัยว่าทำไมแอปเปิลเมื่อหล่นกระทบพื้นแล้วบางผลแตก บางผลไม่แตก เธอได้ทำการทดลองโดยการปล่อยลูกเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน แต่มวลแตกต่างกัน ที่ระดับความสูงเดียวกัน แล้ววัดปริมาตรของลูกเหล็กที่จมลงในดินน้ำมัน ด้วยการหยคน้ำจากปิเปตลงไปในหลุมนั้นจนเต็ม



คำถามใดมีความชัดเจนในการระบุตัวแปรที่สามารถนำไปออกแบบการทดลองได้

- A. พลังงานจลน์มีผลอย่างไรต่อปริมาตรส่วนที่จมลงในดินน้ำมัน
- B. มวลของลูกเหล็กมีผลอย่างไรต่อปริมาตรส่วนที่จมลงในดินน้ำมัน

C. หากไม่ถูกเหล็กที่มีมวลมากกว่าจึงมีปริมาตรส่วนที่จมลงไปใต้น้ำมันมากกว่า

D. มีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้ลูกเหล็กจมลงไปใต้น้ำมันแตกต่างกัน

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

26. ชีวี่จะต้องการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของราชนบป้ง เธอคิดว่าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม และ ปริมาณน้ำในขนมป้ง น่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของราชนบป้ง สมมติฐานใดที่ชีวี่จะทดสอบเพื่อตอบข้อสงสัย

A. ถ้าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น ปริมาณของน้ำในขนมป้งจะลดลง

B. ถ้าในขนมป้งมีปริมาณน้ำน้อย อุณหภูมิในขนมป้งจะลดลง

C. ถ้าปริมาณน้ำในขนมป้งมีมาก อัตราการเจริญเติบโตของราชนบป้งจะสูงขึ้น

D. ถ้าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมลดลง ปริมาณของน้ำในขนมป้งจะลดลง

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

ข้อมูลต่อไปนี้สำหรับตอบคำถามข้อ 27-30

โนบิตะสงสัยว่า ในแต่ละวันพื้นดินกับพื้นน้ำได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ในปริมาณเท่ากันหรือไม่ เขาจึงทำการทดลองโดยนำกระบอกมา 2 อันที่มีขนาดเท่ากัน ใบหนึ่งใส่น้ำ อีกใบหนึ่งใส่ดิน ในปริมาณเท่ากัน แล้วนำกระบอกทั้ง 2 ไปตากแดดในบริเวณที่ได้รับปริมาณแสงอาทิตย์เท่าๆ กัน ตั้งแต่เวลา 8.00 น – 18.00 น

27. สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

A. ยิ่งได้รับแสงแดดปริมาณมาก อุณหภูมิของดินและน้ำก็จะยิ่งสูงขึ้น

B. ยิ่งวางดินและน้ำไว้กลางแจ้งนานเท่าไร อุณหภูมิของดินและน้ำก็จะยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น

C. ปริมาณความร้อนที่ดินและน้ำได้รับ ทำให้อุณหภูมิของดินและน้ำเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน

D. แต่ละช่วงเวลาใน 1 วัน ดินและน้ำได้รับแสงแดดปริมาณแตกต่างกัน

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

ตัวเลือกต่อไปนี้สำหรับตอบคำถามข้อ 16-19

A. ชนิดของน้ำที่ใส่ในกระบอก

B. อุณหภูมิของน้ำและดิน

C. ชนิดของสสาร (ดินและน้ำ) ที่ใส่ในกระบอก

D. ระยะเวลาที่ได้รับแสงอาทิตย์

28. ตัวแปรต้น (สิ่งที่ต้องการศึกษา) สำหรับการทดลองนี้มีอะไรบ้าง

คำตอบ คือ _____

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

29. ตัวแปรตาม (ผลที่เกิดจากการทดลอง) สำหรับการทดลองนี้มีอะไรบ้าง

คำตอบ คือ _____

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

30. ตัวแปรควบคุม (สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน) สำหรับการทดลองนี้มีอะไรบ้าง

คำตอบ คือ _____

ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

เฉลย แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย**(Research Skill Competency Test)**

1. C	11. A	21. B
2. D	12. C	22. C
3. C	13. A	23. C
4. B	14. B	24. D
5. C	15. B	25. B
6. C	16. A	26. C
7. A	17. A	27. C
8. B	18. B	28. C
9. D	19. A	29. B
10. C	20. B	30. D

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแบบทดสอบทักษะการคิดเชิงระบบ

แบบทดสอบวัดทักษะการวัดเชิงระบบ

คำชี้แจง

ในแบบทดสอบชุดนี้ นักเรียนจะพบคำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ให้นักเรียนอ่านคำถามทุกข้ออย่างละเอียดรอบคอบ แล้วตอบคำถามให้ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้

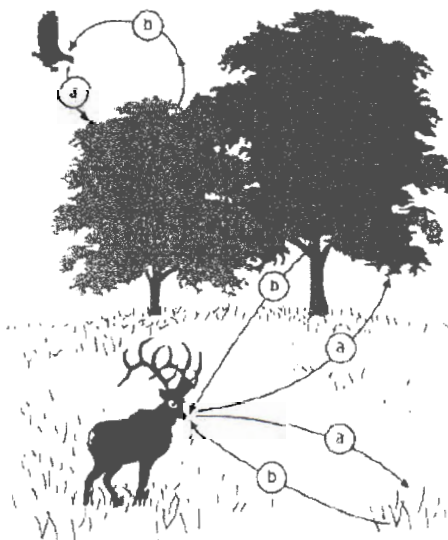
บางคำถามจะมีคำตอบให้เลือกสี่คำตอบหรือมากกว่า แต่ละคำตอบจะมีตัวเลขแสดงอยู่ข้างหน้า คำถามประเภทนี้ ให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบตัวเลขที่อยู่หน้าคำตอบ หรือทำเครื่องหมาย X ทับตัวเลขที่นักเรียนคิดว่าถูกต้อง

บางข้อมีคำถามให้นักเรียนตอบหลายคำตอบ โดยให้วงกลมล้อมรอบคำตอบเดียวในแต่ละแถว

สำหรับคำถามอื่นๆ นักเรียนจะต้องเขียนคำตอบสั้นๆ ในที่ว่างที่เตรียมไว้ในแบบทดสอบของนักเรียน คำถามเหล่านี้ให้นักเรียนอาจต้องเขียนคำตอบเป็นตัวหนังสือ วาดภาพ และ/หรือเขียนตัวเลข

บางคำถามต้องการให้นักเรียนอธิบายคำตอบหรือให้เหตุผลประกอบคำตอบของนักเรียน คำถามเหล่านี้มีคำตอบถูกต้องได้หลายคำตอบ นักเรียนจะได้คะแนนจากวิธีที่นักเรียนแสดงความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อคำถาม และลักษณะการคิดที่นักเรียนแสดงออกมา นักเรียนควรเขียนคำตอบของนักเรียนในเส้นบรรทัดที่กำหนดไว้ให้ จำนวนเส้นบรรทัดจะเป็นตัวบอกความยาวอย่างคร่าวๆ ที่นักเรียนควรเขียนตอบ

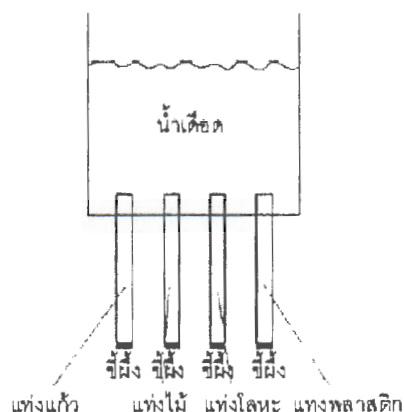
1. แผนภาพข้างล่างแสดงถึงตัวอย่างของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในการใช้และปล่อยแก๊ส (a) หรือ (b) ในเวลากลางคืน ซึ่งแสดงดังลูกศรในภาพ



ข้อความต่อไปนี้นักกล่าวถึง (a) หรือ (b) ได้ถูกต้อง

- ① (a) คือคาร์บอนไดออกไซด์ และ (b) คือไนโตรเจน
- ② (a) คือออกซิเจน และ (b) คือคาร์บอนไดออกไซด์
- ③ (a) คือคาร์บอนไดออกไซด์ และ (b) คือไอน้ำ
- ④ (a) คือคาร์บอนไดออกไซด์ และ (b) คือออกซิเจน

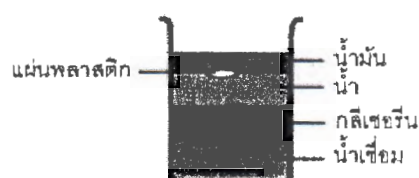
2.



แผนภาพข้างบนนี้แสดงแท่งวัตถุต่างชนิดกัน 4 แท่งมีขนาดเท่ากัน ปลายข้างหนึ่งของแต่ละแท่งเสียบเข้าทางด้านล่างของภาชนะซึ่งบรรจุน้ำร้อน อีกปลายหนึ่งมีขี้ผึ้งปริมาณเท่ากันติดอยู่ ขี้ผึ้งบนแท่งวัตถุใดจะหลอมเหลวเป็นอันดับแรก

- ① แท่งแก้ว
- ② แท่งไม้
- ③ แท่งโลหะ
- ④ แท่งพลาสติก

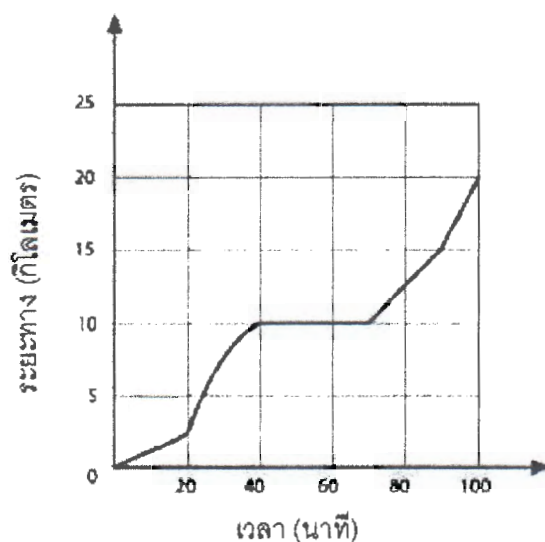
3. อะบิโอดิวเทน้ำเชื่อมลงในบีกเกอร์เปล่า แล้วเทกลีเซอริน น้ำ และน้ำมันอย่างระมัดระวังลงในบีกเกอร์จนเป็น 4 ชั้น ดังภาพ จากนั้นจึงใส่แผ่นพลาสติกลงในบีกเกอร์



ข้อความใดต่อไปนี้เป็นจริง

- ① น้ำมันมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำเชื่อม
- ② แผ่นพลาสติกมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำมัน
- ③ กลีเซอรินมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำมัน
- ④ น้ำเชื่อมมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ

4. ในระหว่างที่แมรีขี่จักรยาน ยางล้อจักรยานเกิดรั่ว จึงหยุดซ่อมแล้วขี่ต่อไป
กราฟข้างล่างแสดงระยะทางที่แมรีขี่จักรยานตั้งแต่เริ่มต้น



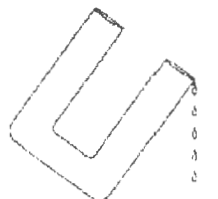
แมรีใช้เวลากี่นาทีในการซ่อมจักรยาน

- ① 20 นาที
- ② 30 นาที
- ③ 40 นาที
- ④ 70 นาที

5. หลอดทดลองปลายเปิดรูปตัวยูมีน้ำบรรจุอยู่ดังภาพ

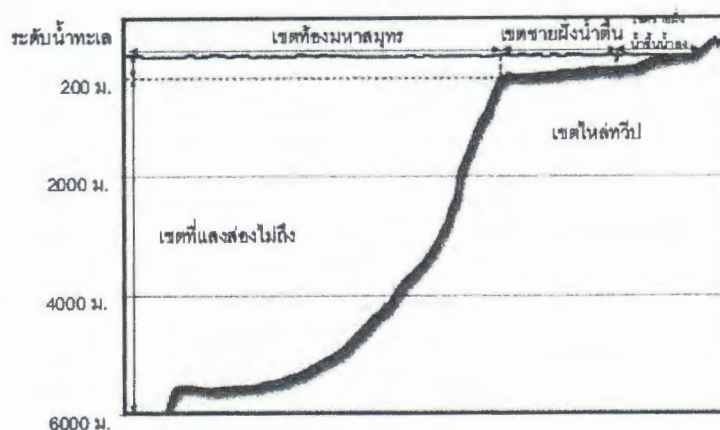


ถ้าเอียงหลอดทดลองจนน้ำจะเริ่มหยดออกจากปลายด้านหนึ่ง จงวาดภาพแสดงผิวหน้าของน้ำลงในภาพข้างล่างนี้



6. สิ่งมีชีวิตในมหาสมุทร

แผนภาพต่อไปนี้แสดงภาคตัดขวางของมหาสมุทร มีสิ่งมีชีวิต (พืชและสัตว์) จำนวนมากอาศัยอยู่ในบริเวณที่แตกต่างกันของมหาสมุทร การดำรงชีพอยู่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง



สิ่งมีชีวิต (พืชและสัตว์) ในตารางต่อไปนี้ ทุกชนิดอาศัยอยู่ในเขตชายฝั่งน้ำตื้น

สิ่งมีชีวิต	ลักษณะ
แพลงก์ตอนพืช	พืชขนาดเล็กที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้
แพลงก์ตอนสัตว์	สัตว์ขนาดเล็กที่กินแพลงก์ตอนพืช
ปลาทูน่า	ปลาน้ำกลางที่กินปลาน้ำตื้น
ปลาแฮร์ริง	ปลาน้ำตื้นที่กินแพลงก์ตอนสัตว์
ปลาฉลาม	ปลาน้ำตื้นที่กินปลาชนิดอื่น
วาฬ	สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่กินแพลงก์ตอนสัตว์

