

การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์

ปริญญานิพนธ์

ของ

รอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2551

การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์

ปริญญานิพนธ์

ของ

รอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2551

ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์

บทคัดย่อ

ของ

รอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2551

รอยพิมพ์ใจ ชนะปราษฎ์. (2550). การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษาประจวบคีรีขันธ์. ปริญญาโท กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม:
รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาความสัมพันธ์และค่าน้ำหนักความสำคัญ
ของตัวแปรปัจจัย ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและจำแนก
ตามขั้นของการแก้ปัญหา 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนด
วิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 390 คน
ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ซึ่งได้มาด้วยวิธีสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน (Two-Stage
Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ประกอบด้วย แบบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัด
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทาง
วิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ
0.711, 0.880, 0.920, 0.889, 0.907 และ 0.713 ตามลำดับ การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์การถดถอย
พหุคูณแบบตัวแปรพหุนาม (Multivariate Multiple Regression: MMR) และการวิเคราะห์การถดถอย
พหุคูณแบบตัวแปรเอกนาม (Univariate Multiple Regression: MR)

สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. กลุ่มตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ทั้ง 4 ขั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (MMR= .487) และค่าสหสัมพันธ์
พหุคูณระหว่างตัวแปรปัจจัยดังกล่าวทั้ง 5 ปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ในของการแก้ปัญหาในแต่ละขั้น ได้แก่ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธี
แก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ มีค่าเท่ากับ .478, .537, .583 และ .519 ตามลำดับ
ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

2. คำนำหนักความสำคัญของกลุ่มตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา พบว่า

ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ขั้น ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ส่วนตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา และขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เฉพาะในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A STUDY OF SOME FACTORS AFFECTING PROBLEM SOLVING ABILITY IN SCIENCE OF
MATHAYOMSUKSA III STUDENTS UNDER THE JURISDICTION OF THE AREA
SERVICE OFFICE PRACHAUBKIRIKARN PROVINCE.

AN ABSTRACT

BY

ROYPIMJAI CHANAPRACH

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education degree in Educational Research and Statistics
at Srinakharinwirot University

May 2008

ROYPIMJAI CHANAPRACH. (2008). *A Study of some Factors Affecting Problem Solving Ability in Science of Mathayomsuksa III Students Under The Jurisdiction of The Area Service Office Prachaubkirikarn Province*. Master thesis, M.Ed. (Educational Research and Statistics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University.
Advisor Committee: Assoc. Prof Chusri Wongrattana, Asst. Prof. Raweewan Panpanich

The main purposes of this research were to study the relationships between some factors and problem solving ability in science and to study the beta weight of the factors contributed to the problem solving ability. These factors were critical thinking ability, achievement motive, scientific attitude, science self-efficacy and integrated science process skill. Problem solving ability in science consisted of four stages which were statement of the problem, defining the problem, scratching for and formulation a hypothesis, and verify the solution. The samples were 390 Mathayomsuksa III students Under the jurisdiction of the area service office Prachaubkirikarn Province, in the second semester of 2007 academic year. They were selected by using two-stage random sampling. Tools used in the study comprised three tests of problem solving ability in science, critical thinking ability, and integrated science process skill and three questionnaires on achievement motive, science self-efficacy, and scientific attitude. The reliabilities of the test were 0.711, 0.880, 0.713 and the questionnaires were 0.920, 0.889, and 0.907 respectively. The data were analyzed by using Multivariate Multiple Regression (MMR) and Univariate Multiple Regression (MR).

The results of the research were as follows:

1. Factors of critical thinking ability, achievement motive, science self- efficacy, scientific attitude, and integrated science process skill and dependent variable on four stages of problem solving ability in science, analyzed by MMR, revealed mutually related with statistical significance at the level of .01 (MMR= .487). The Multiple correlations, analyzed by MR, between all factors and each stage of problem solving ability in science: statement of the problem, defining the problem, scratching for and formulation a hypothesis, and verify the solution were .478, .537, .583 and .519 respectively which statistical significance at .01 level.

2. The beta weight of factors contributed to each stages of problem solving ability in science were as follows:

Factors which contributed to all four stages of problem solving ability in science statistical significance at .01 and .05 level were critical thinking ability, achievement motive and integrated science process skill.

Factor which contributed to three stages of problem solving ability in science such as: statement of the problem, defining the problem and scratching for and formulation a hypothesis statistical significance at .01 level were scientific attitude, and factor which contributed to only stage of verify the solution statistical significance at .05 level were science self-efficacy.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์

ของ

รอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

วันที่.....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)

(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ละเอียด รักษ์เฝ้า)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีโดยได้รับความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระวีวรรณ พันธุ์พานิช กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา แนะนำการทำงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอนจนเสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ในการทำ วิจัยอย่างมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นแบบอย่างของอาจารย์ที่ทุ่มเทให้กับศิษย์และงานด้าน วิชาการอย่างไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งถึงความกรุณาดังกล่าว และขอกราบขอบพระคุณท่าน อาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์ และดร.ละอียด รักษาเผ่า ที่กรุณาเป็นกรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติมในการสอบปริญญานิพนธ์และได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็น ประโยชน์ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และที่สำคัญยิ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ในภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษาทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาท วิชาความรู้ อันเป็นพื้นฐานสำคัญในการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม ตั้งคะพิภพ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนันท์ ศลโกสุม รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ อาจารย์ ดร.มณฑิรา จารุเพ็ง และ อาจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ ที่กรุณาตรวจสอบและให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะในการ ปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู อาจารย์ ในโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้ให้ความร่วมมือในการ เก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ วิชาเอกการวิจัยและสถิติทางการศึกษา และวิชาเอก การวัดผลการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ธรีญา ชัยธงรัตน์ ที่คอยให้คำปรึกษา ให้กำลังใจและ มีส่วนร่วมในการทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยใคร่ขอบพระคุณ ร.ต.อ.ชอบ สุกแก้ว คุณลุงที่ให้ความเมตตาตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัย ต้องเดินทางเก็บข้อมูล พร้อมทั้ง ดต.กำจัด ชนะปราชญ์ นางรสนีย์ ชนะปราชญ์ และนายนาวิน ชนะปราชญ์ ครอบครัวที่คอยให้กำลังใจ ความห่วงใย และสนับสนุนส่งเสริมการศึกษาของผู้วิจัยด้วยดีมาโดยตลอด

คุณค่า ประโยชน์และความดีที่เกิดขึ้นจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยน้อมรำลึกและบูชา พระคุณแก่บุพการีของผู้วิจัย และบูรพคณาจารย์ทุกท่านที่อยู่เบื้องหลังในการวางรากฐานการศึกษา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และบุคคลที่กล่าวมาทั้งหมด ซึ่งเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยนี้ให้สำเร็จ ลุล่วงด้วยดี

รอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	5
ตัวแปรที่ศึกษา	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
สมมติฐานของการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา.....	14
ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหา.....	14
ประเภทของปัญหา.....	15
ความสำคัญของการแก้ปัญหา.....	17
องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา.....	18
ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์.....	20
ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	22
ลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	24
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	25
ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	25
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	26
ลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	30
การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	32

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์.....	34
ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์.....	34
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์.....	36
ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์.....	38
เอกสารเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	40
ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	40
ความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	42
คุณลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	43
ประโยชน์ของการวัดเจตคติและเครื่องมือวัดเจตคติ.....	49
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเอง.....	53
ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง.....	53
ทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเอง.....	54
มิติการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์.....	57
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ.....	59
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	59
ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	60
การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	63
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณพหุตัวแปร.....	65
ความหมายของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณพหุตัวแปร.....	65
แบบจำลองพื้นฐานของการวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุระดับมัลติแวลีเอท.....	66
เกณฑ์อัตราส่วนไคลยูด และสถิติเอฟของราวี.....	69
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	71
งานวิจัยต่างประเทศ.....	71
งานวิจัยในประเทศ.....	71

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย	74
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	74
การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	80
การเก็บรวบรวมข้อมูล	99
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	101
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	108
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	109
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	109
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	121
สรุปผลการวิจัย.....	122
อภิปรายผล.....	123
ข้อเสนอแนะ.....	131
บรรณานุกรม	134
ภาคผนวก.....	146
ภาคผนวก ก แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย.....	147
ภาคผนวก ข คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	150
ภาคผนวก ค รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	154
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	156

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 คุณลักษณะและพฤติกรรมบ่งชี้เจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	46
2 จำนวนนักเรียนจำแนกตามขนาดโรงเรียน.....	76
3 โรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่ได้จากการสุ่มในชั้นแรก.....	78
4 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	79
5 ผังการออกแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์.....	83
6 ค่าสถิติพื้นฐานของปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์.....	110
7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (r) ระหว่างปัจจัยบางประการกับความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและจำแนกตามชั้นของการแก้ปัญหา.....	112
8 ค่า Tolerance และ VIF เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ.....	114
9 ค่าการทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์พหุคูณที่วิเคราะห์แบบตัวแปรพหุนามและ ตัวแปรเอกนาม.....	115
10 ค่าน้ำหนักความสำคัญ และค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ที่ส่งผลต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการระบุปัญหา.....	116
11 ค่าน้ำหนักความสำคัญ และค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ที่ส่งผลต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการวิเคราะห์ปัญหา.....	117
12 ค่าน้ำหนักความสำคัญ และค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ที่ส่งผลต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา..	118
13 ค่าน้ำหนักความสำคัญ และค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ที่ส่งผลต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์...	119
14 สรุปค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย ที่ส่งผลต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละขั้นของการแก้ปัญหา.....	120
15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทาง วิทยาศาสตร์.....	151
16 ค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์....	152
17 ค่าความเชื่อมั่นรายฉบับของแบบวัดที่ผู้วิจัยพัฒนา.....	153

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
2 ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการรู้คิดและองค์ประกอบส่วนบุคคลและอิทธิพล ของสิ่งแวดล้อม.....	55
3 แผนภูมิแสดงขั้นตอนของการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....	75
4 ขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัด.....	81

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 215) เนื่องจากในการดำรงชีวิตในสังคมนั้นทุกคนจะต้องเจอกับอุปสรรคและปัญหาต่างๆ มากมาย การแก้ปัญหาจึงเป็นเรื่องจำเป็นที่มนุษย์มีอาจหลีกเลี่ยงได้ กล่าวได้ว่าหน้าที่ของมนุษย์ คือ การแก้ปัญหา บุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงย่อมประสบผลสำเร็จในชีวิตส่วนตัว ครอบครัว และหน้าที่การทำงาน คุณภาพของมนุษย์จึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่และความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสำคัญ (รศนา อักษรกิจ. 2537: 11) ฟิชเชอร์ (Fisher. 1987: 2-3) อธิบายว่า การแก้ปัญหา เป็นทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิตในแต่ละวัน เป็นทักษะที่ส่งเสริมระดับความสามารถต่างๆ และยังเป็นทักษะที่นำไปสู่ความสำเร็จในชีวิต ซึ่งแนวคิดนี้สอดคล้องกับแมคคอนเนลล์ที่ว่า ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีย่อมเป็นคนที่เหมาะสมความสำเร็จในชีวิตและในอนาคต (บ๊องร กมลวัฒนา. 2542: 1; อ้างอิงจาก McConnell. 1934: 13-62) ดังนั้น ความสามารถในการแก้ปัญหา จึงเป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับนักเรียน การแก้ปัญหา ถือว่าเป็นเป้าหมายสำคัญที่สุดของการศึกษา การแก้ปัญหาย่อมมีประสิทธิภาพจะช่วยให้เด็กสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และปฏิบัติงานลุล่วงด้วยดีได้ (จันทนา ภาคบงกช. 2528: 53) สอดคล้องกับแนวคิดของเซอร์คัลลี ซีเสน (2544: 14-19) ที่กล่าวว่า การศึกษามีเป้าหมายหลักที่สำคัญคือ การสร้างคนให้มีความคิด รักในการเรียนรู้ มีคุณธรรม จริยธรรม มีหลักการในการตัดสินใจ มีความคิดสร้างสรรค์ ทำงานได้และทำงานร่วมกับผู้อื่นเป็น รวมทั้งมีความรู้ และทักษะเพียงพอที่จะแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองโดยไม่สิ้นสุด ซึ่งจะพบว่าเป้าหมายสูงสุดของการศึกษา ก็คือ การสอนให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหานั้นเอง

ในส่วนของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ก็มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่ง ก็คือ การเน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่างๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างมีระบบ ซึ่งผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้ นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการ ความรู้ ทักษะต่างๆ และความเข้าใจในปัญหานั้น มาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 221) ซึ่งการแก้ปัญหานั้นในแต่ละครั้งรูปแบบหรือกระบวนการในการแก้ปัญหานั้นอาจมีได้หลายรูปแบบแตกต่างกันไป

ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้เรียนและสภาพการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น แต่การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการแก้ปัญหาที่ถือว่าอยู่ในระดับสูงสุด ให้ได้ผลที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาที่มีความยากและซับซ้อน (กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. 2528: 260,268) นอกจากนี้ยังมีคำกล่าวอีกว่า การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพราะเป็นวิธีที่มีขั้นตอน การหาคำตอบหรือค้นหาความจริงที่มีขั้นตอนชัดเจน ต่อเนื่อง มีระบบระเบียบ และมีการใช้เหตุผล (มนวิภา อ่อนศรี. 2541: 24; อ้างอิงจาก Good. 1973: 486)

นอกจากการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมแล้วนั้น ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ อีกที่ทำให้แต่ละบุคคลมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันออกไปอันประกอบไปด้วย สติปัญญา (Intelligence) ผู้มีสติปัญญาดีจะคิดแก้ปัญหาได้ดี (Morgan. 1978: 154-155) สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2527: 81) กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลแตกต่างกันไปเนื่องจาก “สติปัญญา” ผู้ที่มีสติปัญญาดีมีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาได้ดี อีกทั้งความสามารถในการแก้ปัญหายังมีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ การเรียนรู้ การฝึกฝน วิธีการแก้ปัญหา ระดับสติปัญญา และสภาพแวดล้อมทางสังคม และเนื่องจากการคิดเป็นความสามารถอย่างหนึ่งทางสมอง (ทิตินา แหมมณี; และคนอื่นๆ. 2544: 171) ทั้งยังเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ช่วยให้บุคคลมีความสามารถในการแก้ปัญหาและเผชิญสถานการณ์ กล่าวคือ เมื่อบุคคลเผชิญกับข้อมูลสิ่งแวดล้อมหรือสถานการณ์ใดๆ ที่มีความขัดแย้งหรือก่อให้เกิดปัญหา ผู้ที่มีความสามารถในการคิดจะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบมีความถูกต้องมากกว่า (สุวิทย์ มูลคำ. 2547: 14) ซึ่งความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นมีความสัมพันธ์กับการคิดแก้ปัญหา กล่าวได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นเครื่องมือสำคัญในการคิดแก้ปัญหา และการคิดแก้ปัญหาล้วนต้องใช้ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540: 185; อ้างอิงจาก Center for Critical Thinking. 1966.)

นอกจากองค์ประกอบด้านสติปัญญามอร์แกน (1978: 154-155) ยังได้กล่าวถึงองค์ประกอบด้านแรงจูงใจ (Motivation) ว่าเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้ปัญหา ความรู้ อารมณ์ แรงจูงใจ จะทำให้เกิดความพยายามในการแก้ปัญหา (สุวิมล เขี้ยวแก้ว. 2527: 81) ซึ่งแมคเคลแลนด์ และคนอื่นๆ (กูญชร คำชาย. 2540: 222; อ้างอิงจาก McClelland; et al. 1953: 110 -111) กล่าวว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นความปรารถนาที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ลุล่วงไปด้วยดี โดยแข่งขันกับมาตรฐานอันดีเลิศ (Standard of Excellence) หรือทำดีกว่าบุคคลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นความพยายามที่จะเอาชนะอุปสรรคต่างๆ มีความรู้สึกละพอใจเมื่อประสบผลสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อประสบความล้มเหลว บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับสูงจะมีความต้องการที่จะเอาชนะปัญหาหรืออุปสรรคที่ท้าทายเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ และในส่วนของเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นสิ่งที่ฝังลึกอยู่ในจิตใจของนักวิทยาศาสตร์ทุกคน ซึ่งเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการคิด การกระทำ

และการตัดสินใจตลอดเวลาที่มีการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เมื่อคนเรามีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างไรแล้ว ก็จะมีแนวโน้มที่จะทำอย่างนั้นออกมา (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531: 257) นอกจากนี้แบนดูราเชื่อว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองมีความสำคัญและมีผลต่อการกระทำของบุคคล มีผลต่อการเลือกกิจกรรม การใช้ความพยายาม ความอดทนในการทำงาน การคิด และปฏิกิริยาทางอารมณ์ของบุคคล (เขาวพร วรรณทิพย์. 2548: 37; อ้างอิงจาก Evan. 1989) ซึ่งนั่นก็หมายความว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองมีความสัมพันธ์ต่อการกระทำ พฤติกรรมของบุคคล กล่าวคือ ถ้าบุคคลรับรู้ความสามารถของตนเองในการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งสูง ก็จะมีแนวโน้มกระทำพฤติกรรมนั้นสูงด้วย ในทางตรงกันข้ามถ้าบุคคลรับรู้ความสามารถของตนเองในการกระทำพฤติกรรมนั้นต่ำ บุคคลก็จะมีแนวโน้มที่จะกระทำพฤติกรรมนั้นต่ำหรือไม่กระทำพฤติกรรมนั้นเลย (Bandura. 1986: 395-399)

องค์ประกอบสุดท้ายที่มอร์แกนกล่าวถึงก็คือ ความพร้อมในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ๆ โดยทันที จากประสบการณ์ที่มีมาก่อน ซึ่งมังกร ทองสุชาติ (2523: 4-5) ก็มีความคิดเห็นเช่นเดียวกันว่า ครูมีบทบาทในการช่วยฝึกให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ โดยฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ และเป็นวิธีการที่ใช้กันมานานเพราะการทำงานจะช่วยให้มีประสบการณ์เพิ่มขึ้น และช่วยให้เด็กมีแนวทางแก้ปัญหามากขึ้น และในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้นจะเน้นไปที่การวางแผน การทดลอง การรวบรวม และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นการนำเอาเนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540: 35) อีกทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skill) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา จะใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้แสวงหาความรู้และแก้ปัญหา (วรรณทิพา รอดแรงคำ; และจิต นวนแก้ว. 2532: V,IX)

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของเวียร์ (Weir. 1974: 16-17) ซึ่งมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นการระบุปัญหา 2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา 3. ขั้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา และ 4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ จากลักษณะของตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้น โดยสถิติที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบพหุตัวแปร (Multivariate Multiple Regression

Analysis: MMR) ซึ่งการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบพหุตัวแปรเป็นการวิเคราะห์ระดับมัลติแวลูเอท อันจะทำให้ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลสูงกว่าการที่จะเลือกใช้การวิเคราะห์ข้อมูลระดับยูนิแวลูเอท โดยลำพังตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป (ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์. 2535: 5) อีกทั้งยังให้สารสนเทศได้มากกว่า เพราะนอกจากจะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยกับตัวแปรตามได้แล้ว ยังสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยกับกลุ่มย่อยของตัวแปรตามได้อีกด้วย และในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งจากการศึกษาทฤษฎี พัฒนาการของเพียเจต์ (ประสาธ อิศรปริดา. 2538: 43-63; อ้างอิงจาก Piaget. 1974.) พบว่า เด็กในช่วงอายุ 11 ปีขึ้นไป จะมีความคิดความเข้าใจอยู่ในจะเป็นขั้นที่สมบูรณ์ที่สุด คือ เด็กสามารถ คิดได้แม้สิ่งนั้นไม่ปรากฏให้เห็น สามารถตั้งสมมติฐานและสามารถพิสูจน์ได้ สามารถแก้ปัญหาต่างๆ โดยมีการคิดก่อนแก้ปัญหานั้นๆ สามารถเข้าใจสูตรหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ ได้ดี พัฒนาการทางสติปัญญา ของเด็กวัยนี้จะเจริญเต็มที่เช่นเดียวกับผู้ใหญ่ แต่อาจมีการตัดสินใจแก้ปัญหาแตกต่างไปจากผู้ใหญ่มาก เพราะมีประสบการณ์น้อยกว่า ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เหมาะสมที่จะเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยสนใจที่จะศึกษาตัวแปรเหล่านี้ว่ามีความสัมพันธ์และส่งผลต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ ซึ่งจะทำให้ทราบแนวทางที่จะใช้พิจารณา ปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนการสอน ทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งตัวแปรปัจจัยที่ผู้วิจัยนำมาศึกษาในครั้งนี้ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและจำแนกตามขั้นของการแก้ปัญหา ได้แก่ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์
2. เพื่อศึกษาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและจำแนกตามขั้นของการแก้ปัญหา ได้แก่ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

ความสำคัญของการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ทำให้ทราบว่าตัวแปรปัจจัยอันได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ มากน้อยเพียงใด และมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลจากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครู อาจารย์ ผู้ปกครอง และผู้ที่เกี่ยวข้องในการที่จะช่วยกันพัฒนา ส่งเสริม และสนับสนุนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีระดับที่สูงขึ้น เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ต้องประสบในชีวิตประจำวัน และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 5,297 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 390 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two - Stage Random Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่

- 1.1 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 1.2 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
- 1.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์
- 1.5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- 2.1 ขั้นการระบุปัญหา
- 2.2 ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา
- 2.3 ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา
- 2.4 ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาได้แก่ 1.สติปัญญา (Intelligence) ผู้มีสติปัญญาดีจะคิดแก้ปัญหาได้ดี 2. แรงจูงใจ (Motivation) ในการที่จะทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้ปัญหา 3. ความพร้อมในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ๆ โดยทันที จากประสบการณ์ที่มีมาก่อน และ 4. การเลือกวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Functional Fixedness) (Morgan. 1978: 154-155) ซึ่งผู้วิจัยใช้แนวคิดนี้ในการคัดสรรตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นเครื่องมือสำคัญในการคิดแก้ปัญหา และการคิดแก้ปัญหาส่วนใหญ่ก็ต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540: 185 อ้างอิงจาก Center for Critical Thinking. 1966.)

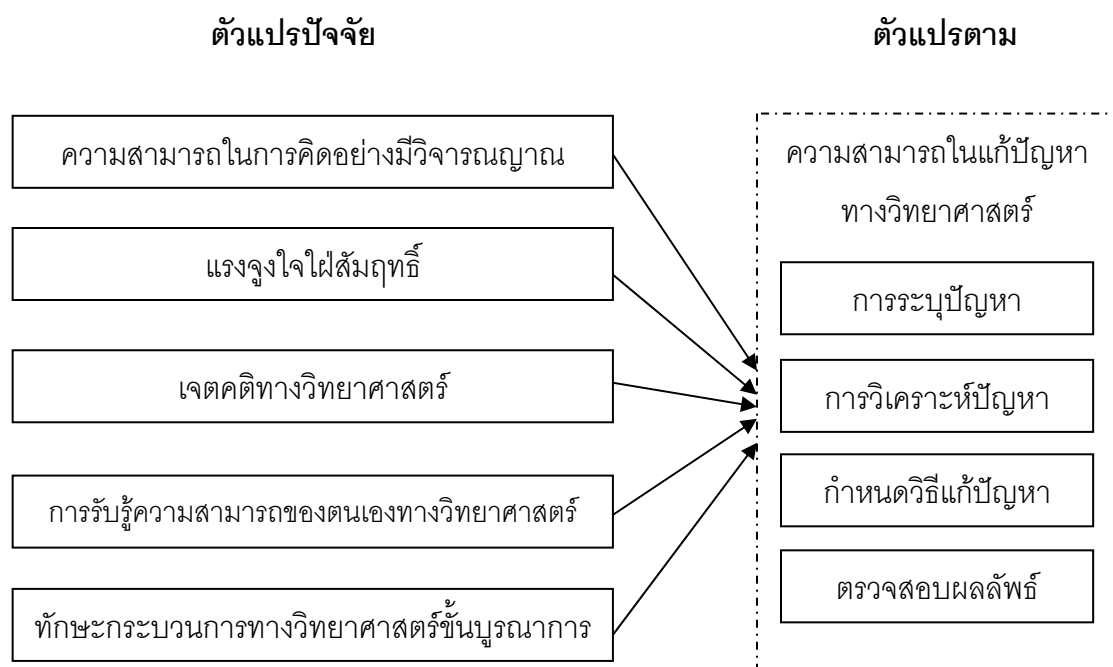
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Factor) ซึ่งเป็นแรงขับหนึ่งในการแก้ปัญหา อันได้แก่ ระดับแรงจูงใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจ บุคคลจะมีแรงผลักดันให้กับตนเองโดยอาศัยแรงจูงใจมาเป็นตัวกระตุ้นให้หลุดพ้นจากปัญหานั้นๆ

เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Haladyna; & Shaughnessy. 1982: 548) มีอิทธิพลต่อการคิด การกระทำ และการตัดสินใจตลอดเวลาที่มีการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ เพราะเมื่อบุคคลมีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างไรแล้ว ก็จะมีแนวโน้มเอียงที่จะทำอย่างนั้นออกมา (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531: 257)

การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ ชัง (Shunk. 1983: 89) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นการรับรู้ความสามารถในการแสดงพฤติกรรมของตนว่าตนเองนั้นสามารถกระทำได้ดีเพียงใด และการรับรู้ความสามารถของตนยังมีผลต่อการเลือกสิ่งที่จะกระทำ ความพยายาม และความอดทนต่อความยากลำบากเพื่อให้การกระทำนั้นประสบผลสำเร็จ ซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองมีความสัมพันธ์ต่อการกระทำ พฤติกรรมของบุคคล (Bandura. 1986: 395-399)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skill) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่มีนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้แสวงหาความรู้และแก้ปัญหา (วรรณทิพา รอดแรงคำ; และจิต นวนแก้ว. 2532: V,IX) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการปฏิบัติหรือการแสดงออกทางพฤติกรรมในการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ และสามารถแก้ปัญหาต่างๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีหลักการและเหตุผล

จากแนวคิดข้างต้นผู้วิจัยได้เขียนแผนภาพความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานในการวิจัย

จากทฤษฎีและหลักการที่ศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยจึงกำหนดสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. ปัจจัยด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและจำแนกตามขั้นของการแก้ปัญหาได้แก่ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

2. ตัวแปรปัจจัยอย่างน้อยหนึ่งด้านที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์** (Problem Solving Ability in Science) หมายถึง ความสามารถในการคิดที่ต้องอาศัยกระบวนการทางสมองของบุคคล รวมทั้งพฤติกรรมที่ซับซ้อนต่างๆ อันเป็นผลมาจากพัฒนาการทางสติปัญญาแก้ปัญหาที่ประสบในสถานการณ์ที่กำหนดให้ที่ผู้วิจัยพัฒนาจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของมนวิภา อ่อนศรี (2541) โดยการระบุประเด็นที่สอดคล้องกับปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir. 1974: 16-17) ดังนี้

1.1 **ขั้นการระบุปัญหา** (Statement of the Problem) หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้มากที่สุดภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

1.2 **ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา** (Defining the Problem) หมายถึง ความสามารถในการระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.3 **ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา** (Searching for and Formulation a Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการวางแผนหรือเสนอแนวทางในการวิธีการแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหา หรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ระบุไว้อย่างสมเหตุสมผล

1.4 **ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์** (Verify the Solution) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดจากการกำหนดวิธีแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุหรือไม่ หรือผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

2. **ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ** (Critical Thinking) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่แสดงออกมาโดยกระบวนการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบและมีเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูล หรือสภาพการณ์ที่ปรากฏ คิดแก้ปัญหาโดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริง โดยใช้ความรู้ ความคิด หรือประสบการณ์ของตนเองที่ใช้ในการตัดสินใจความน่าเชื่อถือ หรือการกระทำสิ่งต่างๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปที่สมเหตุสมผล ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาจากแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของครองสิน มิตะทัง (2548) ซึ่งวัดองค์ประกอบของการคิด 4 ด้านคือ

2.1 ด้านการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินความถูกต้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของข้อมูล ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตหรือการรายงาน โดยพิจารณาว่าข้อความใดมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

2.2 การอุปนัย หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจได้ว่าข้อมูลจริงใดสนับสนุน ชัดแย้งหรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อสรุป จากสถานการณ์ที่กำหนด

2.3 การนิรนัย หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุป โดยพิจารณาจากข้อมูลหรือข้อความที่กำหนดให้ เพื่อทำให้ข้อความนั้นเป็นข้อสรุปที่เหมาะสมและมีความสอดคล้องกับข้อสรุปในประโยคหรือไม่

2.4 การระบุข้อตกลงเบื้องต้น หมายถึง ความสามารถในการระบุแนวคิดที่ทำให้ข้อมูลหรือข้อความที่กำหนดนั้นมีความสมเหตุสมผลที่สุด

3. **แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์** (Achievement Motive) หมายถึง ความปรารถนาหรือความต้องการของนักเรียนที่จะทำสิ่งต่างๆ ด้วยความเพียรพยายามให้ประสบความสำเร็จ เพื่อบรรลุมาตรฐานอันดีเลิศ แม้จะยุ่งยากลำบากก็ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคที่ขัดขวาง มีความสบายใจเมื่อประสบผลสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อประสบความล้มเหลว ที่ผู้วิจัยพัฒนาจากแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของประกิตศรี เผ่าเหมือง (2546)

4. **เจตคติทางวิทยาศาสตร์** (Scientific Attitude) หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อการคิด การกระทำ และการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาจาก แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ วนิดา คันธจันทร์ (2549) ประกอบไปด้วย

3.1 ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการช่างซักช่างถาม ช่างอ่าน ริเริ่มสิ่งใหม่ ตื่นเต้นเมื่อได้ข้อมูลหรือความคิดใหม่เพิ่มเติม

3.2 ความรับผิดชอบ และเพียรพยายาม หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึง ความมุ่งมั่นอดทน ไม่ย่อท้อเมื่อมีอุปสรรคหรือความล้มเหลวในระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหา ทำงานอย่างเต็มความสามารถและดำเนินการทดลองจนกว่าจะได้รับคำตอบ

3.3 ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการตรวจสอบความคิดเห็นของตนเองจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ ไม่เชื่อโชคลาง เสาะแสวงหาข้อมูลหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย และยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่น

3.4 ความมีระเบียบรอบคอบ หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการนำวิธีการหลายๆ วิธี มาตรวจสอบ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ ทำการตรวจสอบข้อมูล และมีการทำงานที่เป็นระบบ ระเบียบเรียบร้อย

3.5 ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการรายงานสิ่งที่สังเกตได้ตามความเป็นจริง ไม่เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูล รวมทั้งไม่แอบอ้างข้อมูลของผู้อื่นว่าเป็นของตนเอง

3.6 ความใจกว้างและเต็มใจรับฟังความคิดเห็น หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการเป็นผู้มีใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งที่มีเหตุผลของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตน ฝ่ายเดียวยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดเห็นที่ยังสรุปไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

5. การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ (Science Self-Efficacy) หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อตนเองว่า สามารถปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์หรืองานด้านการเรียนวิทยาศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จตามที่กำหนดได้ ซึ่งแสดงออกด้วย กระบวนการ 4 กระบวนการ (วิลลาสลักษณะน์ ชั่ววลลี. 2543: 29-30) ดังนี้

5.1 กระบวนการรู้คิด หมายถึง แบบแผนการคิดในด้านการเรียน ด้านการปฏิบัติการหรือการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถส่งเสริมหรือบั่นทอนผลการปฏิบัติกิจกรรมได้

5.2 กระบวนการจิตใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจูงใจตนเองให้กระทำตามที่ได้ตั้งเป้าหมายเอาไว้

5.3 กระบวนการด้านความรู้สึก หมายถึง การตีความเหตุการณ์ที่ประสบซึ่งอาจให้ความรู้สึกในทางบวกหรือทางลบ และสามารถจัดการกับความรู้สึกในทางบวกโดยการส่งเสริมการกระทำให้มีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถจัดการกับความรู้สึกในทางลบหรือความรู้สึกที่ไม่ดีให้ดีขึ้นได้

5.4 กระบวนการเลือก หมายถึง แนวโน้มของบุคคลที่จะหลีกเลี่ยงกิจกรรมและสภาพการณ์ที่เขาเชื่อว่ายากเกินความสามารถของตนเอง และบุคคลจะกระทำกิจกรรมและเลือกสิ่งแวดล้อมที่เขาแน่ใจว่ามีความสามารถที่จัดการได้ และบุคคลที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงจะเลือกกิจกรรมที่ยังมีความท้าทาย

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skill) เป็นทักษะกระบวนการที่ต้องอาศัยการบูรณาการจากทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานซึ่งผู้เรียนควรฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ จึงทำให้ทักษะกระบวนการขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการมีประสิทธิภาพ ประกอบไปด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการกำหนดค่านิยมเชิงปฏิบัติการ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูล

และการลงสรุป เป็นพฤติกรรมความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝน ความนึกคิดอย่างมีระบบ ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของ ธีรรัตน์ ไตรเดช (2549) ประกอบด้วย

6.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

6.2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรในสมมติฐานหนึ่งๆ

6.2.1 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิฉะนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

6.2.2 การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

6.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของค่าต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตและวัดได้

6.4 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วย

6.4.1 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงและการเลือกใช้ อุปกรณ์อย่างถูกต้องเหมาะสม

6.4.2 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นผลจากการสังเกต การวัดอื่นๆ

6.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะ และคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ และในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น เป็นการลงสรุปหาความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive Research) ที่มุ่งศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 1.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหา
 - 1.2 ประเภทของปัญหา
 - 1.3 ความสำคัญของปัญหา
 - 1.4 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา
 - 1.5 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์
 - 1.6 ความหมายและรูปแบบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 1.7 ลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.3 ลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.4 การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 - 3.1 ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 - 3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 - 3.3 ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
4. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 4.2 ความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 4.3 คุณลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 4.4 ประโยชน์ของการวัดเจตคติและเครื่องมือวัดเจตคติ

- 5. การรับรู้ความสามารถของตนเอง
 - 5.1 ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง
 - 5.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเอง
 - 5.3 มิติการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์
- 6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
 - 6.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.3 การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 7. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรตามหลายตัว (MMR)
- 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยในประเทศ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา

1.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหา

คำว่า “ปัญหา” (Problem) นั้นมีความหมายที่อธิบายกันไว้หลากหลาย ดังนี้

เมเยอร์ และไฮด์เกอเคน (Mayer; & Heidgerken. 1962: 200) ได้กล่าวไว้ว่า ปัญหา หมายถึง เหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการดำเนินงานที่มาขัดขวางมิให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาจากสาเหตุและที่มาของปัญหานั้นๆ ต้องดำเนินการแก้ไขด้วยกระบวนการที่เหมาะสมเพื่อจัดปัญหาเหล่านั้นให้หมดไป

ครุอิกแซงก์ และเซฟฟิลด์ (Cruikshand; & Sheffield. 1992: 37) กล่าวว่า ปัญหา เป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่ทำให้งงงวย ปัญหาควรจะเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที หรือรู้วิธีหาคำตอบโดยทันที

สมนึก ปัญญาสิงห์ (2537: 2) ให้ความหมายว่า “ปัญหา” คือ สภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่อปัจเจกบุคคล กลุ่มบุคคล ผู้ปฏิบัติงานและคณะทำงานหรือสิ่งแวดล้อมในสังคม อันเป็นผลให้เกิดความรู้สึกและพฤติกรรมต้องการแก้ไขปรับปรุง

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2541: 91) ได้ให้ความหมายว่า “ปัญหา” หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์หรือสิ่งที่พบแต่ยังไม่ทราบคำตอบหรือยังไม่ทราบว่า จะดำเนินการอย่างไรได้ทันทีหรือเมื่อมีความสนใจต่อสิ่งนั้นๆ แต่ยังมองไม่เห็นแนวทางของการดำเนินการ

ราชบัณฑิตยสถาน (2546: 687) ได้ให้ความหมายว่า “ปัญหา” ว่า

เป็นคำนาม แปลว่า ข้อสงสัย เช่น ทำได้โดยไม่มีปัญหา

เป็นคำนาม แปลว่า คำถาม เช่น ตอบปัญหา

เป็นคำนาม แปลว่า ข้อที่ต้องพิจารณาแก้ไข เช่น ปัญหาเฉพาะหน้า ปัญหาการเมือง หรือสิ่งที่คนไม่รู้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 139) ได้ให้ความหมายว่า “ปัญหา” หมายถึง กิจกรรมที่ต้องการบรรลุเป้าหมายและมีเหตุขัดข้องเกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถบรรลุเป้าหมาย

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 9) ได้ให้ความหมายว่า “ปัญหา” หมายถึง สภาวะหรือสถานการณ์ที่ทำให้บุคคลไม่สบายกายไม่สบายใจไม่สนองความต้องการจำเป็นพื้นฐานของบุคคลได้

จากความหมายของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือสาเหตุอันเป็นผลให้เกิดเหตุขัดข้องที่ไม่สามารถบรรลุถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

การแก้ปัญหา (Problem-Solving)

สุชา จันทรโธม และสุรางค์ จันทรโธม (2518: 210) กล่าวว่า การแก้ปัญหา คือ กิจกรรมของสิ่งที่มีชีวิตหรือมนุษย์ ซึ่งมุ่งที่จะให้บรรลุถึงจุดหมายที่ตั้งไว้ การแก้ปัญหามักประกอบด้วยกิจกรรมหลายอย่างต่อเนื่องกัน ปัญหาที่ยากและใหญ่จะต้องใช้กิจกรรมมาก

รศนา อัมชะกิจ (2537: 11) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า

1. การแก้ปัญหามักเป็นกระบวนการ “เชื่อมโยงช่องว่างระหว่างปัญหากับข้อเฉลยหรือทางออกของปัญหา”

2. การแก้ปัญหามักเป็นกระบวนการ “ลดความเยื้องเบน (ด้านลบ) ของปัญหาให้เป็นวัตถุประสงค์ (ด้านบวก) และลดความเยื้องเบน (ด้านลบ) ของสาเหตุ ให้เป็นเป้าหมาย (ด้านบวก)”

มนัส บุญประกอบ และคนอื่นๆ (2547: 11) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหามักเป็นการเรียนรู้ การแก้ปัญหามักเป็นการคิด และการแก้ปัญหามักเป็นกระบวนการ

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 9) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นความสามารถทางสมองในการจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับปรุงตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่เราคาดหวัง

จากความหมายของการแก้ปัญหามากมายที่กล่าวมาทั้งหมดนั้นสามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหามุ่งหมายถึง กระบวนการในการที่จะพยายามปรับปรุงสถานการณ์หรือสาเหตุอันเป็นผลให้เกิดเหตุขัดข้องเพื่อให้สามารถบรรลุถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

1.2 ประเภทของปัญหา

โพลยา (Polya, 1985: 123-128) ได้แบ่ง ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นพบ (Problem to Find) เป็นปัญหาให้ค้นพบในสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจจะเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติอาจจะเป็นในรูปธรรมหรือนามธรรมส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สมมุติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้ และสรุปผลหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

สมนึก ปัญญาสิงห์ (2537: 5) กล่าวว่า ลักษณะหรือประเภทของปัญหาที่บุคคลทั่วไปรับรู้หรือเผชิญและมีผลกระทบต่ोजิตใจและกระบวนการแก้ปัญหา

1. ปัญหาที่มนุษย์สร้างขึ้นและอยู่ในความสามารถที่มนุษย์แก้ไขได้ ปัญหาประเภทนี้ มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น ทั้งโดยเจตนาและไม่มีเจตนาหรือไม่รู้สึกตัวว่าเป็นผู้สร้างปัญหาขึ้น เช่น ปัญหา เรื่องการทำงานการบริหารงาน ปัญหามนุษยสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน เป็นต้น

2. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ อยู่เหนือการควบคุมของมนุษย์ เช่น น้ำท่วม พายุ ใต้ฝุ่น ภัยแล้ง เป็นต้น

มนัส บุญประกอบ และคนอื่นๆ (2547: 72) กล่าวว่า การแบ่งประเภทของปัญหา ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ในที่นี้แบ่งประเภทของปัญหาตามความเบี่ยงเบนของสภาพการณ์ ที่เกิดขึ้นจริงกับความต้องการที่เกิดขึ้น ทั้งนี้ โดยยึดความแตกต่างของช่วงเวลาเป็นหลัก ซึ่งปัจจุบันมี 3 ประเภทดังนี้

1. ปัญหาขัดข้อง หมายถึง ปัญหาที่เบี่ยงเบนไปจากสิ่งหรือมาตรฐานที่เราต้องการ ซึ่งเกิดขึ้นในอดีต และในปัจจุบันก็ยังคงเป็นปัญหาอยู่ และยังคงจะเป็นปัญหาต่อไปในอนาคต หากปัญหานี้ไม่ได้รับการแก้ไข หรือมีการแก้ไขปัญหาแล้ว แต่มาตรการที่แก้ไขปัญหานั้นไม่ได้ผล เช่น ปัญหาการจราจรในกรุงเทพฯ ปัญหาคอร์รัปชัน ปัญหาการเสียดุลการค้า เป็นต้น จุดเน้น ของการแก้ปัญหাপระเภทนี้ คือ การรักษาสถานการณ์ให้กลับคืนสู่สภาพเดิมเช่นที่เคยเป็นมาด้วยดี ในอดีต

2. ปัญหาการป้องกัน หมายถึง ปัญหาที่สื่อเค้าว่าอาจจะเกิดความเบี่ยงเบนขึ้นได้ ในอนาคต เนื่องจากปัจจุบันมีเครื่องชี้หรือสิ่งที่บอกเหตุ หรือมีสถานการณ์บางอย่างที่บอกให้เรารู้ว่า หากไม่รีบจัดการอย่างใดอย่างหนึ่งลงไปเพื่อเป็นการป้องกันแก้ไขแล้ว ปัญหานั้นย่อมเกิดขึ้นอย่างแน่นอน เช่น การเตรียมตัวให้พร้อมก่อนสอบ หากไม่มีการวางแผนหรือเตรียมตัวให้ดีแล้วอาจมีปัญหาเกิดขึ้น ในอนาคตอย่างแน่นอน

3. ปัญหาพัฒนา หมายถึง ปัญหาที่หลายๆ คนอาจมองไม่เป็นปัญหาก็คือสิ่งที่เป็นอย่างนี้ อาจมาเนื่องจากสภาพเหตุการณ์ของสิ่งที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้น ได้เกิดและสะสมมานานจนกระทั่งรู้สึก ว่าเป็นเรื่องธรรมดาทั่วๆ ไปไม่เห็นผลเสียหายอะไร แต่ปัญหาการพัฒนานี้มีจุดเน้นอยู่ที่ว่าหากเรา เปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงพัฒนาตนเองเพื่อผลดีในอนาคตดีกว่าจะปล่อยยให้ทุกสิ่งเป็นไปเอง ซึ่งแม้ว่า ไม่มีวิ้วว่าจะเกิดปัญหาอะไรแต่การพิจารณาตนเองไว้ก่อนจะทำให้เกิดผลได้ดีกว่า เช่น การพัฒนา ตนเองให้มีความรู้ด้านต่างๆ อยู่เสมอ เป็นต้น

ปัญหาทั้ง 3 ประเภทนี้จะเป็สิ่งที่บ่งชี้ถึงความก้าวหน้าของบุคคลหรือองค์กรต่างๆ เพราะถ้าหากบุคคลใดหรือหน่วยงานใดจำเป็นต้องแก้ไขปัญหাপระเภทขัดข้องอย่างไม่มีที่สิ้นสุด แสดงว่ายังจัดอยู่ในระดับพัฒนาได้ไม่ดีนัก แต่หากปัญหาขัดข้องมีไม่มากแต่มีเวลาทุ่มเทให้กับ

การแก้ปัญหาประเภทพัฒนาแล้ว ย่อมแสดงให้เห็นความก้าวหน้าของบุคคล หรือองค์กรนั้นๆ ได้เป็นอย่างดี

จากประเภทของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปประเภทของปัญหาได้ว่า ในการแบ่งประเภทของปัญหานั้นขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ยกตัวอย่างเช่นใช้การกระทำของมนุษย์เป็นเกณฑ์ ก็สามารถแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาที่มนุษย์สร้างขึ้น กับปัญหาที่เกิดจากภัยธรรมชาติ เป็นต้น

1.3 ความสำคัญของการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหของบุคคลจำเป็นต้องอาศัยความสามารถทางสมอง ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสามารถปรับตนเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้อย่างมีความสุข

โทแมน และไลท์เทนเบอร์ก (สุชาดา สุทธาพันธ์. 2532: 8; อ้างอิงจาก Trouman; & Lichtenberg. 1970: 590) และ ฉันทนา ภาคบังท (2528: 53) กล่าวว่าตรงกันว่า การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายสำคัญที่สุดของการศึกษา เพราะความสามารถด้านนี้จะช่วยให้บุคคลตัดสินใจและเลือกดำเนินชีวิตได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ดังนั้นนักเรียนจะต้องเรียนรู้ เลือกสรรสิ่งที่ต้องการไว้ ขจัดสิ่งที่ไม่ต้องการออก ผสมผสานกลมกลืนกับสิ่งแวดล้อมหรือสังคมและรู้จักเลือกใช้อำนาจประโยชน์ต่อตนเอง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีทัศนคติที่ดีต่อการคิด และมุ่งพัฒนาความสามารถในการคิดด้วยตนเองของเด็ก โดยให้เด็กได้มีโอกาสฝึกฝนการคิดอยู่เสมอ อันจะนำไปสู่ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยให้เด็กสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และปฏิบัติงานลุล่วงด้วยดีได้

รศ.นา อัมชะกะกิจ (2537: 11) กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นเรื่องที่จำเป็นที่มนุษย์ทุกเพศทุกวัยมีโอกาสหลีกเลี่ยงได้ ต่างต้องประสบเป็นประจำทุกวันตลอดชีวิต กล่าวได้ว่า หน้าที่ของมนุษย์คือ การแก้ปัญหา ผู้ที่มีความสามารถสูงในการแก้ปัญหาย่อมประสบผลสำเร็จในชีวิตส่วนตัว ครอบครัว และหน้าที่การทำงาน การแก้ปัญหามีความสำคัญต่อการอยู่รอดปลอดภัยและการดำเนินหน้าที่การงาน คุณภาพของมนุษย์จึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่และความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสำคัญ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2541: 103) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะสำคัญและจำเป็นในภาวะสังคมปัจจุบัน ซึ่งในระบบการศึกษาจำเป็นต้องให้ความสำคัญในการพัฒนาฝึกฝนเยาวชน ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนให้มีโอกาสฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาให้มากขึ้น

มนัส บุญประกอบ และคนอื่นๆ (2547: 87) ได้กล่าวไว้ว่า ปัญหาเป็นสิ่งที่ทำลายความสามารถของมนุษย์ ทุกคนต้องเผชิญหน้ากับปัญหานานัปการ ดังนั้น เราต้องเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา เพื่อให้พ้นจากสภาพที่เป็นทุกข์ สภาพที่ไม่พึงปรารถนา สภาพที่ขัดแย้ง ไปสู่สภาพที่เป็นสุข สภาพที่สมปรารถนา สภาพแห่งสันติ ดังที่พระธรรมปิฎกได้กล่าวว่า “เมื่อแก้ปัญหาได้คนก็เป็นสุข”

การแก้ปัญหานับว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เนื่องจากผู้ที่มีสามารถแก้ปัญหาได้ดีและมีประสิทธิภาพนั้นจะสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ประสบผลสำเร็จในชีวิตส่วนตัว ครอบครัว หน้าที่การทำงาน และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

1.4 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา

มอร์แกน (Morgan. 1978: 154-155) สรุปว่าวิธีคิดแก้ปัญหามาของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกันทำให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกันด้วย ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้

1. สติปัญญา (Intelligence) ผู้มีสติปัญญาดีจะคิดแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจ (Motivation) ในการที่จะทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้ปัญหา
3. ความพร้อมในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ๆ โดยทันที จากประสบการณ์ที่มีมาก่อน
4. การเลือกวิธีแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสม (Functional Fixedness)

บาร์ดี้ (Baroody. 1993: 2-10) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหา 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด (Cognitive Factor) ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนคติ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Factor) ซึ่งเป็นแรงขับในการแก้ปัญหา และแรงขับนี้สามารถมาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจ และความเชื่อของนักเรียน

3. องค์ประกอบทางการสังเคราะห์ความคิด (Meta Cognitive Factor) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถตอบตนเองได้ว่าทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งจะติดตามและควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

ซูซีฟ อ่อนโคกสูง (2522: 121-123) และสุวัฒน์ มุททเมธา (2523: 202-204) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา ได้แก่

1. ตัวผู้เรียนหรือลักษณะของผู้แก้ปัญหา (Condition in Learner) ได้แก่ ระดับเชาวน์ปัญญา ลักษณะอารมณ์ อายุ แรงจูงใจ และประสบการณ์

2. สถานการณ์ที่เป็นปัญหา (Condition in Learning Situation) ถ้าปัญหานั้นเป็นที่น่าสนใจของผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนหรือแก้ปัญหา หรือถ้ามีผู้ชี้แนะสำหรับปัญหาที่ยากๆ จะทำให้มองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา หรือถ้าปัญหานั้นเป็นปัญหาที่ต่อเนื่องหรือคล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยเรียนรู้มาแล้วก็จะทำให้การแก้ปัญหานั้นง่ายขึ้น

3. การแก้ปัญหาเป็นหมู่ (Problem Solving in Group) คือ การให้เด็กมีโอกาสร่วมกันแก้ปัญหา มีการอภิปรายและการถกเถียงกัน ซึ่งการแก้ปัญหาแบบนี้ต้องอาศัยความร่วมมือของคนหลายๆ คน การแก้ปัญหาแบบนี้จะได้ผลดีก็ต่อเมื่อ

3.1 สมาชิกของกลุ่มมีจุดมุ่งหมายร่วมกันที่จะแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จ

3.2 สมาชิกแต่ละคนมีข้อมูลและความรู้ที่จะแก้ปัญหานั้น

3.3 สมาชิกทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นเท่ากัน

3.4 เป็นงานยาก สลับซับซ้อน

3.5 มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่ม

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528: 259-260) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะสำเร็จหรือได้ผลดีขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ระดับความสามารถของเชาวน์ปัญญา ผู้เรียนที่มีระดับเชาวน์ปัญญาสูงย่อมสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีระดับเชาวน์ปัญญาดำ

2. การเรียนรู้ในการแก้ปัญหาได้สำเร็จและรวดเร็ว เกิดจากการที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างแท้จริง สามารถจับหลักการต่างๆ ในขณะที่เรียนรู้ได้เข้าใจอย่างถ่องแท้ เมื่อประสบปัญหา เช่นนั้นอีกหรือปัญหาที่คล้ายคลึงกันจะแก้ปัญหานั้นได้รวดเร็วถูกต้อง

3. การรู้จักคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล โดยอาศัยสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ข้อเท็จจริงและความรู้จากประสบการณ์เดิม

3.2 จุดมุ่งหมายในการคิดและการแก้ปัญหา

3.3 ระยะเวลาในการไตร่ตรองหาเหตุผลที่ดีที่สุด จำเป็นต้องอาศัยเวลา

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 14) กล่าวว่า การคิดเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา และการเผชิญสถานการณ์ เมื่อบุคคลเผชิญกับข้อมูลสิ่งแวดล้อมหรือสถานการณ์ใดๆ ที่มีความขัดแย้งหรือก่อให้เกิดปัญหา ผู้ที่มีความสามารถในการคิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่มีทักษะในการคิดแก้ปัญหานั้นจะเริ่มต้น

กำหนดหรือระบุปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร มีการตั้งสมมติฐานคาดเดาดำตอบหรือแก้ปัญหานั้นๆ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาให้แคบลงแล้วจึงรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้น จึงดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้ อาจจำแนก แยกแยะ เปรียบเทียบ ประเมิน ฯลฯ ก่อนสรุปเป็นคำตอบซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบมีความถูกต้องได้มากกว่า และจะนำมาซึ่งความสุขในที่สุด

จากแนวความคิดข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาอันส่งผลให้บุคคลมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันไปนั้น คือ

1. ลักษณะของผู้แก้ปัญหา ได้แก่ ระดับสติปัญญา ระดับแรงจูงใจ ความสามารถในการคิด การรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล การเลือกวิธีการแก้ปัญหา ประสบการณ์ ลักษณะอารมณ์ เป็นต้น
2. ลักษณะหรือสภาพของปัญหา ได้แก่ ความยากง่ายและความสลับซับซ้อนของปัญหา

1.5 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ (ประสาธน์ อิศรปริดา, 2538: 43-63; อ้างอิงจาก Piaget, 1974) ได้ศึกษาความคิดความเข้าใจของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงระยะวัยรุ่น เขาเชื่อว่าลำดับขั้นของพัฒนาการทางสมองของเด็กไม่ว่าจะอยู่ในสภาพของวัฒนธรรมใดก็ตามจะเป็นไปอย่างเดียวกัน และการพัฒนาทางความคิดของบุคคลจากวัยเด็กเล็กจนถึงวัยรุ่นมีการพัฒนาเป็นลำดับขั้น (Stage) ตามระดับวุฒิภาวะและมีความต่อเนื่องกัน สภาพแวดล้อมเป็นตัวกระตุ้นให้เด็กได้พบกับความรู้ใหม่ที่จะนำไปสู่ขั้นต่างๆ ได้อย่างสมบูรณ์ เพียเจต์ได้แบ่งลำดับขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญาไว้ 4 ขั้น

1. ระยะการแก้ปัญหาด้วยการกระทำ (Sensorimotor Stage)

พัฒนาการขั้นนี้เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี เด็กจะเกิดการเรียนรู้จากประสาทสัมผัส เด็กมักจะหยิบจับวัตถุมาลูบคลำ หรือเคาะ ฯลฯ ในขั้นนี้ความคิดความเข้าใจของเด็กจะก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เช่น สามารถประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อ มือและสายตา สามารถรู้รสสารไม่หายไปจากโลก สามารถค้นหาวัตถุที่เปลี่ยนไปตลอดจนสามารถสื่อสารโดยใช้ภาษาได้ เด็กวัยนี้ชอบทำอะไรบ่อยๆ ซ้ำๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เมื่อสิ้นสุดระยะนี้เด็กมักมีการแสดงออกของพฤติกรรมอย่างมีจุดมุ่งหมาย และสามารถแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการ แต่ความสามารถในการคิดวางแผนของเด็กยังอยู่ในขีดจำกัด

2. ระยะการแก้ปัญหาด้วยการรับรู้และยังไม่รู้จักใช้เหตุผล (Preperational Stage)

ระยะนี้อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 2-7 ปี ซึ่งแบ่งเป็นชั้นย่อยๆ อีก 2 ชั้น คือ

ในช่วงอายุ 2-4 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มจะมีเหตุผลเบื้องต้น สามารถโยงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ 2 เหตุการณ์หรือมากกว่ามาเป็นเหตุผลเกี่ยวโยงซึ่งกันและกันได้ แต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ยังมีขอบเขตจำกัด เพราะเด็กยังยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง (Egocentric) คือ ยึดความคิดของตนเองเป็นใหญ่และมองไม่เห็นเหตุผลของคนอื่น ความคิดและเหตุผลของเด็กวัยนี้จึงไม่ค่อยถูกต้องกับหลักความเป็นจริง

ในช่วงระยะที่ 2 ระยะนี้อยู่ในช่วงอายุประมาณ 4-7 ปี เด็กจะมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัวดีขึ้น รู้จักแยกประเภทและแยกชิ้นส่วนของวัตถุ เริ่มมีพัฒนาการเกี่ยวกับการอนุรักษ์แต่ยังไม่แจ่มชัด รู้จักแบ่งพวกแบ่งชั้นแต่ยังคิดหรือตัดสินใจการกระทำต่างๆ จากสิ่งที่เห็นภายนอกเท่านั้น

3. ระยะแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Operation Stage)

อยู่ในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นระยะที่เด็กเข้าใจความคิดของคนอื่นได้ดีขึ้น เพราะเด็กเริ่มลดความคิดยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง โดยเริ่มเอาเหตุผลรอบๆ ตัวมาคิดประกอบในการตัดสินใจ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เด็กวัยนี้สามารถคิดทวนกลับได้ (Reversibility) นอกจากนี้ความสามารถในการจำของเด็กในช่วงอายุนี้นี้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถจัดกลุ่มหรือจัดพวกได้อย่างสมบูรณ์ สามารถสนทนากับผู้อื่นและเข้าใจความคิดของผู้อื่นได้ดี

4. ระยะแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม (Formal Operation Stage)

อยู่ในช่วงอายุ 11 ปีขึ้นไป ขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นสุดท้ายของพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก เพียเจต์เชื่อว่าความคิดความเข้าใจของเด็กในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่สมบูรณ์ที่สุด คือ เด็กสามารถคิดได้แม้สิ่งนั้นไม่ปรากฏให้เห็น สามารถตั้งสมมติฐานและสามารถพิสูจน์ได้ สามารถแก้ปัญหาต่างๆ โดยมีการคิดก่อนแก้ปัญหานั้นๆ สามารถเข้าใจสูตรหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ ได้ดี พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กวัยนี้จะเจริญเต็มที่เช่นเดียวกับผู้ใหญ่ แต่อาจมีการตัดสินใจแก้ปัญหาแตกต่างไปจากผู้ใหญ่บ้าง เพราะมีประสบการณ์น้อยกว่า

จากการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ เด็กจะสามารถคิดและแก้ปัญหาได้ดีจะอยู่ในขั้นที่ 4 คือ ระยะแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม (Formal Operation Stage) ซึ่งสติปัญญาของเด็กได้พัฒนาอยู่ในขั้นที่สมบูรณ์ สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและเข้าใจในเรื่องของนามธรรม ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาศึกษาถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับ

นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นวัยที่พัฒนาการทางสติปัญญานั้นได้พัฒนาถึงขั้นที่สมบูรณ์ที่สุด

1.6 ความหมายและรูปแบบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอบและผลิิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525: 116-120) ได้แบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับสมจิต สวธนไพบูลย์ (2526: 8) และ กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528: 268) โดยมีขั้นตอนดังนี้ คือ

ขั้นระบุปัญหา

ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน

ขั้นสรุปผลการทดลอง

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526: 8) ยังได้เพิ่มเติมอีกว่า การแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบจะมีมากมายหลายวิธี เช่น วิธีลองผิด-ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมา แต่ที่นิยมนำมาฝึกฝนนักเรียนให้เป็นช่างเสาะแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการแก้ปัญหาที่ถือว่าระดับสูงสุดใช้ได้ผลที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาที่มีความยากและสลับซับซ้อน และได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

เวียร์ (Weir. 1974: 16-18) ได้กล่าวว่า ทักษะคติ ความอยากรู้อยากเห็น การตัดสินใจ การเปิดใจยอมรับ การกำหนดเป้าหมายและความซื่อสัตย์ สิ่งเหล่านี้ถูกนำมาเชื่อมโยงกันโดยความคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์ ตำราทางวิทยาศาสตร์หลายเล่มได้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็น การแก้ปัญหาและการศึกษาค้นคว้า ซึ่งอาศัยการสังเกตอย่างรอบคอบและการวัดที่ถูกต้อง การนิยาม ปัญหาขึ้นด้วยความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ได้รวบรวมไว้ และตั้งสมมติฐานขึ้น เพื่ออธิบายปัญหาอย่างคร่าวๆ สำหรับการแก้ปัญหานั้นบางครั้งต้องอาศัยข้อมูลที่ต้องการมาช่วยเสริม ดังนั้นการทดลองจึงจำเป็นที่จะต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งต้องเตรียมไว้เพื่อเหมาะสมในการเก็บ ข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่จำเป็นในการตีความหมายต่อไป และเมื่อคำถามเกิดขึ้นการดำเนินการเพื่อที่จะตอบคำถามก็คือ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้สามารถใช้ ในการแก้ปัญหาได้อย่างประสบผลสำเร็จตลอดมา และในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นเวลาส่วนใหญ่

ถูกใช้ไปในกิจกรรมแก้ปัญหา การเน้นอย่างสม่ำเสมอในเทคนิคการแก้ปัญหา สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นว่า การคิด คือทักษะซึ่งสามารถพัฒนาปรับปรุงได้หากรู้ว่ามีวิธีการอย่างไร ขณะที่นักเรียนได้พบปัญหาที่ยุ่งยากและน่าพิศวงเขาจะเกิดความระมัดระวังมากขึ้น โดยเฉพาะรูปแบบการคิดของพวกเขาทั้งจุดดีจุดด้อยของวิธีการคิด รวมถึงการคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความล้มเหลวหรือความล้มเหลวต่อการแก้ปัญหา

จอห์น ดิวอี้ ยังได้กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา แล้วได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาอีกแนวทางว่าควรประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ 5 ขั้นตอน (อานวย เลิศชัยนที. 2533: 19-20; อ้างอิงจาก Guilford. 1971: 103) คือ

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นๆ คืออะไร
2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาดูว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการ สุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา
4. ขั้นตรวจสอบ (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ได้ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหานี้ใหม่ จนกว่าจะได้แนวทางที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด
5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใช้ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกันกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

จะเห็นว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลายอย่างซึ่งสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ สำหรับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสนใจมากที่สุด คือ กระบวนการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir. 1974: 16-18) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา (Statement of the Problem)
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Defining the Problem)
3. ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulation a Hypothesis)
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Verify the Solution)

1.7 ลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาวិทยาศาสตร์

ชม ภูมิภาค (2516: 59) ได้ให้ความเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การตั้งใจ จากการสังเกตโดยทั่วไปจะเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์เป็นอันมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมีปัญหามากๆ ที่เกิดขึ้นในโอกาสต่างกัน โดยพื้นฐานจะไม่ผัดกันมากนักจึงสามารถ ใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมอันเป็นหลักการใหญ่ๆ มาใช้ได้ การที่นำมาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาก็เนื่องมาจากเหตุผล 3 ประการ

1. บุคคลมักจะมีการพัฒนาความคิดรวบยอดและระบบของการเข้ารหัสสิ่งต่างๆ เอาไว้เพื่อไปใช้ในโอกาสข้างหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ารหัสปัญหาต่างๆ ที่ได้แก้มานั้นจะช่วยแก้ปัญหาใหม่ได้

2. การพัฒนาของแนวโน้มแห่งการตอบสนอง แนวการตอบสนองที่ได้รับเสริมแรงจะก่อตัวเป็นนิสัยและมักจะเกิดขึ้นก่อนเมื่อพบปัญหาใหม่ โดยบุคคลจะแก้ปัญหามาตามที่ได้ปฏิบัติมา จะพยายามแล้วพยายามอีก เมื่อแนวโน้มเช่นนั้นไม่สามารถจะแก้ได้จริงๆ บุคคลจะเริ่มเปลี่ยนแนวทางใหม่

3. การพัฒนาเทคนิคของการแก้ปัญหานั้น เมื่อบุคคลได้แก้ปัญหามากๆ คนเราก็ย่อมมีความชำนาญในการแก้ปัญหามากขึ้น นอกจากนี้เทคนิคของการแก้ไขปัญหานั้นยังสอนกันได้ด้วย

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 17) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของนักคิดแก้ปัญหามาไว้ ดังนี้

1. รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล
2. ตั้งใจค้นหาความจริง
3. กระตือรือร้น
4. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน สนใจสิ่งรอบด้าน
5. เปิดใจรับความคิดเห็นใหม่
6. มีมนุษยสัมพันธ์
7. มีคุณลักษณะความเป็นผู้นำ
8. กล้าหาญ กล้าเผชิญความจริง
9. มีความคิดหลากหลายและยืดหยุ่น
10. มั่นใจในตนเอง
11. มีความคิดสร้างสรรค์
12. มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสถานการณ์
13. ใจเย็น สุขุม รอบคอบ

ฯลฯ

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นแตกต่างกันออกไปตามมุมมองของแต่ละบุคคลในการให้คำนิยามในลักษณะต่างๆ ดังนี้

รัสเซลล์ (Russell. 1956: 281 – 282) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาชนิดหนึ่ง โดยผู้คิดจะต้องการพิจารณาตัดสินใจเรื่องราวต่างๆ ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นกระบวนการประเมิน หรือ การจัดหมวดหมู่โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันมาแต่ก่อนๆ แล้วสรุป หรือพิจารณาตัดสิน

โนวาค (ชาลินี เอี่ยมศรี. 2536: 12; อ้างอิงจาก Novack. 1960) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นวิธีการคิดที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาหลักฐานข้อเท็จจริงที่ถูกต้อง รวมทั้งความสัมพันธ์ของเหตุและผล

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 10) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า ประกอบด้วย ทักษะในการสืบเสาะความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง และทักษะในการใช้ความรู้และทักษะคิดดังกล่าว

เอนนิส (Ennis. 1985: 45) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดแบบตรรกะตรง และมีเหตุผลเพื่อการตัดสินใจก่อนที่จะเชื่อถือหรือก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ

ฮัดกินส์ (อวยพร เรืองศรี. 2544: 7; อ้างอิงจาก Hudgins. 1988: 48) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการมีเจตคติในการค้นคว้าหาหลักฐานเพื่อวิเคราะห์และประเมินข้อโต้แย้งต่างๆ การมีทักษะในการใช้ความรู้จำแนกข้อมูล และตรวจสอบข้อสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ (2537: 6-7) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง กระบวนการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ โดยใช้ความรู้ ความคิด หรือประสบการณ์ของตนเองในการสำรวจหลักฐานอย่างรอบคอบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 127) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นความตั้งใจที่จะพิจารณาตัดสินเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยการไม่เห็นคล้อยตามข้อเสนออย่างง่ายๆ แต่ตั้งคำถามท้าทาย หรือโต้แย้งสมมติฐานและข้อสมมติที่อยู่เบื้องหลัง และพยายามเปิดแนวทางความคิดออกสู่ทางต่างๆ ที่แตกต่างจากข้อเสนอ นั้น เพื่อให้สามารถได้

คำตอบที่สมเหตุสมผลมากกว่าข้อเสนอดี เพื่อให้ได้สิ่งที่ดีกว่า ถูกต้องเหมาะสมกับการดำเนินชีวิต และบริบทแวดล้อมมากกว่า ที่สำคัญคือเกิดผลดีแก่ชีวิตและสังคมส่วนรวมมากกว่า

จากนิยามการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังกล่าว จึงสรุปความหมายได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่แสดงออกมาโดยใช้กระบวนการคิด พิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบและมีเหตุผล เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูล ประสพการณ์ และหลักฐานที่มีอยู่เพื่อหาข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักจิตวิทยา นักการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการคิด ได้อธิบายถึงแนวคิดเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังนี้

แนวคิดของเดรสเซล และเมย์ฮิวส์ (Dressel; & Mayhew. 1957: 179-181) ได้กล่าวถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณในเชิงทักษะของการคิดซึ่งเน้นความสามารถของบุคคลในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นประกอบด้วยความสามารถ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา ตระหนักถึงความมีอยู่ของปัญหา
2. ความสามารถในการเลือกรับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล พิจารณาความเพียงพอของข้อมูลและจัดระบบข้อมูล
3. ความสามารถในการระบุข้อสันนิษฐาน พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อสันนิษฐานในการอ้างเหตุผล
4. ความสามารถในการกำหนด เลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด
5. ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล พิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผล และประเมินข้อสรุปโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์

แนวคิดของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 1-10) ได้ให้แนวคิดว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย เจตคติ ความรู้ และทักษะ ดังนี้ คือ

1. เจตคติ หมายถึง เจตคติในการแสวงหาความรู้ ความสามารถในการตระหนักถึงปัญหาที่เป็นอยู่ และการยอมรับหลักฐาน สำคัญที่มาสนับสนุนเพื่อยืนยันว่าเป็นจริง
2. ความรู้ หมายถึง ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง การให้น้ำหนักหรือความถูกต้องของหลักฐานต่างๆ ด้วยเหตุและผล
3. ทักษะ หมายถึง ทักษะในการใช้และการประยุกต์ใช้เจตคติ และความรู้ดังกล่าว

วัตสันและเกลเซอร์ ได้ทำการศึกษาค้นคว้าอย่างต่อเนื่องจนได้ผลสรุปว่า การคิดอย่างมี
วิจารณญาณสามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบย่อย 5 ฉบับ เพื่อวัดความสามารถในด้านต่างๆ ที่
รวมกันเป็นความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้ คือ

1. ความสามารถในการอ้างอิง (Inference) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแนก
ความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเท็จ ในการลงสรุปอ้างอิงข้อมูลที่กำหนดให้

2. ความสามารถในการตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption)
ความสามารถในการรับรู้ข้อตกลงเบื้องต้น หรือข้อความสมมติที่กำหนดในประโยค โดยสามารถ
จำแนกได้ว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น หรือไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น

3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นความสามารถในการหาข้อสรุป
อย่างสมเหตุสมผล โดยการรับรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ที่กำหนดให้ เพื่อตัดสินใจลงสรุป
ข้อความที่เป็นไปได้

4. ความสามารถในการตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการลงความเห็น
และอธิบายความเป็นไปได้ของข้อสรุปนั้นๆ จำแนกได้ว่าข้อสรุปใดที่เป็นไปตามสถานการณ์ที่กำหนด

5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) เป็นความสามารถ
ในการประเมินน้ำหนักข้อมูลเพื่อตัดสินใจว่าเข้าประเด็นกับเรื่องหรือไม่ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย
ควรหรือไม่ควร

เดอคาโรลี (ศศิธร ลีป่อน้อย. 2547: 13; อ้างอิงจาก Decoroli. 1973: 67-68) แบ่งแนวคิด
เกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณออกเป็น 7 ขั้นตอน คือ

1. การนิยามปัญหา เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำ
และข้อความและการกำหนดเกณฑ์

2. การกำหนดสมมติฐาน การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หาทางเลือกและการพยากรณ์

3. การประมวลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องการหาหลักฐาน
และจัดระบบข้อมูล

4. การตีความข้อเท็จจริง และการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน

5. การใช้เหตุผล โดยระบุเหตุและผลของความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์

6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ความสมเหตุสมผล

7. การประยุกต์ใช้หรือนำไปปฏิบัติ

เอนนิส (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540: 187-189; อ้างอิงจาก
Ennis. 1985.) ได้เสนอทักษะความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า ควรประกอบด้วย 12
ทักษะ ดังนี้