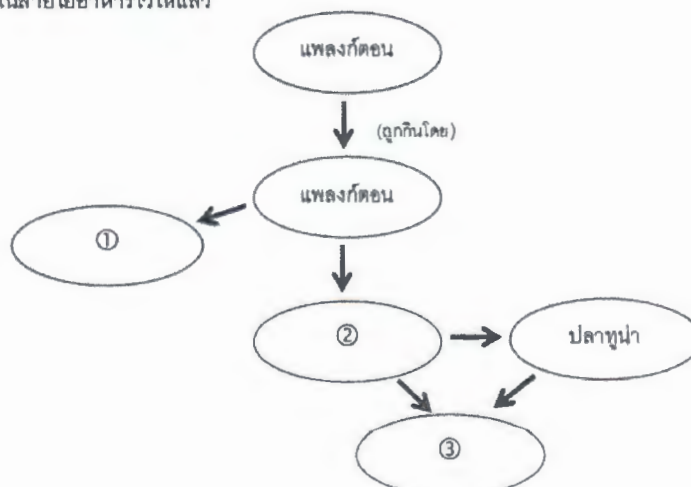
จงเติมสายใยอาหารในแผนภาพข้างล่างให้สมบูรณ์โดยใช้สิ่งมีชีวิตที่กำหนดไว้ในตาราง

ในวงกลม 1 วง สามารถเขียนชื่อสิ่งมีชีวิตได้ 1 ชนิด

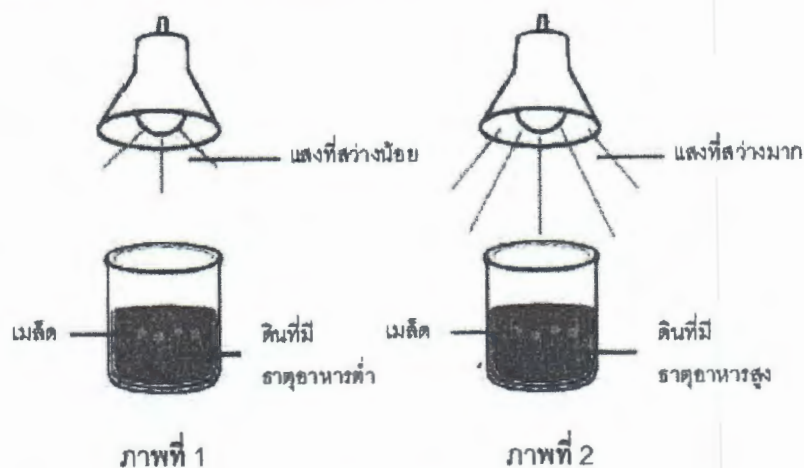
ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในตารางข้างต้นจะช่วยให้คุณเขียนได้

ในแผนภาพได้เติมสิ่งมีชีวิต 3 ชนิดและลูกศรแสดงทิศทางการส่งผ่านพลังงาน

ในสายใยอาหารไว้ให้แล้ว



7. เปร็ดมีเมล็ดอยู่หนึ่งซองซึ่งมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกันทุกประการ มีถั่วอยู่หลายพันธุ์ที่ออกเป็นต้นถั่วที่มีลำต้นสูง เขาปลูกถั่ว 4 เมล็ดลงในภาชนะที่มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 1 และปลูกถั่วอีก 4 เมล็ด ลงในภาชนะที่มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2 เขารดน้ำเมล็ดถั่วทุกวัน



จะสามารถทำนายเกี่ยวกับความสูงของต้นถั่วได้อย่างไร

จงให้เหตุผลประกอบคำตอบ

.....

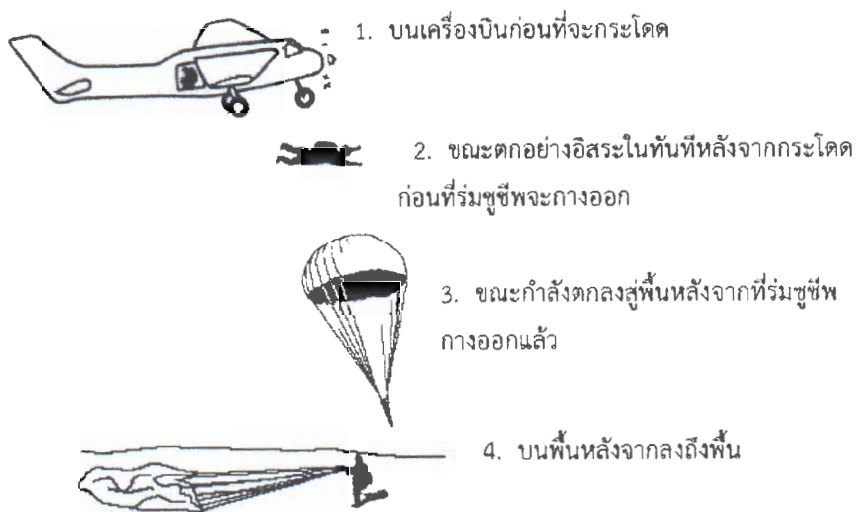
.....

.....

8. เมื่อของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส มีลักษณะหรือสมบัติใดของของเหลวที่เปลี่ยนแปลงและลักษณะหรือสมบัติใดที่ไม่เปลี่ยนแปลง จงทำเครื่องหมาย X ลงในตาราง

ลักษณะ/สมบัติ	เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
ความหนาแน่น		
มวล		
ปริมาตร		
ขนาดโมเลกุล		
ความเร็วของโมเลกุล		

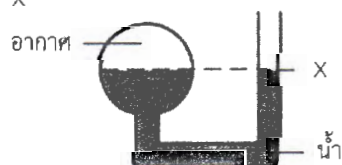
9. ภาพแสดงตำแหน่งของนักกระโดดร่ม 4 ตำแหน่ง



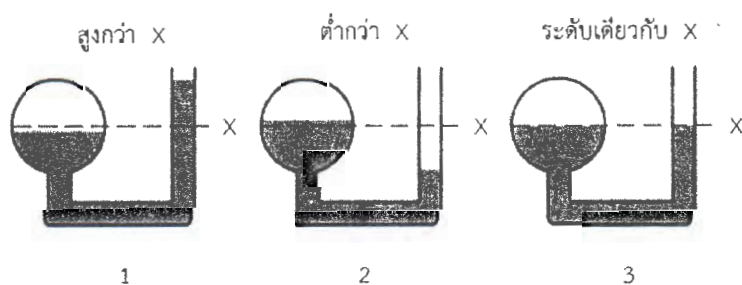
ที่ตำแหน่งใดต่อไปนี้มีแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อนักกระโดดร่ม

- ① ตำแหน่งที่ 2 เท่านั้น ② ตำแหน่งที่ 2 และ 3 เท่านั้น
- ③ ตำแหน่งที่ 1, 2 และ 3 เท่านั้น ④ ตำแหน่งที่ 1, 2, 3 และ 4

10. ภาพแสดงหลอดแก้วที่มีปลายด้านหนึ่งเปิดและปลายอีกด้านหนึ่งต่อกับกระเปาะแก้ว
รูปทรงกลม ภาพขณะนี้มีน้ำอยู่บางส่วนที่ทำให้มีอากาศอยู่เหนือน้ำในกระเปาะแก้ว ระดับน้ำในหลอดแก้วที่อยู่ระดับ X



หากทำให้อากาศภายในกระเปาะแก้วร้อนขึ้นโดยใช้เครื่องเป่าผม ระดับน้ำในหลอดแก้วภายหลังจากให้ความร้อนกับกระเปาะแก้วจะเป็นอย่างไร (จงวงกลมล้อมรอบ 1 2 หรือ 3)



จงให้เหตุผลประกอบคำตอบ

.....

.....

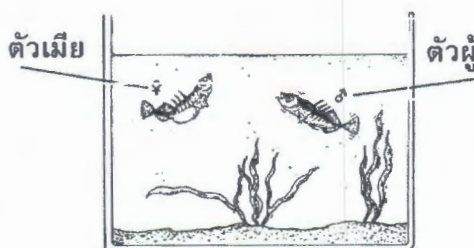
.....

11.

พฤติกรรมของปลาหลังหนาม

ปลาหลังหนามเป็นปลาที่เลี้ยงง่ายในตู้ปลา

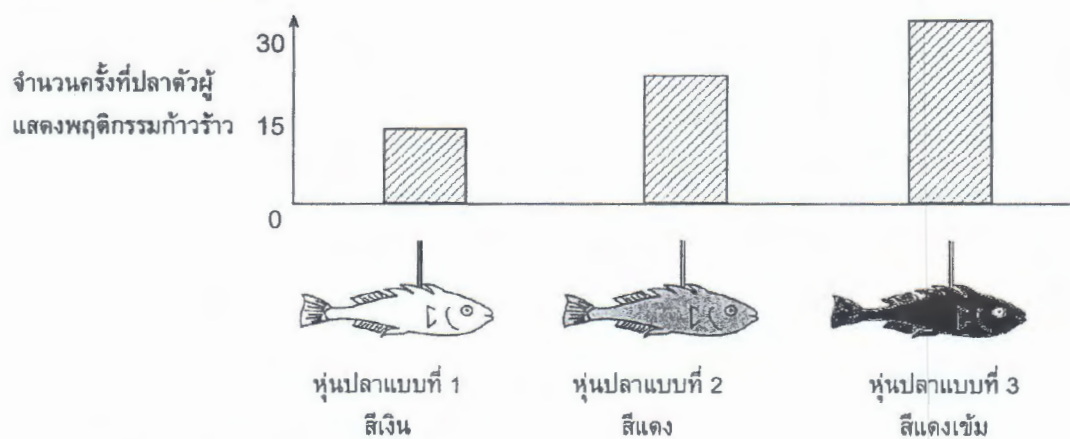
- ในฤดูผสมพันธุ์ท้องของปลาหลังหนามตัวผู้จะเปลี่ยนจากสีเงินเป็นสีแดง
- ปลาหลังหนามตัวผู้จะโจมตีคู่แข่งตัวผู้ตัวอื่นๆ ที่เข้ามาในบริเวณที่ครอบครองและพยายามขับไล่ออกไปจากบริเวณนั้น
- ถ้ามีปลาตัวเมียสีเงินเข้ามาใกล้ ปลาตัวผู้จะพยายามนำปลาตัวเมียไปที่รังของตัวเอง เพื่อให้ปลาตัวเมียได้วางไข่



ในการทดลอง นักเรียนคนหนึ่งต้องการสำรวจตรวจสอบว่า อะไรทำให้ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าว

ในตู้ปลาของนักเรียนได้เลี้ยงปลาหลังหนามตัวผู้ไว้หนึ่งตัว นักเรียนได้นำหุ่นของปลาที่ทำด้วยซี่ผึ้งสามแบบผูกติดไว้กับหลอด เขาแขวนหุ่นปลาทั้งสามแบบแยกกันไว้ในตู้ปลาในระยะเวลาที่เท่ากัน แล้วนับจำนวนครั้งที่ปลาตัวผู้แสดงปฏิกิริยาอย่างก้าวร้าวโดยการพุ่งใส่ปลาซี่ผึ้ง

ผลการทดลองแสดงดังรูปข้างล่าง



คำถามที่ 11.1 พฤติกรรมของปลาหลังหนาม

การทดลองนี้พยายามตอบคำถามใด

.....

.....

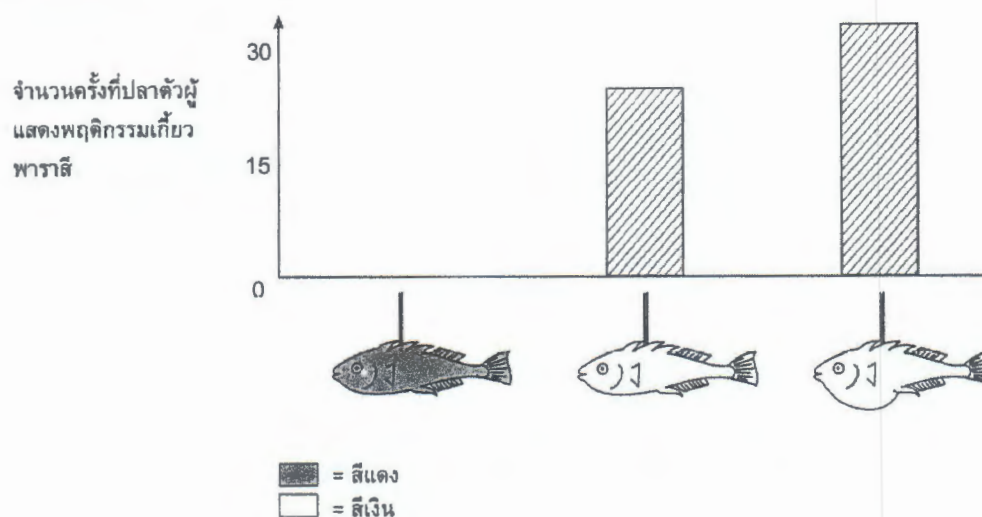
.....