1. สามารถกำหนดหรือระบุประเด็นคำถามหรือปัญหา
 - 1.1 ระบุปัญหาสำคัญได้ชัดเจน
 - 1.2 ระบุเกณฑ์เพื่อตัดสินคำตอบที่เป็นไปได้
2. สามารถคิดวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง
 - 2.1 ระบุข้อมูลที่มีเหตุผลหรือน่าเชื่อถือได้
 - 2.2 ระบุข้อมูลที่ไม่มีเหตุผลหรือไม่น่าเชื่อถือได้
 - 2.3 ระบุความเหมือนและความแตกต่างของความคิดเห็นหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้
 - 2.4 สรุปได้
3. สามารถถามด้วยคำถามที่ทำทนายและตอบคำถามได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างคำถาม

ที่ใช้ เช่น

- เพราะเหตุใด
 - ประเด็นสำคัญคืออะไร
 - ข้อความที่กำหนดนี้หมายความว่าอะไร
 - ตัวอย่างที่เป็นไปได้มีอะไรบ้าง
 - ความคิดเห็นของท่านในเรื่องนี้คืออะไร
 - ให้พิจารณาว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
 - อะไรเป็นข้อมูลที่มีเหตุผล
 - อะไรเป็นข้อมูลที่ไม่มีเหตุผล
 - ข้อความที่กำหนดมานี้ “...” ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร
 - ท่านมีความคิดเห็นอื่นๆ เพิ่มเติมอีกหรือไม่ อย่างไร
4. สามารถพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
 - 4.1 เป็นข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่น่าเชื่อถือ
 - 4.2 เป็นข้อมูลที่ไม่มีข้อโต้แย้ง
 - 4.3 เป็นข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ
 - 4.4 เป็นข้อมูลที่สามารถให้เหตุผลว่าเชื่อถือได้
 5. สามารถสังเกตและตัดสินผลข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเอง โดยใช้เกณฑ์

ต่อไปนี้

- 5.1 เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเอง โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ไม่ใช่
เพียงได้ยินมาจากคนอื่น

5.2 การบันทึกข้อมูลเป็นผลจากการสังเกตด้วยตนเอง และมีการบันทึกทันทีที่ไม่ปล่อยทิ้งไว้นาน แล้วมาบันทึกภายหลัง

6. สามารถนิรนัยและตัดสินผลการนิรนัย คือ สามารถนำหลักการใหญ่ไปแตกเป็นหลักย่อยๆ ได้ หรือนำหลักการไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้

7. สามารถอุปนัยและตัดสินผลการอุปนัย คือ ในการสรุปอ้างอิงไปยังกลุ่มประชากรนั้นกลุ่มตัวอย่างต้องเป็นตัวแทนประชากรและก่อนที่มีการอุปนัยนั้น ต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องตามแผนที่กำหนด และมีข้อมูลเพียงพอต่อการสรุปแบบอุปนัย

8. สามารถตัดสินคุณค่าได้

8.1 สามารถพิจารณาทางเลือก โดยมีข้อมูลพื้นฐานเพียงพอ

8.2 สามารถชั่งน้ำหนักระหว่างดี และไม่ดี หรือผลดีและผลเสียก่อนตัดสินใจ

9. สามารถให้ความหมายต่างๆ และตัดสินความหมาย เช่น ทักชะต่อไปนี้

9.1 สามารถบอกคำเหมือน คำที่มีความหมายคล้ายกัน

9.2 สามารถจำแนก จัดกลุ่มได้

9.3 สามารถให้คำนิยามเชิงปฏิบัติได้

9.4 ยกตัวอย่างที่ใช้และไม่ใช้ได้

10. สามารถระบุข้อสันนิษฐานได้

11. สามารถตัดสินใจเพื่อนำไปปฏิบัติได้ เช่น ทักชะต่อไปนี้

11.1 การกำหนดปัญหา

11.2 การเลือกเกณฑ์ตัดสินผลที่เป็นไปได้

11.3 กำหนดการเลือกอย่างหลากหลาย

11.4 เลือกทางเลือกเพื่อปฏิบัติ

11.5 ทบทวนทางเลือกอย่างมีเหตุผล

12. การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

จากทักษะทั้งหมดสามารถสรุปเป็นทักษะหลักได้ 4 ทักษะคือ 1. ข้อมูลมีความชัดเจน 2. ข้อมูลและความรู้จากแหล่งต่างๆ มีความสมเหตุสมผลเป็นที่ยอมรับ 3. การสรุปอ้างอิง 4. การปฏิสัมพันธ์อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 ลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มีนักจิตวิทยา นักการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลากหลาย ดังนี้

วัตสัน และเกลเซอร์ (เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์. 2537: 38; อ้างอิงจาก Watson; & Glaser. 1964) แบ่งลักษณะการแสดงออกของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็น 5 ข้อ ดังนี้

1. เป็นผู้ที่สามารถจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปที่คาดคะเนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. เป็นผู้ที่สามารถจำแนกได้ว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นที่ต้องยอมรับก่อนมีการโต้แย้งหรืออธิบายข้อความอื่น
3. เป็นผู้ที่สามารถจำแนกได้ว่าข้อสรุปใดเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้
4. เป็นผู้ที่สามารถจำแนกได้ว่าข้อสรุปใดเป็นลักษณะหรือคุณสมบัติทั่วไปที่ได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้
5. เป็นผู้ที่สามารถจำแนกได้ว่าการอ้างเหตุผลใดหนักแน่นน่าเชื่อถือหรือไม่หนักแน่นเมื่อพิจารณาตามความสำคัญและความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

เอนนิส (ครองสิน มิตะทั้ง. 2548: 25; อ้างอิงจาก Ennis. 1991: 158-180) แบ่งลักษณะการแสดงออกของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

ด้านลักษณะที่แสดงออก (Disposition)

1. พุด เขียน สื่อความเข้าใจได้อย่างชัดเจน
2. กำหนดประเด็นหรือปัญหาที่แน่นอนมุ่งที่การสรุปประเด็นหรือปัญหา
3. พิจารณาสถานการณ์ทั้งหมด / มองภาพรวมของสถานการณ์ทั้งหมด
4. แสวงหาเหตุผลและให้เหตุผล
5. เป็นผู้มีความรู้ทันสมัยอยู่เสมอ
6. มองหาทางเลือกหลายๆ ทาง
7. แสวงหาความถูกต้องแม่นยำให้มากที่สุดตามที่สถานการณ์ต้องการ
8. พยายามและตระหนักเป็นอย่างดีว่าตนเองมีความเชื่อพื้นฐานอะไร
9. เปิดใจกว้างพิจารณาทัศนะอื่นๆ นอกเหนือจากแนวคิดของตนเอง
10. ไม่ด่วนตัดสินใจในกรณีทีหลักฐานและเหตุผลไม่เพียงพอ
11. ยืนยันจุดยืนเมื่อมีหลักฐานหรือเหตุผลเพียงพอ
12. ใช้การคิดวิจารณญาณของตนเอง

ด้านความสามารถ (Abilities)

1. บอกได้ว่าประเด็นนั้นเป็นการอ้างเหตุผล
2. วิเคราะห์การอ้างเหตุผลได้
3. ถามหรือตอบคำถามเกี่ยวกับการให้ความกระจ่าง ความชัดเจนหรือความถูกต้องตามกฎหมายได้
4. ให้นิยาม วินิจฉัยตัดสินค่านิยม และจัดการกับถ้อยคำหรือแนวคิดที่มีความหมายกำกวมได้
5. ชี้ให้เห็นแนวคิดที่ซ่อนอยู่เบื้องหลัง ที่ไม่อาจแสดงให้เห็นชัดเจกันได้
6. วินิจฉัยความน่าเชื่อถือที่มาของแนวคิดและเหตุผลต่างๆ ได้
7. สังเกต และตัดสินรายงานจากการสังเกตได้
8. ตัดสินด้วยการใช้กฎต่างๆ และประเมินค่าของการตัดสินได้
9. คิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่มีอยู่ แล้วสรุปเป็นประเด็นหรือกฎเกณฑ์ และประเมินค่ากระบวนการคิดหาเหตุผลอันนำไปสู่ข้อสรุปได้
10. ตัดสินค่านิยมต่างๆ ได้ และประเมินการตัดสินคุณค่าของค่านิยมได้
11. พิจารณาและให้เหตุผลโดยอาศัยหลักฐาน เหตุผล ข้อสันนิษฐาน แนวคิดที่เป็นจุดยืน โดยไม่ปล่อยให้ความไม่เห็นด้วยหรือความสงสัยเข้ามาขัดขวางการคิดของตน
12. ผสมผสานความสามารถและกิจกรรมอื่นๆ ในการตัดสินใจ และการเสนอผลการตัดสินใจเพื่อให้เป็นที่ยอมรับ
13. ดำเนินการตามระเบียบแบบแผนที่เหมาะสมกับสถานการณ์ได้
14. ไวต่อความรู้สึก ระดับความรู้ และความเป็นผู้รู้ของบุคคลอื่น
15. ใช้วิธีการทางการพูดที่เหมาะสมในการอธิบายหรือเสนอความเห็นได้
16. มีปฏิริยาต่อแนวคิดหรือความเชื่อที่ผิดๆ ด้วยอาการที่เหมาะสม

เวด (Wade. 1996) แบ่งลักษณะการแสดงออกของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 9 ข้อ

ดังนี้

1. คิดตั้งคำถาม
2. ทำให้คำถามมีความชัดเจน
3. ตรวจสอบหาข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อสันนิษฐานและความลำเอียงที่อาจมีขึ้น
5. หลีกเลี่ยงที่จะใช้อารมณ์มาเป็นตัวตัดสิน
6. หลีกเลี่ยงการคิดแบบตื้นๆ ง่ายๆ เกินไป

7. พิจารณาถึงการตีความที่อาจเป็นไปได้หลายทาง
8. ตระหนักรู้เกี่ยวกับความคิดของตน รู้ตัวว่าคิดอะไรอยู่

ทิสนา แชมมณีและคนอื่นๆ (2544: 153) กำหนดเกณฑ์ความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณว่า ผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณจะมีความสามารถดังนี้

1. สามารถกำหนดเป้าหมายในการคิดอย่างถูกต้อง
2. สามารถระบุประเด็นในการคิดได้อย่างชัดเจน
3. สามารถประมวลข้อมูลทั้งทางด้านข้อเท็จจริง และความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็น
 ที่คิดทั้งทางกว้าง ทางลึก และทางไกล
4. สามารถวิเคราะห์ข้อมูล และเลือกข้อมูลที่ใช้ในการคิดได้
5. สามารถประเมินข้อมูลได้
6. สามารถใช้หลักการเหตุผลในการพิจารณาข้อมูลและเสนอคำตอบ / ทางเลือก
 ที่สมเหตุสมผลได้
7. สามารถเลือกทางเลือก / ลงความเห็นในประเด็นที่คิดไว้

2.4 การวัดการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ

จากการศึกษาแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักการศึกษาหลายท่าน พบว่า
 มีผู้สร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณขึ้นมามาก ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอดังนี้ (ทิสนา แชมมณี;
 และคนอื่นๆ. 2544: 182-189)

1. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson-Glaser
 Critical Thinking Appraisal (WGCTA)

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Edward M. Glaser) เป็นผู้สร้างแบบทดสอบฉบับนี้ขึ้น
 ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1937 และได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อใช้กับนักเรียนตั้งแต่ระดับ 9 ขึ้นไป จนถึงวัย
 ผู้ใหญ่ ลักษณะของแบบทดสอบจะเป็นคู่ขนาน คือ ฟอรัม Ym และ Zm ได้มีการพัฒนาและปรับปรุง
 แบบทดสอบนี้อย่างต่อเนื่องจนกระทั่งปี 1980 ได้รับการปรับปรุงล่าสุด นอกจากนั้นยังมีแบบทดสอบ
 ที่เป็นคู่ขนาน ประกอบด้วยฟอรัม A และ B โดยแต่ละฟอรัมประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย
 5 แบบทดสอบ มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 80 ข้อ เวลา 50 นาที มุ่งวัดความสามารถ 5 ด้าน ดังนี้

1.1 ด้านการอนุมาน (Inference) เพื่อจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใด
 เป็นจริงหรือเท็จ ลักษณะของแบบทดสอบจะกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปมาให้ประมาณ 3-5 ข้อ
 ต่อสถานการณ์นั้น และเลือกคำตอบจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก เป็นจริง น่าจะเป็นจริง ข้อสรุปที่ให้
 ไม่เพียงพอ น่าจะเป็นเท็จ เป็นเท็จ

1.2 ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อการจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption) ลักษณะของแบบทดสอบจะกำหนดสถานการณ์มาให้ โดยมีข้อความตามมา 2-3 ข้อความต่อสถานการณ์นั้น แล้วพิจารณาว่าข้อความในแต่ละข้อๆ ใดเป็นข้อตกลงของสถานการณ์หรือไม่

1.3 ด้านการนิรนัย (Deduction) เพื่อหาข้อสรุปมา 2-4 ข้อ ต่อข้ออ้างนั้นๆ ผู้ตอบจะต้องพิจารณาว่า ข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้หรือไม่

1.4 ด้านการตีความ (Interpretation) เพื่อลงความเห็นและอธิบายความเป็นไปได้ของข้อสรุปนั้นๆ ลักษณะของแบบทดสอบจะกำหนดของสถานการณ์มาให้แต่ละสถานการณ์จะมีข้อสรุปมาให้ 2-3 ข้อ ผู้ตอบจะต้องพิจารณาว่าแต่ละข้อๆ ใดใช่หรือไม่ใช่ข้อสรุปที่จำเป็นของสถานการณ์

1.5 ด้านการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) เพื่อการตอบคำถามและอ้างเหตุผลได้สมเหตุสมผล ลักษณะของแบบทดสอบจะกำหนดคำถามให้แต่ละคำถามจะมีคำตอบ พร้อมเหตุผลโดยให้ผู้ตอบพิจารณาว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถามนั้น

2. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณคอร์เนล (Cornell Critical Thinking Test) เอนนิส และมิลแมน (Ennis and Millman) เป็นผู้สร้างขึ้นตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1961 และได้มีการพัฒนาปรับปรุงมาถึงปี 1985 และได้สร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณขึ้นมา 2 ฉบับ มุ่งวัดกลุ่มบุคคลต่างระดับกัน ดังนี้

ฉบับที่ 1 Cornell Critical Thinking Test Level X เป็นแบบทดสอบสำหรับเด็กนักเรียน ตั้งแต่ระดับ 4 จนถึงระดับ 12 เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 71 ข้อ เวลา 50 นาที มุ่งวัดความสามารถ 4 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ด้านการอุปนัย
2. ด้านการนิรนัย
3. ด้านความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต
4. ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

ฉบับที่ 2 Cornell Critical Thinking Test Level Z เป็นแบบทดสอบสำหรับเด็กนักเรียนมัธยมศึกษาที่มีปัญหาติ และกลุ่มนักศึกษาระดับวิทยาลัยจนถึงผู้ใหญ่ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 52 ข้อ เวลา 50 นาที มุ่งวัดความสามารถ 7 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ด้านการอุปนัย
2. ด้านความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
3. ด้านการพยากรณ์และการวางแผนการทดลอง

4. ด้านการอ้างอิงเหตุผลผิดหลักตรรก
5. ด้านการนิรนัย
6. ด้านการให้คำจำกัดความ
7. ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

3. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของเอนนิสและเวียร์ (Ennis Weir Critical Thinking Essay Test)

เอนนิส และเวียร์ เป็นผู้สร้างขึ้น โดยมุ่งวัดประเมินความสามารถของบุคคลในการประเมินผลการโต้แย้ง และเขียนข้อสรุปการโต้แย้ง ลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบบรรยาย ใช้เวลา 40 นาที มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหาโดยวิธีหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (Interater reliability) มีค่าอยู่ระหว่าง .82 ถึง .86

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ ครองสิน มิตะทัง (2548) เป็นแบบวัดที่พัฒนาจากแนวคิดของเอนนิส อันประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ 1. การนิยามปัญหา/สิ่งที่เกี่ยวข้องและการทำให้กระจ่าง 2. การพิจารณาตัดสินข้อมูล 3. การอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาและการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งวัดองค์ประกอบของการคิด 4 ด้าน คือ ด้านการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (Credibility of Sources) ด้านระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption Identification) การนิรนัย (Deduction) และการตัดสินสรุปอ้างอิงแบบอุปนัย (Inductive Inference)

3. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

3.1 ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

แมคเคลแลนด์ และคนอื่นๆ (กุญชร คำชาย. 2540: 222; อ้างอิงจาก McClelland; et al. 1953: 110-111) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่า หมายถึง ความปรารถนาที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ลุล่วงไปด้วยดี โดยแข่งขันกับมาตรฐานอันดีเลิศ (Standard of Excellence) หรือทำดีกว่าบุคคลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ความพยายามที่จะเอาชนะอุปสรรคต่างๆ มีความรู้สึกสบายใจเมื่อประสบผลสำเร็จและมีความวิตกกังวลเมื่อประสบความล้มเหลว

แอทกินสัน (Atkinson. 1966: 240-241) ได้กล่าวถึงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่าเป็นแรงผลักดันที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลทราบว่าการกระทำของตนเองจะต้องได้รับการประเมินจากตัวเองหรือได้รับการประเมินจากบุคคลอื่น ซึ่งการประเมินนั้นเปรียบเทียบกับมาตรฐานอันดีเยี่ยม ส่วนผลจากการประเมินอาจเป็นสิ่งที่พอใจเมื่อปฏิบัติจนสำเร็จหรือไม่พึงพอใจเมื่อปฏิบัติไม่สำเร็จ

เฮอร์แมน (Herman. 1970: 353) ได้อธิบายว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นความต้องการ ได้รับผลสำเร็จจากการกระทำในสิ่งที่ยาก ต้องการเอาชนะอุปสรรค และบรรลุถึงมาตรฐานอันดีเลิศ ต้องการเป็นคนเก่ง มีความสามารถในการแข่งขันและเอาชนะคนอื่น ๆ ต้องการเพิ่มการยอมรับตนเอง โดยการบรรลุความสำเร็จในกิจกรรมที่เป็นอัจฉริยะ

ดวงเดือน พันธุมนาวิน (2523: 17) ให้ความหมายแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ว่า เป็นความต้องการของบุคคลที่จะฟันฝ่าอุปสรรคโดยไม่ย่อท้อ และต้องการงานให้บรรลุจุดหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุชาติ สุธรรมารักษ์ (2531: 186-187) ได้กล่าวถึงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่า หมายถึง ความปรารถนา ความมุ่งหวังที่จะได้รับความสำเร็จในกิจกรรมต่างๆ มีความต้องการที่จะเป็นผู้นำในการทำงานอย่างอิสระ มีความเพียรพยายามฝ่าฟันอุปสรรคที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค เพื่อให้บรรลุเป้าหมายอันสูงเด่นที่ตั้งไว้

โยธิน ศันสนยุทธ์ (2531: 150) ให้ความหมายแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ความปรารถนาที่จะกระทำได้ดีที่สุด และประสบความสำเร็จ

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2533: 123) ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แรงจูงใจที่เป็นแรงขับให้บุคคลพยายามที่จะประกอบพฤติกรรมที่จะประสบสัมฤทธิ์ผลตามมาตรฐานความเป็นเลิศ (Statement of Excellent) ที่ตนเองตั้งไว้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 196) ให้ความหมายว่า แรงจูงใจที่กระทำสิ่งต่างๆ ให้ได้รับความสำเร็จ บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะมีความมานะพยายามอดทน ทำงานมีแผน ตั้งระดับความหวังไว้สูง และพยายามเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ได้ว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ความปรารถนาหรือความพยายามที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ประสบความสำเร็จโดยใช้ความสามารถและศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ อีกทั้งพยายามหาวิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องการชัยชนะในการแข่งขัน มุ่งมั่นที่จะทำได้ดีเลิศ และมีความสบายใจเมื่อพบกับความสำเร็จ มีความวิตกกังวลเมื่อพบกับความล้มเหลว

3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

3.2.1 ทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของแมคเคลแลนด์ (McClelland's Achievement Motivation Theory) (McClelland. 1961: 36-62) ได้จำแนกแรงจูงใจทางสังคมเป็น 3 ประเภทคือ

1. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement Motive) ได้แก่ ความปรารถนาที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยพยายามแข่งขันกับมาตรฐานอันดีเลิศ มีความสบายใจเมื่อประสบความสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อพบกับความล้มเหลว

2. แรงจูงใจใฝ่สัมพันธ์ (Affiliation Motive) หมายถึง ความปรารถนาที่จะเป็นที่ยอมรับของคนอื่น ต้องการเป็นที่นิยมชมชอบหรือรักใคร่ชอบพอของคนอื่น สิ่งเหล่านี้เป็นแรงจูงใจที่จะทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรม เพื่อให้ได้มาซึ่งการยอมรับจากบุคคลอื่น

3. แรงจูงใจใฝ่อำนาจ (Power Motive) หมายถึง ความปรารถนาที่จะได้มาซึ่งอิทธิพลที่เหนือกว่าคนอื่นๆ ในสังคม ทำให้บุคคลแสวงหาอำนาจเพราะจะเกิดความรู้สึกว่าหากทำอะไรได้เหนือกว่าคนอื่นถือเป็นความภาคภูมิใจ ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่อำนาจสูงจะเป็นผู้ที่พยายามควบคุมสิ่งต่างๆ เพื่อให้ตนเองบรรลุความต้องการที่จะมีอิทธิพลเหนือกว่าบุคคลอื่น

3.2.2 ทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของแอทคินสัน (Atkinson. 1966: 264) ได้เสนอทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ซึ่งเชื่อว่าเป็นสิ่งกระตุ้นหรือแรงผลักดันให้บุคคลประกอบกิจกรรมต่างๆ เพื่อมุ่งผลสัมฤทธิ์ (Ta) นั้น ขึ้นอยู่กับผลรวมขององค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. สิ่งโน้มน้าวจิตใจที่นำไปสู่ความสำเร็จ (Ts) ซึ่งได้แก่ผลคูณของ
 - แรงจูงใจที่มุ่งสู่ความสำเร็จ (Ms)
 - ความเข้มข้นของความมุ่งหวัง หรือโอกาส (Probability) ที่จะประสบความสำเร็จ (Ps)
 - ค่าของสิ่งที่ล่อใจ (Incentive Value) ที่เป็นเป้าหมายของความสำเร็จในกิจกรรมนั้น (Is)

$$Ts = Ms \times Ps \times Is$$

2. สิ่งโน้มน้าวจิตใจที่จะหลีกเลี่ยงความล้มเหลว (T-f) ซึ่งขึ้นอยู่กับผลคูณของ
 - แรงจูงใจที่จะหลีกเลี่ยงความล้มเหลว (Maf)
 - โอกาสที่จะประสบความล้มเหลว (Pf ซึ่งเท่ากับ L-Ps)
 - ค่าของสิ่งที่ล่อใจที่เป็นเป้าหมายของความล้มเหลว (If ซึ่งเท่ากับ L-If) ค่านี้ปกติจะมีค่าลบ

$$T-f = Maf \times Pf \times If$$

3. สิ่งยั่วยุหรือองค์ประกอบจากภายนอก ซึ่งทำให้บุคคลเกิดความรู้สึกปรารถนาอยากจะทำกิจกรรมนั้น

ดังนั้น อาจสรุปทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของแอทคินสันในรูปสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} T_a &= T_s + T-f + T_{ext} \\ &= (M_s \times P_s \times I_s) + (M_{af} \times P_f \times I_f) + T_{ext} \end{aligned}$$

3.2.3 ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์ (Maslow's Theory of Motivation) มาสโลว์ (กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. 2528: 223-224; อ้างอิงจาก Maslow. 1970) กล่าวว่า มนุษย์ทุกคนล้วนแต่มีความต้องการที่จะตอบสนองให้กับความต้องการของตนเองทั้งสิ้นซึ่งความต้องการของมนุษย์นี้มีมากมายหลากหลายด้วยกัน มาสโลว์ได้นำเสนอความต้องการเหล่านี้มาจัดเรียงลำดับจากความต้องการขั้นต่ำสุดไปหาความต้องการขั้นสูงสุดซึ่งแบ่งเป็น 5 ขั้นโดยที่มนุษย์จะแสดงความต้องการขั้นสูงๆ ถ้าความต้องการในขั้นต้นๆ ได้รับการตอบสนองเสียก่อน ลำดับขั้นทั้ง 5 ของความต้องการของมาสโลว์ที่เรียงจากความต้องการขั้นต่ำสุดไปหาความต้องการขั้นสูงสุดได้แก่

1. ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Need) ได้แก่ ความหิว ความกระหาย ความต้องการทางเพศ
2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety Need) ได้แก่ ความมั่นคง ความอบอุ่น
3. ความต้องการความรักและความเป็นเจ้าของ (Love and Belonging Need) ได้แก่ ความรักแบบพี่น้อง ความรักเคาบริตตามารดา ความรักระหว่างเพศ ความต้องการเป็นส่วนหนึ่งของ หมู่คณะ ฯลฯ
4. ความต้องการเกียรติ ชื่อเสียง (Esteem Need) ได้แก่ การได้รับการยกย่อง สรรเสริญในสังคม
5. ความต้องการการยอมรับ ความสามารถของตนเอง (Self-Actualization Need) ได้แก่ ความอยากแสดงความสามารถที่มีอยู่สูงสุดของตนเองแก่ผู้อื่นในสังคม ความต้องการความเข้าใจ รวมทั้งความอยากรู้ อยากเห็นด้วย

สรุปจากการศึกษาทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของแมคเคลแลนด์ (McClelland. 1961: 36-62) แมคเคลแลนด์แบ่งแรงจูงใจทางสังคมเป็น 3 ประเภท 1. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement Motive) 2. แรงจูงใจใฝ่สัมพันธ (Affiliation Motive) 3. แรงจูงใจใฝ่อำนาจ (Power Motive) ซึ่งแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์จะส่งผลให้บุคคลมีความพยายามจะหาสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วง พยายามแข่งขันกับมาตรฐานอันดีเลิศ เมื่อพบกับปัญหาและอุปสรรคก็จะพยายามหาทางแก้ไขเพื่อให้ได้มา ซึ่งเป้าหมายที่ตั้งไว้

3.3 ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

แมคเคลแลนด์ (McClelland; et. al. 1953: 207-250) กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง ซึ่งมีลักษณะตรงกับที่ จิราภรณ์ ตั้งกิตติภาภรณ์ (2532: 106-107) กล่าวไว้เช่นกัน คือ

1. มีความกล้าเสี่ยง (Moderate Risk Talking) บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง จะมีการตัดสินใจเด็ดเดี่ยวในการทำงานที่ใช้ความสามารถ และมีความพอใจที่จะเลือกทำงานที่ยาก เนื่องจากมีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง

2. มีความกระตือรือร้น (Energetic) หรือมีการกระทำที่แปลกใหม่ อันเป็นการทำให้ตนเองมีความรู้สึกว่าการประสบความสำเร็จ ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงไม่ได้ขยันขันแข็งไปทุกกรณีแต่จะมีความมานะบากเพียรต่อสิ่งท้าทายความสามารถของตนเอง และจะทำให้ตนเองมีความรู้สึกว่าการทำงานสำเร็จลุล่วงไป

3. มีความรับผิดชอบในตนเอง (Individual Responsibility) เป็นความพยายามทำงานให้สำเร็จ เพื่อความพอใจของตนเอง แต่ไม่ได้หวังในคนอื่นยกย่องตนและชอบความมีเสรีภาพในการคิดหรือกระทำการใด ๆ โดยไม่ต้องให้คนอื่นมาบงการ

4. มีความรู้เกี่ยวกับผลของการตัดสินใจของตนเอง (Knowledge of Result)

5. มีความสามารถในการคาดผลล่วงหน้า (Anticipation of Future Possibility) ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงมักเป็นผู้ที่มีแผนระยะยาว เพื่อดำเนินการอย่างมีเป้าหมายและบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ

เฮอร์แมน (Herman. 1970: 354-355) ได้สรุปลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

1. มีความทะเยอทะยาน

2. มีความหวังอย่างมากว่าตนจะประสบผลสำเร็จ ถึงแม้ว่าผลจากการกระทำนั้นจะขึ้นอยู่กับโอกาส

3. มีความพยายามไต่เต้าไปสู่สถานภาพทางสังคมที่สูงขึ้น

4. มีความอดทนทำงานยากๆ ได้เป็นเวลานาน

5. เมื่องานที่กำลังทำอยู่ถูกขัดจังหวะ หรือถูกรบกวน ก็จะพยายามทำต่อไปจนสำเร็จ

6. มีความรู้สึกที่เวลาเป็นสิ่งที่ไม่หยุดนิ่งและสิ่งต่างๆ จะผ่านพ้นไปอย่างรวดเร็ว จึงควรรีบทำสิ่งต่างๆ ให้ทันเวลา

7. คำนึงถึงเหตุการณ์ในอนาคตมาก

8. ในการเลือกเพื่อนร่วมงานก็จะเลือกเพื่อนที่มีความสามารถเป็นอันดับแรก

9. ต้องการให้ตนเองเป็นที่รู้จักแก่ผู้อื่น โดยพยายามทำงานของตนให้ดี

10. พยายามปฏิบัติงานให้ดีอยู่เสมอ

ไวเนอร์ (Weiner. 1972: 203-215) ได้สรุปลักษณะเด่นของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง โดยเปรียบเทียบกับผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำไว้ดังนี้

1. ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง ตั้งใจทำงานดีกว่า อดทนต่อความล้มเหลวสูง ชอบเลือกงานที่สลับซับซ้อนมากกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ

2. ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง ชอบริเริ่มกระทำสิ่งต่างๆ ด้วยความคิดของตนเองมากกว่า และภูมิใจที่ได้เลือกงานยากมากกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ

พรหม ชูทัย เจนจิต (2538: 513-514) ได้กล่าวถึงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่า เป็นความต้องการที่จะทำสิ่งต่างๆ ให้สำเร็จลุล่วง ซึ่งบางคนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง บางคนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ

1. ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง

1.1 เป็นผู้มีความมานะบากบั่น พยายามที่จะเอาชนะความล้มเหลวต่างๆ พยายามที่จะไปให้ถึงจุดหมายปลายทาง

1.2 เป็นผู้ทำงานมีแผน

1.3 เป็นผู้ตั้งระดับความคาดหวังไว้สูง

2. ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ

2.1 เป็นผู้ที่ทำงานแบบไม่มีเป้าหมาย

2.2 ตั้งเป้าหมายไปในวิถิทางที่จะหลีกเลี่ยงความล้มเหลว อาจจะตั้งเป้าหมายง่ายหรือยากเกินไป ตั้งเป้าหมายไว้ง่ายๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ผิดหวัง ส่วนพวกที่ตั้งไว้ง่ายเกินไปนั้นเพราะรู้ว่าอาจจะต้องล้มเหลวอีก แต่ล้มเหลวเพราะการทำงานยากรักษาหน้าตัวเองได้ดีกว่า

2.3 ตั้งระดับความคาดหวังไว้ต่ำ

พรหมพรณ เปลิยนญ์ (2542: 325-326) ได้กล่าวถึงผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. ลักษณะนิสัยเป็นผู้ที่แสดงความกล้าเสี่ยงที่จะทำสิ่งต่างๆ ต้องการเอาชนะอุปสรรค มีความทะเยอทะยาน มีความพยายาม มีกำลังใจที่จะเอาชนะความเบื่อหน่าย และความเหนื่อย

2. ลักษณะทางสังคม คือ ต้องการมีชื่อเสียงในสังคม

3. ด้านความต้องการมีความต้องการความสุขสบายทางกาย ความมั่งคั่งสมบูรณ์ และครอบครองสิ่งต่างๆ มากกว่าผู้อื่น

4. เป็นผู้ที่ต้องการทำกิจกรรมให้มีมาตรฐานสูงสุด ต้องการทำสิ่งต่างๆ ให้ได้ดีและการทำกิจกรรมต่างๆ ให้ได้นั้นเพื่อให้มีมาตรฐานสูงส่ง

5. ทศนคติเกี่ยวกับความสำเร็จ พยายามทำสิ่งยากๆ ให้สำเร็จอย่างดี

6. ความเป็นอิสระ เช่น ต้องการความเป็นอิสระในการทำกิจกรรมต่างๆ อย่างรวดเร็ว เป็นตัวของตัวเอง ดำเนินการตามการตัดสินใจของตนเอง ต้องการเป็นคนที่ไม่แปลกไปจากคนอื่น หรือมีสิ่งต่างๆ ที่ไม่เหมือนผู้อื่น

7. ความรู้สึกผิด (Guilt) จะรู้สึกไม่สบายใจ เนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ทำสิ่งใด ไม่ได้ดั่งใจที่ตั้งใจ และทำผิด (ถ้าเป็นความรู้สึกผิดด้านอื่น จะพิจารณาว่ามีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ)

8. ความต้องการความรู้ อยากได้ความรู้ อยากมีความเข้าใจ และสามารถทำสิ่งต่างๆ ได้ดี

9. จุดมุ่งหมายในชีวิต เป็นผู้มีเป้าหมาย ต้องการความสำเร็จในชีวิต ต้องการรางวัล ยิ่งใหญ่ในอนาคตมากกว่ารางวัลเล็กๆ น้อยๆ ที่ได้รับในปัจจุบัน

10. เป็นผู้ที่ให้ความใส่ใจ กับความเป็นไปได้ของความสำเร็จในงานที่ทำอยู่ สามารถ ทำนายสถานการณ์ได้อย่างเฉียบแหลม เป็นผู้ได้รับความสำเร็จมากกว่าล้มเหลว

จากลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของบุคคลที่มีแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์สูง จะมีชอบทำงานที่ท้าทายความสามารถ มีความมั่นใจในความสามารถของตนเอง มุ่งมั่น พยายามทำงานให้สำเร็จ รู้สึกภาคภูมิใจเมื่อทำงานได้สำเร็จจุล่งอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะตรงกันข้าม กับผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ จะมีลักษณะที่พยายามเลี่ยงงานที่ต้องใช้ความพยายามสูง เพื่อหลีกเลี่ยงความล้มเหลว โดยจะการกำหนดเป้าหมายหรือระดับความคาดหวังที่ต่ำ

4. เจตคติทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คำว่า Scientific Attitude ในภาษาไทยมีคำที่ใช้หลายคำด้วยกัน คือ เจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ หรือ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ คำว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ กับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีลักษณะแตกต่างกันโดยที่เจตคติ ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งบางครั้งเรียกว่าเจตคติด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Attitude or Orientation) (Haladyna; & Shaughnessy. 1982: 548) ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความรู้สึกที่มีต่อวิทยาศาสตร์และ นักวิทยาศาสตร์ เช่น ชอบเรียนวิทยาศาสตร์ มีความเพลิดเพลินในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ฯลฯ จึงเป็นเจตคติด้านจิตพิสัย (Affective Orientation) (Schibici. 1983: 597) ซึ่งความหมายของ เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีนักจิตวิทยา และนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายไว้ดังนี้

ฮานีย์ (ซัชฎา อัญญุสทิธ. 2544: 36; อ้างอิงจาก Haney. 1969: 204) ได้แบ่งประเภทของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

1. เจตคติทำให้เกิดพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความรอบคอบในการลงข้อสรุปหรือตัดสินใจ
2. เจตคติเกี่ยวกับการยอมรับความคิดเห็นใหม่ ๆ เช่น ความมีใจกว้าง การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ความเป็นปรนัย ความซื่อสัตย์
3. เจตคติเกี่ยวกับโลกทัศน์ของแต่ละบุคคล ได้แก่ การยอมรับในข้อจำกัด เช่น ข้อจำกัดในการแสวงหาความรู้ ความจริงอาจมีวันเปลี่ยนแปลงในวันข้างหน้า

มัวร์และแฟรงค์ (Moor; & Frank. 1970: 92-93) ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความคิดหรือท่าทีที่แสดงต่อเนื้อหาวิชา และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจเป็นทางบวกหรือทางลบ ประกอบด้วยลักษณะใหญ่ๆ 2 ประการ คือ เจตคติที่เกิดจากความรู้และเจตคติที่เกิดจากความรู้สึก

มันบี (Munby. 1983: 142) ได้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการแสดงออกทางด้านจิตใจที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงออกให้เห็นถึงกระบวนการใช้สติปัญญา หรือความคิดของนักวิทยาศาสตร์ในขณะปฏิบัติงาน

วรณ์ทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว (2532: IX) ให้ความหมายเจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นลักษณะหรือท่าทีหรือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมา ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์ หรือความรู้สึกของแต่ละบุคคล

สุรางค์ สากร (2537: 55) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะและบุคลิกลักษณะของคนที่แสดงให้เห็นถึงควมมีวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้

ภพ เลานไพบูลย์ (2542: 12) ได้ให้ความหมายเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด การกระทำในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือแก้ปัญหาทางอื่นๆ เพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดี

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2540: 2) ได้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การที่นักเรียนมีความรู้สึกนึกคิดที่ก่อให้เกิดกิจนิสัยและคุณสมบัติที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ซึ่งได้แก่ ความเป็นคนช่างสังเกต ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความเพียรพยายาม และความรอบคอบ

ศศิธร บุญประกอบและคนอื่น ๆ (2549: 12-13) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่จะต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้น เป็นเสมือนตัวกำกับความคิด การกระทำ การตัดสินใจในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ และได้แบ่งลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. เจตคติที่เกิดจากการใช้ความรู้

1.1 กฎเกณฑ์ ทฤษฎี และหลักการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์

1.2 การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยถือผลที่เกิดจากการสังเกต ทดลอง ตามที่เกิดขึ้นจริง โดยอาศัยข้อมูลองค์ประกอบที่เหมาะสม

2. เจตคติที่เกิดจากความรู้สึก

2.1 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มุ่งที่ก่อให้เกิดความคิดใหม่ๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ คุณค่าสำคัญจึงอยู่ที่การสร้างทฤษฎี

2.2 ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะมีมากขึ้นถ้าได้รับการสนับสนุนจากบุคคล

2.3 การเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือการทำงานที่ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่น่าสนใจและมีคุณค่า

จากแนวคิดที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อการคิด การกระทำ และการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม

4.2 ความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

สวัธก์ นิยมคำ (2531: 257) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) มิได้อยู่ในอาณาจักรของความรู้ ความคิด หรือ อาณาจักรของทักษะการปฏิบัติการ แต่มันอยู่ในอาณาจักรของความรู้สึกและจิตใจ (Affective Domain) เจตคติทางวิทยาศาสตร์จะเป็นสิ่งที่ฝังลึกอยู่ในจิตใจของนักวิทยาศาสตร์ทุกคน ซึ่งมันมีอิทธิพลต่อการคิด การกระทำ และการตัดสินใจตลอดเวลาที่มีการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะคนเราเมื่อมีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างไรแล้ว ก็จะมีแนวโน้มเชิงที่จะทำอย่างนั้นออกมา โดยไม่คิดว่ามันจะเป็นการยุ่งยากหรือเสียเวลาหรือไม่ได้คำตอบแทนเท่าที่ควรตามมา เหมือนดังที่บิวคาร์ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้กล่าวว่า นักวิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่ทำการศึกษาธรรมชาติเพียงเพราะคิดว่ามันมีประโยชน์ แต่เขาศึกษาเพราะความรักมัน เขารักมันเพราะมันดีงาม ความรักในธรรมชาติและความอยากรู้อยากเห็นในคุณลักษณะของธรรมชาตินี้ เป็นแรงขับให้นักวิทยาศาสตร์ทำการศึกษาค้นคว้าธรรมชาติอย่างไม่หยุดยั้ง ความอยากรู้อยากเห็นนี้เป็นส่วนหนึ่งของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สุภาสินี สุภธีระ (2535: 27) กล่าวถึงการสอนวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะช่วยพัฒนาเจตคติที่พึงปรารถนาให้เกิดขึ้นในตัวเด็ก เช่น ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล ใจกว้างยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ซื่อสัตย์ต่อตนเองและเพื่อนร่วมงาน ต่อสังคม ไม่ย่อท้อต่อการแก้ปัญหา ดังนั้นเจตคติทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่ควรสร้างขึ้นให้เกิดในตัวเด็ก

สรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ควรปลูกฝังให้เกิดกับผู้เรียน เนื่องจากเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการคิด การกระทำ และการตัดสินใจตลอดเวลาที่มีการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ เพราะเมื่อบุคคลมีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างไรแล้วก็必将มีความโน้มเอียงที่จะทำอย่างนั้นออกมา เจตคติทางวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้คนมีเหตุผล ใจกว้างยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ซื่อสัตย์ต่อตนเอง ต่อเพื่อนร่วมงาน และต่อสังคม และไม่ย่อท้อต่อการแก้ปัญหา

4.3 คุณลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ทรอว์บริดจ์ (กิงฟ้า สินธุวงษ์; และคนอื่นๆ. 2525: 4; อ้างอิงจาก Trowbridge. n.d.) กล่าวถึง เจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่าประกอบไปด้วย ความซื่อสัตย์ ความไม่ลำเอียงหรือมีอคติ ความอยากรู้อยากเห็น การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การรู้จักเคารพต่อกฎ ข้อบังคับ ความรับผิดชอบและร่วมงานกับผู้อื่นได้ ความไม่เชื่ออะไรง่ายๆ และไม่รีบสรุปง่ายๆ ต่อข้อมูลที่ได้รับ การรู้จักตรวจสอบการทดลองเพื่อให้ได้ข้อยืนยันที่แน่นอน

ฮานีย์ (บรรทม เครือวัลย์. 2530: 22; อ้างอิงจาก Haney. 1969: 198-204) กล่าวว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะนิสัย ความรู้สึกทำที่ หรือแนวโน้มของพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยคุณลักษณะดังกล่าวประกอบไปด้วย

1. ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) หมายถึง ลักษณะที่บุคคลชอบซักถาม ชอบหาความรู้ ชอบริเริ่ม และชอบสืบเสาะหาความรู้
2. ความมีเหตุผล (Rationality) หมายถึง ลักษณะที่บุคคลพิจารณาหาสาเหตุของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ไม่เชื่อโชคลาง ให้ความสำคัญอย่างรอบคอบในการพิสูจน์สิ่งต่าง ๆ และการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ
3. ความรอบคอบในการตัดสินใจ (Suspending Judgment) หมายถึง ลักษณะบุคคลที่รวบรวมหลักฐานที่เชื่อถือได้เพียงพอก่อนที่จะตัดสินใจหรือสรุปสิ่งต่างๆ
4. ความมีใจกว้าง (Open-Mindedness) หมายถึง ลักษณะที่บุคคลเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตนและยอมรับความจริงที่จะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีหลักฐานใหม่มาสนับสนุนที่ดีกว่า

5. มีความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Critical-Mindedness) หมายถึง ลักษณะที่บุคคลพยายามค้นหาหลักฐานหรือข้ออ้างต่าง ๆ ก่อนที่จะยอมรับความคิดเห็นใด ๆ และรู้จักโต้แย้งและหาหลักฐานมาสนับสนุนความคิดของตนเอง

6. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง ลักษณะที่บุคคลมีความเที่ยงตรงในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลต่าง ๆ

7. ความซื่อสัตย์ (Honesty) หมายถึง ลักษณะที่บุคคลรายงานผลการทดลองหรือผลจากการสังเกตอย่างมีสติโดยปราศจากอคติหรือความรู้สึกส่วนตัว

8. การยอมรับขีดจำกัด (Humility) หมายถึง ลักษณะที่บุคคลยอมรับข้อจำกัดต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่

8.1 ข้อจำกัดในเรื่องวิธีการศึกษาแบบอุปนัย ซึ่งอาศัยการสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ ถ้าข้อมูลมีอยู่มากพอและถูกต้อง การสรุปก็ถูกต้องเชื่อถือได้มาก

8.2 ข้อจำกัดเกี่ยวกับการวัด โดยยอมรับว่าการวัดในทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีความคลาดเคลื่อนอยู่เสมอ

8.3 ข้อจำกัดเกี่ยวกับค่านิยมต่าง ๆ เช่น ด้านความสวยงาม ความยุติธรรม ความดี ซึ่งทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถศึกษาได้

วิกเตอร์ (อาภาพร สิงหาราช. 2545: 40; อ้างอิงจาก Victor. 1980: 17) กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ คือ มีความอยากรู้อยากเห็น พยายามหาหลักฐานต่าง ๆ ที่เชื่อถือได้ มีใจกว้าง มีความหนักแน่น ไม่ตัดสินใจด้วยอารมณ์ ไม่ลงข้อสรุปเมื่อยังมีหลักฐานไม่เพียงพอ เคารพในความคิดเห็นของคนอื่น ไม่เชื่อคำพูดที่ยังไม่มีข้อพิสูจน์ ไม่เชื่อโซกลาง ยึดถือความเป็นจริง เต็มใจที่จะตอบข้อซักถามของคนอื่น

จิก้า ได้ศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่าคุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบมี 4 ประการ คือ (ชัชฎา อัญญสิทธิ์. 2544: 37; อ้างอิงจาก Gega. 1982. 58-60)

1. ความอยากรู้อยากเห็น บุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น เป็นบุคคลที่สนใจใคร่รู้ในสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองหรือบุคคลที่มีลักษณะชอบพิจารณาสิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล ชอบซักถามเกี่ยวกับเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ อยู่เสมอ และแสดงความสนใจในการทดลองต่าง ๆ

2. ความคิดสร้างสรรค์ บุคคลที่มีแนวความคิดใหม่ ๆ อยู่เสมอ ถือว่าเป็นบุคคลช่างคิด ซึ่งบุคคลเหล่านี้จะแสดงให้เห็นแนวคิดของตนเองจากการแปลความหมายของเหตุการณ์ต่าง ๆ บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์มักจะแสดงออกทางวาจา หรือการกระทำ มีการทดลอง เสนอการทดลอง อธิบายหรือสรุปผลจากการทดลองใหม่ ๆ จากการสังเกต และแนวคิดของตนเอง รวมถึงการใช้เครื่องมือต่างๆ ในแนวที่แปลกใหม่และสร้างสรรค์

3. ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ เป็นความพยายามที่จะหาข้อสนับสนุนหรือข้ออ้างต่าง ๆ ก่อนที่จะยอมรับความคิดเห็นใด รู้จักโต้แย้งหาข้อสนับสนุนความคิดของตนเองหรือเป็นบุคคลที่มีลักษณะยอมรับในสิ่งที่มีเหตุผล ซึ่งความแตกต่างผลการรายงานของคนอื่นได้

4. ความวิริยะอุตสาหะ บุคคลที่มีความสนใจหรือเหตุการณ์ต่างๆ นานกว่าคนอื่นๆ ไม่ทอดทิ้งในกิจกรรมต่างๆ ซึ่งมักจะทำงานเรื่องแปลกๆ ใหม่ๆ และสืบเสาะเพิ่มพูนความรู้ต่อไป มีการทดลองซ้ำเพื่อความแน่ใจ และการกระทำรอบคอบสมบูรณ์ แม้ว่าจะช้ากว่าคนอื่นก็ตาม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ. 2546: 130-131) กล่าวถึงลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับคุณลักษณะที่ ภาพ เลหาไฟบูลย์ (2542: 12) และพันธ์ ทองชุมนุญ (2547: 13) ซึ่งแสดงได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 คุณลักษณะและพฤติกรรมบ่งชี้เจตคติทางวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะ	พฤติกรรม
1. ความสนใจใฝ่รู้หรือ ความอยากรู้อยากเห็น	- ยอมรับว่าการทดลองค้นคว้าจะใช้เป็นวิธีในการแก้ปัญหาได้ - มีความใฝ่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ๆ อยู่เสมอ - มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่างๆ - ชอบทดลองค้นคว้า - ชอบสนทนา ชักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้รู้เพิ่มเติม ฯลฯ
2. ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม	- ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย - เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความเพียรพยายามว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ - ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงเวลา - เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหยาตต่อส่วนรวม - ทำงานเต็มความสามารถ - ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้คำตอบ - ไม่ทอดทิ้งในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว - มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ไขยังยุ่งยากและใช้เวลา ฯลฯ
3. ความมีเหตุผล	- ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐาน หรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ - เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่างๆ - พยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่เหตุผล ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ - อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

ตาราง 1 (ต่อ)

คุณลักษณะ	พฤติกรรม
3. ความมีเหตุผล	- หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น - ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ - เสาะแสวงหาหลักฐาน / ข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย - รวบรวมข้อมูลอย่างพอเพียงก่อนจะลงสรุปเรื่องราวต่างๆ ฯลฯ
4. ความมีระเบียบ รอบคอบ	- ยอมรับว่าความมีระเบียบและรอบคอบเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น - เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบ - นำวิธีการหลายๆ วิธี มาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง - มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ - มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน - มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน - ตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง - ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย ฯลฯ
5. ความซื่อสัตย์	- เสนอความจริงแม้จะเป็นผลที่แตกต่างจากผู้อื่น - เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความจริง - บันทึกผลข้อมูลตามความเป็นจริงและไม่ใช้ความคิดเห็นของตนไปเกี่ยวข้อง - ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นเป็นผลงานของตนเอง ฯลฯ
6. ความใจกว้างและเต็ม ใจรับฟังความคิดใหม่	- รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น - ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนและยอมรับการเปลี่ยนแปลง - รับฟังความคิดเห็นที่ตนเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ - ยอมพิจารณาข้อมูลหรือแนวความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงฯ.

อำนาจ เจริญศิลป์ (2544: 7) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. มีความละเอียดถี่ถ้วนและมีความมานะบากบั่นในการสังเกตและการทดลอง
2. ไม่ตัดสินใจง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงสนับสนุนอย่างเพียงพอ
3. มีความใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นธรรม โดย ไม่ยึดติดใน

ความคิดของตนเองฝ่ายเดียว

4. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดีมีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นที่จะ
5. แสวงหาความรู้ให้กว้างขวางอยู่เสมอ
6. มีความซื่อสัตย์สุจริตในความคิด และการกระทำ
7. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าทางวิทยาการ
8. มีความรักและชื่นชมธรรมชาติ
9. มีเหตุผล
10. ยอมรับในข้อจำกัดในการแสวงหาความรู้

สมปราชญ์ วรชัยภูวนัก และคนอื่นๆ (2543: 16) และกิตติภูมิ มีประดิษฐ์ (2543: 17)

กล่าวว่า คุณลักษณะนิสัยของบุคคลที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบกว้าง ๆ คือ มีความใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นโดยไม่ยึดติดในความคิดของตนเอง มีใจมั่นคง ไม่ตัดสินใจง่าย ๆ โดยปราศจากหลักฐาน มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ มีสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าต่อการดำรงชีวิต มีเหตุผล มีความซื่อสัตย์ ยึดมั่นในความถูกต้องตามความเป็นจริง มีความพยายามและอดทนในการหาคำตอบและมีความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม

จากความหมายที่กล่าวมา สรุปได้ว่า คุณลักษณะตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2546: 131-133) ซึ่งประกอบด้วย

1. ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการช่างซักช่างถาม ช่างอ่าน ริเริ่มสิ่งใหม่ ตื่นเต้นเมื่อได้ข้อมูลหรือความคิดใหม่เพิ่มเติม
2. ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่ไม่ย่อท้อเมื่อมีอุปสรรคหรือความล้มเหลวในระหว่างการเดินทางแก้ปัญหา ทำงานอย่างเต็มความสามารถและดำเนินการทดลองจนกว่าจะได้รับคำตอบ

3. ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการตรวจสอบความคิดเห็นของตนเองจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ ไม่เชื่อโชคลาง เสาะแสวงหาข้อมูลหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย และยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่น

4. ความมีระเบียบรอบคอบ หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการนำวิธีการหลายๆ วิธีมาตรวจสอบ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ ทำการตรวจสอบข้อมูล และมีการทำงานที่เป็นระบบระเบียบเรียบร้อย

5. ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการรายงานสิ่งที่สังเกตได้ตามความเป็นจริง ไม่เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูล รวมทั้งไม่แอบอ้างข้อมูลของผู้อื่นว่าเป็นของตนเอง

6. ความใจกว้างและเต็มใจรับฟังความคิดใหม่ หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการเป็นผู้มีใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งที่มีเหตุผลของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียวยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดเห็นที่ยังสรุปไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

4.4 ประโยชน์ของการวัดเจตคติและเครื่องมือวัดเจตคติ

วรรณิ แสงประทีปทอง (2536: 55-57) ได้กล่าวว่า การวัดเจตคติของบุคคลต่อเป้าหมายต่าง ๆ ทั้งในเรื่องของบุคคล วัตถุและสิ่งต่าง ๆ ล้วนให้ประโยชน์แก่บุคคลหรือสังคมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การวัดเจตคติเพื่อทำนายพฤติกรรม การวัดเจตคติเป็นเครื่องแสดงว่าบุคคลนั้นมีความรู้ทางด้านที่ดีหรือไม่ดีเกี่ยวกับสิ่งนั้นมากน้อยเพียงใด และเขามีความรู้ลึกซึ้งชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้นเพียงใด เจตคติของบุคคลต่อสิ่งนั้นจึงเป็นเครื่องทำนายว่าบุคคลนี้จะมีการกระทำไปในทำนองใดด้วย

2. การวัดเจตคติเพื่อเข้าใจสาเหตุและผล เจตคติต่อสิ่งต่าง ๆ นั้น เปรียบเสมือนสาเหตุภายในซึ่งมีกำลังผลักดันให้บุคคลกระทำได้ต่าง ๆ กัน เจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งของบุคคลนี้อาจได้รับสาเหตุมาจากผลภายนอกด้วยส่วนหนึ่ง และเจตคติของบุคคลอาจเป็นเครื่องกรองหรือหันเหอิทธิพลของสาเหตุจากภายนอกที่มีต่อการกระทำของบุคคลนั้นได้ ดังนั้นการจะเข้าใจอิทธิพลของสาเหตุภายนอกที่มีต่อการกระทำของบุคคลต่าง ๆ ให้ชัดเจน บางกรณีจำเป็นต้องวัดเจตคติของบุคคลต่าง ๆ ต่อสาเหตุภายนอกนั้นด้วย เช่น ในการศึกษาว่าการอบรมเลี้ยงดูเด็กแบบควบคุมอย่างเข้มงวดจะทำให้เด็กมีอาการหงอยเหงา เศร้าซึมหรือไม่ การศึกษาแต่สาเหตุภายนอกกับพฤติกรรมของเด็กอาจได้ภาพไม่ชัดเจนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลนี้ แต่ถ้าได้มีโอกาสวัดเจตคติของเด็กต่อการถูกอบรมเลี้ยงดูแบบเข้มงวดด้วย อาจจะทำให้เข้าใจสาเหตุภายนอกที่มีต่อพฤติกรรมของเด็กมากยิ่งขึ้น กล่าวคือ อาจพบว่าการอบรมเลี้ยงดูแบบควบคุมอย่างเข้มงวดจะทำให้เด็กมีอาการเศร้าซึมเฉพาะแต่เด็กที่ไม่ชอบความเข้มงวดกวดขันเท่านั้น แต่เด็กที่มีเจตคติที่ดีต่อการเลี้ยงดูแบบเข้มงวดนั้นไม่มีอาการที่วุ่น

3. การวัดเจตคติเพื่อหาทางป้องกัน ในสังคมนั้นการที่บุคคลจะมีเจตคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด อย่างไรนั้นเป็นสิทธิของแต่ละบุคคล แต่การที่จะอยู่ร่วมกันอย่างสงบสุขในสังคมย่อมเป็นไปได้เมื่อประชาชนมีเจตคติต่อสิ่งเดียวกันคล้ายคลึงกัน ซึ่งจะเป็นแนวทางให้เกิดความร่วมมือร่วมใจกันและไม่เกิดความแตกแยกขึ้นในสังคม การประกอบอาชีพบางประเภท มีความจำเป็นต้องได้ผู้มีเจตคติที่เหมาะสมมาปฏิบัติ เช่น ผู้มีอาชีพนักวิจัยย่อมต้องมีเจตคติที่ดีต่อการวิจัย ผู้เป็นครูถ้ามีเจตคติไม่ดีต่อการเป็นครูแล้ว อาจทำให้เกิดผลเสียหายแก่นักเรียน โรงเรียนและประเทศชาติได้ ดังนั้นเพื่อการป้องกันปัญหาซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ภายหลังจึงควรมีการวัดเจตคติต่อวิชาชีพครู เป็นต้น

4. การวัดเจตคติเพื่อหาทางแก้ไข ในสังคมประชาธิปไตย บุคคลสามารถจะมีเจตคติต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งแตกต่างกันไปได้มาก แต่ในบางเรื่องจำเป็นที่จะต้องได้รับความคิดเห็นและเจตคติที่สอดคล้องกัน เพื่อที่ประชาชนจะได้มีการกระทำที่พร้อมเพรียงกัน เช่น การรักษาความสะอาดบนท้องถนนและบ้านเรือนตน เพื่อให้ช่วยให้เกิดการกินดีอยู่ดีโดยทั่วกัน การวัดเจตคติของประชาชนจะได้ข้อมูลซึ่งบอกว่า ประชาชนกลุ่มนั้น ๆ มีเจตคติที่สอดคล้องกับนโยบายของชาติ ซึ่งต้องการความร่วมมือจาก

เครื่องมือวัดเจตคติ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2530: 3-4) วรณี แสงประทีปทอง (2536: 58-62) และ ศักดิ์ สุนทรเสณี (2531: 16-18) ได้เสนอวิธีการวัดเจตคติไว้ ดังนี้

1. วิธีการสังเกต (Observation) การสังเกตเป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่เก่าแก่ที่สุด การสังเกตหมายถึง การเฝ้ามองและจดบันทึกพฤติกรรมของบุคคลอย่างมีแบบแผน การวัดเจตคติโดยการสังเกตนี้ผู้ศึกษาจะต้องอนุมานเจตคติของบุคคล เป้าหมายจากพฤติกรรมที่เขาแสดง ในการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลนี้ ผู้สังเกตจะต้องสังเกตพฤติกรรมตามธรรมชาติของบุคคล กล่าวคือ 1) ไม่ให้ผู้ถูกสังเกตรู้ตัวว่ากำลังถูกสังเกต 2) ไม่ขอความร่วมมือจากผู้ถูกสังเกต และ 3) ไม่เปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์ที่ต้องการวัด

ข้อดีของการสังเกต คือ ใช้ได้ง่ายในสถานการณ์ต่าง ๆ ผู้สังเกตอาจสังเกตหลายพฤติกรรมไปพร้อม ๆ กันก็ได้

ข้อจำกัดของการสังเกต คือ สามารถศึกษาได้เฉพาะพฤติกรรมปัจจุบันของบุคคล และการแสดงพฤติกรรมอาจทำด้วยเหตุผลหลายอย่างและอาจถูกจำกัดด้วยสภาพแวดล้อม ข้อมูลที่ได้จึงแคบและเฉพาะ ทำให้การอนุมานเจตคติจากพฤติกรรมที่สังเกตได้ขาดความเที่ยงตรง

2. วิธีการสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการถามให้ตอบด้วยปากเปล่า อาจจดบันทึกคำตอบ หรืออัดเสียงคำตอบไว้แล้วนำไปวิเคราะห์ในภายหลัง ทำให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมทั้งข้อมูลในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต

ข้อดีของการสัมภาษณ์ คือ สะดวก และสามารถเก็บข้อมูลได้มาก จนเป็นที่แน่ชัดในระยะเวลาอันสั้น และอาจจะได้ข้อมูลบางอย่างที่เป็นประโยชน์แก่เรื่องที่ศึกษา ซึ่งไม่สามารถได้จากวิธีการอื่นๆ

ข้อจำกัดของการสัมภาษณ์ คือ อาจไม่ได้ข้อมูลที่แท้จริงจากผู้ตอบ ผู้ถูกสัมภาษณ์อาจรู้สึกว่าตนไม่มีอิสระเสรีพอที่จะตอบอย่างเปิดเผย หรืออาจรู้สึกว่าไม่คุ้นเคยกับผู้สัมภาษณ์เพียงพอที่จะเปิดเผยความรู้สึกที่แท้จริงของตน

3. วิธีการรายงานตนเอง (Self-Report) วิธีการใช้มาตรวัดเป็นวิธีการให้ผู้ถูกสอบได้แสดงความรู้สึกลอกมาอย่างตรงไปตรงมา โดยมีสิ่งเร้าเป็นข้อคำถาม มาตรวัดเจตคติมีหลายแบบ เช่น มาตรวัดรวมของลิเคอร์ท มาตรวัดของเทอร์สโตน มาตรวัดของกัตต์แมน และมาตราจำแนกความหมายของฮอสกูด

ข้อดีของการใช้มาตรวัด คือ สามารถใช้กับคนจำนวนมากได้ในเวลาเดียวกัน ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณน้อยกว่าวิธีการอื่น ๆ ผู้ตอบสามารถตอบได้โดยอิสระ มีความชัดเจนในเชิงทฤษฎี และสามารถนำคะแนนการวัดเจตคติที่ได้ไปเปรียบเทียบระหว่างบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้ วิธีการนี้จึงเป็นที่นิยมมากด้วย

ข้อจำกัดของการใช้มาตรวัด คือ การสร้างเครื่องมือต้องใช้เวลามากกว่าวิธีการอื่น และในหลายกรณีเครื่องมือที่สร้างขึ้นไม่สามารถนำไปใช้กับเรื่องอื่น ๆ ได้ เช่น มาตรวัดรวมของลิเคอร์ทที่สร้างขึ้นสำหรับวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษก็ไม่สามารถนำไปใช้วัดเจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาไทย แลใช้ได้เฉพาะผู้ที่อ่านออกเขียนได้ และกลุ่มเป้าหมายอาจไม่ยอมตอบและไม่ยอมส่งแบบสอบถามคืน

4. วิธีเทคนิคจินตนาการ (Projective Technique) เป็นการวัดเจตคติโดยการใช้คำถามตรง ๆ ซึ่งแสดงถึงเจตนาของผู้ถามว่าต้องการจะศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งเกี่ยวกับผู้ถูกถามนั้น บางครั้งผู้ถูกถามอาจมีปฏิกิริยาต่อคำถามนั้น ดังนั้นกรณีนี้ที่ผู้ศึกษาไม่แน่ใจว่าเรื่องที่ต้องการศึกษาจะถูกปิดบังหรือจะได้ข้อมูลเพียงบางส่วนอาจใช้วิธีการเก็บข้อมูลทางอ้อมซึ่งเป็นการวัดที่จะสะท้อนให้เห็นลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการ วิธีเทคนิคจินตนาการ มี 3 วิธีคือ

1) วิธีการต่อให้จบประโยค (Sentence Completion) วิธีการนี้ใช้มากในการวัดเจตคติที่อยู่ใต้จิตสำนึก ผู้ศึกษาจะให้ประโยคส่วนหนึ่ง ซึ่งจะเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ผู้ถูกถามเกิดการตอบสนองไปในทางต่าง ๆ กัน แล้วให้แสดงความรู้สึกนึกคิดออกมาโดยต่อประโยคให้จบ

2) วิธีการโยงความสัมพันธ์ของคำต่าง ๆ (Word Association) วิธีการนี้ผู้ศึกษาจะใช้คำแทนข้อความแล้วให้ผู้ตอบบอกว่าเมื่อได้ยินคำนั้นแล้วนึกถึงอะไรเป็นครั้งแรก การวัดตามวิธีการนี้มี 3 ลักษณะ คือ เนื้อหา หรือคำที่ผู้ตอบตอบมา และระยะเวลาที่ใช้ในการคิดหาคำตอบ

3) วิธีการเล่าเรื่องราวจากภาพ (Story Telling) วิธีการนี้ ผู้ศึกษาจะใช้ภาพเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้บุคคลตอบสนอง คำบอกเล่าจากภาพสะท้อนให้เห็นเจตคติของบุคคลนั้น ๆ

ข้อดีของวิธีเทคนิคจินตนาการ คือ ใช้ง่ายและสามารถใช้วัดบุคคลหลายคนได้พร้อม ๆ กัน

ข้อจำกัดของวิธีเทคนิคจินตนาการ คือ ผู้ตอบอาจให้ข้อมูลที่บิดเบือน เพื่อให้คำตอบเป็นที่ยอมรับของบุคคลอื่น และการตีความหมายหรือการวิเคราะห์เนื้อหาของคำตอบ ต้องทำโดยผู้ที่ได้รับการฝึกฝนมาอย่างชำนาญแล้วเท่านั้น

5. วิธีการวัดร่องรอยความสึกหรอและร่องรอยของการกระทำ วิธีการนี้จะเก็บข้อมูลโดยผู้เก็บข้อมูลไม่จำเป็นต้องไปเกี่ยวข้องกับผู้ที่ถูกศึกษาเป็นการส่วนตัว ทั้งในลักษณะรายบุคคลและเป็นกลุ่ม พฤติกรรมของผู้ถูกเก็บข้อมูลเป็นไปตามธรรมชาติที่สุด วิธีการวัดร่องรอยมี 2 วิธีคือ

1) การวัดร่องรอยความสึกหรอ (Erosion Measures) วิธีการนี้จะวัดความสึกหรอของวัตถุต่าง ๆ อันเป็นผลจากการกระทำของบุคคลต่าง ๆ

2) การวัดร่องรอยของการกระทำ (Trace Measures) วิธีการนี้เป็นการเปรียบเทียบปริมาณของวัตถุไว้ค่าที่ทิ้งอยู่ตามสถานที่ต่าง ๆ

ข้อดีของวิธีการวัดร่องรอย คือ ใช้ง่ายในสถานการณ์ต่าง ๆ และอาจวัดร่องรอยหลายอย่างในสถานการณ์เดียวกัน

ข้อจำกัดของวิธีการวัดร่องรอย คือ ร่องรอยที่สังเกตได้อาจคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง และอาจเป็นร่องรอยที่เกิดขึ้นด้วยเหตุผลอื่นที่มีไ้เจตคติที่ศึกษาโดยตรง

6. วิธีการวัดทางสรีรภาพ (Physiological Measurement) วิธีการวัดทางสรีรภาพเป็นการใช้เครื่องมือไฟฟ้า หรือเครื่องมืออื่น ๆ ในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย เนื่องจากเจตคติต่อสิ่งหนึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ความรู้สึกต่อสิ่งนั้นไปในทางที่ชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้น และความรู้สึกนี้อาจรุนแรงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเรื่องราวและบุคคลนั้น เมื่อบุคคลถูกกระตุ้นด้วยสิ่งที่เขาเคยชอบหรือไม่เคยชอบ จะทำให้ระดับอารมณ์ในขณะนั้นของเขาเปลี่ยนแปลงไป ถ้าใช้เครื่องมือวัดทางสรีรภาพที่ละเอียดอ่อนก็สามารถจะตรวจพบความเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์นี้ได้

เครื่องมือวัดทางสรีรภาพที่ใช้วัดเจตคตินี้ คล้ายกับเครื่องมือทางการแพทย์มีราคาสูงและผู้ใช้ต้องมีความรู้เกี่ยวกับสรีรศาสตร์อย่างดี การใช้เครื่องมือเหล่านี้จึงยังไม่แพร่หลายนัก วิธีการวัดทางสรีรภาพได้แก่ การวัดความต้านทางกระแสไฟฟ้าของผิวหนัง (Galvanic Skin Response) การขยายของลูกนัยน์ตา (Pupil Dilation) การวัดปริมาณของฮอร์โมนบางชนิด

ข้อดีของวิธีการวัดทางสรีรภาพ คือ ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและไม่บิดเบือน

ข้อจำกัดของวิธีการวัดทางสรีรภาพ คือ การวัดทำได้ค่อนข้างลำบากต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ และเครื่องมือราคาสูง

7. วิธีสังคมมิติ โดยการให้กลุ่มรายงานเกี่ยวกับเจตคติของเขาต่อคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน

โดยสรุปแล้วการวัดเจตคติมีด้วยกันหลากหลายวิธี ในการเลือกรูปแบบที่จะนำมาวัดเจตคตินั้น จำเป็นต้องศึกษาสิ่งที่ต้องการวัดว่าวัตถุประสงค์ของการวัดคืออะไร แล้วจึงเลือกรูปแบบที่สามารถวัดเจตคติได้ครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการวัดต่อไป สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือวัดเจตคติที่มีลักษณะเป็นแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็นการรายงานตนเอง (Self-Report) มีสิ่งเร้าเป็นข้อคำถามมาตรวัดเป็นแบบชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ซึ่งสามารถใช้กับคนจำนวนมากได้ในเวลาเดียวกัน ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณน้อยกว่าวิธีการอื่น ๆ และผู้ตอบสามารถตอบได้โดยอิสระ อีกทั้งยังมีความชัดเจนในเชิงทฤษฎี

5. การรับรู้ความสามารถของตนเอง

5.1 ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง

ชัง (Shunk. 1983: 89) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองนั้นเป็นการรับรู้ความสามารถในการแสดงพฤติกรรมของตนว่า ตนเองนั้นสามารถกระทำได้ดีเพียงใด และการรับรู้ความสามารถของตนยังมีผลต่อการเลือกสิ่งที่จะกระทำ ความพยายาม และความอดทนต่อความยากลำบากเพื่อให้การกระทำนั้นประสบผลสำเร็จ

แบนดูรา (Bandura. 1986: 391) ได้ให้ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง ดังนี้ การที่บุคคลตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนเองว่าสามารถกระทำพฤติกรรมบางอย่างในสภาพที่เฉพาะเจาะจงหรือไม่ ซึ่งในสภาพนั้นบางครั้งอาจจะมีความคลุมเครือ ไม่ชัดเจน มีความแปลกใหม่ ไม่สามารถทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นได้ และสถานการณ์เหล่านั้นมักจะทำให้บุคคลเกิดความเครียดขึ้นได้ ซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองไม่ได้ขึ้นอยู่กับทักษะที่เขามีอยู่ การรับรู้ความสามารถของตนเองนี้สามารถใช้ทำนายพฤติกรรมของบุคคลได้

เฟลดแมน (Fledman. 1998: 130) ให้ความหมายการรับรู้ความสามารถของตนเองว่าเป็นความคาดหวังเกี่ยวกับความสามารถที่จะนำไปสู่การแสดงพฤติกรรมให้สำเร็จ