คำถามที่ 11.2 พฤติกรรมของปลาหลังหนาม

ในช่วงของการผสมพันธุ์ ถ้าปลาหลังหนามตัวผู้เห็นปลาตัวเมีย มันจะพยายามดึงดูดตัวเมียโดยการแสดงพฤติกรรมเกี่ยวพาราสีซึ่งคล้ายกับการเต้นรำเล็กๆ ในการทดลองครั้งที่สองได้สำรวจตรวจสอบพฤติกรรมเกี่ยวพาราสีนี้

อีกครั้งที่ใช้หุ่นขี้ผึ้งสามแบบผูกติดกับลวด ตัวหนึ่งสีแดง อีกสองตัวสีเงินซึ่งตัวหนึ่งมีท้องแบน ส่วนอีกตัวท้องป่อง นักเรียนนับจำนวนครั้ง (ในเวลาที่กำหนด) ที่ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงปฏิกิริยาต่อหุ่นจำลองโดยแสดงพฤติกรรมเกี่ยวพาราสี

ผลการทดลองแสดงดังรูปข้างล่าง



นักเรียนสี่คนสรุปผลของตัวเองตามผลที่ได้จากการทดลองครั้งที่สองนี้

ข้อสรุปเหล่านี้ถูกต้องตามข้อมูลที่ได้อาจกราฟหรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ในแต่ละข้อสรุป

ข้อสรุปนี้ถูกต้องตามข้อมูลที่ได้อาจกราฟหรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
สีแดงก่อให้เกิดพฤติกรรมเกี่ยวพาราสีของปลาหลังหนามตัวผู้	ใช่ / ไม่ใช่
ปลาหลังหนามตัวเมียท้องแบนก่อให้เกิดปฏิกิริยาจากปลาหลังหนามตัวผู้มากที่สุด	ใช่ / ไม่ใช่
ปลาหลังหนามตัวผู้แสดงปฏิกิริยาต่อปลาตัวเมียท้องป่องบ่อยครั้งกว่าปลาตัวเมียท้องแบน	ใช่ / ไม่ใช่

คำถามที่ 11.3 พฤติกรรมของปลาหลังหนาม

การทดลองได้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าวของปลาหลังหนามตัวผู้ต่อหุ่นปลาทองสีแดง และแสดงพฤติกรรมเกี่ยวพาราสิตต่อหุ่นปลาทองสีเงิน

ในการทดลองครั้งที่สาม ได้กลับมาใช้หุ่นของปลาทั้งสี่แบบอีกครั้ง:

หุ่นปลาแบบที่ 1



หุ่นปลาแบบที่ 2



หุ่นปลาแบบที่ 3



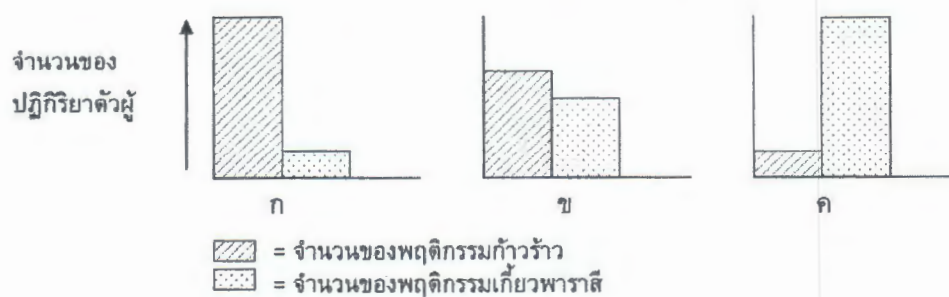
หุ่นปลาแบบที่ 4



■ = สีแดง
□ = สีเงิน

แผนภูมิสามรูปข้างล่างนี้ แสดงปฏิกิริยาที่เป็นไปได้ของปลาหลังหนามตัวผู้ที่มีต่อหุ่นแต่ละแบบด้านบน

ปฏิกิริยาใดที่นักเรียนทำนายว่าจะเกิดกับแบบจำลองของปลาแต่ละแบบ



จงเติมอักษร ก ข หรือ ค เพียงตัวอักษรเดียวที่เป็นผลเกิดจากหุ่นแต่ละแบบ

	ปฏิกิริยา
แบบที่ 1	
แบบที่ 2	
แบบที่ 3	
แบบที่ 4	

12.

เสื้อผ้า

จงอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

บทความเกี่ยวกับเสื้อผ้า

นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษคนหนึ่ง ได้พัฒนาผ้า "ฉลาด" เพื่อที่จะช่วยให้เด็กพิการสามารถสื่อสารด้วย "คำพูด" ได้ เด็กที่ใส่เสื้อก๊วกที่ทำด้วยเส้นใยพิเศษที่นำไฟฟ้าได้ ซึ่งเชื่อมต่อไปยังเครื่องสังเคราะห์เสียง จะสามารถทำให้ผู้อื่นเข้าใจสิ่งที่เขาต้องการสื่อสาร โดยการแตะลงบนผ้าที่มีความไวต่อการสัมผัสเท่านั้น

วัสดุนี้ทำด้วยผ้าธรรมดาและเคลือบรูปพุนด้วยเส้นใยที่มีคาร์บอนสอดใส่อยู่ จึงสามารถนำไฟฟ้าได้ เมื่อมีแรงกดลงบนผ้า สัญญาณแบบต่างๆ จะถูกส่งไปตามเส้นใยและไปแปลงสัญญาณ ซีพียูคอมพิวเตอร์จะอ่านได้ว่าส่วนใดของผ้าถูกแตะ แล้วก็จะไปทำให้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งอยู่ทำงาน เครื่องมือดังกล่าวมีขนาดเล็กไม่เกินกว่ากล่องไม้ขีด 2 กล่อง เท่านั้น

"ส่วนที่ฉลาด ก็คือ วิธีการทอและการส่งสัญญาณผ่านทางเส้นใย เราสามารถทอเส้นใยนี้ให้กลมกลืนเข้าไปในลายผ้าซึ่งทำให้เราไม่สามารถมองเห็นมัน" นักวิทยาศาสตร์ท่านหนึ่งกล่าว

ผ้านี้สามารถซัก บิด หรือห่มห่อสิ่งต่างๆ โดยไม่เกิดความเสียหาย และนักวิทยาศาสตร์ยังกล่าวด้วยว่า ผ้านี้สามารถผลิตเป็นจำนวนมากได้ในราคาถูก

ที่มา: Steve Farrer, 'Interactive fabric promises a material gift of the garb', *The Australian*, 10 สิงหาคม 1998.

คำถามที่ 12.1 เสื้อผ้า

คำถามข้างต้นต่อไปนี้ สามารถทดสอบในห้องปฏิบัติการได้หรือไม่

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า "ได้" หรือ "ไม่ได้" ในแต่ละข้อ

ผ้า สามารถ	สามารถทดสอบในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์
ซักได้โดยไม่เกิดความเสียหาย	ได้ / ไม่ได้
ห่มห่อสิ่งต่างๆ ได้โดยไม่เกิดความเสียหาย	ได้ / ไม่ได้
บิดได้โดยไม่เกิดความเสียหาย	ได้ / ไม่ได้
ผลิตเป็นจำนวนมากได้ในราคาถูก	ได้ / ไม่ได้

คำถามที่ 12.2 เลือผ้า

เครื่องมือชนิดใดในห้องปฏิบัติการ ที่ใช้ตรวจสอบว่า ผ้าที่ทอขึ้นนำไฟฟ้าได้

1. โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)
2. กล่องแสง (Light box)
3. ไมโครมิเตอร์ (Micrometer)
4. เครื่องวัดเสียง (Sound meter)

13.

ความร้อน

คำถามที่ 13.1 ความร้อน

ปิดกำลังทำงานซ่อมแซมบ้านเก่าหลังหนึ่ง เขานำขวดน้ำ ตะปูเหล็ก และไม้ชิ้นหนึ่งไว้ที่ท้ายรถยนต์ หลังจากทิ้งรถออกไปอยู่กลางแจ้งเป็นเวลา 3 ชั่วโมง อุณหภูมิภายในรถสูงถึงประมาณ 40°C เกิดอะไรขึ้นกับวัตถุในรถยนต์ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อความ

เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นกับวัตถุหรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
วัตถุทุกชนิดมีอุณหภูมิเท่ากัน	ใช่ / ไม่ใช่
หลังจากระยะเวลาหนึ่งน้ำเริ่มเดือด	ใช่ / ไม่ใช่
หลังจากระยะเวลาหนึ่งตะปูเหล็กเริ่มร้อนแดง	ใช่ / ไม่ใช่

คำถามที่ 13.2 ความร้อน

สำหรับของต้มในระหว่างวัน ปิดมีกาแฟร้อน 1 ถ้วยที่มีอุณหภูมิประมาณ 90°C และน้ำแร่เย็น 1 ถ้วยที่มีอุณหภูมิประมาณ 5°C ถ้วยทั้งสองเหมือนกันทุกประการทั้งลักษณะ ขนาด และปริมาตรของ เครื่องดื่มแต่ละอย่างก็เท่ากัน ปิดวางถ้วยไว้ในห้องที่อุณหภูมิประมาณ 20°C

อุณหภูมิของกาแฟและน้ำแร่จะเท่าใดหลังจากตั้งไว้ 10 นาที

1. 70°C และ 10°C
2. 90°C และ 5°C
3. 70°C และ 25°C
4. 20°C และ 20°C

14.

พืชดัดแปลงพันธุกรรม

ข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมควรถูกห้าม

กลุ่มอนุรักษ์พันธุ์พืชและสัตว์ป่ากำลังเรียกร้องให้ยกเลิกข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม (GM)

ข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม ถูกออกแบบมาไม่ให้เกิดผลกระทบจากการใช้สารฆ่าวัชพืชชนิดใหม่ซึ่งฆ่าข้าวโพดพันธุ์ดั้งเดิมได้ด้วย สารฆ่าวัชพืชชนิดใหม่นี้จะฆ่าวัชพืชเกือบทุกชนิดในไร่ข้าวโพด

นักอนุรักษ์บอกว่า เนื่องจากวัชพืชเป็นอาหารของสัตว์เล็กๆ โดยเฉพาะแมลง การใช้สารฆ่าวัชพืชชนิดใหม่กับข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมจะเป็นผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม แต่ผู้สนับสนุนการใช้ข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมบอกว่า การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้แสดงว่าสิ่งนี้จะไม่เกิดขึ้น

ต่อไปนี้เป็นรายละเอียดของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงในบทความข้างบน:

มีการปลูกข้าวโพด 200 แปลงทั่วประเทศ

แต่ละแปลงถูกแบ่งเป็นสองส่วน ครึ่งหนึ่งปลูกข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม (GM) ที่ใช้ สารฆ่าวัชพืชชนิดใหม่ ส่วนข้าวโพดพันธุ์ดั้งเดิมที่ใช้สารฆ่าวัชพืชชนิดเดิมถูกปลูกลงแปลงอีกครั้งหนึ่งที่เหลือ

จำนวนแมลงที่พบในแปลงข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมที่ใช้สารฆ่าวัชพืชชนิดใหม่มีจำนวนพอๆ กับแมลงในแปลงที่ปลูกข้าวโพดพันธุ์ดั้งเดิมที่ใช้สารฆ่าวัชพืชชนิดเดิม

คำถามที่ 14.1 พืชดัดแปลงพันธุกรรม

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงข้างต้น มีปัจจัยใดที่ตั้งใจทำให้แตกต่างกัน จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละปัจจัย

ปัจจัยนี้ตั้งใจทำให้แตกต่างกันในการศึกษาหรือไม่	ใช่ หรือ ไม่ใช่
จำนวนของแมลงในสิ่งแวดล้อม	ใช่ / ไม่ใช่
ชนิดของสารฆ่าวัชพืชที่ใช้	ใช่ / ไม่ใช่

คำถามที่ 14.2 พืชดัดแปลงพันธุกรรม

ข้าวโพดถูกปลูกในที่ต่าง ๆ 200 แปลงทั่วประเทศ เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงใช้พื้นที่ปลูกมากกว่าหนึ่งแห่ง

1. เพื่อเกษตรกรจำนวนมาก จะได้ลองปลูกข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม
2. เพื่อดูว่าข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมจะเจริญเติบโตได้มากเพียงใด
3. เพื่อให้ข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมครอบคลุมพื้นที่ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
4. เพื่อให้มีสภาวะที่แตกต่างกันหลายๆ แบบในการเจริญเติบโตของข้าวโพด

เฉลยข้อสอบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ

ข้อ	เฉลย	ระดับพฤติกรรม/สมรรถนะ
1	ตอบ 4	การใช้เหตุผล
2	ตอบ 3	การประยุกต์ใช้ความรู้
3	ตอบ 3	การใช้เหตุผล
4	ตอบ 2	การใช้เหตุผล
5	ต้องแสดงคิวน้ำในท่อทั้งสองข้างประมาณมุมเดียวกันกับพื้นราบ ($\pm 10^\circ$)	การใช้เหตุผล
6	1 เดิม วาฬ 2 เดิม ปลาแฮร์ริง 3 เดิม ปลาฉลาม	การใช้เหตุผล
7	ทำนายว่า ดันถั่วในภาพที่ 2 อาจสูงกว่าภาพที่ 1 โดยอ้างถึงทั้งแสงและสารอาหาร หรืออ้างถึงแสงหรือสารอาหารเพียงสาเหตุเดียว หรือ กล่าวว่า ภาพที่ 2 มีสิ่งจำเป็นพื้นฐานมากกว่า	การใช้เหตุผล
8	ตอบ ความหนาแน่น เปลี่ยนแปลง มวล ไม่เปลี่ยนแปลง ปริมาตร เปลี่ยนแปลง ขนาดโมเลกุล ไม่เปลี่ยนแปลง ความเร็วของโมเลกุล เปลี่ยนแปลง	การประยุกต์ใช้ความรู้
9	ตอบ 4	การประยุกต์ใช้ความรู้
10	สูงกว่า (1) โดยมีคำอธิบายที่ถูกต้องอ้างถึงการขยายตัวของอากาศเมื่อได้รับความร้อน หรือการเพิ่มขึ้นของปริมาตรหรือความดัน เช่น ความดันทำให้ระดับน้ำสูงขึ้น หรือคำตอบอื่น ๆ ที่ถูกต้อง	การประยุกต์ใช้ความรู้
11	11.1 คำตอบกล่าวถึงสิ่งที่ช่วยให้อุปกรณ์หล่นลงมาตัวผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าวออกมามากที่สุด	-การระบุคำถามเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อ	เฉลย	ระดับพฤติกรรม/สมรรถนะ
	- ปลาหลังนามตัวผู้แสดงปฏิกิริยาก้าวร้าวต่อหุ่นปลาสีแดงมากกว่าหุ่นปลาเงินไข่หรือไม่ - มีความสัมพันธ์ระหว่างสีกับพฤติกรรมก้าวร้าวไข่หรือไม่ - สีของปลาเป็นสาเหตุให้ปลาตัวผู้แสดงอาการก้าวร้าวไข่หรือไม่ 11.2 คะแนนเต็ม ถูกทั้งสามข้อ: ไม่ใช่ ไม่ใช่ ใช่ ตามลำดับ คำตอบอื่นๆ ไม่มีคะแนน 11.3 ถูกทั้งสี่ข้อ: ค ก ค ข ตามลำดับ ได้คะแนนเต็ม ถูกเพียงสามในสี่ข้อ ได้คะแนนบางส่วน คำตอบอื่น ไม่มีคะแนน	-การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ -การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์
12	12.1 ได้ ได้ ได้ ไม่ได้ ตามลำดับ 12.1 ตอบ 1	- การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ -การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์
13	13.1 ตอบ ใช่ ไม่ใช่ ไม่ใช่ ตามลำดับ 13.2 ตอบ 1	- การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ - การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์
14	14.1 ตอบ ไม่ใช่ ใช่ ตามลำดับ 14.2 ตอบ 4	- การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ - การระบุปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

ภาคผนวก ง
แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ

แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. สามารถให้เหตุผลในการเกิดปัญหาได้				
2. สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาได้				
3. สามารถแยกแยะประเด็นของปัญหาได้				
4. สามารถนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องของปัญหาเพิ่มเติมได้				
5. เขียนแผนภาพปัญหาได้ครอบคลุมปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้				
6. เขียนแผนภาพวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นว่าส่งผลกระทบต่อใคร อย่างไรบ้าง				
7. เขียนแผนภาพวิเคราะห์สาเหตุที่มองของปัญหาที่เกิดขึ้นได้				
8. นำเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาคืออย่างเป็นระบบครอบคลุม				
9. นำผลงานที่ตนเองและผู้อื่นนำเสนอมาสังเคราะห์				
10. ชื่นชมตัวเองและบุคคลอื่นที่สามารถแก้ปัญหาได้				

หลักเกณฑ์ในการให้คะแนน

ข้อ 1 สามารถให้เหตุผลในการเกิดปัญหาได้

- 3 - สามารถให้เหตุผลในการเกิดปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประเด็น
- 2 - สามารถให้เหตุผลในการเกิดปัญหาได้อย่างน้อย 2 ประเด็น
- 1 - สามารถให้เหตุผลในการเกิดปัญหาได้อย่างน้อย 1 ประเด็น
- 0 - ไม่สามารถให้เหตุผลในการเกิดปัญหาได้

ข้อ 2 สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาได้

- 3 - สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประเด็น
- 2 - สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาได้อย่างน้อย 2 ประเด็น
- 1 - สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาได้อย่างน้อย 1 ประเด็น
- 0 - ไม่สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาได้

ข้อ 3 สามารถแยกแยะประเด็นของปัญหาได้

- 3 - สามารถแยกแยะประเด็นของปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประเด็น
- 2 - สามารถแยกแยะประเด็นของปัญหาได้อย่างน้อย 2 ประเด็น
- 1 - สามารถแยกแยะประเด็นของปัญหาได้อย่างน้อย 1 ประเด็น
- 0 - ไม่สามารถแยกแยะประเด็นของปัญหาได้

ข้อ 4 สามารถนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องของปัญหาเพิ่มเติมได้

- 3 - สามารถนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องของปัญหาเพิ่มเติมได้ อย่างน้อย 3 ประเด็น
- 2 - สามารถนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องของปัญหาเพิ่มเติมได้ อย่างน้อย 2 ประเด็น
- 1 - สามารถนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องของปัญหาเพิ่มเติมได้ อย่างน้อย 1 ประเด็น
- 0 - ไม่สามารถนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องของปัญหาเพิ่มเติมได้

ข้อ 5 เขียนแผนภาพปัญหาได้ครอบคลุมปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้

- 3 - เขียนแผนภาพอธิบายการเกิดปัญหาได้อย่างครอบคลุมปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด
 อย่างเป็นลำดับ ขั้นตอน ได้ชัดเจนและถูกต้อง
- 2 - เขียนแผนภาพอธิบายการเกิดปัญหาได้อย่างครอบคลุมปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด
 อย่างเป็นลำดับ ขั้นตอน
- 1 - เขียนแผนภาพอธิบายการเกิดปัญหาได้
- 0 - ไม่สามารถเขียนแผนภาพอธิบายการเกิดปัญหาได้

ข้อ 6 เขียนแผนภาพวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นว่าส่งผลกระทบต่อใคร อย่างไรบ้าง

- 3 - เขียนแผนภาพที่เรียงลำดับการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ครบถ้วน ถูกต้อง
 เป็นระบบ และมีการเพิ่มเติมรายละเอียดจากความคิดของตนเอง
- 2 - เขียนแผนภาพที่เรียงลำดับการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ครบถ้วนและเป็น
 ลำดับขั้นตอน
- 1 - เขียนแผนภาพที่เรียงลำดับการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ครบถ้วน แต่ไม่เป็น
 ลำดับ
- 0 - เขียนแผนภาพได้ แต่วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ไม่ครอบคลุมและไม่เป็นลำดับ
 ขั้นตอน

ข้อ 7 เขียนแผนภาพวิเคราะห์สาเหตุที่มองของปัญหาที่เกิดขึ้นได้

- 3 - เขียนแผนภาพวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากเกณฑ์ที่กำหนดให้ได้อย่างน้อย 3 ประเด็น
- 2 - เขียนแผนภาพวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากเกณฑ์ที่กำหนดให้ได้อย่างน้อย 2 ประเด็น
- 1 - เขียนแผนภาพวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากเกณฑ์ที่กำหนดให้ได้อย่างน้อย 1 ประเด็น
- 0 - เขียนแผนภาพวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากเกณฑ์ที่กำหนดให้ไม่ได้

ข้อ 8 นำเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ครบคลุม

- 3 - นำเสนอแผนภาพได้เป็นกระบวนการ ขั้นตอนที่สมบูรณ์และมีรายละเอียดเพิ่มเติมที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้ อย่างน้อย 3 ประเด็น
- 2 - นำเสนอแผนภาพได้เป็นกระบวนการ ขั้นตอนที่สมบูรณ์และมีรายละเอียดเพิ่มเติมที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้ อย่างน้อย 2 ประเด็น
- 1 - นำเสนอแผนภาพได้เป็นกระบวนการ ขั้นตอนที่สมบูรณ์และมีรายละเอียดเพิ่มเติมที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้ อย่างน้อย 1 ประเด็น
- 0 - นำเสนอแผนภาพแนวทางได้ แต่ไม่เป็นกระบวนการ

ข้อ 9 นำผลงานที่ตนเองและผู้อื่นนำเสนอมาสังเคราะห์

- 3 - นำผลงานที่ตนเองและผู้อื่นนำเสนอมาสังเคราะห์ได้ อย่างน้อย 3 ประเด็น
- 2 - นำผลงานที่ตนเองและผู้อื่นนำเสนอมาสังเคราะห์ได้ อย่างน้อย 2 ประเด็น
- 1 - นำผลงานที่ตนเองและผู้อื่นนำเสนอมาสังเคราะห์ได้ อย่างน้อย 1 ประเด็น
- 0 - นำผลงานที่ตนเองและผู้อื่นนำเสนอมาสังเคราะห์ได้ อย่างน้อย 0 ประเด็น

ข้อ 10 ชื่นชมตัวเองและบุคคลอื่นที่สามารถแก้ปัญหาได้

- 3 - ภาควิชาที่ตนเองและผู้อื่นสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ และชักชวนให้ผู้อื่นสนใจที่จะปฏิบัติตาม
- 2 - รู้สึกสนใจและอยากมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาอย่างเต็มที่
- 1 - สนใจแก้ปัญหาด้วยตนเองในเรื่องที่อยากทำหรือมีโอกาส
- 0 - สนใจแก้ปัญหาเมื่อมีผู้กระตุ้น

เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

ผ่าน - ได้คะแนนตั้งแต่ 70 % ขึ้นไป

ไม่ผ่าน - ได้คะแนนต่ำกว่า 70 % ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การวัด ควรให้ทำกิจกรรมอีกครั้ง

บันทึกผลการสังเกต (เพิ่มเติม)

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ
แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้
แบบโครงงานฐานวิจัย
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ฐานวิจัย
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ แบบโครงงานฐานวิจัย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นี้เป็น แบบประเมินที่ต้องการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ที่เน้นการพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย และทักษะการคิดเชิงระบบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. วิธีตอบแบบสอบถามให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ที่เน้นการพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย และทักษะการคิดเชิงระบบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในแต่ละประเด็น โดยมีระดับ ความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคอร์ท (Likert) 5 ระดับ ดังนี้
 - ระดับคะแนน 5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด
 - ระดับคะแนน 4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเหมาะสมมาก
 - ระดับคะแนน 3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง
 - ระดับคะแนน 2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเหมาะสมน้อย
 - ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเหมาะสมน้อยที่สุด
3. กรุณาวิจารณ์และให้ความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแบบด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ที่เน้นการพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย และทักษะการคิดเชิงระบบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นี้ ให้ดียิ่งขึ้นในโอกาสต่อไป

(นางสาวพรพิทักษ์ คนหาญ)

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

รายการประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
1. ด้านสาระการเรียนรู้					
1.1 เนื้อหาที่น่าสนใจ					
1.2 ช่วยให้นักเรียนมีความรู้และเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้มากขึ้น					
1.3 นำความรู้จากกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 กิจกรรมเน้นให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติเป็นขั้นตอนอย่างชัดเจน					
2.2 นักเรียนได้ใช้ทักษะการสืบค้น ศึกษาความรู้ด้วยตัวเอง					
2.3 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสม					
2.4 ช่วยให้เกิดความกระตือรือร้น สนุกสนานในการเรียน					
3. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้					
3.1 มีการใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย					
3.2 มีวิธีการวัดผลที่เน้นสภาพจริง					
3.3 นักเรียนมีโอกาสดำเนินผลงานตนเองและงานของเพื่อน					
4. ด้านการใช้สื่อ อุปกรณ์ประกอบการ เรียนรู้					
4.1 สื่อมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้					
4.2 สื่อ/เครื่องมือ/อุปกรณ์ เหมาะสม สะดวกต่อการนำไปใช้งาน					
4.3 สื่อมีความเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ					
4.4 สื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระได้ง่ายขึ้น					
4.5 นักเรียนได้รับประโยชน์จากสื่อที่ใช้ในการเรียน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณในการตอบแบบสอบถาม

ภาคผนวก จ

แบบประเมินเค้าโครง โครงการงานวิทยาศาสตร์ (Mini Project)

แบบบันทึกการประเมินเค้าโครงโครงการงานวิทยาศาสตร์

เรื่อง

กลุ่มที่.....ชั้น.....สมาชิก 1.เลขที่.....
 2.เลขที่.....
 3.เลขที่.....

เกณฑ์พิจารณา	5	4	3	2	1
1. ความคิดสร้างสรรค์ 1.1 โครงการแสดงความคิดสร้างสรรค์ และความเป็นต้นคิดริเริ่มเอง ต่อคำถามของโครงการหรือไม่ 1.2 งานวิจัยสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการค้นพบและ ตอบคำถาม เริ่มต้นของโครงการ 1.3 การค้นพบที่สร้างสรรค์สนับสนุนวิธีการแก้ปัญหาได้จริงและ แสดงประสิทธิภาพ					
2. ความคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์ 2.1 คำถามหรือปัญหาของโครงการได้ระบุไว้ชัดเจนหรือไม่ 2.2 คำถามหรือปัญหาของโครงการเหมาะสมที่ทำให้มีทางหาคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้หรือไม่ 2.3 การวางแผนการทดลองเหมาะสมในการค้นหาคำตอบหรือ แก้ปัญหาของโครงการหรือไม่ 2.4 มีการระบุตัวแปรไว้ชัดเจนหรือไม่ 2.5 หากมีปัจจัยที่ต้องควบคุม ผู้ทำโครงการรู้หรือไม่ และมีวิธี ควบคุมอย่างไร 2.6 มีข้อมูลเหมาะสมสำหรับการสรุปผลหรือไม่ 2.7 ผู้ทำโครงการรู้ข้อจำกัดในการทำโครงการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ 2.8 ผู้ทำโครงการเข้าใจดีเกี่ยวกับ โครงการที่ทำ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือไม่ 2.9 ผู้ทำโครงการมีแนวคิดในการทำงานวิจัยต่อไปในอนาคตหรือไม่ 2.10 ผู้ทำโครงการอ้างอิงงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์หรือข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์บ้างหรือไม่ อย่างไร					
รวมคะแนน					