สปาลฟอร์ด เพสซี และโกรซเซอร์ (Spafford; Pesce; & Groszer. 1998: 253) กล่าวถึงความสามารถของตนเองว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นความรู้สึก หรือความคิดเห็นเกี่ยวกับการแสดงพฤติกรรมที่หลากหลาย

สมิท และคนอื่นๆ (Smith; et al. 2003: 369-391) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นการตัดสินใจการกระทำของบุคคลว่าสามารถปฏิบัติกิจกรรมนั้นได้หรือไม่ และมีระดับความมั่นใจในการปฏิบัติเท่าไร

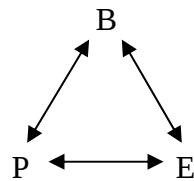
วิลาสลักษณ์ ชั่ววัลลี (2542: 175) ให้ความหมายการรับรู้ความสามารถของตนเองว่า หมายถึง ความเชื่อของบุคคลว่าตนมีความสามารถที่จะจัดระบบและกระทำเพื่อให้บรรลุผลตามที่กำหนดไว้

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อตนเองว่ามีความสามารถที่จะกระทำสิ่งต่างๆ ให้ประสบผลสำเร็จตามที่คาดหวังไว้ได้หรือไม่ ในระดับใด

5.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตน (Self-Efficacy Theory)

อัลเบิร์ต แบนดูรา (Albert Bandura) เป็นผู้สร้างทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเองขึ้น โดยได้พัฒนาจากทฤษฎีปัญญาสังคม (Social Cognitive Theory) ที่มีทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (Social Learning Theory) เป็นพื้นฐาน เขาได้เสนอบทความเรื่องการรับรู้ความสามารถของตนเอง ที่มีชื่อว่า “Self-Efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Changes” ลงในวารสารในปี ค.ศ. 1977 ซึ่งในครั้งเขากล่าวว่า Efficacy Expectation ว่า เป็นความคาดหวังเกี่ยวกับความสามารถของตนเองที่เฉพาะเจาะจง และความคาดหวังนี้เองที่เป็นตัวกำหนดการแสดงออกของพฤติกรรม ต่อมาในปี ค.ศ. 1986 แบนดูราได้เสนอโครงสร้างภายใต้กรอบทฤษฎีปัญญาทางสังคมทางด้านพฤติกรรมมนุษย์ที่ผนวกแนวคิดปัญญานิยม “Self-Efficacy: The Exercise of Control” ในปี ค.ศ. 1997 (วิลาสลักษณ์ ชั่ววัลลี. 2542: 175) โดยนิยามการรับรู้ความสามารถของตนเองว่า (Perceived Self- Efficacy) เป็นการตัดสินใจของบุคคลเกี่ยวกับความสามารถของตนที่จะจัดการและดำเนินการกระทำ พฤติกรรมให้บรรลุเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ (Bandura. 1986: 391)

พฤติกรรมของบุคคลเป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ พฤติกรรม การรู้คิดและองค์ประกอบส่วนบุคคล และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบทั้ง 3 นี้เป็นตัวกำหนดที่มีเหตุผลซึ่งกันและกัน (Bandura. 1986: 23-24) ดังภาพประกอบ 2



P แทน การรู้คิดและองค์ประกอบส่วนบุคคล

E แทน อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

B แทน พฤติกรรม

ภาพประกอบ 2 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรม การรู้คิดและองค์ประกอบส่วนบุคคล และ อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม (Bandura. 1986: 24)

จากภาพแสดงให้เห็นว่า พฤติกรรมของบุคคลเกิดจากปฏิกิริยาสะท้อน (Elementary Reflex) นั่นคือ ถ้าองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลง ก็จะส่งผลให้องค์ประกอบอื่นๆ เปลี่ยนแปลงด้วย

การรับรู้ความสามารถของตนเองนั้น ประกอบด้วยความคาดหวังซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจที่จะกระทำพฤติกรรม 2 ประการ

1. การรับรู้ความสามารถของตนเอง (Percept Self-Efficacy) หมายถึงความเชื่อหรือความมั่นใจของแต่ละบุคคลว่าจะสามารถแสดงพฤติกรรม เพื่อที่จะจัดการและดำเนินการกระทำพฤติกรรมให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

2. ความคาดหวังผลลัพธ์ (Outcome Expectation) หมายถึง ความเชื่อหรือความมั่นใจของบุคคลที่คาดคะเนถึงความเป็นไปได้ของพฤติกรรมที่ปฏิบัติ จะนำไปสู่ผลลัพธ์ตามที่ได้คาดหวังไว้

ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองกับพฤติกรรมของบุคคล

แบนดูรา เชื่อว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง มีความสำคัญและมีผลต่อการกระทำของบุคคล มีต่อการเลือกกิจกรรม การใช้ความพยายาม ความอดทนในการทำงาน การคิดและปฏิกิริยาทางอารมณ์ของบุคคล บุคคล 2 คน อาจมีความสามารถไม่แตกต่างกัน แต่อาจแสดงออกในคุณภาพที่แตกต่างกัน ในคนคนเดียวก็เช่นกัน ถ้ารับรู้ความสามารถที่แตกต่างกันในแต่ละสภาพการณ์แตกต่างกัน ก็อาจแสดงพฤติกรรมออกมาได้แตกต่างกัน แบนดูรา เห็นว่าความสามารถของคนเรานั้นไม่ตายตัว หากแต่ยืดหยุ่นตามสถานการณ์ นั่นคือ ถ้าเรามีความเชื่อว่ามีประสิทธิภาพ เราก็จะแสดงออกถึงความสามารถนั้นออกมา คนที่เชื่อว่าตนเองมีความสามารถ จะมีความอดทน อุทิศหา ไม่ท้อถอยง่ายและประสบความสำเร็จในที่สุด (เยาพร วรรณทิพย์. 2548: 37; อ้างอิงจาก Evan: 1989)

การรับรู้ความสามารถของตนเองมีความสัมพันธ์ต่อการกระทำ พฤติกรรมของบุคคล คือ ถ้าบุคคลรับรู้ความสามารถของตนในการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งสูง จะมีแนวโน้มกระทำพฤติกรรมนั้นสูงด้วย ในทางตรงกันข้ามถ้าบุคคลรับรู้ความสามารถของตนเองในการกระทำพฤติกรรมนั้นต่ำ บุคคลก็จะมีแนวโน้มที่จะกระทำพฤติกรรมนั้นต่ำหรือไม่กระทำพฤติกรรมนั้นเลย อย่างไรก็ตามแม้ว่าบุคคลจะรับรู้ความสามารถของตนเองสูง แต่บุคคลอาจจะไม่กระทำพฤติกรรมก็ได้ ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี (Bandura. 1986: 395-399)

1. ขาดสิ่งจูงใจหรือภาวะกระตุ้นให้กระทำพฤติกรรม แม้ว่าบุคคลจะรับรู้ความสามารถของตนเองเพียงพอสำหรับกระทำพฤติกรรม แต่อาจไม่กระทำพฤติกรรมก็ได้ ถ้าเขาคิดว่าไม่ได้รับผลตอบแทนใดๆ หรืออาจจะยับยั้งพฤติกรรมนั้นไว้ ถ้าบุคคลกำลังขาดทรัพยากร อุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่จำเป็น
2. ความผิดพลาดการประเมินผลกรรมที่เกิดขึ้น หากบุคคลประเมินผลกรรมที่ตนเองจะได้รับจากการกระทำผิดพลาดไป จะทำบุคคลรู้สึกที่ไม่คุ้มค่าที่ตนจะกระทำพฤติกรรมนั้น
3. ความไม่ทันการณ์ในการประเมินความสามารถของตน เนื่องจากประสบการณ์ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ หากบุคคลไม่ได้ประเมินตนเองอยู่ตลอดเวลา จะทำให้ตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนผิดพลาด มีผลให้บุคคลไม่กระทำพฤติกรรม
4. การประเมินการรับรู้ความสามารถของผิดพลาดไป บางครั้งบุคคลรับรู้ในความสามารถของตนเองในการทำงานโดยภาพรวมสูง แต่กลับเชื่อความสามารถของตนเองในการทำงานส่วนหนึ่งที่จำเพาะผิดพลาดไป โดยประเมินว่าตนเองมีความสามารถในการทำงานส่วนที่จำเพาะต่ำ ดังนั้นแม้จะรับรู้ความสามารถของตนเองในการทำงานในภาพรวมสูง แต่บุคคลก็จะไม่กระทำพฤติกรรมนั้น
5. การประเมินความสำคัญของทักษะย่อยๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการกระทำพฤติกรรมผิดพลาด การที่บุคคลคิดว่าเขาขาดทักษะหรือมีทักษะต่างๆ ไม่เพียงพอจะทำให้เขาไม่กระทำพฤติกรรมนั้น
6. เป้าหมายของการกระทำพฤติกรรมคลุมเครือ ไม่ชัดเจน และไม่สามารถปฏิบัติได้
7. การรู้จักตนเองที่ไม่ถูกต้องอาจเป็นผลมาจากการกระทำที่ไม่ชัดเจน หรืออาจถูกบังคับให้กระทำ หรือได้รับข้อมูลที่ไม่ถูกต้องจากภายนอก

จากทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนจะเห็นว่า การรับรู้ความสามารถของตนมีอิทธิพลต่อความพยายาม ความมานะอดทนของบุคคลว่าจะสามารถปฏิบัติกิจกรรมให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดขึ้นและเต็มใจเผชิญกับอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม ถ้าบุคคลประเมินความสามารถของตนเองสูง ก็ยิ่งกำหนดเป้าหมายของกิจกรรมไว้สูงเช่นกัน และจะมีความยึดมั่นความเพียรพยายามเพื่อที่จะปฏิบัติกิจกรรมให้ถึงเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งจะตรงข้ามกับบุคคล

ที่ประเมินการรับรู้ความสามารถของตนไว้ต่ำ มักจะไม่มีความอดทน ไม่มีความมานะพยายาม และ ไม่สามารถที่จะเผชิญกับงานที่ยากเกินความสามารถของเขาได้

5.3 มิติการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์

มิติของการวัดความเชื่อในความสามารถของตนเองที่แบนดูรากล่าวถึงมี 3 มิติ ได้แก่ (Bandura. 1977: 84-85)

มิติที่ 1 มิติของความยาก (Magnitude) เป็นระดับความยากของงานหรือกิจกรรมที่บุคคลเชื่อว่าตนสามารถปฏิบัติได้ (Level of Job Difficulty) เป็นความเชื่อเกี่ยวกับความสามารถของบุคคลในการกระทำพฤติกรรมใดพฤติกรรมหนึ่ง ซึ่งความเชื่อเกี่ยวกับความสามารถของตานั้นจะมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคลในการกระทำพฤติกรรมหนึ่ง หรือแตกต่างกันในบุคคลเดียวกันเมื่อต้องกระทำพฤติกรรมที่มีความยากง่ายต่างกัน เป็นความเชื่อของบุคคลว่าตนจะทำงานสำเร็จถึงระดับใดเมื่อถูกเสนองานที่มีระดับความยากแตกต่างกัน บุคคลที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองต่ำจะมีความสามารถทำงานได้เฉพาะเรื่องง่ายๆ เท่านั้น แต่ถ้าได้รับงานที่ยากเกินความสามารถก็จะทำให้พบความล้มเหลว ดังนั้นการมอบหมายงานให้บุคคลหนึ่งจะต้องพิจารณาว่างานชิ้นนั้นไม่ยากเกินความสามารถของเขา

มิติที่ 2 มิติทั่วไป (Generality) เป็นการตัดสินใจว่าตนมีความสามารถในกิจกรรมอื่นๆ ด้วยหรือมีความสามารถเฉพาะในขอบเขตของกิจกรรมนั้น (Generality of Ability) เป็นการแผ่ขยายการรับรู้ความสามารถของตนเองไปยังสถานการณ์อื่นๆ หรือระดับความยากอื่นๆ ได้ ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานบางอย่างก่อให้เกิดความสามารถในการนำไปปฏิบัติในสภาพอื่นที่คล้ายกันแต่ในปริมาณที่แตกต่างกันได้ แต่บางครั้งประสิทธิภาพบางอย่างอาจไม่สามารถทำให้การรับรู้ความสามารถของตนไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้

มิติที่ 3 มิติความเข้ม (Strength) เป็นความมั่นใจของบุคคลที่จะปฏิบัติกิจกรรมที่ระดับความยากหรือมีอุปสรรคต่างๆ (Strength of Confidence) ถ้าบุคคลมีความมั่นใจในการรับรู้ความสามารถของตนเองน้อยหรือไม่มีความมั่นใจในความสามารถของตนเอง เมื่อเขาประสบกับเหตุการณ์ที่ไม่เป็นไปตามที่คาดหวังจะทำให้การรับรู้ความสามารถของตนเองลดลง แต่บุคคลที่มีความมั่นใจ มีความพยายาม แม้เขาจะประสบกับเหตุการณ์ที่ไม่สอดคล้องกับความสามารถของตนเอง เขาก็จะสามารถเผชิญกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี

ในการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองที่จะนำเสนอต่อไปนี้เป็นวิธีใดก็ตามคะแนนที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมหรือการปฏิบัติงานของบุคคล ซึ่งบุคคลจะถูกประเมิน

เกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่างๆ ลีและบอบโค (Lee; & Bobco. 1994: 364-369) ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองตามแนวทฤษฎีของแบนดูราพบว่ามีวิธีการวัด 5 วิธี

1. การวัดความเข้ม หรือความมั่นใจ (Self-Efficacy Strength) เป็นวิธีที่นำมาใช้วัดการรับรู้ความสามารถของตนเองมากที่สุด วิธีการวัดทำได้โดยการถามผู้ตอบถึงความมั่นใจว่าเขาสามารถปฏิบัติงานที่มีความยากของงานเพิ่มขึ้นได้เพียงใด ข้อคำถามมักมีลักษณะให้ประเมินความมั่นใจจากไม่มีความมั่นใจ (0) จนถึงความมั่นใจเต็มที่ (10) หรืออาจทำโดยใช้มาตราส่วนแบบอื่นๆ ก็ได้ เช่น 0% - 100% เป็นต้น

2. การวัดระดับความยาก (Self-Efficacy Magnitude) เป็นวิธีที่นำมาใช้วัดการรับรู้ความสามารถของตนเองรองลงมาจากการวัดความเข้ม วิธีการวัดทำได้โดยการถามผู้ตอบว่าเขาสามารถปฏิบัติงานที่กำหนดให้ที่มีความยากขึ้นได้หรือไม่ คำถามมักจะมีลักษณะเป็นมาตราส่วนชนิดใช่หรือไม่ใช่ (Yes/No Scale) คำตอบ “ใช่” จะมีคะแนน 1 คะแนน คำตอบ “ไม่ใช่” จะมีคะแนน 0 คะแนน ดังนั้นหากได้คะแนนสูงแสดงว่ามีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูง

3. การวัดแบบผสม คือ การวัดที่ใช้การวัดทั้งความเข้มและระดับความยาก โดยใช้ข้อคำถามเดียวแต่มีคำตอบแยกกันเป็น 1 ช่อง ช่องหนึ่งเป็นแบบ ใช่/ไม่ใช่ ส่วนอีกช่องหนึ่งจะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าหรือใช้แบบประเมินเป็นร้อยละ การรวมคะแนนทำโดยการรวมคะแนนของความเข้ม เฉพาะข้อที่ผู้ตอบตอบว่า “ใช่”

4. เป็นวิธีวัดความเข้มและขนาดความยากเหมือนกับวิธีที่ 3 แต่มีข้อแตกต่างกัน คือ แปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน

5. การวัดความเข้มหรือความมั่นใจโดยใช้ข้อคำถามเพียงข้อเดียวเกี่ยวกับงานที่กำหนด แล้วให้ผู้ตอบประเมินค่าความมั่นใจของตนเองต่อการทำงานที่กำหนดนั้น

การวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองไม่ว่าจะใช้วิธีใดก็จะพบว่า คะแนนที่ได้ก็จะมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมหรือการปฏิบัติงานของบุคคล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบสอบถามที่สร้างขึ้นซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่าชนิด 5 ระดับ โดยใช้วัดความเข้ม หรือความมั่นใจ ข้อคำถามจะเกี่ยวกับงานที่กำหนดแล้วให้ผู้ตอบประเมินค่าความมั่นใจของตนเองต่อการทำงานที่กำหนดให้

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skill) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่มีนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้แสวงหาความรู้และแก้ปัญหา (วรรณทิพา รอดแรงคำ; และจิต นวนแก้ว. 2532: V,IX)

6.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ได้มีการให้ความหมายและนิยามต่าง ๆ กันหลายแบบหลายแนวคิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายและความต้องการ ปรัชญา แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแสวงหาความรู้ นั้นๆ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กาเย่ (จิตฐิพร ศิริตานนท์. 2542: 19; อ้างอิงจาก Gagne. 1965: 3) กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการทางด้านสติปัญญา และเป็นทักษะกระบวนการทางปัญญาเฉพาะ นักวิทยาศาสตร์ ใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ

2. แต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำแนกได้จากพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้กระบวนการนี้ได้เพื่อจะได้มีความสามารถในการหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์

3. แต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถถ่ายโอนจากวิทยาศาสตร์ไปยังสาขาอื่นๆ ได้ และสามารถนำไปใช้ในการคิดอย่างมีเหตุผลในการแก้ปัญหาที่ประสบในชีวิตประจำวันได้

เนย์ และคนอื่นๆ (Nay ; et al. 1971: 201-203) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลำดับกิจกรรม หรือลำดับการปฏิบัติการที่กระทำโดยนักวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมีกระบวนการต่างๆ ในการจัดเรียงลำดับขั้นการทำงาน

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1978: 48) กล่าวว่า เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ ความหมายที่สำคัญคือ วิธีทางของกระบวนการในการหาความรู้ กระบวนการนี้เกิดสลับซับซ้อนในแต่ละบุคคล ทำให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญา

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540: ค) และสรรค์ดี แพรด้า (2544: 32) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ตรงกันว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การลงความเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนด และควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ อันเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบ

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การปฏิบัติหรือการแสดงออกทางพฤติกรรมในการ แสวงหาความรู้อย่างมีระบบ และสามารถแก้ปัญหาต่างๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ อย่างมีหลักการและเหตุผล

6.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

อำนาจ เจริญศิลป์ (2544: 6) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย

ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น กาย สังเกตปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้อย่างละเอียดถูกต้องและรวดเร็ว และต้อง สังเกตอย่างตรงไปตรงมา

ทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือ เครื่องใช้ได้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือเหล่านั้น ได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว

ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการสังเกตผล และการบันทึกผลการทดลองอย่างมีระบบ ช่วยให้ได้หลักฐานในการวิเคราะห์ขั้นต่อไป

ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดทำเสียใหม่ให้อยู่ในรูปที่มีความหมาย หรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการ แปลความหมายครั้งต่อไป ซึ่งอาจทำได้หลายแบบ เช่น นำมาจัดจำแนกหรือจัดรูปเสียใหม่ เป็น ตาราง กราฟ และแผนภูมิ เป็นต้น

ทักษะในการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปล ความ หรือสรุปความจากข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมได้อย่างสมเหตุสมผล

ทักษะในการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเน ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างมีเหตุผล และอาจพิสูจน์ได้โดยการ ทดลอง

ทักษะในการออกแบบการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีทดลองและ ทำเป็นการทดลองพิสูจน์สมมติฐาน หรือตอบปัญหาข้อข้องใจต่างๆ

ทักษะในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณหรือแปลความหมายของจำนวนต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว

ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่างๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง และระยะทาง เป็นต้น

คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ ของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for The Advancement of Science: AAAS) (สมปราวณา วงศ์บุญหนัก และคนอื่น ๆ. 2543: 14-16) และสรวงศักดิ์ แพรดำ (2544: 39) จัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตรงกันไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ประกอบไปด้วย 13 ทักษะ โดยแบ่งออกเป็น 2 หมวดใหญ่ คือ

1. ทักษะขั้นพื้นฐานหรือทักษะเบื้องต้น (Basic Science Process Skill) ประกอบด้วย 8 ทักษะ

1.1 การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ เพื่อที่จะหาข้อมูลหรือรายละเอียดเหล่านั้น โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตเป็นส่วนตัดสิน

1.2 การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือในการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้องโดยมีหน่วยบ่งบอก รวมไปถึงความถูกต้องเหมาะสมในการวัด

1.3 การจัดจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งหรือจัดเรียงวัตถุ หรือที่อยู่ในปรากฏการณ์ออกเป็นพวกๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและการหาสเปสกับเวลา (Space/Space and Space/Time) ในที่นี้ สเปส หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นตั้งอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วแล้วมักมี 3 มิติ คือ มีความกว้าง ความยาว และความสูง ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส คือ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุ และความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

1.5 การใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ (Using Number) หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

1.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing and Communicating) ในที่นี้ การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจาก

แหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีต่างๆ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท และการคำนวณหาค่าใหม่เป็นต้น

1.7 การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การจัดกระทำกับข้อมูลแล้วนำมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายข้อมูลนั้นได้ดีขึ้น อาจนำเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ สมการ หรือการเขียนบรรยาย เป็นต้น

1.8 การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

1.9 การทำนายหรือพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้า โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หลักการ กฎ ทฤษฎี มาช่วยอธิบายในเรื่องนั้นๆ

2. ทักษะขั้นบูรณาการหรือทักษะเชิงซ้อน (Integrated Science Process Skill) ประกอบด้วย 5 ทักษะ

2.1 การสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดขอบเขตของความหมายของตัวแปร หรือคำต่างๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน

2.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การชี้แจงตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในสมมติฐาน โดยตัวแปรอิสระ คือ ตัวแปรสาเหตุที่ทำให้เกิดผลนั้นๆ ส่วนตัวแปรตาม คือ ตัวแปรที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรอิสระ เมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนไป ตัวแปรตามก็เปลี่ยนไป

2.4 การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนแบบการทดลอง คือ การวางแผน การทดลองก่อนลงมือปฏิบัติจริงเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์ ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง และขั้นตอนที่ผลการทดลอง

2.5 การตีความ และลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) ในที่นี้ การตีความ หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน เป็นทักษะควรฝึกฝนให้เกิดความชำนาญเพราะเป็นพื้นฐานของทักษะขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังนี้ 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการจำแนกประเภท 3. ทักษะการวัด 4. ทักษะการคำนวณ 5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 8. ทักษะการพยากรณ์

2. ทักษะกระบวนการขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 5 ทักษะดังนี้ 1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4. ทักษะการทดลอง 5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุปข้อมูล

ขั้นตอนในการแก้ปัญหาส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วย 1. การกำหนดตัวปัญหา 2. วิธีการแก้ปัญหาที่คาดว่าจะใช้ได้ ซึ่งจะต้องอาศัยองค์ประกอบ 3.การกำหนดสมมติฐาน 4. การตรวจสอบสมมติฐานและการเก็บข้อมูล 5. การสำรวจข้อมูลและการลงความเห็น 6. การค้นหาข้อมูลป้อนกลับ ซึ่งทุกขั้นตอนในการแก้ปัญหาจำเป็นต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และจากการศึกษาพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการ ทักษะทั้ง 5 ทักษะสอดคล้องกับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

6.3 การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2518: 5) ได้เสนอแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจ่มแจ้งให้ชัดเจน โดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจ่มแจ้งให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวัง และภาคเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นที่ขาดเสียไม่ได้ในบทหนึ่งๆ ควรจะกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดเสียไม่ได้ ทักษะนั้น และเนื้อหานั้นก็ควรจะปรากฏในข้อสอบ

3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหา พฤติกรรม ทักษะซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะกำหนดว่า จะวัดทักษะ หรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อ จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังจะทราบต่อไปว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีส่วนมากน้อยเพียงใด

4. การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ ควรจะถือหลักว่าจะการสอบแบบใด จึงจะตรวจวัด พฤติกรรมนั้นๆ ได้ตรง และถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดจนเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลา และง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

นอกจากนี้ยังได้เสนอลักษณะข้อสอบ เพื่อวัดความสามารถในการดำเนินการตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์

1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้น จะเป็นสถานการณ์สมมติหรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ได้ จะต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว

1.3 สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้

1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัด ต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

1.5 สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กระชับรัด อ่านเข้าใจง่าย แต่ละสถานการณ์อาจใช้ สำหรับคำถามมากกว่า 1 ข้อ เพื่อมิให้นักเรียนเสียเวลาในการอ่านมากเกินไปจนความจำเป็น

2. การสร้างคำถาม คำถามที่จะให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

2.1 ถามในเรื่องที่จะต้องใช้ความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถามเรื่องที่เป็นความรู้ความจำ

2.2 ไม่ถามถึงปัญหาหรือสมมติฐานที่เคยอภิปรายหรือสรุปมาแล้ว เพราะจะ กลายเป็นความจำ ทั้งๆ ที่คำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ใช้คำถามรัดกุม บังคับว่าจะให้ตอบเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออก ความคิดเห็นได้ต่างกัน แต่ก็ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ โดยเฉพาะ

2.4 ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นคนละเรื่อง และกำหนดคะแนนให้ เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้คะแนน 0 ถ้าตอบผิด

3. การตรวจ ถ้าเป็นข้อสอบแบบให้ตอบสั้นๆ แม้จะตั้งคำถามคิดว่าจำเพาะเจาะจงจาก คำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจจะต้องดูเหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างไปจากเกณฑ์ ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกต้องก็ต้องยอมรับ

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้ 1. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม 2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด 3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาพฤติกรรม 4. การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ และลักษณะของแบบทดสอบควรมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของกลุ่มที่ทำการศึกษา ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายกระชับรัดได้ใจความ

7. การวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุระดับมัลติแวรีเอทหรือการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรพหุ (Multivariate Multiple Regression Analysis : MMR)

7.1 ความหมายและนิยามของการวิเคราะห์ระดับมัลติแวรีเอท

การวิเคราะห์ระดับมัลติแวรีเอท (Multivariate Analysis) ได้เริ่มเข้ามามีบทบาทและมีความสำคัญต่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ เพราะปรากฏการณ์ที่ศึกษาบ่อยครั้งที่ปรากฏการณ์เหล่านั้นมีหลายมิติ หรือเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์อื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งไม่สามารถแยกปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่งออกมาศึกษาโดยลำพัง ดังนั้นจึงมีผู้ให้ความหมายและนิยามต่าง ๆ ไว้ดังนี้

ทักซูกา (ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์. 2535: 2; อ้างอิงจาก Tatsuoka. 1971: 1) กล่าวว่า การวิเคราะห์ระดับมัลติแวรีเอท คือ สาขาหนึ่งของวิชาสถิติศาสตร์ ซึ่งมุ่งศึกษาระดับมัลติแวรีเอท (หรือหลายมิติ) และกลุ่มตัวอย่างที่มาจากการแจกแจงนั้น

แฮริส (ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์. 2535: 2; อ้างอิงจาก Harris. 1975: 5) กล่าวว่า การวิเคราะห์ระดับมัลติแวรีเอท เป็นการจัดกลุ่มวิธีการทางสถิติพรรณนาและสถิติอนุมาน ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นที่ใช้ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์กลุ่มตัวแปร โดยไม่จำกัดว่ากลุ่มตัวแปรดังกล่าวเป็นกลุ่มตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตาม

เคอลินเจอร์; และเพดเดอเซอร์ (ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์. 2535: 2; อ้างอิงจาก Kerlinger; & Pedhazur. 1973: 372) กล่าวว่า การวิเคราะห์ระดับมัลติแวรีเอทจัดเป็นเพียงการขยายขอบเขตและการกระจายผลของแนวทางสถิติถดถอยเชิงพหุ

ฟินน์; และแมทสัน (ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์. 2535: 2; อ้างอิงจาก Finn; & Mattson. 1978: 2) มีความเห็นว่า เมื่อใดก็ตามการวิเคราะห์ตัวแปรตามมากเกินไปหนึ่งตัวแปรถือว่าการวิเคราะห์นั้นเป็นระดับมัลติแวรีเอท

ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์ (2535: 3,13) กล่าวว่า การวิเคราะห์ระดับมัลติแวรีเอท หมายความว่า รวมถึงกลุ่มเทคนิคทางสถิติพรรณนาและสถิติอนุมานที่ได้รับการคิดค้นเพื่อประยุกต์ใช้สำหรับสถานการณ์วิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์กลุ่มตัวแปรตามตั้งแต่สองตัวแปรขึ้นไป และไม่จำกัดจำนวนตัวแปรอิสระ แม้ว่าในความนิยามจะมุ่งถึงกรณีตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ขึ้นไป หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ

การวิเคราะห์ระดับมัลติแวร์เธ เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือกลุ่มตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวแปรตาม แม้ว่าบางสถานการณ์ไม่จำเป็นต้องกำหนดว่ากลุ่มตัวแปรใดเป็นกลุ่มตัวแปรอิสระหรือกลุ่มตัวแปรตาม แต่ภายใต้สถานการณ์ดังกล่าวแต่ละกลุ่มตัวแปรจะต้องมีตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัว ขึ้นไป และอีกนัยหนึ่ง การวิเคราะห์ระดับมัลติแวร์เธ เป็นเทคนิคสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปรอิสระและกลุ่มตัวแปรตามกลุ่มละ 2 ตัวแปรขึ้นไป ซึ่งตัวแปรเหล่านี้มีมาตรวัดระดับอันดับภาคชั้นหรืออัตราส่วน โดยมีจุดเด่นของการวิเคราะห์ระดับมัลติแวร์เธ คือ สมรรถนะในการควบคุมความพึงพอใจของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่ง (หรือ α) ซึ่ง ความพึงพอใจของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่ง หมายความว่ารวมถึง การที่ขนาดค่าของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่ง มีระดับสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ เช่น สูงกว่าระดับ 0.05 หรือสูงกว่าระดับ 0.01 เป็นต้น ดังนั้น สมรรถนะในการควบคุมความพึงพอใจของความคลาดเคลื่อนประเภทที่หนึ่ง จะช่วยให้การทดสอบหลายตัวแปรดำเนินการได้พร้อมกัน

7.2 แบบจำลองพื้นฐานของการวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุระดับมัลติแวร์เธ

การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุระดับมัลติแวร์เธย่อมมีความเหมาะสมกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปรอิสระและกลุ่มตัวแปรตามกลุ่มละ 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยมีจุดประสงค์ที่จะดำเนินการวิเคราะห์หลายตัวแปรตามพร้อมกัน สมมติว่าตัวแปรตามมีจำนวน p ตัวแปร และมีตัวแปรอิสระ q ตัวแปร แบบจำลองเส้นตรงที่เชื่อมโยงตัวแปรทั้งสองกลุ่มย่อยเข้าด้วยกัน ย่อมประกอบด้วยสมการระดับมัลติแวร์เธ จำนวน p สมการ ดังสมการต่อไปนี้ (ปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์. 2535: 16-21)

1. สมการรูปปกติ

$$\begin{aligned} [Y_{i1} Y_{i2} Y_{i3} \dots Y_{ip}] &= [\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots \alpha_p] + X_{i1} [\beta_{11} \beta_{12} \beta_{13} \dots \beta_{1p}] + X_{i2} [\beta_{21} \beta_{22} \beta_{23} \dots \beta_{2p}] + \dots + \\ &+ X_{iq} [\beta_{q1} \beta_{q2} \beta_{q3} \dots \beta_{qp}] + [\ell_{i1} \ell_{i2} \ell_{i3} \dots \ell_{ip}] \end{aligned}$$

เมื่อ Y_{ik} แทน ตัวแปรตามลำดับที่ k ของตัวการที่ i

X_{ij} แทน ตัวแปรอิสระที่ j ของตัวการที่ i

ℓ_{ik} แทน ตัวผิดพลาดลำดับที่ k ของตัวการที่ i

α แทน ตัวคงที่

β แทน ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย

2. สมการรูปเมตริก

$$\begin{matrix} \underline{Y} & = & \underline{X} & \underline{B} & + & \underline{E} \\ (N \times p) & & [N \times (q+1)] & [(q+1) \times p] & & (N \times p) \end{matrix}$$

เมื่อ N แทน จำนวนตัวการ

P แทน จำนวนตัวแปรตาม

q แทน จำนวนตัวแปรอิสระ

(q+1) แทน จำนวนตัวแปรอิสระบวกตัวคงที่ (α)

$\underline{Y}$ แทน เมตริกขนาด (Nxp) ของตัวแปรตาม

$\underline{X}$ แทน เมตริกขนาด $[N \times (q+1)]$ ของตัวแปรอิสระ

$\underline{B}$ แทน เมตริกขนาด $[(q+1) \times p]$ ของค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย

$\underline{E}$ แทน เมตริกขนาด (Nxp) ของตัวแปรผิดพลาด

ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรตามหลายตัว การคำนวณสัมประสิทธิ์การถดถอยจะต้องกำหนดค่ากำลังสองต่ำสุด (Least Square Principle) ให้ครอบคลุมทั้ง Error Sum of Square และ Error Sum of Cross Product

ในการวิเคราะห์ระดับยูนิแวกเรียท ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย ($\hat{\beta}$) ได้รับการเลือกภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ SSE เป็นค่าต่ำสุด

$$c = \sum e_i^2$$

เมื่อค่าผิดพลาด (C) มีค่าต่ำสุด จะได้รูปสมการปกติ (Normal Equation) ดังนี้

$$(\underline{X}'\underline{X})\underline{\hat{\beta}} = (\underline{X}'\underline{Y})$$

ในที่นี้ $\underline{Y}$ คือ คอลัมน์เวกเตอร์ของตัวแปรตามตัวหนึ่ง ขึ้นต่อมาคุณตลอดสมการด้วย $(\underline{X}'\underline{X})^{-1}$ เพื่อหาค่าของ $\underline{\hat{\beta}}$

$$(\underline{X}'\underline{X})^{-1}(\underline{X}'\underline{X})\underline{\hat{\beta}} = (\underline{X}'\underline{X})^{-1}(\underline{X}'\underline{Y})$$

เนื่องจาก $(\tilde{X}'\tilde{X})^{-1}(\tilde{X}'\tilde{X})$ เท่ากับ 1 เพราะฉะนั้นค่า $\hat{\beta}$ จึงปรากฏตามสมการ
กล่าวได้ว่า $\hat{\beta}$ เป็นตัวประกอบที่ดีที่สุดของ β ทั้งนี้เพราะ $\hat{\beta}$ ให้ค่าผลบวกกำลังสองต่ำสุด
ของค่าผิดพลาด (C) ในกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิเคราะห์ระดับมัลติแวร์เอทหรือตัวแปรตามหลายตัว การกะประมาณค่า B สามารถ
ทำได้โดยการลดค่า Squared Sample ของตัวแปรผิดพลาดสำหรับตัวแปรตามทุกตัวแปรให้มีค่าต่ำสุด
ผลบวกกำลังสองของค่าผิดพลาดสำหรับตัวแปรตามใดตัวหนึ่งจะปรากฏเป็นค่าในเส้นทแยงมุมของ
เมตริกซ์ $E'E$ การลดค่าผิดพลาด (C) ต่ำสุด จำเป็นต้องกำหนดค่า Partial Derivatives ซึ่งเกี่ยวข้องกับ
กับ Elements ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย $\hat{\beta}$ ให้เท่ากับศูนย์ก่อนแก้สมการ ผลที่ได้รับคือสมการ
ปกติดังต่อไปนี้

$$(\tilde{X}'\tilde{X})\hat{\beta} = (\tilde{X}'\tilde{Y})$$

สมการปกติในระดับมัลติแวร์เอท ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกับในกรณียูนิแวร์เอท เว้นแต่ว่า
ในกรณีมัลติแวร์เอท เมตริก $\hat{\beta}$ และ $\tilde{Y}$ จะประกอบด้วยหลายคอลัมน์ แทนที่จะเป็นคอลัมน์เดียว
ต่อมาคุณตลอดสมการ $\beta' = (\tilde{X}'\tilde{X})^{-1}(\tilde{X}'\tilde{Y})$ ด้วย $(\tilde{X}'\tilde{X})^{-1}$ เพื่อหาค่าของ $\hat{\beta}$

$$\begin{aligned}(\tilde{X}'\tilde{X})^{-1}(\tilde{X}'\tilde{X})\hat{\beta} &= (\tilde{X}'\tilde{X})^{-1}(\tilde{X}'\tilde{Y}) \\ \beta' &= (\tilde{X}'\tilde{X})^{-1}(\tilde{X}'\tilde{Y})\end{aligned}$$