เกณฑ์พิจารณา	5	4	3	2	1
3. เป้าหมายในการทำโครงการ/เป้าหมายทางวิศวกรรม 3.1 วัตถุประสงค์ของโครงการเหมาะสมกับผู้ใช้งานหรือไม่ 3.2 ทางแก้ปัญหาของโครงการใช้งานได้ดีหรือไม่ ผู้ใช้ยอมรับงานที่สร้างหรือไม่ คุ่มค่าหรือไม่(ทางการเงิน) 3.3 การแก้ปัญหาใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ ในแง่การออกแบบ การสร้างหรือผลิต การเป็นผลิตภัณฑ์ 3.4 ชิ้นงานที่ทำ ช่วยแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ได้ดีกว่าทางเลือกที่มีอยู่แล้วหรือไม่ 3.5 ทางแก้ปัญหาของโครงการ(ชิ้นงานที่ทำ)ได้มีการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานที่สามารถนำมาใช้งานจริงหรือใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ 3.6 ผู้ทำโครงการเข้าใจข้อจำกัดในการแก้ปัญหาของโครงการหรือไม่ 3.7 ผู้ทำโครงการมีแนวคิดของการทำงานต่อไปให้ดีขึ้นในอนาคตหรือไม่					
4. การมองเห็นได้ทะลุ 4.1 การทำโครงการจนสมบูรณ์สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเดิมและกรอบความตั้งใจเดิมหรือไม่ 4.2 การทำโครงการแก้ปัญหาของโครงการได้สมบูรณ์หรือไม่และบันทึกการทำงานอย่างไร 4.3 การสรุปผลมาจากการทดลองเพียงครั้งเดียว หรือมาจากการทดลองที่มีการทำซ้ำ 4.4 ผู้ทำโครงการค้นคว้างานที่คนอื่นทำไว้หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องหรือไม่ 4.5 ผู้ทำโครงการใช้เวลาอย่างน้อยเพียงใดในการทำโครงการ					
5. ทักษะ 5.1 ผู้ทำโครงการทำการทดลองที่จำเป็นคือการทำของโครงการหรือไม่ และแสดงทักษะในการสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างไร มากน้อยเพียงใด 5.2 ผู้ทำโครงการแสดงทักษะในการใช้งานคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นหรือไม่ และแสดงทักษะในการออกแบบโปรแกรมเพื่อการบันทึกข้อมูลอย่างไร 5.3 โครงการทำได้สมบูรณ์ภายใต้คำแนะนำของที่ปรึกษาเพียงใด หรือผู้ทำโครงการทำงานเองเป็นส่วนใหญ่ 5.4 หากจำเป็นต้องมีการสร้างอุปกรณ์เครื่องมือขึ้นเองในการทำงาน					

เกณฑ์พิจารณา	5	4	3	2	1
ผู้ทำโครงการทำเองหรือไม่ หรือ ผู้ทำโครงการยืมผู้อื่นใช้ หรือ ให้ผู้อื่นทำให้ 6. ความชัดเจนของงานที่ทำ 6.1 ผู้ทำโครงการอภิปรายการทำโครงการได้ชัดเจนมากน้อยเพียงใด อธิบาย วัตถุประสงค์ วิธีการ และการสรุปผลได้เข้าใจหรือไม่ ผู้ทำโครงการท่องจำมาโดยมีความเข้าใจในหลักการเพียงเล็กน้อยหรือไม่ 6.2 การนำเสนอทำได้ด้วยกิจกรรมรายการที่ดีหรือไม่ มีการลอกบางส่วนหรือไม่ 6.3 เอกสารต่างๆของผู้ทำโครงการ แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในงานวิจัยที่ทำหรือไม่ 6.4 การนำเสนอผลงานเรียงลำดับขั้นดีหรือไม่ ข้อมูลและผลการทดลองชัดเจนมากน้อยเพียงใด 6.5 Powerpoints และโปสเตอร์ แสดงผลงานอธิบายให้เห็นถึงการทำให้โครงการได้ดีมากน้อยเพียงใด					
7. การทำงานเป็นทีม 7.1 มีการบันทึกบทบาทหน้าที่และการทำงานของผู้ทำโครงการแต่ละคนไว้อย่างชัดเจนหรือไม่ 7.2 ผู้ทำโครงการแต่ละคนมีส่วนเกี่ยวข้องในการร่วมแก้ปัญหาของโครงการอย่างเต็มที่หรือไม่ และผู้ทำโครงการแต่ละคนรู้ส่วนต่างๆของการทำโครงการหรือไม่					
รวมคะแนน					

ข้อเสนอแนะของกรรมการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....กรรมการ

(.....)

ภาคผนวก ช

คุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้
แบบโครงงานฐานวิจัย

ตารางที่ ข.1 คำนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้ช่วยฯ			รวม	IOC	แปลผล	หมายเหตุ
	1	2	3				
1. ด้านสาระการเรียนรู้							
1.1 เนื้อหามีความน่าสนใจ	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้
1.2 ช่วยให้นักเรียนมีความรู้และเข้าใจในเรื่องเรียน ได้มากขึ้น	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้
1.3 นำความรู้จากกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้							
2.1 กิจกรรมเน้นให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติเป็นขั้นตอนอย่างชัดเจน	1	1	1	3	1	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้
2.2 นักเรียนได้ใช้ทักษะการสืบค้น ศึกษาความรู้ด้วยตัวเอง	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้
2.3 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสม	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้
2.4 ช่วยให้เกิดความกระตือรือร้น สนุกสนานในการเรียน	1	1	1	3	1	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้
3. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้							
3.1 มีการใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้
3.2 มีวิธีการวัดผลที่เน้นสภาพจริง	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้
3.3 นักเรียนมีโอกาสดำเนินผลงานตนเอง และงาน ของเพื่อน	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้
4. ด้านการใช้สื่ออุปกรณ์ประกอบการ เรียนรู้							
4.1 สื่อมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้
4.2 สื่อ/เครื่องมือ/อุปกรณ์ เหมาะสม สะดวกต่อการนำไปใช้งาน	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้

ตารางที่ ข.1 ดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล	หมายเหตุ
	1	2	3				
4.3 สื่อมีความเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้
4.4 สื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระได้ง่ายขึ้น	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้
4.5 นักเรียนได้รับประโยชน์จากสื่อที่ใช้ในการเรียน	1	1	1	3	1	สอดคล้อง	นำไปทดลองใช้

ตารางที่ ข.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจ และความเชื่อมั่นแบบสอบถาม
ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก R^2	ข้อคำถามจริง
1	0.93	1
2	0.66	2
3	0.69	3
4	0.50	4
5	0.93	5
6	0.92	6
7	0.52	7
8	0.93	8
9	0.74	9
10	0.77	10
11	0.66	11
12	0.92	12
13	0.90	13
14	0.89	14
15	0.75	15

ความเชื่อมั่น (α) ทั้งฉบับ เท่ากับ .960

ภาคผนวก ข

ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วย
การเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

ตารางที่ ข.1 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบโครงงาน
ฐานวิจัย

รายการแสดงความคิดเห็น	$\bar{X}$	SD	ความพึงพอใจ
1. ด้านสาระการเรียนรู้			
1.1 เนื้อหาที่น่าสนใจ	3.92	0.58	มาก
1.2 เนื้อหาไม่ยาก ไม่ซับซ้อน อ่านเข้าใจง่าย	3.79	0.66	มาก
1.3 ช่วยให้นักเรียนมีความรู้และเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้มากขึ้น	4.00	0.66	มาก
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มมีความช่วยเหลือเกื้อกูลกัน	4.21	0.59	มาก
2.2 นักเรียนมีโอกาสศึกษาความรู้ได้ด้วยตัวเอง	3.92	0.58	มาก
2.3 เวลาที่ใช้ในการเรียนรู้จากแบบฝึกทักษะแต่ละเล่ม มีความเหมาะสม	3.96	0.55	มาก
2.4 ช่วยให้เกิดความกระตือรือร้น	4.13	0.45	มาก
3. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้			
3.1 มีการใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย	3.92	0.58	มาก
3.2 มีวิธีการวัดผลที่เน้นสภาพจริง	3.83	0.76	มาก
3.3 นักเรียนมีโอกาสได้ประเมินผลงานตนเองและงานของเพื่อน	4.08	0.65	มาก
4. ด้านการใช้สื่อ อุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้			
4.1 สื่อมีความน่าสนใจทำให้สนุกในการเรียน	4.00	0.66	มาก
4.2 ขนาด จำนวนหน้า ตัวอักษร มีเหมาะสมสะดวกต่อการนำไปใช้	3.96	0.55	มาก
4.3 รูปภาพเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง	4.04	0.46	มาก
4.4 นักเรียนได้รับประโยชน์จากเรื่องที่อ่าน	4.00	0.51	มาก
4.5 นำความรู้ที่ได้จากการอ่านไปประยุกต์ใช้กับตนเอง	3.96	0.55	มาก
รวมเฉลี่ย	3.98	0.48	มาก

ภาคผนวก ฅ
การวิเคราะห์ข้อมูลวิจัย

ตารางที่ ๓.1 คะแนนทักษะการคิดเชิงระบบจากแบบทดสอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

เลขที่	แบบทดสอบ การคิดเชิง ระบบ		%pre	%post	%post-%pre	100-%pre	(g)
	ก่อน	หลัง					
	30	30					
1	9	20	30.00	66.67	36.67	70.00	0.52
2	10	20	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50
3	8	22	26.67	73.33	46.67	73.33	0.64
4	9	22	30.00	73.33	43.33	70.00	0.62
5	9	20	30.00	66.67	36.67	70.00	0.52
6	11	24	36.67	80.00	43.33	63.33	0.68
7	13	26	43.33	86.67	43.33	56.67	0.76
8	17	28	56.67	93.33	36.67	43.33	0.85
9	8	24	26.67	80.00	53.33	73.33	0.73
10	8	22	26.67	73.33	46.67	73.33	0.64
11	10	24	33.33	80.00	46.67	66.67	0.70
12	11	26	36.67	86.67	50.00	63.33	0.79
13	12	25	40.00	83.33	43.33	60.00	0.72
14	14	27	46.67	90.00	43.33	53.33	0.81
15	15	27	50.00	90.00	40.00	50.00	0.80
16	13	26	43.33	86.67	43.33	56.67	0.76
17	9	24	30.00	80.00	50.00	70.00	0.71
18	16	25	53.33	83.33	30.00	46.67	0.64
19	15	26	50.00	86.67	36.67	50.00	0.73
20	18	28	60.00	93.33	33.33	40.00	0.83

ตารางที่ ๕.1 คะแนนทักษะการคิดเชิงระบบจากแบบทดสอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย (ต่อ)

เลขที่	แบบทดสอบ การคิดเชิง ระบบ		%pre	%post	%post-%pre	100-%pre	(g)
	ก่อน	หลัง					
	30	30					
21	19	29	63.33	96.67	33.33	36.67	0.91
22	16	26	53.33	86.67	33.33	46.67	0.71
23	14	24	46.67	80.00	33.33	53.33	0.63
24	9	22	30.00	73.33	43.33	70.00	0.62
Mean	12.21	24.46	40.69	81.53	40.83	59.31	0.70
SD	3.44	2.60	11.46	8.68	6.39	11.46	0.11
Max	19	29	63.33	96.67	53.33	73.33	0.91
Min	8	20	26.67	66.67	30.00	36.67	0.50

ตารางที่ ๗.2 คะแนนทักษะการคิดเชิงระบบจากแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย

เลขที่	แบบประเมินทักษะ การคิดเชิงระบบ		%pre	%post	%post- %pre	100-%pre	(g)
	ก่อน	หลัง					
	30	30					
1	9	23	30.00	76.67	46.67	70.00	0.67
2	11	25	36.67	83.33	46.67	63.33	0.74
3	11	26	36.67	86.67	50.00	63.33	0.79
4	10	24	33.33	80.00	46.67	66.67	0.70
5	12	24	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67
6	11	25	36.67	83.33	46.67	63.33	0.74
7	10	26	33.33	86.67	53.33	66.67	0.80
8	8	20	26.67	66.67	40.00	73.33	0.55
9	9	21	30.00	70.00	40.00	70.00	0.57
10	12	24	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67
11	13	25	43.33	83.33	40.00	56.67	0.71
12	14	24	46.67	80.00	33.33	53.33	0.63
13	11	25	36.67	83.33	46.67	63.33	0.74
14	13	26	43.33	86.67	43.33	56.67	0.76
15	12	25	40.00	83.33	43.33	60.00	0.72
16	11	24	36.67	80.00	43.33	63.33	0.68
17	17	27	56.67	90.00	33.33	43.33	0.77
18	14	24	46.67	80.00	33.33	53.33	0.63
19	12	25	40.00	83.33	43.33	60.00	0.72
20	18	28	60.00	93.33	33.33	40.00	0.83
21	16	26	53.33	86.67	33.33	46.67	0.71

ตารางที่ ๓.๒ คะแนนทักษะการคิดเชิงระบบจากแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย (ต่อ)

เลขที่	แบบประเมินทักษะ การคิดเชิงระบบ		%pre	%post	%post- %pre	100-%pre	(g)
	ก่อน	หลัง					
	30	30					
22	13	25	43.33	83.33	40.00	56.67	0.71
23	12	25	40.00	83.33	43.33	60.00	0.72
24	12	24	40.00	80.00	40.00	60.00	0.67
Mean	12.13	24.63	40.42	82.08	41.67	59.58	0.70
SD	2.42	1.69	8.06	5.63	5.56	8.06	0.07
Max	18	28	60.00	93.33	53.33	73.33	0.83
Min	8	20	26.67	66.67	33.33	40.00	0.55

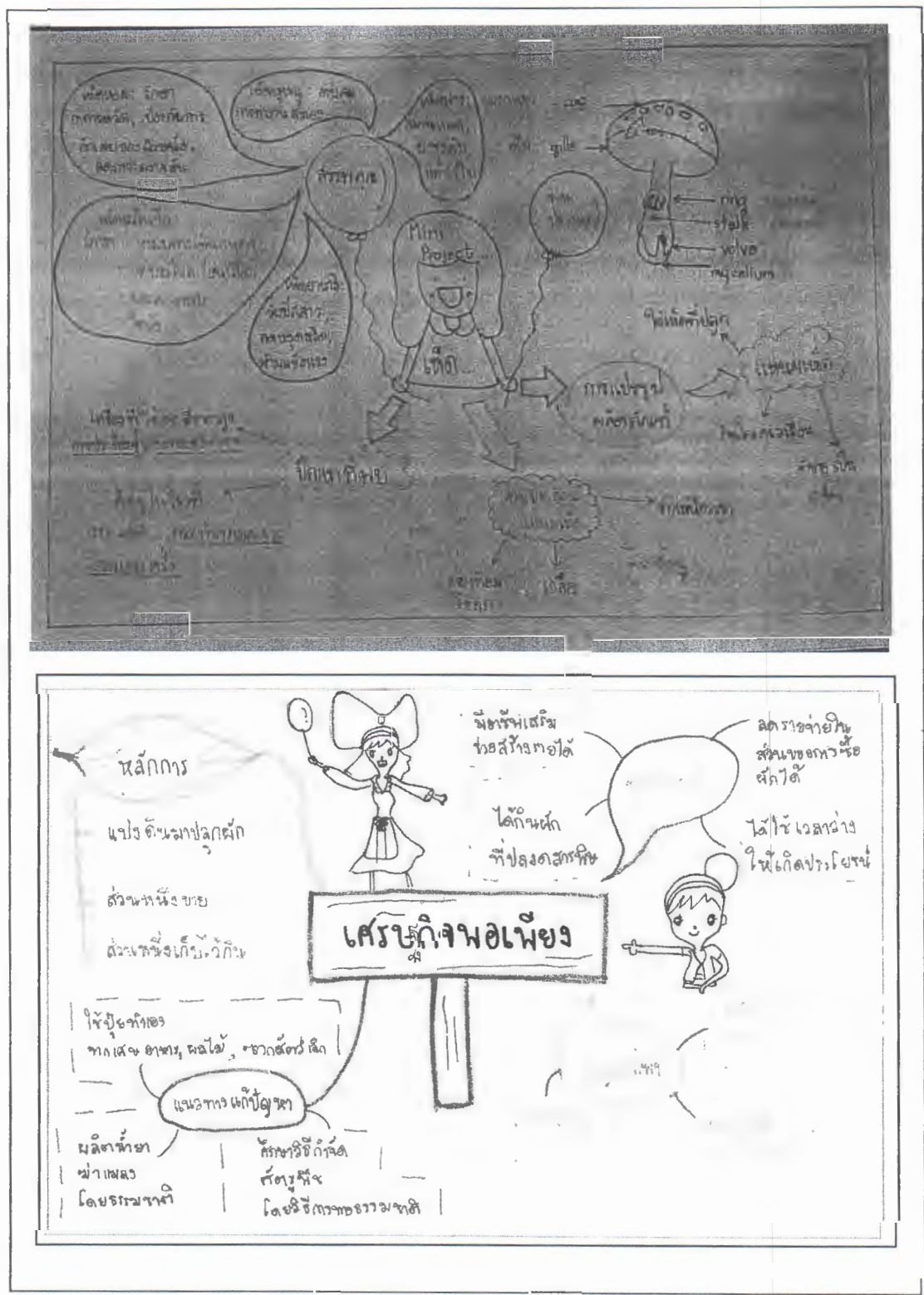
ตารางที่ ๓.3 วิเคราะห์คะแนนขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนและ
หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย

T-Test				
Paired Samples Statistics				
		Mean	N	Std. Deviation
Pair 1	Pre-test	16.13	24	1.87
	Posttest	22.00	24	1.47

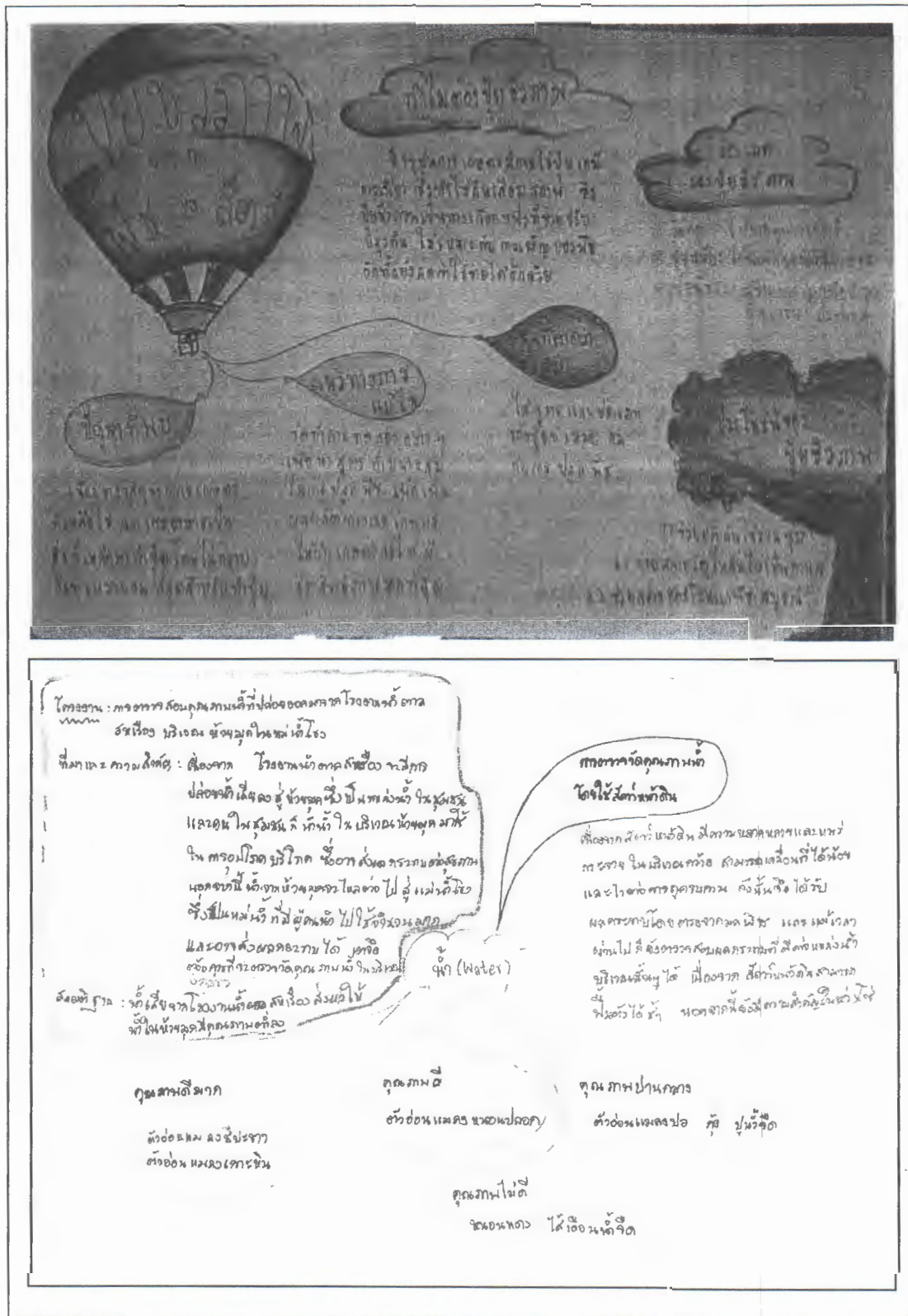
Paired Samples Test							
Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	Sig.
Pair 1	Posttest - Pretest	5.88	1.08	0.22	26.7505	23	0.0000

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่าง แผนภาพความคิด (Mind Map) ของนักเรียน



ภาพที่ ๑.1 แผนภาพความคิด (Mind Map) จากกิจกรรมเศรษฐกิจพอเพียง

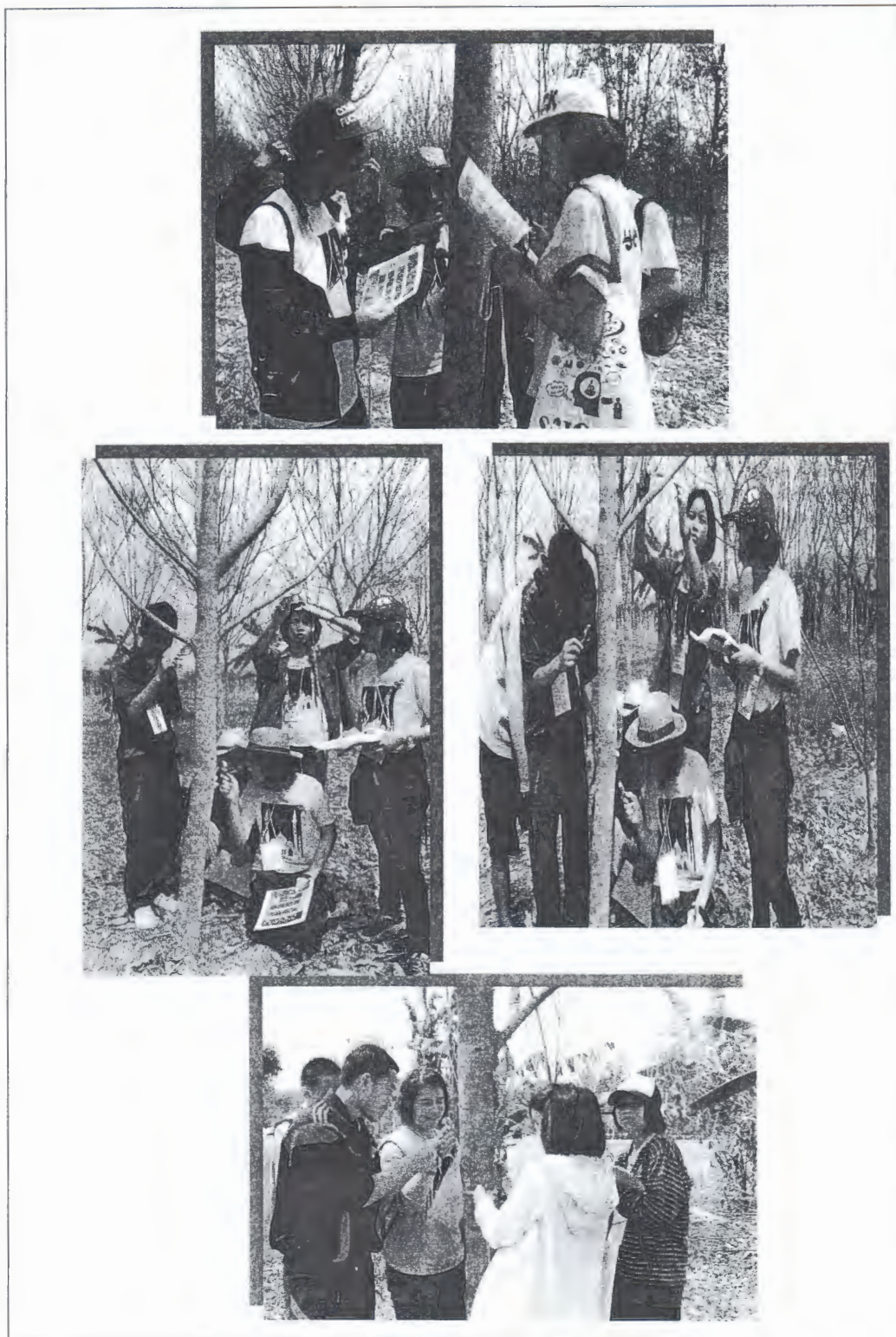


ภาพที่ ๒.2 แผนภาพความคิด (Mind Map) จากกิจกรรมนักสืบใต้ดินและนักสืบสายน้ำ

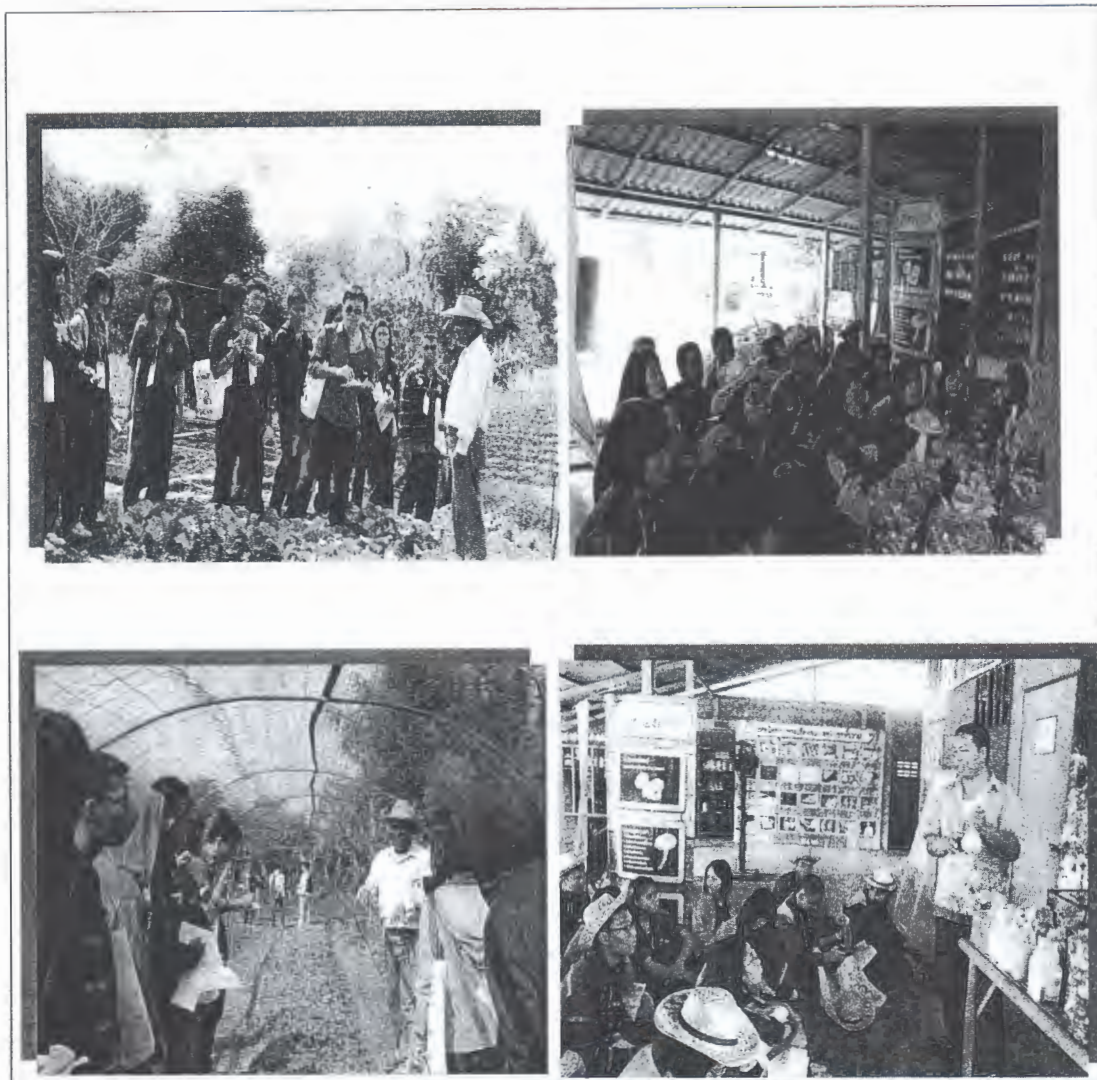
ภาคผนวก ๑
ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้