ในที่นี้ $\hat{\beta}$ ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าของ B จัดเป็นเมตริกขนาด $[(q+1) \times p]$ นอกจากนี้
ถ้ากำหนดให้ $(\tilde{X}'\tilde{X})^{-1}$ เท่ากับ G ซึ่งหมายถึง ปัจจัยตัวแปรร่วม (Covariance Factor) สามารถ
เขียนเป็นสมการใหม่ได้ดังนี้

$$\beta' = G(\tilde{X}'\tilde{Y})$$

ข้อที่ควรสังเกต คือ トラバใดที่จำนวนตัวแปรอิสระและจำนวนตัวแปรคงเดิม การเปลี่ยน
ตำแหน่งของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตาม ย่อมไม่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเกิดการเปลี่ยนแปลง
ขนาดค่า แต่มีผลเพียงการเปลี่ยนตำแหน่งของค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยให้อยู่ในลำดับที่ถูกต้องกับตัวแปร
อิสระหรือตัวแปรตามที่ย้ายตำแหน่งตามไปเท่านั้น นอกจากนี้การเพิ่มหรือการลดตัวแปรตาม
ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยแต่ประการใด อย่างไรก็ตามการเพิ่มหรือการลด

ตัวแปรอิสระ ย่อมส่งผลที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งค่าคงที่ (α) และค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (β) ทั้งหมด

นอกจากนี้ เมตริกขนาด (p x p) ของผลบวกรวมของผลคูณ (Total Sum of Product) ($\underline{Y}'\underline{Y}$) หรือที่ใช้สัญลักษณ์ว่า (S_r) ในกรณีมัลติแวริเอทก็สามารถแยกส่วนเป็นค่าผลบวกได้ เช่นเดียวกับ ในกรณียูนิแวริเอท เช่นกัน กล่าวคือ

กรณียูนิแวริเอท $SST = SSR + SSE$

กรณีมัลติแวริเอท $S_T = S_R + S_E$

หรือ $\underline{Y}'\underline{Y} = [\underline{Y}'\underline{X}\underline{G}\underline{X}'\underline{Y}] + [\underline{Y}'(1 - \underline{X}\underline{G}\underline{X}')\underline{Y}]$
ในที่นี้

$\underline{G}$ แทน เมตริกของปัจจัยความแปรปรวนร่วม หรือ $(\underline{X}'\underline{X})^{-1}$

$\underline{I}$ แทน เมตริกลำดับ N ไเดนติตี้ (Order- N Identity Matrix)

S_R แทน $[\underline{Y}'\underline{X}\underline{G}\underline{X}'\underline{Y}]$ คือ Sum of Product ที่ได้รับการอธิบาย

S_T แทน $[\underline{Y}'(1 - \underline{X}\underline{G}\underline{X}')\underline{Y}]$ คือ Sum of Product ของตัวแปรผิดพลาด

อนึ่ง ค่าต่าง ๆ บนเส้นทะแยงมุมของ S_T คือ ผลบวกกำลังสองของค่าสังเกตการณ์ (Sum of Squared of Observed Scores) สำหรับแต่ละตัวแปรตาม ขณะที่ค่าต่าง ๆ นอกเส้นทะแยงมุมก็คือ ผลบวกคูณตรงข้าม (Sum of Cross Product) สำหรับค่าต่าง ๆ ของ S_R คือ ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Sum of Squared of the Predicted Scores) สำหรับแต่ละตัวแปรตาม กล่าวได้ว่า $(S_r)_{KK}$ มีขนาดเข้าใกล้ $(S_r)_{KK}$ ยิ่งขึ้นเพียงใด หรือยิ่งขนาดค่า $(S_e)_{KK}$ เล็กลงเพียงใด การพยากรณ์ตัวแปรตามโดยอาศัยข้อมูลจากตัวแปรอิสระจะยิ่งมีความแม่นยำสูงขึ้นเพียงนั้น

7.3 เกณฑ์อัตราส่วนไลลิสต และสถิติเอฟของราว์

เกณฑ์อัตราส่วนไลลิสต ซึ่งใช้แทนด้วยสัญลักษณ์ Λ แทน เกณฑ์อัตราส่วนไลลิสต (Wilks's Lambda) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างการวัดไลลิสตของข้อมูลภายใต้สมมติฐานปฏิเสธ (H_0) เทียบกับการวัดไลลิสตของข้อมูลภายใต้สมมติฐานแย้ง (H_1) ดังสมการ

$$\Lambda = \frac{|\hat{\Sigma}|}{|\hat{\Sigma}_0|}$$

เมื่อ $\hat{\Sigma}_0$ แทน ตัวประมาณค่าของเมตริกความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม (Variance-Covariance Matrix) ของความผิดพลาด (Error) ภายใต้ สมมติฐาน (H_0)

$\hat{\Sigma}$ แทน ตัวประมาณค่าของเมตริกความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม (Variance-Covariance Matrix) ของความผิดพลาด (Error) ภายใต้ สมมติฐาน (H_1)

หากขนาดของสถิติอัตราส่วนไคยู่ดมีขนาดเล็กเพียงใด โอกาสที่จะหักล้างสมมติฐานปฏิเสธ ก็ยังมีค่าสูงขึ้นเพียงนั้น ในทางกลับกันยิ่งขนาดค่าของ $|\hat{\Sigma}|$ และ $|\hat{\Sigma}_0|$ ใกล้กันมากขึ้นเพียงใด โอกาสที่สมมติฐานปฏิเสธจะเป็นจริงก็ยิ่งมีมากขึ้นเท่านั้น

สถิติเอฟของราวรี หรือ “ราวรี-เอฟ” (Rao's F Statistics)

$$F = \frac{1 - \Lambda^{1/s}}{\Lambda^{1/s}} \cdot \frac{ms + 1 - qp}{2qp}$$

เมื่อ F แทน สถิติเอฟของราวรี

s แทน $\sqrt{(p^2q^2 - 4)/(p^2 + q^2 - 5)}$

m แทน $|ne - (p + 1 - q)/2|$

p แทน จำนวนตัวแปรตาม

q แทน จำนวนตัวแปรอิสระ

ne แทน องศาความเป็นอิสระของค่าผิดพลาด

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยต่างประเทศ

นอร์ตัน (สุมาลี สีมืด. 2543: 20; อ้างอิงจาก Norton. 1972: 204-A) ได้ศึกษา ถึงความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4,5,6 จำนวน 27 คน โดยคัดเลือกจากโรงเรียนต่างๆ หลายโรงเรียนในเมืองฮอสติน รัฐเท็กซัสที่มี I.Q. ระดับ 80-147 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12.4 อายุเฉลี่ย 12.2 ปี ผลปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับความรู้นักเรียนที่มีอยู่ก่อนแล้ว

ชอร์ (Shaw. 1977: 5337-A) ได้ศึกษาถึงวิธีการฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่สามารถส่งผลถึงทักษะการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา โดยฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้กลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึก โดยฝึกเป็นเวลา 24 สัปดาห์ แล้วนำเครื่องมือด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษาใช้ทดสอบพบว่า กลุ่มทดลอง มีคะแนนสูงด้านทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่า ทักษะการแก้ปัญหามีสอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สตีเฟนสัน (Stephenson. 1971: 3345-3346) ได้ทำการศึกษาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์จะเป็นตัวทำนายการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพได้หรือไม่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคในอินเดียน่า จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหามีนัยสำคัญ

พาดิลลา และคนอื่นๆ (Padilla; et al. 1984: 239-246) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบและมีข้อเสนอว่าการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อาจมีอิทธิพลต่อ ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ

8.2 งานวิจัยในประเทศ

บุญถึง สมศรี (2533: บทคัดย่อ) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับ การคิดเป็นของนักศึกษาวิชาเอกประถมศึกษาในสหวิทยาลัยอีสาน-ใต้ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางลบกับการคิดเป็นของนักศึกษาวิชาเอกประถมศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิลอุบล ดาวเรือง (2535: บทคัดย่อ) ทำการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถ

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกับนักเรียนที่มีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกแก้ปัญหา กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การอภิปรายปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ดำเนิน ยาท่วม (2537: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบแก้ปัญหา ที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ภาษาโลโก้กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เรียม เทศสบาย (2538: บทคัดย่อ) ศึกษาผลของการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมดงรักวิทยา จังหวัด สุรินทร์ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มนวิภา อ่อนศรี (2541: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกประเภทส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

มันจนา จงกล (2547: บทคัดย่อ) ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเรียงตามลำดับดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเชื่อมั่นในตนเอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการปรับตัว มีค่าเท่ากับ 0.140, 0.126, 0.055, 0.020, และ 0.011 ตามลำดับ ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าผ่านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเชื่อมั่นในตนเอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการปรับตัว คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีค่าเท่ากับ 0.148 และตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าผ่านความเชื่อมั่นในตนเอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการปรับตัว คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ 0.015 โดยโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ร้อยละ 59.02

รจเรข รัตนอาจารย์ (2547: บทคัดย่อ) ทำการศึกษาผลของการฝึกการกำกับตนเองในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการทดลองคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .61 ซึ่งสูงกว่าก่อนทดลอง และกลุ่มทดลองมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองในวิชาวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบ

จากงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัย อันประกอบไปด้วย ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยนั้นจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรปัจจัยใดบ้าง เพื่อนำผลการศึกษาไปส่งเสริมและพัฒนานักเรียนต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

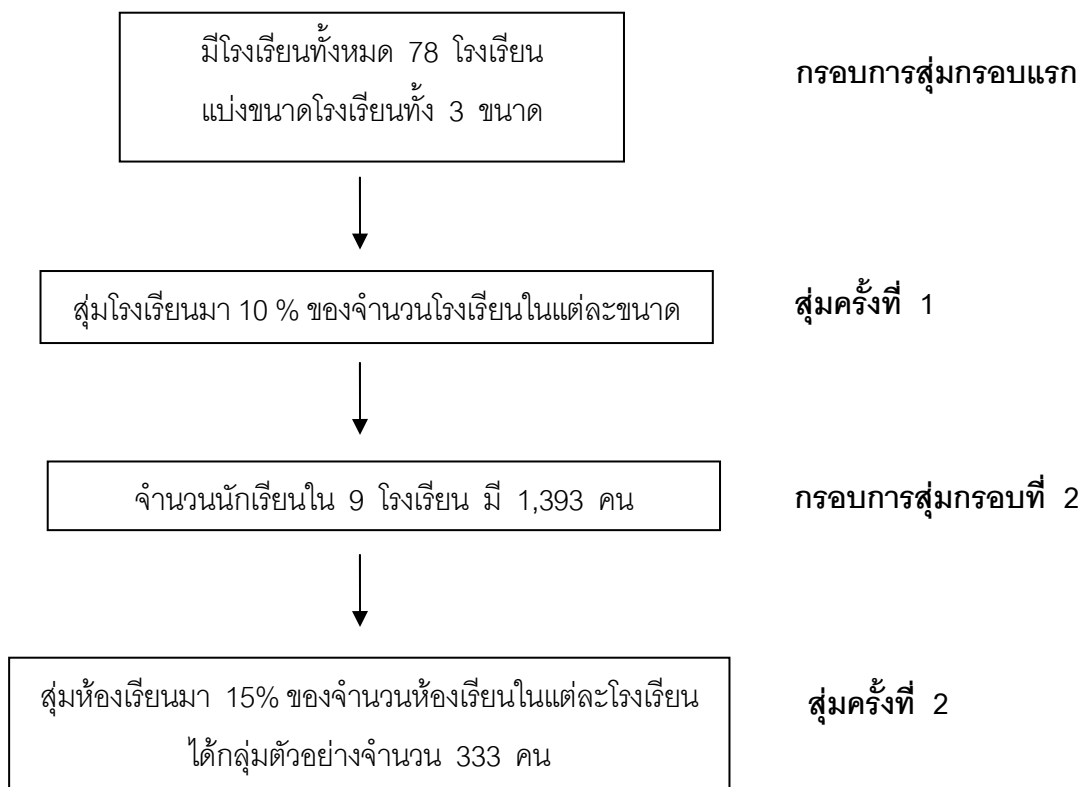
ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีโรงเรียนทั้งหมด 78 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 165 ห้องเรียน และมีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 5,297 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มนักเรียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 390 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two – Stage Random Sampling)

การออกแบบการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

จากการสำรวจข้อมูลหน่วยสมาชิกของประชากร จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ คือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ แล้วจัดทำกรอบการสุ่ม (Sampling Frame) จากนั้นออกแบบการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two - Stage Random Sampling) ดังกระบวนการสุ่มตามแผนภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แผนภูมิแสดงขั้นตอนของการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

1. สืบหาข้อมูลของประชากรจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ คือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประจวบคีรีขันธ์ทั้ง 2 เขต แล้วจัดทำกรอบการสุ่ม (Sampling Frame) โดยในการจัดขนาดโรงเรียน ผู้วิจัยได้นำหลักเกณฑ์ของสำนักงานนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยจำแนกตามขนาดดังนี้

ขนาดที่ 1	จำนวนนักเรียน	ไม่เกิน	120	คน
ขนาดที่ 2	จำนวนนักเรียน	121 -	200	คน
ขนาดที่ 3	จำนวนนักเรียน	201 -	300	คน
ขนาดที่ 4	จำนวนนักเรียน	301 -	499	คน
ขนาดที่ 5	จำนวนนักเรียน	500 -	1,499	คน
ขนาดที่ 6	จำนวนนักเรียน	1,500 -	2,499	คน
ขนาดที่ 7	จำนวนนักเรียน	มากกว่า	2,500	คน

เนื่องจากประชากรเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีทั้งโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาและโรงเรียนมัธยมศึกษา เมื่อพิจารณาการแบ่งขนาดโรงเรียนตามเกณฑ์ดังกล่าวพบว่า โรงเรียนขนาดที่ 1 เป็นโรงเรียนที่มีขนาดเล็กไม่เปิดทำการสอนในระดับมัธยมศึกษา จึงไม่พบในการจัดขนาดโรงเรียนในครั้งนี้ และเมื่อพิจารณาความแตกต่างกันของพื้นที่ชุมชน และสภาพสังคม สื่อการเรียนการสอนและแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ พบว่าโรงเรียนขนาดที่ 2 และ 3 เป็นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาหรือเป็นโรงเรียนประจำตำบลซึ่งมีขนาดเล็ก โรงเรียนขนาดที่ 4 และ 5 เป็นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาซึ่งมีขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดที่ 6 และ 7 เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาประจำอำเภอหรือโรงเรียนประจำจังหวัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงพิจารณาจัดโรงเรียนขนาดที่ 2 และ 3 อยู่ในกลุ่มเดียวกันและให้เป็นโรงเรียนขนาดเล็ก โรงเรียนขนาดที่ 4 และ 5 อยู่ในกลุ่มเดียวกันและให้เป็นโรงเรียนขนาดปานกลาง และโรงเรียนขนาดที่ 6 และ 7 อยู่ในกลุ่มเดียวกันและให้เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ ซึ่งแสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ จำแนกตามขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	จำนวนโรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
ใหญ่	4	33	1,247
กลาง	45	101	3,376
เล็ก	29	31	674
รวม	78	165	5,297

2. การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร ซึ่งใช้สูตรการกำหนดตัวอย่างสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ที่ระดับความเชื่อมั่น .95 (มยุรี ศรีชัย. 2538: 105) โดยประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

2.1 กำหนดระดับความเชื่อมั่น (Level of Confidence: $1 - \alpha$) ที่ .95

2.2 กำหนดขนาดของความคลาดเคลื่อน ($e = Z_{.05/2} S_{\bar{X}}$) เท่ากับ 0.5 จากคะแนนเต็มของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วเห็นว่าขนาดของความคลาดเคลื่อนดังกล่าวพอเพียงสำหรับการได้มาของขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

2.3 ค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร (σ^2) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ ได้จากการนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ เพื่อพัฒนาคุณภาพของแบบวัด โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยจำนวน 120 คน ผลการประมาณค่าความแปรปรวนของโรงเรียนขนาดเล็ก โรงเรียนขนาดกลาง และขนาดใหญ่ มีค่าเท่ากับ 19.435, 17.792 และ 25.487 ตามลำดับ

จากข้อมูลจำนวนประชากร ขนาดความคลาดเคลื่อนและค่าความแปรปรวนของประชากร ผู้วิจัยไปคำนวณเพื่อประมาณค่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) และกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยให้ขนาดของโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) ทั้งนี้เนื่องจากความแปรปรวนของประชากรของโรงเรียนในแต่ละขนาดมีค่าไม่เท่ากัน ผู้วิจัยจึงใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นชั้นในการสุ่ม โดยมีนักเรียนในแต่ละชั้นเป็นหน่วยในการสุ่ม (Sampling Unit) ได้ค่าประมาณขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 294 คน แบ่งเป็นนักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็กจำนวน 35 คน โรงเรียนขนาดกลาง 177 คน และโรงเรียนขนาดใหญ่ 82 คน

3. ทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นชั้นของการสุ่ม (Strata) และมีโรงเรียนในแต่ละชั้นเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit) โดยทำการสุ่มโรงเรียนมาร้อยละ 10 ของจำนวนโรงเรียนในแต่ละขนาด แต่เนื่องจากจำนวนโรงเรียนในขนาดใหญ่ มีจำนวนโรงเรียนน้อยเมื่อทำการสุ่มโรงเรียนมาร้อยละ 10 ของจำนวนโรงเรียนในแต่ละขนาดจะไม่ได้จำนวนโรงเรียนในขนาดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงทำการสุ่มโรงเรียนมา 1 โรงเรียนเพื่อให้มีโรงเรียนที่จะทำการศึกษาให้ครบทุกขนาด ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 โรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่ได้จากการสุ่มในชั้นแรก จำแนกตามขนาดของโรงเรียน

ลำดับที่	ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
1	ใหญ่	หัวหิน	12	464
2	กลาง	อ่าวน้อยวิทยานิคม	6	240
3		บ้านคลองวาฬ	6	85
4		ชัยเกษมวิทยา	4	127
5		หัวหินวิทยาคม	4	158
6		เมืองปราณบุรี	6	196
7	เล็ก	ห้วยกอวิทยาลัย	1	30
8		ยางชุมวิทยา	2	58
9		รัชตวิทยาคม	2	35
รวม			43	1,393

4. ทำการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ได้จำนวนนักเรียนในแต่ละโรงเรียนซึ่งใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยทำการสุ่มจำนวนห้องเรียนมาร้อยละ 15 ของห้องเรียนในแต่ละโรงเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างดังตาราง 4

ตาราง 4 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำแนกตามขนาดของโรงเรียน

ลำดับที่	ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
1	ใหญ่	หัวหิน	2	83
2	กลาง	อ่าวน้อยวิทยานิคม	1	40
3		บ้านคลองวาฬ	1	28
4		ชัยเกษมวิทยา	1	32
5		หัวหินวิทยาคม	1	40
6		เมืองปราณบุรี	1	33
7	เล็ก	ห้วยกอวิทยาลัย	1	30
8		ยางชุมวิทยา	1	29
9		รัชตวิทยาคม	1	18
รวม			10	333

การตรวจสอบความเหมาะสมของขนาดกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากในขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 784 คน ซึ่งมีจำนวนมากกว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ประมาณไว้ เพื่อป้องกันความผิดพลาดและไม่เพียงพอของข้อมูล ซึ่งเกิดจากการที่นักเรียนไม่ตั้งใจตอบแบบวัดหรือตอบแบบวัดไม่ครบทุกฉบับ หลังเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเรียบร้อย และคัดเลือกแบบวัดฉบับที่สมบูรณ์ไว้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล จำนวน 390 คน

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดฉบับสมบูรณ์จำนวน 390 ฉบับ พบว่าค่าความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนขนาดเล็ก โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดใหญ่ มีค่าเท่ากับ 16.294, 18.014 และ 27.185 ตามลำดับ โดยค่าความแปรปรวนของโรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่มีค่ามากกว่าค่าความแปรปรวนที่ใช้ในการประมาณค่ากลุ่มตัวอย่าง ส่วนค่าความแปรปรวนของโรงเรียนขนาดเล็กมีค่าน้อยกว่าค่าความแปรปรวนที่ใช้ในการประมาณค่ากลุ่มตัวอย่าง และเมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า ($S_{\bar{x}}$) ในภาพรวมเท่ากับ .250 และได้ค่าความคลาดเคลื่อน ($e = Z_{.05/2} S_{\bar{x}}$) เท่ากับ 0.490 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยได้ประมาณค่าไว้ในเบื้องต้น คือ 0.5 จึงสรุปว่ากลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้มีขนาดใหญ่ทำให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรต่ำกว่าที่กำหนดไว้

2. การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ มีจำนวน 6 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นสถานการณ์จำนวน 8 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบไปด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ แต่ละข้อมีตัวเลือกจำนวน 5 ตัวเลือก มีตัวถูก 1 ตัวเลือก รวมข้อคำถามทั้งหมด 32 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีลักษณะเป็นสถานการณ์มีตัวเลือกจำนวน 3 ตัวเลือก มีตัวถูก 1 ตัวเลือก รวมข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ

ฉบับที่ 3 แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 4 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ จำนวน 24 ข้อ

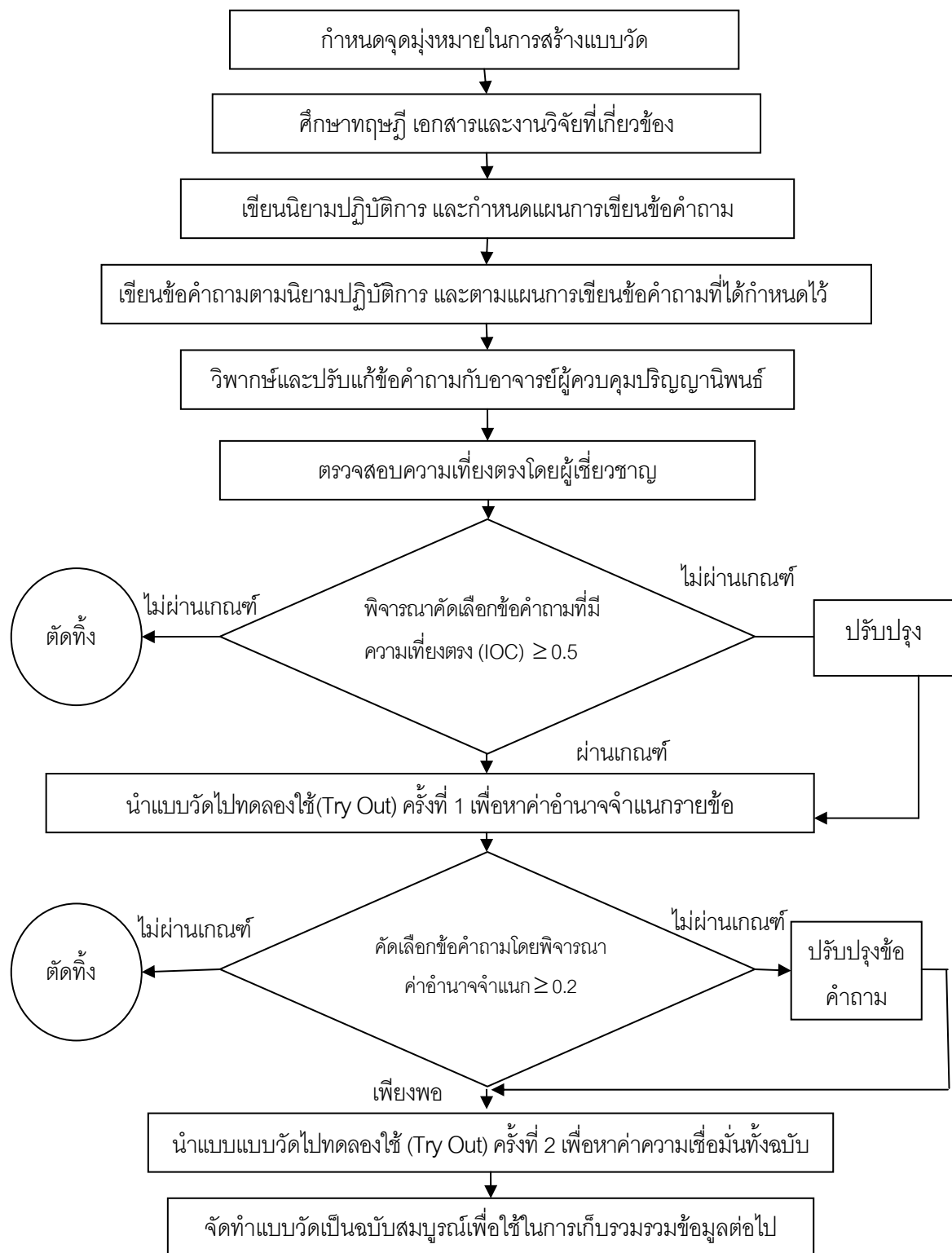
ฉบับที่ 5 แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 6 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ มีตัวเลือกจำนวน 5 ตัวเลือก มีตัวถูก 1 ตัวเลือก รวมข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ

2.2 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 1 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามแนวคิด ทฤษฎี และนิยามที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 โดยมีขั้นตอนการสร้างดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัด

จากภาพประกอบ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์แล้วนำมาสร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างแบบวัดนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้วัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งได้มาจากการศึกษาจุดประสงค์ของการวิจัย ธรรมชาติคุณลักษณะของตัวแปรและคุณลักษณะของประชากร รวมทั้งองค์ความรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาขอบเขตของเนื้อหาของตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นผังการออกแบบวัด (Test Blue Print) ดังนี้

ขอบเขตเนื้อหาการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยกำหนดลักษณะการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์โดยยึดถือโครงสร้างนิยามตามกระบวนการ 4 กระบวนการ ที่แสดงออกถึงคุณลักษณะของการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย กระบวนการรู้คิด กระบวนการจูงใจ กระบวนการด้านความรู้สึก และกระบวนการเลือก (วิลาสลักษณ์ ชั่ววลี. 2543: 29-30) แล้วกำหนดโครงสร้างของแบบวัดการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ คือ กระบวนการรู้คิด กระบวนการจูงใจ กระบวนการด้านความรู้สึก และกระบวนการเลือก โดยขอบเขตของเนื้อหาจะเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อตนเองในการปฏิบัติกิจกรรม /งานด้านการเรียนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากนักเรียนที่เป็นกลุ่มประชากรที่ศึกษารวมทั้งสิ้น 129 คน เพื่อสังเคราะห์เป็นผังการออกแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 5

ตาราง 5 ผังการออกแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการ เนื้อหา	กระบวนการรู้คิด	กระบวนการจิตใจ	กระบวนการด้านความรู้สึก	กระบวนการเลือก
	แบบแผนการคิดที่ส่งเสริม/บันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม	การจิตใจตนเองและกระทำตามเป้าหมาย	ควบคุมความคิดที่จะเปลี่ยนแปลงอารมณ์ความรู้สึก	หลีกเลี่ยงกิจกรรมที่ยากเกินไป/กระทำกิจกรรมที่สามารถจัดการได้
ความรู้สึกที่มีต่อตนเองว่า สามารถที่จะปฏิบัติกิจกรรม /งานด้านการเรียนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	5 (8) ข้อ	5 (8) ข้อ	5 (8) ข้อ	5 (8) ข้อ
รวม	20 (32) ข้อ			

หมายเหตุ ตัวเลขหน้าวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อคำถามที่ต้องการ

ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อคำถามซึ่งคิดเป็น 1.5 เท่าของข้อคำถามที่ต้องการ

3. กำหนดรูปแบบของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ให้มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ ได้แก่ จริงมาก จริงค่อนข้างมาก จริงปานกลาง จริงค่อนข้างน้อย จริงน้อย จำนวน 32 ข้อ โดยมีระบบการให้คะแนนตามทิศทางของข้อความทางบวกหรือข้อความทางลบ

4. เขียนข้อคำถามของแบบวัดประมาณ 1.5 เท่า ของข้อคำถามที่ต้องการตามผังการออกแบบวัด โดยเขียนข้อคำถามของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์จำนวน 32 ข้อ

5. นำแบบวัดที่สร้างขึ้นวิพากษ์และปรับแก้ข้อคำถามกับอาจารย์ที่ควบคุมปริญญาโทเพื่อให้ได้ข้อคำถามที่มีความเที่ยงตรงและครอบคลุมโครงสร้างทฤษฎี พร้อมทั้งปรับแก้ข้อคำถามตามข้อเสนอแนะและคัดเลือกข้อคำถาม จากนั้นนำมาจัดพิมพ์เป็นแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์

6. นำแบบวัดที่สร้างขึ้นมาและปรับปรุงแล้ว ตามข้อ 5 มาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องและความครอบคลุมเนื้อหาของแบบวัดกับนิยามปฏิบัติการแล้วคัดเลือกข้อคำถาม จากนั้นนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกข้อคำถามตามเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ซึ่งถือว่าข้อคำถามข้อนั้นสามารถนำไปใช้ได้ ผลการพิจารณาพบว่า แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ ได้ข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ทุกข้อ โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ถึง 1.00 นอกจากนี้ข้อคำถามทุกข้อก่อนจะนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป ผู้วิจัยได้นำมาพิจารณาปรับปรุงอีกครั้ง โดยพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้แบบวัดมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

7. ออกแบบจัดชุดแบบวัดและกำหนดแนวทางการเก็บข้อมูลสำหรับการทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย

8. นำแบบวัดที่ได้ไปจัดชุดและกำหนดวิธีการดำเนินการสอบ เพื่อนำแบบวัดไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 (Try Out) เพื่อพัฒนาคุณภาพของแบบวัดกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ จากโรงเรียนทั้ง 3 ขนาด ได้แก่โรงเรียนธงชัยวิทยา โรงเรียนสามร้อยยอดวิทยาคม และโรงเรียนกุยบุรีวิทยา จำนวน 129 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย แล้วนำแบบวัดมาคัดเลือกฉบับที่สมบูรณ์ไว้ จำนวน 100 ฉบับ

9. วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นรายข้อด้วยวิธีการทางสถิติ ได้แก่ การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมจากข้ออื่นๆ ที่เหลือทั้งหมด (Item Total Correlation) ด้วยสูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation : r_{xy}) มีข้อคำถามจำนวน 32 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .098 – .659 และใช้เกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) ตั้งแต่ .200 ขึ้นไป ผลการคัดเลือกข้อคำถามของแบบวัดแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 20 ข้อ เพื่อให้ครบตามโครงสร้างของการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ ดังผังออกแบบวัด (ตาราง 5) โดยมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .200 – .659

10. ผู้วิจัยนำข้อคำถามที่พิจารณาคัดเลือกในขั้นตอนที่ 9 มาจัดชุดและกำหนดวิธีการดำเนินการสอบ เพื่อนำแบบวัดไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 (Try Out) เพื่อพัฒนาคุณภาพของแบบวัดกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ จากโรงเรียนทั้ง 3 ขนาด ได้แก่ โรงเรียนบ้านหนองตะเภา โรงเรียนอ่าวน้อยวิทยานิคม และโรงเรียนประจวบวิทยาลัย จำนวน 154 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย แล้วนำแบบวัดมาคัดเลือกฉบับที่สมบูรณ์ไว้จำนวน 120 ฉบับ มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้วิธีการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมจากข้ออื่นๆ ที่เหลือทั้งหมด (Item Total Correlation)

ด้วยสูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation : r_{xy}) และ วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) รายฉบับของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient- α) ของครอนบัค (Crobach) ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าแบบวัดการรับรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .208 – .701 และมีค่าความเชื่อมั่นรายฉบับเท่ากับ .880

10. จากการพิจารณาคุณภาพของแบบวัด ทั้งค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นรายฉบับ ผู้วิจัยเชื่อว่าแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ มีคุณภาพเพียงพอในการนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยต่อไป

ตัวอย่าง แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อความ และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดเพียงช่องเดียว

ข้อ	ข้อความ	จริงมาก	จริงค่อนข้างมาก	จริงปานกลาง	จริงค่อนข้างน้อย	จริงน้อย
1.	กระบวนการรู้คิด ข้าพเจ้าสามารถคิดลำดับกระบวนการทดลองที่ยุ่งยาก และซับซ้อนให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น					
2.	กระบวนการสนใจ ข้าพเจ้าตั้งใจจะทบทวนบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทุกวัน เพื่อเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนให้มากขึ้น					
3.	กระบวนการด้านความรู้สึก ข้าพเจ้ารู้สึกว่าไม่สามารถเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับที่ยากขึ้นไปกว่านี้ได้					
4.	กระบวนการเลือก ข้าพเจ้าเลือกใช้ความรู้จากการทดลองต่างๆ ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้					

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 100 คะแนน การให้คะแนนเป็น 5 ค่า การให้น้ำหนักคะแนนในการตอบข้อต่างๆ ในแต่ละข้อ มีเกณฑ์ดังต่อไปนี้

	คะแนนในข้อความทางบวก	คะแนนในข้อความทางลบ
จริงมาก	5	1
จริงค่อนข้างมาก	4	2
จริงปานกลาง	3	3
จริงค่อนข้างน้อย	2	4
จริงน้อย	1	5

เกณฑ์การแปลความหมาย

ในการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยของการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์จำนวน 20 ข้อ เพื่อให้ทราบถึงระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
90.00 - 100.00	มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง
70.00 - 89.99	มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง
50.00 - 69.99	มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
30.00 - 49.99	มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
20.00 - 29.99	มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

2.3 ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาแบบวัดจำนวน 5 ฉบับ แบ่งออกเป็น

1. แบบทดสอบ จำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2. แบบสอบถาม จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. ผู้วิจัยศึกษาจุดมุ่งหมายของการวิจัย ธรรมชาติของตัวแปรและแบบวัดที่สอดคล้องภายใต้องค์ความรู้และบริบทที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเพื่อทำความเข้าใจและพัฒนาเครื่องมือที่จะวัดของตัวแปรดังกล่าวให้เหมาะสม

2. พิจารณาปรับแบบวัดและข้อคำถามให้เหมาะสมกับคุณลักษณะและกลุ่มประชากรที่ต้องการจะวัด ซึ่งแบบวัดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น