ภาพที่ ๓.๑ กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย ฝึกทักษะการคิดเชิงระบบ
“นักสืบสายน้ำ”



ภาพที่ ๓.๒ กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานฐานวิจัย ฝึกทักษะการคิดเชิงระบบ
“นักสืบสายลม”



ภาพที่ ๓.3 กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ฝึกทักษะการคิดเชิงระบบ
“เศรษฐกิจพอเพียง”



ภาพที่ ๓.๔ กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย ฝึกทักษะการคิดเชิงระบบ
“ผ้าหมักโคลน”



ภาพที่ ๕.๕ การนำเสนอเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ (Mini Project)

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

1. นายสุพรม ปัทม	ตำแหน่ง	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22
2. นายสุรศักดิ์ มีศิริ	ตำแหน่ง	ครูชำนาญการ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22
3. นางวราภรณ์ แสงเจริญ	ตำแหน่ง	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22

ภาคผนวก จู

การเผยแพร่ผลงานวิจัย ได้รับการตีพิมพ์ในเอกสารสืบเนื่องจากการประชุม

ผลงานนำเสนอแบบโปสเตอร์

ประชุมวิชาการ มอบ. วิจัย ครั้งที่ 7 วันที่ 25 – 26 กรกฎาคม 2556

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

การประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร

Evaluate Research Skill Competency For Grade 10 Students From Regional Science
Classrooms Of Princess Chulabhorn'college Mukdahan

พรทิพย์ คนหาญ¹ และ สุระ วุฒิพรหม^{2*}

¹ภาควิชาฟิสิกส์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²E-mail : prapattai.kanahaj@ubon.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร ปีการศึกษา 2555 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 จำนวน 24 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย (Research Skill Competency Test) ซึ่งแบ่งความสามารถด้านทักษะวิจัยออกเป็น 5 ทักษะ ประกอบด้วย แบบประเมินทักษะการตั้งคำถาม แบบประเมินทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร แบบประเมินทักษะการตั้งสมมติฐาน แบบประเมินทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร และแบบประเมินทักษะการออกแบบการทดลอง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ย 3.23 หรือคิดเป็น 64.60 % เมื่อเปรียบเทียบกับความสามารถทั้ง 5 ทักษะ ผลที่ได้คือ นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และทักษะการตั้งคำถาม สูงที่สุด ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 4.42 และ 4.38 ตามลำดับ รองลงมาคือ ทักษะการออกแบบการทดลอง ไม่แตกต่างจากทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร โดยมีค่าเฉลี่ย 2.96 และ 2.58 และทักษะที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.79 ได้แก่ทักษะการตั้งสมมติฐาน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถด้านทักษะกับระดับความมั่นใจในการตอบคำถามแต่ละข้อคิดเป็นรายด้านมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับมาก คือ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งคำถาม และการออกแบบการทดลอง มีระดับความมั่นใจเฉลี่ย 4.42 , 4.29 และ 3.58 ส่วนทักษะการตั้งสมมติฐานซึ่งเป็นทักษะที่นักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุด กลับมีคะแนนระดับความมั่นใจ 3.00 ซึ่งสูงกว่าทักษะการออกแบบการทดลอง ที่มีคะแนนเฉลี่ย 2.83 แสดงว่านักเรียนยังจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยให้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะในทักษะที่ยังมีคะแนนไม่มากนักเพื่อส่งเสริมศักยภาพในการเป็นนักวิจัยในอนาคต

คำสำคัญ : ความสามารถด้านทักษะวิจัย นักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับความมั่นใจ

Abstract

The purposes of this research is to estimate research skill competency for grade 10 student from regional science classrooms of Princess Chulabhorn'College Mukdahan, studying in the academic year Of 2012.The sample representatives were a total Of 24 students of M.4/4,selected by Purposive Sampling, The research instruments included Research Skill Competency Test Which is divided into 5 skill ,include Questioning skill , identifying and controlling variables skill , Formulating Hypothesis skill , Defining Operation skill , Experimental Design & Planning skill , and Interpreting data and conclusion skill . The statistics such as percentage , average, and Standard Deviation (SD) were applied for data analysis.The finding found in

this study were indicated as follows : In overall perspective, Research Skill Competency of student in the medium level displays average about 3.23 or 64.60 %. For a comparison between the five skills were as follows, students consist of Identifying and controlling variables skill and Questioning skill with mean of 4.42 and 4.38 respectively considered highest of the most not difference . Subordinate were Experimental Design & Planning skill were not difference Formulating Hypothesis skill with the mean of 2.96 and 2.58. Skill with average minimum 1.79 is Defining Operation skill at 0.05 level of significance. Considering the relationship between the level of the skill ratings and level of confident in answering questions responses to the same in the high level were Identifying and controlling variables skill , Questioning skill , and Experimental Design & Planning skill with 4.42 , 4.29 and 3.58 .But we find that Formulating Hypothesis skill, is a skill that students have the lowest score to score of confident in answering questions at 3.00 higher than confidence level experimental design skills with 2.83, is not in the same direction. Therefore, Students also need to be improved to be able to better Research Skill Competency. especially in a poor score to enhance the potential for researcher in the future.

Keywords : Research Skill Competency, regional science classrooms student, level of confidence

บริบทของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร

วันที่ 25 พฤศจิกายน 2555 กระทรวงศึกษาธิการ ได้ประกาศให้ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร เป็น “โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค” 1 ใน 12 โรงเรียนทั่วประเทศ เมื่อมีวัตถุประสงค์เพื่อเฉลิมพระเกียรติในวโรกาสที่ สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี ทรงเจริญพระชนมายุ 3 รอบ และเพื่อให้เป็นสถานศึกษา ที่จัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมีโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ เป็นต้นแบบ ใช้เกณฑ์ของโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษ (ทสรพ.) และของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นนำ ของนานาชาติ (world class) ที่ต้องการพัฒนานักเรียนไปสู่ความเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์คิดค้นด้านวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีที่มีความสามารถระดับสูงเทียบเคียงกับนักวิจัยชั้นนำระดับนานาชาติ และมีจิตวิญญาณมุ่งมั่นพัฒนา ประเทศชาติ มีเจตคติที่ดีต่อเพื่อนร่วมโลกและธรรมชาติ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีให้กับประเทศชาติในอนาคต ช่วยพัฒนาชาติให้สามารถดำรงอยู่และแข่งขันได้ในประชาคมโลก เป็นสังคมผู้ผลิต ที่มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น สร้างสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ สังคมคุณภาพและแข่งขันได้ สังคมยั่งยืน พอเพียง มีความ มานานฉันท์เอื้ออาทรต่อกัน (โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร, 2555)''

ด้วยเหตุผลดังกล่าว นักเรียนที่จะเข้าเรียนที่โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ในแต่ละแห่ง จึงต้องผ่านกระบวนการ คัดเลือกที่พิเศษ รวมทั้งหลักสูตรที่ใช้ในการเรียนการสอนก็แตกต่างจากโรงเรียนทั่วไป ดังจะเห็นได้จาก รายวิชาที่เปิดสอน เช่น รายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ (science fair project) รายวิชาทฤษฎีความรู้และการสืบเสาะอย่างวิทยาศาสตร์ (theory of knowledge and scientific inquiry) รายวิชาสนุกกับการทำโครงงาน (project for fun) รายวิชาสัมมนา ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (seminar in mathematics and science) รายวิชาการทำโครงงาน (research projects) รายวิชาปัญหาพิเศษทางวิทยาศาสตร์ (science special problem) รวมไปถึงรายวิชาที่เน้นเทคนิคปฏิบัติการ ทุกสาขาวิชาทั้งขั้นพื้นฐานและเทคนิคปฏิบัติการขั้นสูง ทั้งนี้เพื่อพัฒนาทักษะในการเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์คิดค้นทาง วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนอย่างเข้มข้น

รายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ จึงเป็นวิชาที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนทั้งระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เริ่มเรียนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำโครงงานให้แล้วเสร็จ ภายในภาคเรียนที่ 1

ของการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และไปนำเสนอในกลุ่มโรงเรียนจุฬารามราชวิทยาลัย เพื่อขออนุมัติจบการศึกษา ในภาคเรียนที่ 2

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ในทางการศึกษามีคำศัพท์หลายคำที่มีความหมายตรงกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เช่น project based learning หรือ problem based learning หรือ research based learning (แต่ในบทความนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า research based learning, RBL) RBL เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตสอดคล้องกับหลักทฤษฎีการเรียนรู้ constructivism theory ของ Piaget เชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจ ประสบการณ์เกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาอยู่แล้วไม่มากนักน้อย (prior-knowledge) ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับ กับความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ที่มีอยู่แล้ว การสร้างความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนจะแตกต่างกันไปตามระดับของพื้นฐานความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เดิม ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้ constructionism theory ของ Seymour Papert เชื่อว่า ความรู้ไม่ใช่เกิดจากผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่สามารถสร้างขึ้นโดยผู้เรียนเองได้ และการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง (learning by doing) รวมทั้งทฤษฎีการเรียนรู้ Social constructivism theory ของ Vygotsky ที่เชื่อว่า การที่คนเรามีปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการปะทะสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้ มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิด มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา แนวคิดดังกล่าว มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

RBL ที่เน้นกระบวนการวิจัย ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองทั้งทางด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (จิราภรณ์ ศิริทวี^[2], 2542; อีรียะ ปุณณโชติ^[3], 2531 :2-3; อรทัย แก้วหย่อง^[4], 2550; สถาปนา เกษมศิลป์^[5], 2546) และเป็นการสอนให้นักเรียนรู้จักกระบวนการวิจัย ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติ และนอกจากนี้ ยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนากระบวนการเรียนรู้และสร้างหรือแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากคำถามทั่วไป (general question) ที่สนใจ และพัฒนาเป็นคำถามวิจัย (research question) ที่สามารถออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบได้ใบที่สุด RBL นอกจากจะช่วยพัฒนาทักษะและขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยได้เป็นอย่างดี แล้วยังฝึกทักษะการสื่อสาร เช่น การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบการบรรยาย (oral presentation) หรืองานเขียน (writing presentation) (Berenfeld, 1994^[6]; NRC, 1996; Colly, 2006^[7])

RBL เป็นการพัฒนาความรู้ครูในด้านศาสตร์การสอน (pedagogy knowledge) เพราะต้องใช้กลวิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น การสอนแบบทำงานรับผิดชอบร่วมกัน (cooperative learning) การสอนแบบอุปนัย (inductive method) การสอนแบบนิรนัย (deductive method) การสอนแบบระดมสมอง (brainstorming) การสอนโดยการลงมือปฏิบัติ (learning by doing) การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง (simulation) การสอนโดยการสาธิต (demonstration) เป็นต้น

อาจกล่าวได้ว่า RBL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนทั้งเนื้อหาสาระวิชาหลัก และฝึกทักษะเพื่อการดำรงชีวิต ในศตวรรษที่ 21 (ทักษะชีวิตและอาชีพ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ http://www.youtube.com/watch?v=6OpO_VTnC2M)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการวิจัยเป็นการปฏิรูปการศึกษาอย่างแท้จริง เพราะสามารถพัฒนาทั้งนักเรียนและครูไปพร้อม ๆ กัน

โครงงานวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนจุฬารามราชวิทยาลัย มุกดาหาร

จากแบบสำรวจความคิดเห็นของนักเรียน การประเมินของอาจารย์ผู้สอน และข้อสังเกตของคณะกรรมการประเมิน กระบวนการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ยาก ไม่สามารถทำให้เสร็จได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด อีกทั้งโครงงานวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอไม่โดดเด่น หรือสร้างสรรค์พอ

เมื่อเทียบกับศักยภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนส่วนหนึ่งมีเจตคติไม่ดีต่อการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ จากปัญหาดังกล่าวถ้าหากปล่อยให้นักเรียนมีความคิดเช่นนี้ ก็จะส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนในวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ และจะต้องส่งผลกระทบต่อการพัฒนานักเรียน เพื่อให้เป็นนักวิจัยในอนาคตอย่างแน่นอน

จากข้อมูลการรายงานสรุปผลการประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ของโรงเรียนจุฬารณราชวิทยาลัย มุกดาหาร รอบสาม ปีการศึกษา 2555 ในรายการประเมินทั้งหมด 14 มาตรฐาน โรงเรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก 12 มาตรฐาน มีเพียง 2 มาตรฐานที่ได้ระดับดี นั่นคือมาตรฐานที่ 5 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ มาตรฐานที่ 4 ที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะวิจัยของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค โรงเรียนจุฬารณราชวิทยาลัย มุกดาหาร เพื่อพัฒนานักเรียนไปสู่ความเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์คิดค้นด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีความสามารถระดับสูงขึ้นไป สำหรับในบทความนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬารณราชวิทยาลัย มุกดาหาร ปีการศึกษา 2555 จำนวน 24 คน

แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย (Research Skill Competency Test)

แบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย (Research Skill Competency Test) จำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบ่งความสามารถด้านทักษะวิจัยออกเป็น 6 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะการตั้งคำถาม การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การออกแบบการทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยแบบทดสอบนี้แปลและเรียบเรียงมาจาก Test of Integrated Process Skill II ของ Burns, Okey and Wise โดยผู้วิจัย (สุระ วุฒิพรหม) ซึ่งคำถามแต่ละข้อต้องการคำตอบ 2 แบบ คือ คำตอบหลัก (มี 4 ตัวเลือก A,B,C และ D) และความมั่นใจสำหรับคำตอบหลัก ผู้วิจัยเลือกนำมาวิเคราะห์ข้อมูล จำนวน 25 ข้อ โดยวัดทักษะการวิจัยเพียง 5 ด้าน ยกเว้นทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ตารางที่ 1 ตัวอย่างแบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ข้อ 5 ทดสอบการตั้งสมมติฐาน

5. โดเรมอนทำการทดลองว่าอุณหภูมิของน้ำ มีผลอย่างไรต่อการละลายของน้ำตาล เขาได้เพิ่ม น้ำให้สุดเท่าที่จะทำได้ ในบีกเกอร์แต่ละใบที่มีปริมาณน้ำเท่ากัน แต่อุณหภูมิของน้ำแตกต่างกัน คือ 0,25,50,75 และ 95 °C สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร A. ยิ่งคนสารละลายมาก น้ำตาลทรายยิ่งละลายได้มาก B. ยิ่งน้ำตาลทรายละลายได้มาก สารละลายในบีกเกอร์ก็จะมีควมหวานมากยิ่งขึ้น C. อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น การละลายของน้ำตาลเพิ่มขึ้น D. ยิ่งใช้น้ำปริมาณมากขึ้น อุณหภูมิที่ใช้ก็จะเพิ่มขึ้น ระดับความมั่นใจ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

ผลการวิจัย

1) การวิเคราะห์ขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ทั้ง 5 ด้าน

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ย (เต็ม 5) ร้อยละ และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบประเมินขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย

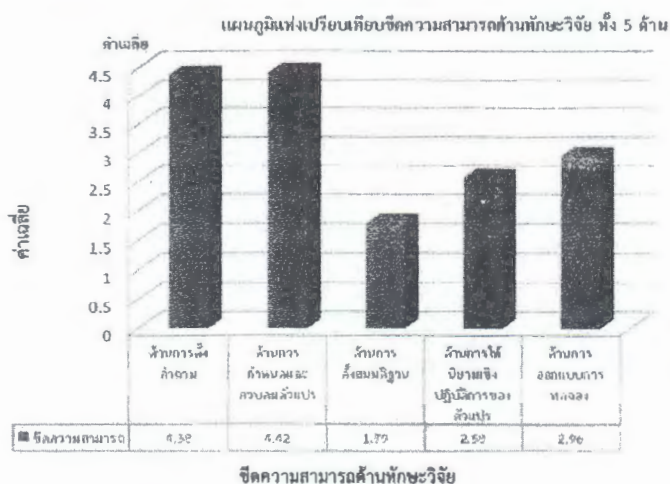
ขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย	คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละ)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
การตั้งคำถาม	4.38 (87.6)	0.495
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	4.42 (88.4)	0.504
การตั้งสมมติฐาน	1.79 (35.8)	0.588
การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	2.58 (51.6)	1.139
การออกแบบการทดลอง	2.96 (59.2)	1.122
รวม	3.23 (64.6)	1.312

*มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนมีขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยโดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ย 3.23 คิดเป็นร้อยละ 64.6 เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะ พบว่านักเรียนมีความสามารถทักษะวิจัยแตกต่างกัน โดยความสามารถการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.42 คิดเป็นร้อยละ 88.4 รองลงมาคือ การตั้งคำถาม การออกแบบการทดลอง การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ ดังมีคะแนนเฉลี่ยและร้อยละ คือ 4.38 ร้อยละ 87.6 , 2.96 ร้อยละ 59.2 , 2.58 ร้อยละ 51.6 และ การตั้งสมมติฐาน มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 1.79 คิดเป็นร้อยละ 35.8

2) การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขีดความสามารถทักษะวิจัยแต่ละด้าน

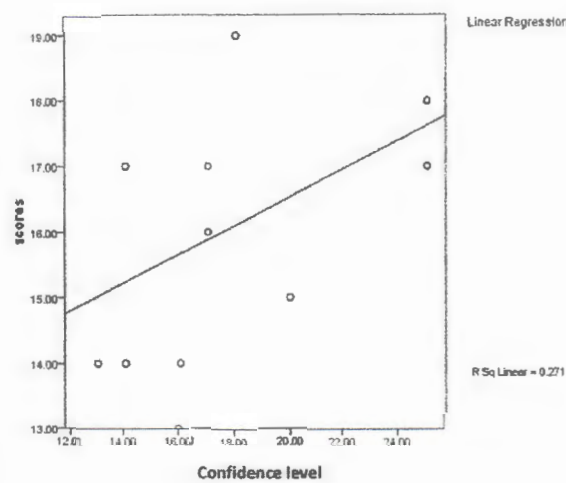
การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยแต่ละด้านตามวิธีของ Tukey ค่าสถิติที่ได้ มีค่าแจกแจงแบบ F= 46.582 และเนื่องจากค่าสถิติที่คำนวณได้ F_0 มากกว่า Fวิกฤต



ภาพที่ 1 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย ทั้ง 5 ด้าน

ผลการวิเคราะห์ คือ ไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยระหว่างการตั้งคำถามและการกำหนดและควบคุมตัวแปร ไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยระหว่างการออกแบบการทดลองและการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร และค่าเฉลี่ยด้านการตั้งสมมติฐานมีความแตกต่างจากทักษะด้านอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

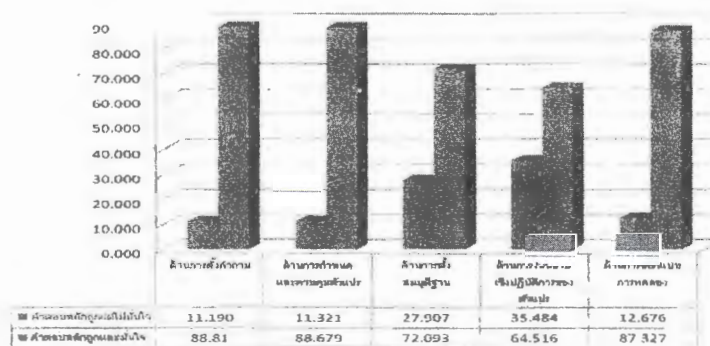
3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย กับความมั่นใจในการตอบคำถามหลัก โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน เท่ากับ 0.521 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



ภาพที่ 1 แผนภาพการกระจาย (scatter plot) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจกับคะแนนที่ได้

จากแผนภาพการกระจาย พบว่าระดับความเชื่อมั่นกับคะแนนจากการทำแบบทดสอบมีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวกอยู่ในระดับปานกลาง

ร้อยละ



ภาพที่ 2 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบร้อยละของคำตอบหลักถูกกับคำตอบหลักถูกและมั่นใจ

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ร้อยละของผู้ที่ตอบคำถามหลักถูกและมั่นใจ สูงกว่าร้อยละของผู้ที่ตอบคำถามหลักถูกแต่ไม่มั่นใจ ในทุกขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและร้อยละ ของความมั่นใจในการตอบคำถามหลักเป็นรายด้าน

ขีดความสามารถด้านทักษะวิจัย	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ด้านการตั้งคำถาม	5	4.29	1.220	85.80
ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร	5	4.42	1.322	88.40
ด้านการตั้งสมมติฐาน	5	3.00	2.380	60.00
ด้านการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	5	2.83	2.470	56.60
ด้านการออกแบบการทดลอง	5	3.58	1.794	71.60
รวม		3.63	1.837	72.48

จากตารางที่ 3 พบว่าด้านที่นักเรียนมีความมั่นใจในการตอบคำถามสูงสุด คือ ทักษะด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ที่ค่าเฉลี่ย 4.42 ร้อยละ 88.4 และด้านที่มีความมั่นใจในการตอบคำถามค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร โดยมีค่าเฉลี่ย 2.83 คิดเป็นร้อยละ 56.60

สรุปและอภิปรายผล

1. นักเรียนมีขีดความสามารถด้านทักษะวิจัยโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ย 3.23 , 64.60 %
2. นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และทักษะการตั้งคำถามสูงสุด ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 4.42 และ 4.38 ตามลำดับ รองลงมาคือ ทักษะการออกแบบการทดลองไม่แตกต่างจากทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร โดยมีค่าเฉลี่ย 2.96 และ 2.58 และทักษะที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.79 ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
3. ความมั่นใจ/ไม่มั่นใจในการตอบคำถามหลัก กับการตอบถูก/ผิด มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์เป็นรายด้าน มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในระดับมาก คือ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งคำถาม และการออกแบบการทดลอง มีระดับความมั่นใจเฉลี่ย 4.42, 4.29 และ 3.58 ส่วนทักษะการตั้งสมมติฐานซึ่งเป็นทักษะที่นักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุด กลับมีคะแนนระดับความมั่นใจ 3.00 ซึ่งสูงกว่าทักษะการออกแบบการทดลอง ที่มีคะแนนเฉลี่ย 2.83

จากผลการวิจัยดังกล่าว ทำให้เห็นว่า นักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคที่เป็นเป้าหมาย มีความสามารถด้านทักษะวิจัยในระดับปานกลางเท่านั้น ทั้งที่เป็นนักเรียนที่คัดเลือกโดยผ่านกระบวนการที่เน้นเฉพาะผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาแล้วก็ตาม ซึ่งอาจสืบเนื่องมาจากสถานะของการศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย ที่แสดงถึงความถดถอย ขึ้นถึงระบบการศึกษาจะต้องมองวิทยาศาสตร์ในฐานะเครื่องมือในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เราจะต้องเน้นความชัดเจนของเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในทุกระดับชั้น ที่รวมเอาความรู้วิทยาศาสตร์ ความรู้ด้านกระบวนการและปลูกฝังสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตอนต้นของระบบโรงเรียน (สุนีย์ คล้ายนิล^[8], 2555) ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีความจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถด้านทักษะวิจัยให้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขึ้นบูรณาการ มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ควรเป็นการวิจัยระยะยาว เพื่อติดตามทักษะต่างๆอย่างต่อเนื่อง (จารุวรรณ เสี่ยงไพเราะ^[9], 2554) และในการวัดทักษะกระบวนการขึ้นบูรณาการควรใช้ทั้งแบบวัดทั้งการสังเกต และการทดสอบด้วยแบบวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกและน่าเชื่อถือมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] โรงเรียนจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย มุกดาหาร.(2555).แบบรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา
โรงเรียนจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย มุกดาหาร ปีการศึกษา 2555. มุกดาหาร : โรงเรียน.
- [2] จิราภรณ์ ศิริทวี. "โครงการสร้างทางเลือกใหม่ของการสร้างปัญญาชน",วิชาการ. 2(8):34-38 ;
สิงหาคม,2542.
- [3] อีรัชย์ ปุณณโชติ.(2531) การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ : คู่มือสำหรับครู.กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [4] อรทัย แก้วหย่อง.(2550).การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องสารที่ใช้ในชีวิตประจำวัน.
การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [5] สดกปนา เกษมศิลป์.(2546). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรม
โครงงานวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน การศึกษามหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [6] Berenfeld,B.(1994).Technology and the new model of science education: The global lab experience.
Machinc-Mediated Lerning 4(2-3):203-207
- [7] Colly, K. E. (2006) Understanding ecology content knowledge and acquiring science process skills
through project-based science instruction. Science Activities 43 (1): 26-33
- [8] สุนีย์ คล้ายนิล.(2555). การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย:การพัฒนาและภาวะถดถอย.สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี(สสวท). กรุงเทพฯ.
- [9] จารุวรรณ เสียงไพเราะ และคณะ.(2554).การพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดย
ใช้ชุดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่อง พอลิเมอร์ธรรมชาติ. การประชุมวิชาการระดับชาติ
"มหาวิทยาลัยบูรพา 2554"6-7 กรกฎาคม 2554 ณ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ

นางสาวพรพิทักษ์ คนหาญ

ประวัติการศึกษา

สถาบันราชภัฏนครราชสีมา, พ.ศ. 2537 – 2541

ครุศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์)

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2541 – 2545

โรงเรียนหัวหินวัฒนาลัย

อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

พ.ศ. 2546 – 2551

โรงเรียนผิงแคควิทยาการ

อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร

พ.ศ. 2552 – ปัจจุบัน

โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย มุกดาหาร

อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ครู คศ.2

โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย มุกดาหาร

อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 22

อีเมล ponphitak_Khon@windowslive.com