2.1 แบบทดสอบ จำนวน 3 ฉบับ ได้แก่

2.1.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพัฒนามาจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของมนวิภา อ่อนศรี (2541) เป็นแบบวัดที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์จำนวน 8 สถานการณ์ มีตัวเลือกจำนวน 5 ตัวเลือก มีข้อคำถามทั้งหมด 32 ข้อ ซึ่งศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 ถึง .66 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .22 ถึง .68 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .802

2.1.2 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยพัฒนามาจากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของครองสิน มิตะทัง (2548) เป็นแบบวัดที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ มีตัวเลือกจำนวน 3 ตัวเลือก มีข้อคำถามทั้งหมด 40 ข้อ ซึ่งพัฒนาขึ้นตามทฤษฎีการคิดอย่างมีวิจารณญาณของเอนนิส และทำศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าความยากง่ายระหว่าง .347 ถึง .719 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .884

2.1.3 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่นำมาทำการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยพัฒนามาจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของ ธีรรัตน์ ไตรเดช (2549) ซึ่งใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ มีตัวเลือกจำนวน 5 ตัวเลือก แบบวัดมีทั้งหมด 5 ฉบับ ดังนี้

ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง .39 ถึง .67 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .56 ถึง .89 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .76

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง .39 ถึง .50 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .67 ถึง 1.00 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .76

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง .28 ถึง .58 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .33 ถึง .78 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .60

ทักษะการทดลอง จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง .39 ถึง .61 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .39 ถึง .83 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .60

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง .31 ถึง .61 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .50 ถึง .89 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .73

2.2 แบบสอบถาม จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่

2.2.1 แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ผู้วิจัยพัฒนามาจากแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของประทีปศรี เผ่าเมือง (2546) มีข้อคำถามจำนวน 20 ข้อ ซึ่งศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบวัดที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า ชนิด 4 ระดับ คือ จริงมากที่สุด จริงมาก จริงน้อย จริงน้อยที่สุด ซึ่งมีทั้งข้อความเชิงบวกและเชิงลบ มีค่าอำนาจจำแนก (t) ตั้งแต่ 3.995 ถึง 7.588 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .863

2.2.2 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพัฒนาจากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของวนิดา คันธจันทร์ (2549) มีข้อคำถามจำนวน 30 ข้อ ซึ่งศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบวัดที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า ชนิด 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ซึ่งมีทั้งข้อความเชิงบวกและเชิงลบ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .422 ถึง .673 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .945

3. พิจารณาปรับข้อคำถามของแบบวัดและปรับปรุงภาษาให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยได้พัฒนาข้อคำถามของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 32 ข้อ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 20 ข้อ แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 20 ข้อ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 ข้อ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 20 ข้อ

4. นำแบบวัดที่ผ่านการคัดกรองจากข้อ 3 ไปจัดชุดและกำหนดวิธีการดำเนินการสอบเพื่อนำแบบวัดไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อพัฒนาคุณภาพของแบบสอบถามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ จากโรงเรียนทั้ง 3 ขนาด ได้แก่ โรงเรียนบ้านหนองตะเภา โรงเรียนสามร้อยยอดวิทยาคม โรงเรียนประจวบวิทยาลัย และโรงเรียนกุยบุรีวิทยา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย แล้วนำแบบวัดมาคัดเลือกฉบับที่สมบูรณ์ไว้ จำนวน 120 ฉบับ โดยแบบทดสอบนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ในส่วนของแบบสอบถามนำมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้วิธีการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมจากข้ออื่นๆ ที่เหลือทั้งหมด (Item Total Correlation) ด้วยสูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation: r_{xy}) เพื่อพิจารณาว่าแบบวัดแต่ละข้อสามารถจำแนกผู้สอบตามความสามารถของแต่ละคนเพียงใด และพิจารณาคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .20-.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ผลการพิจารณาพบว่า

4.1 แบบทดสอบ จำนวน 3 ฉบับ ได้แก่

4.1.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 32 ข้อ พบว่ามีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .336 - .740 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .283 - .598 ซึ่งพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามไว้ทุกข้อ

4.1.2 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 40 ข้อ พบว่ามีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .163 - .713 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .169 - .517 และได้พิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ไว้จำนวน 20 ข้อ หลังการคัดเลือกข้อคำถามพบว่ามีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .331 - .713 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .205 - .517

4.1.3 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ พบว่ามีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .191 - .865 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .143 - .660 และได้พิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ไว้จำนวน 20 ข้อ หลังการคัดเลือกข้อคำถามพบว่ามีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .201 - .706 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .201 - .660

4.2 แบบสอบถาม จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่

4.2.1 แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 20 ข้อ พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .368 - .676 ซึ่งพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามไว้ทุกข้อ

4.2.2 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .211 - .626 ซึ่งพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามไว้ 24 ข้อ หลังการคัดเลือกข้อคำถามพบว่ามีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .305 - .598

5. ผู้วิจัยนำข้อคำถามที่พิจารณาคัดเลือกในขั้นตอนที่ 4 มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) รายฉบับของแบบวัด โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ในการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient- α) ของครอนบัค (Cronbach) สำหรับการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า

5.1 แบบทดสอบ จำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นรายฉบับเท่ากับ .765 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าความเชื่อมั่นรายฉบับเท่ากับ .738 และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีค่าความเชื่อมั่นรายฉบับเท่ากับ .725

5.2 แบบสอบถาม จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีค่าความเชื่อมั่นรายฉบับเท่ากับ .834 และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นรายฉบับเท่ากับ .853

6. จากการพิจารณาคุณภาพของแบบวัด ทั้งค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นรายฉบับ ผู้วิจัยเชื่อว่าแบบวัดทั้ง 5 ฉบับ มีคุณภาพเพียงพอในการนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยต่อไป

ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่าง แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ (0)

อติราชสังเกตเห็นว่าผักทองพันธุ์ดีที่เขานำมาปลูกไว้ในไร่ของเขาถูกแมลงกัดกิน เขาจึงใช้ยาปราบศัตรูพืชฉีดพ่นเป็นประจำ พบว่าผักทองเจริญเติบโตงอกงามดีปราศจากจากโรคและแมลงรบกวน แต่เขาก็ต้องแปลกใจเมื่อผักทองติดผลน้อยลงมาก ทั้งๆ ที่ผักทองออกดอกมากมาย

1. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดในสถานการณ์นี้

- ก. ผักทองติดผลน้อย
- ข. มีแมลงมากัดกินผักทอง
- ค. การกำจัดแมลงศัตรูพืช
- ง. ผักทองมีดอกมากเกินไป
- จ. ใช้ยาปราบศัตรูพืชชนิดร้ายแรงเกินไป

คำตอบ ตัวเลือก ก.

2. นักเรียนจะคาดคะเนสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ว่าอย่างไร

- ก. ผักทองพันธุ์ไม่ดีจริง
- ข. ขาดปุ๋ยที่ทำให้เกิดผล
- ค. ขาดแมลงช่วยผสมเกสร
- ง. ดินเป็นกรดหรือเบสมากไป
- จ. มีแมลงมารบกวนมากเกิดจากการดื้อยา

คำตอบ ตัวเลือก ค.

3. นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร เพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหา

- ก. ปลุกพืชทอง 2 แปลง แปลงที่ 1 ไม่ปรับสภาพดิน แปลงที่ 2 ปรับสภาพดินให้เป็นกลาง
- ข. ปลุกพืชทอง 2 แปลง แปลงที่ 1 กางมุ้งป้องกันแมลง แปลงที่ 2 ไม่กางมุ้งป้องกันแมลง
- ค. ปลุกพืชทอง 2 แปลง แปลงที่ 1 ใช้พืชทองพันธุ์เดิม แปลงที่ 2 แปลงที่หนึ่งใช้ข้าวโพดพันธุ์ที่ดีกว่าพันธุ์เดิม
- ง. ปลุกพืชทอง 2 แปลง แปลงที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย ไม่ใส่สารเร่งดอกเร่งผล แปลงที่ 2 ใส่ปุ๋ย ใส่สารเร่งดอกเร่งผล
- จ. ปลุกพืชทอง 2 แปลง แปลงที่ 1 ใช้ยาปราบศัตรูพืชชนิดเดิม แปลงที่ 2 ใช้ยาปราบศัตรูพืชที่มีฤทธิ์ร้ายแรงกว่า

คำตอบ ตัวเลือก ข.

4. นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร

- ก. แปลงพืชทองที่ไม่กางมุ้งจะติดลูกมากกว่า
- ข. แปลงพืชทองพันธุ์ดีกว่าเดิมจะติดลูกมากกว่า
- ค. แปลงพืชทองที่ปรับสภาพดินให้เป็นกลางจะติดลูกมากกว่า
- ง. แปลงพืชทองที่ใส่ปุ๋ย ใส่สารเร่งดอกเร่งผลจะติดลูกมากกว่า
- จ. แปลงพืชทองที่ใช้ยาปราบศัตรูพืชชนิดร้ายแรงกว่าเดิม จะติดลูกมากกว่า

คำตอบ ตัวเลือก ก.

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์ ในการตรวจให้คะแนน 1 คะแนน ถ้าตอบคำถามข้อนั้นถูก และถ้าตอบคำถามข้อนั้นผิด หรือเว้นว่างไว้หรือตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบในข้อนั้นๆ ให้ 0 คะแนน

เมื่อรวมคะแนนในแต่ละด้าน คะแนนสูงสุดในแต่ละด้านจะเท่ากับ 8 คะแนน และคะแนนต่ำสุดจะเท่ากับ 0 คะแนน โดยมีการแปลความหมายตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
06.00 – 08.00	นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์) อยู่ในระดับสูง
04.00 – 05.99	นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์) อยู่ในระดับปานกลาง

00.00 - 03.99 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์) อยู่ในระดับต่ำ

เมื่อรวมคะแนนทั้ง 4 ด้าน คะแนนรวมทั้งหมดจะเท่ากับ 32 คะแนน และต่ำสุดจะเท่ากับ 0 คะแนน โดยมีการแปลความหมายตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย

การแปลความหมาย

24.00 - 32.00 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง

16.00 - 23.99 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

00.00 - 15.99 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

ตัวอย่าง แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ด้านการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล

สถานการณ์

โรงเรียนแห่งหนึ่งได้ทำการทดสอบความเร็วในการวิ่งของนักเรียนเพื่อคัดเลือกนักกีฬาเป็นตัวแทนของโรงเรียนในการแข่งขันกีฬาระหว่างโรงเรียน จากการทดสอบความเร็วในการวิ่งของนักกีฬา 3 คน ได้ผลดังต่อไปนี้

คนที่		ระยะทางที่วิ่ง (เมตร)	เวลาที่วิ่ง	
			ตอนเช้า	ตอนเย็น
1	เวลาที่ใช้ในการวิ่ง (ชม.นาที่.วินาที)	100	0.10.43	0.10.32
		200	0.20.46	0.19.59
		400	0.41.55	0.38.20
2	เวลาที่ใช้ในการวิ่ง (ชม.นาที่.วินาที)	100	0.11.02	0.11.00
		200	0.21.48	0.21.22
		400	0.42.58	0.42.43
3	เวลาที่ใช้ในการวิ่ง (ชม.นาที่.วินาที)	100	0.10.45	0.10.32
		200	0.20.46	0.19.32
		400	0.41.47	0.37.52

1. หลังทำการทดสอบผลการวิ่ง มีรายงานผลการทดสอบดังนี้

ข้อที่ 1 ผู้ทำการทดสอบรายงานว่า “นักกีฬาส่วนมากวิ่งได้เร็วในระยะเวลาเย็น”

ข้อที่ 2 นักวิ่งทั้งสามคนรายงานว่า “ในระยะเวลาเย็นวิ่งได้เร็วกว่าช่วงเวลาเช้า”

จากการรายงานดังกล่าว นักเรียนคิดว่าข้อความใดน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

ก. ข้อที่ 1 น่าเชื่อถือมากกว่า

ข. ข้อที่ 2 น่าเชื่อถือมากกว่า

ค. ไม่มีข้อความใดน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

คำตอบ ตัวเลือก ข.

ด้านการอุปนัย

จากการทดลองครั้งแรก ดร. สมศักดิ์ และ ดร.สมโภชสรุปว่า **หนอนกะหล่ำปลีมีพิษต่อเปิด**

2. ได้มีการทดลองซ้ำกับเปิดอีก 3 ชนิด ซึ่งมีอายุน้อยกว่าเปิดที่ใช้ในการทดลองกลุ่มแรก เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์เปิดที่ได้รับอาหารธรรมดาตาย 2 ตัว และเปิดที่ได้รับหนอนกะหล่ำปลีตาย 20 ตัว **ข้อมูลนี้เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่ว่า “หนอนกะหล่ำปลีมีพิษต่อเปิด” อย่างไร**

ก. ข้อมูลนี้สนับสนุนข้อสรุป

ข. ข้อมูลนี้ขัดแย้งข้อสรุป

ค. ข้อมูลนี้ไม่สนับสนุน หรือ ไม่ขัดแย้งกับข้อสรุป

คำตอบ ตัวเลือก ก.

ด้านการนิรนัย

เป็นเรื่องราวของชาย 2 คนที่กำลังโต้เถียงเกี่ยวกับเรื่องการให้ผู้มีอายุ 18 ปี มีสิทธิในการออกเสียงเลือกตั้ง

3. มาโนช “ยิ่งกว่านั้น คนที่อายุ 18 ปีควรจะได้รับอนุญาตให้ออกเสียงเลือกตั้งได้ เพราะว่าใครก็ตามที่มีส่วนได้ส่วนเสียกับผลการตัดสินใจของผู้มีสิทธิออกเสียงเลือกตั้ง ก็ควรจะได้รับอนุญาตให้ออกเสียงเลือกตั้งด้วย ซึ่งเห็นชัดอยู่แล้วว่า คนที่อายุ 18 ปีจะเป็นผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียกับผลการตัดสินใจของผู้มีสิทธิออกเสียงเลือกตั้งคนที่อายุ 18 ปีไม่ควรจะมีสิทธิในการออกเสียงเลือกตั้ง” **จงเลือกตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวต่อไปนี้**

ก. ข้อสรุปที่ขีดเส้นใต้สอดคล้องกับข้อสรุปในประโยค

ข. ข้อสรุปที่ขีดเส้นใต้ขัดแย้งกับข้อสรุปในประโยค

ค. ข้อสรุปที่ขีดเส้นใต้ไม่สอดคล้องและไม่ขัดแย้งกับข้อสรุปในประโยค

คำตอบ ตัวเลือก ข.

ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

4. สมชาย “ผมได้ยินมาว่าคุณและพรรคพวกพยายามที่จะใส่คลอรีนลงในน้ำประปา คุณอาจคิดว่าสิ่งนี้เป็นสิ่งดี ซึ่งเห็นได้ชัดว่าเรื่องที่กำลังพูดถึงเป็นเรื่องการใส่คลอรีนหรือไม่ใส่คลอรีนลงในน้ำประปา เฉพาะคนโง่เท่านั้นที่เห็นด้วยกับการใส่คลอรีน ดังนั้นพวกเราจึงไม่ควรใส่”

สุชาติ “อย่างน้อยที่สุดคุณก็พูดถูกต้อง ที่กล่าวว่าเรากำลังพยายามที่จะใส่คลอรีนลงในน้ำประปา ”
จึงเลือกข้อคำตอบที่มีเหตุผลที่ดีที่สุดที่ทำให้ความคิดดังกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. สมชายที่กักตักเอาอย่างผิดๆ ว่ามีทางเลือกสองทางที่ถูกต้อง

ข. สมชายกำลังใช้คำพูดเดียวกันในสองความหมาย

ค. สมชายกำลังใช้ภาษาอารมณ์ที่ไม่ช่วยให้ข้ออ้างสมเหตุสมผล

คำตอบ ตัวเลือก ค.

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณใช้เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน 1 คะแนน ถ้าตอบคำถามข้อนั้นถูก และถ้าตอบคำถามข้อนั้นผิด หรือเว้นว่างไว้ หรือตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบในข้อนั้นๆ ให้ 0 คะแนน

เกณฑ์การแปลความหมาย

แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 20 ข้อ เพื่อให้ทราบถึงระดับของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีเกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย

การแปลความหมาย

15.00 – 20.00 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง

10.00 – 14.99 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลาง

00.00 – 09.99 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในต่ำ

ตัวอย่าง แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

ทักษะการตั้งสมมติฐาน

1. ในพื้นที่บริเวณหนึ่งประชากรมีอาการปวดศีรษะอย่างรุนแรง ชูบผอม เมื่อวินิจฉัยเบื้องต้นพบว่าถนนหมู่บ้าน ถมด้วยกากแบตเตอรี่จำนวนมาก อาจตั้งสมมติฐานได้ว่า อาการดังกล่าวเกิดจากสารพิษชนิดใด

ก. ตะกั่ว

ข. แคดเมียม

ค. ดีบุก

ง.ปรอท

จ. กำมะถัน

คำตอบ ตัวเลือก ก.

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2. จากคำพูดที่ว่า “ประเทศไทยจะกลายเป็นทะเลทราย ถ้ายังไม่มี การอนุรักษ์ป่าไม้” **การอนุรักษ์**
ป่าไม้ ในที่นี้หมายความว่าอย่างไร

- ก. การบำรุงรักษาป่าไม้ในเขตพื้นที่ต่างๆทั่วประเทศ
- ข. การส่งเสริมและปลูกฝังค่านิยมในการดูแลรักษาป่าไม้
- ค. การดูแลรักษาป่าไม้ไว้โดยไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์
- ง. การประกาศเขตป่าสงวนแห่งชาติ และลงโทษผู้ทำลายป่าอย่างรุนแรง
- จ. การปลูกป่า ประกาศเขตพื้นที่และออกกฎหมายควบคุมการใช้ประโยชน์จากป่าไม้

คำตอบ ตัวเลือก จ.

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

3. จากสมมติฐานที่ว่า “เกล็ดสามารถละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าในน้ำเย็น” ในการทดลองเพื่อทดสอบ
สมมติฐานนี้จะต้องจัดข้อใดให้เหมือนกัน

- ก. อุณหภูมิของน้ำและปริมาณของน้ำ
- ข. ปริมาณของเกล็ดและปริมาณของน้ำ
- ค. ปริมาณของเกล็ดและความกดดันของอากาศ
- ง. อุณหภูมิของน้ำและขนาดของภาชนะที่ใส่น้ำ
- จ. ปริมาณของเกล็ด ปริมาณของน้ำและอุณหภูมิของน้ำ

คำตอบ ตัวเลือก จ.

ทักษะการทดลอง

4. วัสดุ-อุปกรณ์ในข้อใดสามารถทดสอบสมมติฐานที่ว่า “ดินต่างชนิดกันจะปลูกพืชได้เจริญเติบโต
แตกต่างกัน”

- ก. กระป๋องนม ปุ๋ย ดินชนิดเดียวกัน น้ำ
- ข. เมล็ดพืช น้ำ ดินต่างชนิดกัน ตะแกรงลวด
- ค. ดินต่างชนิดกัน ตะแกรงลวด พืชชนิดเดียวกัน น้ำ
- ง. กล่องพลาสติก กระดาษชำระ สำลี กิ่งชบา
- จ. ดินต่างชนิดกัน กระป๋องนม พืชชนิดเดียวกัน น้ำ

คำตอบ ตัวเลือก จ.

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

5. พิจารณาทารางต่อไปนี้

สถานที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
ชายหาดบางแสน	30
สนามหลวง	31
ดอยอินทนน	21
ประเทศิเบต	5
เทือกเขาหิมาลัย	-21

ควรสรุปข้อมูลในตารางนี้ว่าอย่างไร

- ก. สนามหลวงอากาศร้อน
- ข. ยิ่งสูงขึ้นอุณหภูมิยิ่งต่ำลง
- ค. ยิ่งสูงขึ้นอากาศจะร้อนขึ้น
- ง. ประเทศิเบตหนาวกว่าประเทศไทย
- จ. บนเทือกเขาหิมาลัยน้ำจะเป็นน้ำแข็งทั้งหมด

คำตอบ ตัวเลือก ข.

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการใช้เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน 1 คะแนน ถ้าตอบคำถามข้อนั้นถูก และถ้าตอบคำถามข้อนั้นผิด หรือเว้นว่างไว้ หรือตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบในข้อนั้นๆ ให้ 0 คะแนน

เกณฑ์การแปลความหมาย

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 20 ข้อ เพื่อให้ทราบถึงระดับของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีเกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
15.00 – 20.00	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในระดับสูง
10.00 – 14.99	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในระดับปานกลาง
00.00 – 09.99	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในต่ำ

ตัวอย่าง แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

คำชี้แจง แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ให้นักเรียนอ่านแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือของข้อความในแต่ละข้อเพียงช่องเดียวที่ตรงกับความเป็นจริงของนักเรียนมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	จริงมาก	จริงค่อนข้างมาก	จริงปานกลาง	จริงค่อนข้างน้อย	จริงน้อยที่สุด
0	ข้าพเจ้าชอบแก้ปัญหาด้วยตนเอง					
00	ข้าพเจ้ามีความมุ่งมั่นที่จะทำงานให้สำเร็จ					
000	ข้าพเจ้าจะพยายามมากขึ้น ถ้างานที่ได้รับนั้นยาก					

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 100 คะแนน การให้คะแนนเป็น 5 ค่าตามระดับการรับรู้และทิศทางของข้อคำถาม ดังนี้

	คะแนนในข้อความทางบวก	คะแนนในข้อความทางลบ
จริงมาก	5	1
จริงค่อนข้างมาก	4	2
จริงปานกลาง	3	3
จริงค่อนข้างน้อย	2	4
จริงน้อยที่สุด	1	5

เกณฑ์การแปลความหมาย

ในการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 20 ข้อ เพื่อให้ทราบถึงระดับของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีเกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
90.00 - 100.00	มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับสูง
70.00 - 89.99	มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง
50.00 - 69.99	มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับปานกลาง
30.00 - 49.99	มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
20.00 - 29.99	มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับต่ำ

ตัวอย่าง แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความแต่ละข้อความ และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดเพียงช่องเดียว

ข้อ	ข้อความ	ระดับความรู้สึก/ความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.	ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น ข้าพเจ้าคิดว่าการค้นคว้าหาความรู้เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับข้าพเจ้า					
2.	ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม ข้าพเจ้ายอมรับผลของการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย					
3.	ความมีเหตุผล ข้าพเจ้าคิดว่าการสรุปผลการทดลองที่ดีต้องมีเหตุผลทางหลักวิทยาศาสตร์ประกอบ					
4.	ความมีระเบียบรอบคอบ ข้าพเจ้าทำการรวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอก่อนที่จะลงสรุปเรื่องราวต่างๆ					
5.	ความซื่อสัตย์ ในการทดลองแต่ละครั้งข้าพเจ้าจะรายงานผลตรงตามการทดลองที่เกิดขึ้นจริง					
6.	ความใจกว้างและเต็มใจรับฟังความคิดเห็น ข้าพเจ้าคิดว่าการรับฟังแนวความคิดหรือความรู้ นอกเหนือจากที่ตนเองมีอยู่ จะช่วยให้เรารอบรู้มากขึ้น					

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 ข้อ คะแนนเต็ม 120 คะแนน การให้คะแนนเป็น 5 ค่า ตามระดับการรับรู้และทิศทางของข้อคำถาม ดังนี้

ระดับความรู้สึก/ความคิดเห็น	คะแนนในข้อความทางบวก	คะแนนในข้อความทางลบ
มากที่สุด	5	1
มาก	4	2
ปานกลาง	3	3
น้อย	2	4
น้อยที่สุด	1	5

เกณฑ์การแปลความหมาย

ในการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 ข้อ เพื่อให้ทราบถึงระดับของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
108.00 – 120.00	มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง
84.00 – 107.99	มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง
60.00 – 83.99	มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
36.00 – 59.99	มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
24.00 – 35.99	มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวางแผนเกี่ยวกับวิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัด จำนวน 6 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยจัดแบบวัดออกเป็น 3 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 ประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ชุดที่ 2 ประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 3 ประกอบด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบวัดการรับรู้

ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนที่ปรับปรุงจากการวิเคราะห์เครื่องมือในขั้นการทดลองใช้ (Try Out) ดังนี้

1. ติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้บริหารสถานศึกษา ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. นำหนังสือราชการจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ยื่นต่อผู้บริหารสถานศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งนัดหมายวัน เวลา สถานที่ที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งอยู่ระหว่างเดือน ธันวาคม พ.ศ.2550 ถึง เดือน มกราคม พ.ศ.2551

3. จัดเตรียมแบบวัดทั้ง 6 ฉบับ ประกอบไปด้วย แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยให้มีจำนวนแบบวัดมากกว่าจำนวนของกลุ่มตัวอย่างประมาณร้อยละ 30 เพื่อใช้ในการคัดเลือกกรณีตอบไม่สมบูรณ์หรือไม่มีความตั้งใจในการตอบ

4. ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทุกชุดตามกำหนดเวลาที่นัดหมายไว้ โดยมีวิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีคุณภาพและมีความคลาดเคลื่อนจากการวัดน้อยที่สุด

4.1 กำหนดเวลาในการตอบแบบวัดให้เหมาะสม โดยกำหนดให้นักเรียนทำแบบวัดชุดที่ 1 ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที แบบวัดชุดที่ 2 และชุดที่ 3 ใช้เวลาชุดละ 1 ชั่วโมง

4.2 ขอความอนุเคราะห์จากอาจารย์ประจำชั้นของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างกรุณาแจ้งให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการตอบแบบวัด

4.3 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการตอบแบบวัดแต่ละฉบับให้ชัดเจนเพื่อให้มีความเข้าใจตรงกัน จากนั้นให้นักเรียนทำแบบวัดชุดที่ 1-3 ตามลำดับ โดยกำหนดให้นักเรียนพัก 5 นาที ภายหลังการทำแบบวัดชุดที่ 1 และ 2 พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนด้านความตั้งใจทำแบบวัดเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินคัดเลือกข้อมูลสู่ขั้นตอนการ จัดกระทำข้อมูลต่อไป

4.4 แจ้งเตือนนักเรียนล่วงหน้า 10 นาที ก่อนหมดเวลาทำแบบวัดแต่ละชุด จากนั้นผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลเบื้องต้นขณะเก็บรวบรวมข้อมูลคืน

ผู้วิจัยวางแผนการจัดแบบวัดของนักเรียนแต่ละคนเข้าชุดกัน โดยการลงรหัสที่แบบวัดทุกฉบับและให้นักเรียนลงชื่อให้ตรงกับแบบวัดที่ตนเองได้รับ

5. นำแบบวัดทั้ง 6 ฉบับที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบ และคัดแยกแบบวัดที่ได้รับการตอบที่ไม่สมบูรณ์ หรือมีร่องรอยระบุถึงการไม่ตั้งใจทำแบบวัดโดยพิจารณาตามขอบเขตของกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ หลังจากคัดเลือกแบบวัดที่สมบูรณ์ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยจำนวน 390 คน

6. ทำการการลงรหัสและจัดระบบข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ เพื่อทำการทดสอบสมมติฐานและรายงานผลการวิจัยต่อไป

4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ตรวจสอบให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่กำหนดไว้

2. วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานของปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. วิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation Coefficient) ระหว่างปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4. วิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรตามหลายตัว (MMR) และค่าน้ำหนักความสำคัญ ระหว่างปัจจัยบางประการกับขั้นของการแก้ปัญหา ได้แก่ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างของการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ในระดับความเชื่อมั่นที่ .95 (มยุรี ศรีชัย. 2538: 105)

$$n = \frac{\sum_{g=1}^K \frac{N_g^2 S_g^2}{W_g}}{\frac{N^2 e^2}{Z_{\alpha/2}^2} + \sum_{g=1}^K N_g S_g^2}$$

เมื่อ	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	K	แทน	จำนวนชั้นที่สมาชิกของประชากรทั้งหมดถูกแบ่ง
	S_g^2	แทน	ค่าความแปรปรวนแต่ละชั้น
	e	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า
	N_g	แทน	จำนวนของนักเรียนในแต่ละชั้น
	W_g	แทน	$\frac{N_g}{N}$

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 วิเคราะห์หาความเที่ยงตรงเชิงพื้นผิว (Face Validity) โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2547: 179)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2538: 5)

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

2.3 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด โดยใช้วิธีการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่นๆที่เหลือทั้งหมด (Item Total Correlation) โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2547: 165-166)

$$r_{XY} = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{XY}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่ม
	X	แทน	คะแนนของข้อคำถาม
	Y	แทน	คะแนนผลรวมของข้ออื่นๆ ที่เหลือทุกข้อ

2.4 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2547: 220)

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด
	K	แทน	จำนวนข้อคำถามของเครื่องมือวัด
	S_i^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	S_x^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

2.5 วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (บุญเชิด ภิบุญอนันตพงษ์. 2547: 218)

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด
	K	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกหรือความยากของแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดซึ่งเท่ากับ 1- p
	S_x^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับของเครื่องมือวัด

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.)

3.2 การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรตามหลายตัว:MMR(Multivariate Multiple Regression) ในการวิเคราะห์ข้อมูล (Stevens. 1992: 131)

3.2.1 เกณฑ์อัตราส่วนไคลลิสด

$$\Lambda = \frac{|SS_{resid}|}{|SS_{tot}|} = \frac{|SS_{resid}|}{|SS_{reg} + SS_{resid}|}, 0 \leq \Lambda \leq 1$$

เมื่อ	Λ	แทน	ค่าแลมบ์ดาของวิลด์ (Wilks's Lambda)
	SS_{reg}	แทน	ตัวประมาณค่าเมตริกความเปลี่ยนแปลงการถดถอยสำหรับกลุ่มของตัวแปรตาม
	SS_{resid}	แทน	ตัวประมาณค่าเมตริกความเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือสำหรับกลุ่มของตัวแปรตาม
	SS_{tot}	แทน	ตัวประมาณค่าเมตริกความเปลี่ยนแปลงรวมทั้งหมดสำหรับตัวแปรตามที่เกี่ยวข้องกับค่าเฉลี่ย

3.2.2 สถิติเอฟของราวว์ (Rao's F statistics) หรือ “ราวว์-เอฟ”

$$F = \frac{1 - \Lambda^{1/s}}{\Lambda^{1/s}} \cdot \frac{ms + 1 - qp / 2}{qp}$$

เมื่อ F แทน สถิติเอฟของราวว์

s แทน $\sqrt{(p^2q^2 - 4) / (p^2 + q^2 - 5)}$

m แทน $|ne - (p + 1 - q) / 2|$

p แทน จำนวนตัวแปรตาม

q แทน จำนวนตัวแปรอิสระ

ne แทน องศาความเป็นอิสระของค่าผิดพลาด

3.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2540: 173)

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{XY}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ X
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ Y
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ X แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ X และ Y คูณกันแต่ละคู่
	N	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

3.4 ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้ t-test (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2540: 250)

$$t = r \sqrt{\frac{N-2}{1-r^2}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าจากการแจกแจงแบบที
	r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	N	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	N-2

3.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ โดยใช้สูตร (Pedhazur. 1997: 104)

$$R_{Y.12...K} = \sqrt{\beta_1 r_{Y1} + \beta_2 r_{Y2} + ... \beta_K r_{YK}}$$

เมื่อ	$R_{Y.12...K}$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณขอตัวแปรอิสระที่ 1 ถึง K
	$\beta_1, \beta_2, ..., \beta_K$	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระที่ 1 ถึง K
	$r_{Y1}, r_{Y2}, ..., r_{YK}$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่ 1 ถึง K กับตัวแปรเกณฑ์ Y

3.6 ทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์พหุคูณ โดยสูตร F-test (Pedhazur. 1997: 105)

$$F = \frac{R^2 / k}{(1-R^2)(N-k-1)}$$

เมื่อ	F	แทน	ค่าการจำแนกแบบ F
	R	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	k	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ

3.7 หาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระโดยใช้สูตร (Pedhazur. 1997: 103)

3.7.1 หาค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ (Score Weight)

$$b_j = \beta_j \frac{S_Y}{S_j}$$

เมื่อ	b_j	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระที่ j ในรูปคะแนนดิบ
	β_j	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระที่ j ในรูปคะแนนมาตรฐาน
	S_Y	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากตัวแปรตาม
	S_j	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากตัวแปรอิสระตัวที่ j

3.7.2 ทดสอบนัยสำคัญของค่าน้ำหนักความสำคัญ โดยใช้สูตร t-test

$$t_{bj} = \frac{b_j}{SE_{bj}} \quad ; \quad df = N - k - 1$$

เมื่อ	t_{bj}	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติการแจกแจง t
	b_j	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระที่ j ในรูปคะแนนดิบ
	SE_{bj}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าน้ำหนักความสำคัญ
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	k	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ที่ตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

X_1	แทน	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
X_2	แทน	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
X_3	แทน	เจตคติทางวิทยาศาสตร์
X_4	แทน	การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์
X_5	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
Y	แทน	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
Y_1	แทน	ขั้นการระบุปัญหา
Y_2	แทน	ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา
Y_3	แทน	ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา
Y_4	แทน	ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
C.V.	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย
r_{xy}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient)
t	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบที (t-distribution)
F	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบเอฟ (F-distribution)
R	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
R^2	แทน	กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
Λ	แทน	ค่าวิลค์แลมดา (Wilks's Lambda)
b	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระในรูปคะแนนดิบ

β	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระในรูปคะแนนมาตรฐาน
$\beta \%$	แทน	ค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระ ในรูปคะแนนมาตรฐาน
K	แทน	จำนวนข้อของแบบวัด
X_k	แทน	คะแนนสูงสุดแต่ละฉบับของแบบวัด

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอเป็นลำดับดังต่อไปนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
3. ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรตามหลายตัว (MMR) ระหว่างปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์
4. ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี ผู้วิจัยได้นำคะแนนของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (X_1) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (X_2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (X_3) การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ (X_4) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (X_5) กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Y) ในขั้นการระบุปัญหา (Y_1) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (Y_2) ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา (Y_3) และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ (Y_4) มาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
(n=390)

ตัวแปร	K	X_K	$\bar{X}$	S.D.	C.V.	แปล ความหมาย
ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ (X_1)	20	20	8.476	2.853	33.660	ต่ำ
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (X_2)	20	100	66.092	11.465	17.347	ปานกลาง
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (X_3)	24	120	96.885	13.350	13.779	ปานกลาง
การรับรู้ความสามารถของตนเองทาง วิทยาศาสตร์ (X_4)	20	100	59.525	10.862	18.248	ปานกลาง
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ (X_5)	20	20	7.749	3.309	42.702	ต่ำ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ (Y)	32	32	13.431	5.232	38.955	ต่ำ
- ขั้นการระบุปัญหา (Y_1)	8	8	3.187	1.879	58.958	ต่ำ
- ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (Y_2)	8	8	3.571	1.759	49.258	ต่ำ
- ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา (Y_3)	8	8	3.289	1.746	53.086	ต่ำ
- ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ (Y_4)	8	8	3.382	1.701	50.296	ต่ำ

จากตาราง 6 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ โดยคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 8.476 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.853 และสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 33.660

นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ อยู่ในระดับปานกลาง โดยคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 66.092 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.465 และสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 17.347

นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง โดยคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 96.885 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 13.350 และสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 13.779

นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง โดยคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 59.525 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.862 และสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 18.248

นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ อยู่ในระดับต่ำ โดยคะแนนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 7.749 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.309 และสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 42.702

นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำ โดยคะแนนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 13.431 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.232 และสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 38.955 โดยที่

- นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการระบุปัญหา อยู่ในระดับต่ำ โดยคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.187 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.879 และสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 58.958

- นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการวิเคราะห์ปัญหา อยู่ในระดับต่ำ โดยคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.571 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.759 และสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 49.258

- นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา อยู่ในระดับต่ำ โดยคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.289 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.746 และสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 53.086

- นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ อยู่ในระดับต่ำ โดยคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.382 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.701 และสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าเท่ากับ 50.296

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ในขั้นนี้ ผู้วิจัยได้นำปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ขั้น มาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (r) โดยใช้สูตรของเพียร์สัน ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (r) ระหว่างปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและจำแนกตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา

ตัวแปร	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y
X ₁	1	.267**	.318**	.058	.424**	.326**	.364**	.364**	.301**	.452**
X ₂		1	.510**	.579**	.334**	.318**	.374**	.385**	.394**	.487**
X ₃			1	.361**	.310**	.351**	.373**	.403**	.323**	.483**
X ₄				1	.068	.097	.153**	.183**	.267**	.230**
X ₅					1	.363**	.425**	.490**	.413**	.561**
Y ₁						1	.338**	.311**	.368**	.684**
Y ₂							1	.516**	.487**	.775**
Y ₃								1	.515**	.773**
Y ₄									1	.779**
Y										1

** P ≤ .01 และ * P ≤ .05

จากตาราง 7 พบว่า กลุ่มของตัวแปรมีความสัมพันธ์กันดังนี้

2.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวแปรปัจจัยมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .058 ถึง .579 ยกเว้นความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .058 และ .068 ตามลำดับ

2.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .311 ถึง .516 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในสูงที่สุดนั้นเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการวิเคราะห์ปัญหากับขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวแปรตามกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม สัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าตั้งแต่ .684 ถึง .779 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในสูงที่สุดนั้นเป็นความสัมพันธ์ระหว่างขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละชั้น มีค่าอยู่ระหว่าง .097 ถึง .490 โดยที่

กลุ่มตัวแปรปัจจัยกับชั้นการระบุปัญหา มีค่าอยู่ระหว่าง .097 ถึง .363 ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์กับชั้นการระบุปัญหา มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มตัวแปรปัจจัยกับชั้นการวิเคราะห์ปัญหา มีค่าอยู่ระหว่าง .153 ถึง .425 ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

กลุ่มตัวแปรปัจจัยกับชั้นกำหนดวิธีแก้ปัญหา มีค่าอยู่ระหว่าง .183 ถึง .490 ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

กลุ่มตัวแปรปัจจัยกับชั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ มีค่าอยู่ระหว่าง .267 ถึง .413 ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

2.4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม มีค่าตั้งแต่ .230 ถึง .561 ซึ่งสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

เนื่องจากตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผู้วิจัยจึงนำตัวแปรอิสระมาทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อศึกษาปัญหาเกี่ยวกับความเป็นพหุสัมพันธ์ร่วม (Multicollinearity) โดยการทดสอบค่า Tolerance ซึ่งถ้าพบว่าค่า Tolerance ของตัวแปรอิสระตัวใดมีค่าน้อยจนเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าตัวแปรอิสระตัวนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระตัวอื่นมาก (กัลยา วาณิชยปัญญา. 2549: 370) และทดสอบค่า VIF (Variance inflation factor) ซึ่งหากพบว่าค่า VIF มีค่าเกิน 10 ถือว่าตัวแปรอิสระนั้นมีความสัมพันธ์กัน หรือเกิดปัญหาความเป็นพหุสัมพันธ์ร่วม (อุมาพร เทียมทัด. 2550: 107 อ้างอิงจาก Neter; Wasserman; & Kutner. 1990: 409) ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ค่า Tolerance และ VIF เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

ตัวแปร	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (X_1)	.773	1.294
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (X_2)	.745	1.343
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (X_3)	.683	1.463
การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ (X_4)	.632	1.582
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (X_5)	.514	1.947

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 8 พบว่า ค่า Tolerance ของตัวแปรอิสระมีค่าตั้งแต่ .514 - .773 ซึ่งมีค่าสูง แสดงว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันน้อย และเมื่อพิจารณาค่า VIF มีค่าตั้งแต่ 1.294 - 1.947 ซึ่งมีค่าไม่เกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันน้อย ผลที่ได้จากค่า Tolerance และค่า VIF ให้ผลสอดคล้องกัน จึงสรุปว่าตัวแปรที่ศึกษาไม่เกิดปัญหาความเป็นพหุสัมพันธ์ร่วม (Multicollinearity) ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

3. ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรตามหลายตัว (MMR) ระหว่างปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

จากผลการวิเคราะห์ในตารางพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ขั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำตัวแปรปัจจัยซึ่งได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มาวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรตามหลายตัว (Multivariate Multiple Regression : MMR) ด้วยการวิเคราะห์หาค่าวิลค์แลมดา (Wilks's Lambda) พิลไลส์ (Pillais) และโฮเทลลิง (Hotellings) ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วย F-test แล้ววิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณแบบตัวแปรตามเอกนัย (Univariate Multiple Regression) ของตัวแปรปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้น คือ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ (MR) และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วย F-test ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าการทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์พหุคูณที่วิเคราะห์แบบตัวแปรพหุนามและตัวแปรเอกนาม

การทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์พหุคูณที่วิเคราะห์แบบตัวแปรพหุนาม						
Multivariate Tests of Significance (s = 4, M = 0, n = 189.5)						
ตัวสถิติ	Value	Approx. F	df _{hy}	df _{err}	Sig	
Pillais	.536	11.885**	20	1536.00	.000	
Hotellings	1.009	19.137**	20	1518.00	.000	
Wilks's Lambda(Λ)	.487	15.336**	20	1264.58	.000	
การทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์พหุคูณที่วิเคราะห์แบบตัวแปรเอกนาม						
ตัวแปรตาม	R	R ²	R ² _{adj}	MS	Error MS	F
ขั้นการระบุปัญหา (Y ₁)	.478	.228	.218	62.662	2.760	22.700**
ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (Y ₂)	.537	.288	.279	69.412	2.230	31.122**
ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา (Y ₃)	.583	.340	.331	80.670	2.039	39.567**
ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ (Y ₄)	.519	.269	.259	60.580	2.144	28.260**

** P ≤ .01 และ * P ≤ .05

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 9 พบว่า การวิเคราะห์ค่าวิลค์แลมดา (Λ) เท่ากับ .487 (Approx F = 15.336, p < .000) ซึ่งแสดงว่าตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย กับตัวแปรตามทั้ง 4 ขั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เนื่องจากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรพหุนาม พบว่ากลุ่มตัวแปรปัจจัยกับกลุ่มตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงต้องทำการวิเคราะห์ต่อว่ากลุ่มตัวแปรปัจจัยมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามในแต่ละขั้นอย่างไร โดยผู้วิจัยได้ทำการทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์พหุคูณที่วิเคราะห์แบบตัวแปรเอกนาม

การวิเคราะห์แบบตัวแปรเอกนามค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างกลุ่มตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการระบุปัญหามีค่าเท่ากับ .478 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (F = 22.700, p < .000) มีค่าความแปรผันร่วมกัน 21.80 % ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างกลุ่มตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการวิเคราะห์ปัญหามีค่าเท่ากับ .537 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (F = 31.122, p < .000) มีค่าความแปรผันร่วมกัน 27.90 % ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างกลุ่มตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยกับ

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา มีค่าเท่ากับ .583 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F = 39.567, p < .000$) มีค่าความแปรผันร่วมกัน 33.10 % ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างกลุ่มตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์มีค่าเท่ากับ .519 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($F = 28.260, p < .000$) มีค่าความแปรผันร่วมกัน 25.90 %

4. คำนำน้าหนักความสำคัญของปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

การวิเคราะห์ขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมาวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญและทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยค่า t-test ดังแสดงในตาราง 10 และ 13 ตามลำดับ

ตาราง 10 ค่าน้ำหนักความสำคัญ และค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการระบุปัญหา

ตัวแปร	β	$\beta \%$	b	SE_b	t
X_1	.144	18.367	.095	.034	2.822**
X_2	.165	21.046	.027	.010	2.639**
X_3	.193	24.617	.027	.008	3.561**
X_4	-.089	11.352	-.015	.010	-1.583
X_5	.193	24.617	.110	.029	3.720**
R= .478 $R^2 = .228$ $R^2_{adj} = .218$ $F = 22.700^{**}$					

** $p \leq .01$ และ * $p \leq .05$

ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการระบุปัญหาในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มากที่สุด ได้แก่ ตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (X_5) ($\beta=.193$) มีค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลเท่ากับ 24.617% และตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (X_3) ($\beta=.193$) มีค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลเท่ากับ 24.617% รองลงมาได้แก่ ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (X_2) ($\beta=.165$) และตัวแปรความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (X_1) ($\beta=.144$) โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลเท่ากับ 21.046% และ 18.367% ตามลำดับ ส่วนตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ (X_4) ($\beta=-.089$) ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้น การระบุปัญหา

ตาราง 11 ค่าน้ำหนักความสำคัญ และค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการวิเคราะห์ปัญหา

ตัวแปร	β	$\beta \%$	b	SE _b	t
X_1	.159	19.825	.098	.030	3.251**
X_2	.190	23.691	.029	.009	3.159**
X_3	.165	20.574	.022	.007	3.162**
X_4	-.042	5.237	-.007	.009	-.778
X_5	.246	30.673	.131	.027	4.929**
R= .537 R ² = .288 R ² _{adj} = .279 F= 31.122**					

** p ≤ .01 และ * p ≤ .05

ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการวิเคราะห์ปัญหาในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มากที่สุด ได้แก่ ตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (X_5) ($\beta=.246$) มีค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลเท่ากับ 30.673% รองลงมา ได้แก่ ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (X_2) ($\beta=.190$) ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (X_3) ($\beta=.165$) และตัวแปรความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (X_1) ($\beta=.159$) โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลเท่ากับ 23.691%, 20.574% และ 19.825% ตามลำดับ ส่วนตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ (X_4) ($\beta=-.042$) ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการวิเคราะห์ปัญหา

ตาราง 12 คำนำน้หนักความสำคัญ และค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา

ตัวแปร	β	$\beta \%$	b	SE _b	t
X ₁	.131	16.540	.080	.029	2.777**
X ₂	.145	18.308	.022	.009	2.500*
X ₃	.184	23.232	.024	.007	3.672**
X ₄	.003	0.379	.000	.008	.052
X ₅	.329	41.540	.174	.025	6.855**
R= .583 R ² = .340 R ² _{adj} = .331 F= 39.567**					

** p ≤ .01 และ * p ≤ .05

ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหาในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มากที่สุด ได้แก่ ตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (X₅) (β =.329) มีค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลเท่ากับ 41.540% รองลงมา ได้แก่ ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (X₃) (β =.184) และตัวแปรความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (X₁) (β =.131) โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลเท่ากับ 23.232% และ 16.540% ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (X₂) (β =.145) มีค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลเท่ากับ 18.308% ส่วนตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ (X₄) (β =.003) ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา

ตาราง 13 ค่าน้ำหนักความสำคัญ และค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลของตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

ตัวแปร	β	$\beta \%$	b	SE _b	t
X ₁	.108	14.439	.064	.030	2.170*
X ₂	.164	21.925	.024	.009	2.619**
X ₃	.075	10.027	.010	.007	1.428
X ₄	.120	16.043	.019	.009	2.178*
X ₅	.281	37.567	.144	.026	5.550**
R= .519 R ² = .269 R ² _{adj} = .259 F= 28.260**					

** p ≤ .01 และ * p ≤ .05

ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มากที่สุด ได้แก่ ตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (X₅) (β =.281) มีค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลเท่ากับ 37.567% รองลงมา ได้แก่ ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (X₂) (β =.164) มีค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลเท่ากับ 21.925% มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ (X₄) (β =.120) และตัวแปรความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (X₁) (β =.108) มีค่าเปอร์เซ็นต์ส่งผลเท่ากับ 16.043% และ 14.439% ส่วนตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (X₃) (β =.075) ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

ตาราง 14 สรุปค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละขั้นของการแก้ปัญหา

ตัวแปร	Y ₁		Y ₂		Y ₃		Y ₄	
	β	t	β	t	β	t	β	t
X ₁	.144	2.822**	.159	3.251**	.131	2.777**	.108	2.170*
X ₂	.165	2.639**	.190	3.159**	.145	2.500*	.164	2.619**
X ₃	.193	3.561**	.165	3.162**	.184	3.672**	.075	1.428
X ₄	-.089	-1.583	-.042	-.778	.003	.052	.120	2.178*
X ₅	.193	3.720**	.246	4.929**	.329	6.855**	.281	5.550**

** p ≤ .01 และ * p ≤ .05

จากตาราง 14 พบว่า ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ขั้น คือ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ ได้แก่ ตัวแปรความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (X₁) ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (X₂) และตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (X₅) โดยที่ตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ส่งผลต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ขั้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (X₃) ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา และขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา

ส่วนตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ (X₄) ส่งผลต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์เท่านั้น

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สังเขปจุดประสงค์ สมมติฐานและวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการ ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและจำแนกตามขั้นของการแก้ปัญหา ได้แก่ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ และเพื่อศึกษาระดับน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ โดยมีสมมติฐานในการวิจัยว่า ปัจจัยดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ และมีตัวแปรปัจจัยอย่างน้อยหนึ่งตัวที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 390 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 9 โรงเรียน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน (Two-Stage Random Sampling) ผู้วิจัยเก็บข้อมูลในระหว่างเดือน ธันวาคม พ.ศ.2550 ถึง เดือน มกราคม พ.ศ.2551 โดยแจกแบบวัด จำนวน 784 ชุด และทำการคัดเลือกฉบับที่สมบูรณ์ไว้จำนวน 390 ชุด

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 32 ข้อ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 20 ข้อ แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 20 ข้อ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 ข้อ แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.711, 0.880, 0.920, 0.889, 0.907 และ 0.713 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้โปรแกรม SPSS for Windows Version 11.5 หาค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรของคะแนนจากแบบวัดทุกฉบับ วิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา วิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรตามหลายตัว (MMR) ระหว่างปัจจัยบางประการกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา วิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญ (Beta Weight) ค่าวิลค์แลมดา (Wilks's Lambda) ค่าพิลไลส์ (Pillais) และค่าโฮเทลลิง (Hotellings) แล้วทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วย F-test

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรตามหลายตัว (Multivariate Multiple Regression: MMR) ประกอบด้วยตัวแปรปัจจัย 5 ปัจจัย ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม มีค่าวิลค์แลมดาเท่ากับ .487 (Approx $F = 15.336$, $p < .000$) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมื่อพบว่ากลุ่มตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยกับกลุ่มตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณที่วิเคราะห์แบบตัวแปรเอกนาม (Univariate Multiple Regression) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการระบุปัญหา มีค่าเท่ากับ .478 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความแปรผันร่วมกัน 21.80% ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการวิเคราะห์ปัญหา มีค่าเท่ากับ .537 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความแปรผันร่วมกัน 27.90% ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา มีค่าเท่ากับ .583 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความแปรผันร่วมกัน 33.10% และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์มีค่าเท่ากับ .519 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าความแปรผันร่วมกัน 25.90%

2. คำนวณน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในชั้นต่าง ๆ พบว่า

ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ชั้น คือ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยที่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ชั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา และขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา

ส่วนการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ เท่านั้น

อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย สามารถอภิปรายผลประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรตามหลายตัวพบว่าตัวแปรปัจจัย 5 ปัจจัย ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากการศึกษาพบว่าวิธีคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกัน จึงทำให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกันด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้ 1. สติปัญญา 2. แรงจูงใจ 3. ความพร้อมในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ๆ โดยทันที จากประสบการณ์ที่มีมาก่อน 4. การเลือกวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Morgan. 1978: 154-155) ซึ่งสอดคล้องกับบาร์ดี้ (Baroody. 1993: 2-10) ที่อธิบายถึงองค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหา 3 ประการ คือ 1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนคติ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหา 2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก ซึ่งเป็นแรงขับเคลื่อนในการแก้ปัญหามาจากความสนใจ ความพยายาม และความเชื่อของนักเรียน 3. องค์ประกอบทางด้านการสังเคราะห์ความคิด เป็นการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา จากแนวคิดทั้งสองแสดงให้เห็นว่าในการแก้ปัญหาใดๆ นั้นจะต้องอาศัยองค์ประกอบดังกล่าวมาช่วยในการแก้ปัญหา

ในการศึกษาครั้งนี้ องค์ประกอบทางด้านสติปัญญาที่นำมาศึกษาคือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้บุคคลมีความสามารถในการแก้ปัญหาและเผชิญสถานการณ์ อีกทั้งยังเป็นยุทธศาสตร์ที่มนุษย์ใช้แก้ปัญหา ช่วยตัดสินใจ (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2541: 326 อ้างอิงจาก Strenberg) สตรีปี (Streib. 1992) และมิลเลอร์ (Miller. 1992) เสนอว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณภา โพธิ์สอาด (2542: บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจาร์ณญาณกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ความคิดวิจาร์ณญาณมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการศึกษาของวีระ เมืองช้าง (2525: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม พบว่านักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการสรุปความ การตระหนักข้อตกลงเบื้องต้น การอนุมาน การตีความ และการประเมินข้อโต้แย้ง สัมพันธ์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 โดยนักเรียนที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงก็จะมีความสามารถด้านการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงด้วยเช่นกัน

องค์ประกอบทางด้านความรู้สึกที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ ประกอบไปด้วย แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์นั้นจะเป็นแรงผลักดันให้บุคคลมีความพยายามที่จะเอาชนะอุปสรรคต่างๆ (บุญชร คำชาย. 2540: 222; อ้างอิงจาก McClelland; et al. 1953: 110-111) มีความปรารถนาที่จะกระทำการต่างๆ ให้ดีที่สุด (โยธิน ศันสนยุทธ. 2531: 155) จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคล เพื่อเป็นปัจจัยที่จะนำไปสู่การจัดการหรือการหาวิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหา และจากงานวิจัยของ สตีเฟนสัน (Stephenson. 1971: 3345-3346) ที่ศึกษากับนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคในอินเดียจำนวน 60 คน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม ตามระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเปรมจิต ทศตะ (2516: บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2515 จากโรงเรียนสตรีราชินูทิศ และโรงเรียนอุดมวิทยา จังหวัดอุดรธานี จำนวน 559 คน ผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในด้านของเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นพบว่า เจตคติเป็นสภาวะทางจิตใจที่มีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำ มีผลทำให้บุคคลมีท่าทีในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทางใดทางหนึ่ง

(Triandis. 1971: 3) ซึ่งการศึกษาของ สายสุณี สีหพงษ์ (2545: ออนไลน์) ที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ด้าน เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ 8 ด้าน กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดบุรีรัมย์ ผลปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รายด้านทุกด้าน เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์รายด้านทุกด้านมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์นั้น แบนดูรา เชื่อว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมของบุคคล มีความสำคัญและมีผลต่อการกระทำ การเลือกกิจกรรม การใช้ความพยายาม ความอดทนในการทำงาน การคิดและปฏิกิริยาทางอารมณ์ของบุคคล (เยาพร วรรณทิพย์. 2548: 37; อ้างอิงจาก Evan: 1989) ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ อมรรัตน์ บุปผโชติ (2546: บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาถึงผลของการใช้บันทึกการเรียนรู้ ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนโดยใช้บันทึกการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

องค์ประกอบสุดท้ายคือ ความพร้อมในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ๆ โดยทันที จากประสบการณ์ที่มีมาก่อน ซึ่งตัวแปรที่นำมาศึกษาครั้งนี้ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ วรรณทิพา รอดแรงคำและ จิต นวนแก้ว (2532: IX) ได้อธิบายถึงการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และยังเปรียบเทียบไว้อีกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นเปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มนวิภา อ่อนศรี (2541: บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. จากผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญกลุ่มตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละชั้น สามารถอภิปรายตามลำดับ ดังนี้

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ชั้น คือ ชั้นการระบุปัญหา ชั้นการวิเคราะห์ปัญหา ชั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และชั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ ทั้งนี้เนื่องมาจาก ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเริ่มต้นเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น เริ่มคิดด้วยการตั้งเป้าหมายในการคิดและประเด็นในการคิดว่าเป็นอะไร และมีวัตถุประสงค์ในการคิดอย่างไร จากนั้นจึงประมวลข้อมูล ความรู้ และความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องมาทำการพิจารณา กลับกรอง ไตร่ตรอง และประเมิน เพื่อให้ได้ผลการคิด (การตัดสินใจ การแก้ปัญหา แนวทางปฏิบัติ ข้อเสนอแนะ ฯลฯ) ที่รอบคอบ และสมเหตุสมผล เวด, ไบเออร์ และเฟอร์เลท ต่างกล่าวตรงกันว่า ผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณจะต้องมีลักษณะสำคัญอันดับแรก คือ การคิดตั้งคำถามที่ชัดเจน (คันสนีย์ ฉัตรคุปต์; และอุษา ชูชาติ. 2544: ออนไลน์. อ้างอิงจาก Wade: 1995; Beyer: 1995; Ferrett: 1997) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลต่างๆ หาเหตุผลที่ถูกต้อง ทำความเข้าใจกับปัญหา ระบุถึงสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหานั้นๆ โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น สืบค้นหาความจริงโดยจะพิจารณาตัดสินเรื่องใดเรื่องหนึ่งแบบไม่เห็นคล้อยตามข้อเสนออย่างง่าย ๆ แต่จะตั้งคำถามท้าทายหรือโต้แย้งสมมติฐานที่อยู่เบื้องหลัง พยายามเปิดแนวทางความคิดออกสู่ทางต่างๆ ที่แตกต่างจากข้อเสนอนั้น เพื่อให้ได้คำตอบที่สมเหตุสมผลมากกว่าข้อเสนอดั้งเดิม (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2545: 91-92) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ทิศนา ขัมมณีและคนอื่นๆ (2544: 153) ผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณจะมีความสามารถในการใช้หลักการ และเหตุผลในการพิจารณาข้อมูล เสนอคำตอบ/ทางเลือกที่สมเหตุสมผลได้ และเอนนิส (Ennis. 1985: 45) ได้อธิบายถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดแบบไตร่ตรอง และมีเหตุผลเพื่อการตัดสินใจก่อนที่จะเชื่อถือหรือก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ ผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะสามารถตัดสินคุณค่าสิ่งต่างๆ ได้สามารถพิจารณาทางเลือก โดยมีข้อมูลพื้นฐานเพียงพอ สามารถชั่งน้ำหนักระหว่างดีและไม่ดี หรือพิจารณาผลดีและผลเสียก่อนตัดสินใจ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540: 187-189; อ้างอิงจาก Ennis. 1985.) ซึ่งก็หมายความว่าถ้าบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณประสบกับปัญหา เขาก็จะพิจารณาไตร่ตรองทางเลือกในการแก้ปัญหาต่างๆ เป็นอย่างดีเสียก่อนจะตัดสินใจลงมือแก้ปัญหานั้นๆ และจากการศึกษาของ มั่นจนา จงกล (2547: บทคัดย่อ) ที่ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ชั้น คือ
ชั้นการระบุปัญหา ชั้นการวิเคราะห์ปัญหา ชั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และชั้นการตรวจสอบผลลัพธ์
ทั้งนี้เนื่องมาจาก แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นลักษณะทางจิตวิทยาที่เป็นองค์ประกอบสำคัญอันจะส่งเสริม
ให้กิจกรรมต่างๆ ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทำให้เกิดพลังการแข่งขัน
มีความมานะบากบั่นรวมทั้งมีจิตใจจดจ่ออยู่กับงานที่ทำ (เสถียร อุตวัต. 2551. ออนไลน์. อ้างอิงจาก
Whittaker. 1970.) บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะพยายามทำงานอย่างๆ ไม่ทอดถอนจนกว่าจะถึง
จุดหมายปลายทาง มีความสามารถในการวางแผนระยะยาว และมีความรับผิดชอบในตนเอง
(McClelland; et. al. 1953: 207-250) กล่าวคือเมื่อประสบกับปัญหาบุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จะมี
ความต้องการที่จะเอาชนะปัญหาหรืออุปสรรคที่มาขัดขวางเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ จะไม่หลีกเลี่ยงหรือหลบ
เลี่ยงปัญหาที่ประสบ แต่จะมีการวางแผนการทำงานเพื่อที่จะกระทำการแก้ปัญหาให้ประสบ
ความสำเร็จให้จงได้ อีกทั้งแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ยังส่งผลทำให้บุคคลมุ่งหวังประสิทธิภาพในการทำงาน
มีความกระตือรือร้นที่จะพยายามทำงานให้ได้ผลดีเยี่ยม พยายามที่จะแก้ไขปัญหานั้นๆ ด้วยตนเอง
มีความรับผิดชอบต่อพฤติกรรมของตนและตั้งมาตรฐานความเป็นเลิศในการทำงาน อีกทั้งยังต้องการ
ข้อมูลหรือผลย้อนกลับของผลงานที่ทำ ซึ่งก็หมายความว่า บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงเมื่อประสบ
กับปัญหาต่างๆ จะพยายามค้นหาวิธีการเพื่อทางแก้ปัญหานั้นๆ และเมื่อค้นพบวิธีการแก้ปัญหานั้น
แล้วก็มีความตั้งใจต่อไปว่า วิธีการที่ตนเองค้นพบจะสามารถแก้ปัญหาให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ดังนั้น
จึงต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าวิธีการที่ตนค้นพบให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง หรือต้องตรวจสอบว่าขั้นตอนหรือ
วิธีการที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับรายละเอียดของปัญหา ในขณะเดียวกันก็ต้องปรับปรุงวิธีการเพื่อให้
การแก้ปัญหานี้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด และจากการศึกษาของอรพินธ์ ชูชม และอัจฉรา สุขารมณ์
(2543: ก-ข) ที่ได้ศึกษาการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแรงจูงใจภายใน: ปัจจัยที่
สัมพันธ์กับแรงจูงใจภายใน กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า แรงจูงใจ
ส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทั่วไป และความสามารถในการแก้ปัญหา
เชิงอุปมาด้วยตัวเลข มันทนา จงกล (2547: บทคัดย่อ) พบว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพล
ทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และ
จากการศึกษาของกัลยา อรวิเชียร (2545: บทคัดย่อ) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับนิสิตคณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถในการ
แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยผ่านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ขั้น คือ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ ทั้งนี้เนื่องมาจาก การแก้ปัญหาเป็นการกระทำที่สร้างสรรค์และสลับซับซ้อนซึ่งมีค่ามากกว่าผลรวมของแต่ละทักษะกระบวนการ ดังจะยกตัวอย่างการแก้ปัญหา เช่น จะต้องตระหนักว่ามีปัญหานั้นอยู่ก่อนแล้ว และต้องแปลปัญหานั้นให้เป็นคำถามที่สามารถสืบเสาะหาความรู้ หรือกระทำการทดลองได้ และไม่เพียงแต่การสังเกตเท่านั้นต้องมีการตัดสินใจเกี่ยวกับว่าจะสังเกตอะไรและจะสังเกตเมื่อไร จากนั้นต้องแยกการสังเกตที่สัมพันธ์กับปัญหาออกมาจากการสังเกตที่ไม่สัมพันธ์กับปัญหา จะต้องวางแผนและลงมือปฏิบัติการทดลองที่ยุติธรรม หรือการทดลองที่มีการควบคุม และมีการลงข้อสรุปตามที่รวบรวมได้ ต้องมีการตัดสินใจว่าจะจัดกระทำข้อมูล และบันทึกข้อมูลอย่างไร ต้องรู้ว่าเครื่องมือที่ใช้แก้ปัญหาเหล่านั้นถูกใช้เมื่อไรและเครื่องมือนั้นมีความสัมพันธ์กับเครื่องมืออื่นๆ ก็เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแก้ปัญหา จะเห็นได้ว่าตัวอย่างการแก้ปัญหาที่กล่าวมานั้นต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการกระบวนการแก้ปัญหา (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540: 35) ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้เปรียบเสมือนประสบการณ์การแก้ปัญหาที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน กล่าวคือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ฝึกนักเรียนให้มีส่วนร่วมในการวางแผนค้นคว้าหาความรู้จนสามารถหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนหัดออกแบบการทดลอง นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ มีการตั้งคำถาม หรือปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะศึกษา ได้พัฒนากระบวนการคิดหรือการคิดวิเคราะห์ วิวิจารณ์ มีการวางแผนและลงมือปฏิบัติ การสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการที่เหมาะสม ได้หัดคิดและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ไปใช้ในการตอบคำถาม หรือแก้ปัญหา (หน่วยที่ 2 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์. 2551: ออนไลน์) จากกระบวนการเรียนรู้ที่กล่าวมาทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ดังนั้นเมื่อนักเรียนประสบปัญหาต่างๆ ก็สามารถดึงเอาประสบการณ์นั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ประสบได้ และจากงานวิจัยของชอร์ (Shaw. 1977: 5337-A) เป็นการศึกษาที่สนับสนุนถึงการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ชอร์ได้ศึกษาถึงวิธีการฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่สามารถส่งผลถึงทักษะการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา โดยฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้กลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึก โดยฝึกเป็นเวลา 24 สัปดาห์ แล้วนำเครื่องมือด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษาใช้ทดสอบพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนสูงด้านทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาสามารถสอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการศึกษาของเรียม เทศสบาย (2538: บทคัดย่อ) ที่ศึกษาผลของการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมดงรักวิทยา จังหวัดสุรินทร์ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา และขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา ทั้งนี้เนื่องมาจาก เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือแนวความคิดของบุคคลที่แสดงออกมาอาจเป็นการคิดหรือการกระทำเพื่อแสวงหาความรู้ อีกทั้งยังเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์ต่อการควบคุมการคิดและการตัดสินใจในการกระทำใดๆ ในการปฏิบัติงานทางด้านวิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 12) และยังเป็นคุณลักษณะที่จะนำไปสู่การแสดงออกหรือมีพฤติกรรมแบบวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์กระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และรู้จักยอมรับแนวความคิด อีกทั้งผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะเป็นบุคคลที่มีเหตุผล ช่างสังเกต ชอบสงสัย แสวงหาเหตุผลของสิ่งต่างๆ มีใจกว้างยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น ตลอดจนหาข้อสรุปจากรากฐานของข้อมูลที่เชื่อถือได้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2541: ออนไลน์) ซึ่งการมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้บุคคลสามารถกำหนดวิธีแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับปัญหานั้นๆ โดยการแสวงหาข้อมูลมาประกอบการคิดอย่างมีเหตุผล

การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องมาจาก แบนดูรา เชื่อว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง มีความสำคัญและมีผลต่อการกระทำของบุคคล มีผลต่อการเลือกกิจกรรม การใช้ความพยายาม ความอดทนในการทำงาน การคิดและปฏิบัติทางอารมณ์ของบุคคล กล่าวคือ ถ้าบุคคลรับรู้ความสามารถของตนในการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งสูง จะมีแนวโน้มกระทำพฤติกรรมนั้นสูงด้วย ในทางตรงกันข้ามถ้าบุคคลรับรู้ความสามารถของตนเองในการกระทำพฤติกรรมนั้นต่ำ บุคคลก็จะมีแนวโน้มที่จะกระทำพฤติกรรมนั้นต่ำหรือไม่กระทำพฤติกรรมนั้นเลย (เยาพร วรรณทิพย์. 2548: 37; อ้างอิงจาก Evan: 1989) และการที่การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นอื่นๆ นั้นอาจเนื่องมาจากการรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นการที่บุคคลตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนเองว่าสามารถกระทำพฤติกรรมบางอย่างในสภาพที่เฉพาะเจาะจงหรือไม่ ซึ่งในสภาพนั้นบางครั้งอาจจะมีคลุมเครือ ไม่ชัดเจน ไม่สามารถทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นได้ และการรับรู้ความสามารถของตนเองก็ไม่ได้ขึ้นอยู่กับทักษะที่เขามีอยู่ในขณะนั้น หากแต่ว่าขึ้นอยู่กับการตัดสินใจ

ของบุคคลว่าเขาสามารถทำได้ด้วยทักษะที่มีอยู่ (Bandura. 1986: 391) อย่างไรก็ตามแม้ว่าบุคคลจะรับรู้ความสามารถของตนเองสูง แต่บุคคลอาจจะไม่กระทำพฤติกรรมก็ได้ ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี (Bandura. 1986: 395-399)

1. ขาดสิ่งจูงใจหรือภาวะกระตุ้นให้กระทำพฤติกรรม แม้ว่าบุคคลจะรับรู้ความสามารถของตนเองเพียงพอสำหรับกระทำพฤติกรรม แต่อาจไม่กระทำพฤติกรรมก็ได้ ถ้าเขาคิดว่าไม่ได้รับผลตอบแทนใดๆ หรืออาจจะยับยั้งพฤติกรรมนั้นไว้ ถ้าบุคคลกำลังขาดทรัพยากร อุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่จำเป็น

2. ความผิดพลาดการประเมินผลกรรมที่เกิดขึ้น หากบุคคลประเมินผลกรรมที่ตนเองจะได้รับจากการกระทำผิดพลาดไป จะทำบุคคลรู้สึกที่ไม่คุ้มค่าที่ตนจะกระทำพฤติกรรมนั้น

3. ความไม่ทันการณ์ในการประเมินความสามารถของตน เนื่องจากประสบการณ์ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ หากบุคคลไม่ได้ประเมินตนเองอยู่ตลอดเวลา จะทำให้ตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนผิดพลาด

4. การประเมินการรับรู้ความสามารถของผิดพลาดไป บางครั้งบุคคลรับรู้ในความสามารถของตนเองในการทำงานโดยภาพรวมสูง แต่กลับเชื่อความสามารถของตนเองในการทำงานส่วนหนึ่งที่จำเพาะผิดพลาดไป โดยประเมินว่าตนเองมีความสามารถในการทำงานส่วนที่จำเพาะต่ำ ดังนั้นแม้จะรับรู้ความสามารถของตนเองในการทำงานในภาพรวมสูง แต่บุคคลก็จะไม่กระทำพฤติกรรมนั้น

5. การประเมินความสำคัญของทักษะย่อยๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการกระทำพฤติกรรมผิดพลาด การที่บุคคลคิดว่าเขาขาดทักษะหรือมีทักษะต่างๆ ไม่เพียงพอจะทำให้เขาไม่กระทำพฤติกรรมนั้น

6. เป้าหมายของการกระทำพฤติกรรมคลุมเครือ ไม่ชัดเจน และไม่สามารถปฏิบัติได้

7. การรู้จักตนเองที่ไม่ถูกต้องอาจเป็นผลมาจากการกระทำที่ไม่ชัดเจน หรืออาจถูกบังคับให้กระทำ หรือได้รับข้อมูลที่ผิดจากภายนอก

จากปัจจัยที่กล่าวมาทั้งหมดอาจเป็นผลทำให้นักเรียนเกิดการประเมินตนเองที่ผิดพลาด ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยพิจารณาข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมานั้นพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะประเมินการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ถึงแม้ว่าบางคนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ หรือระดับต่ำ ทั้งนี้อาจเกิดจากปัจจัยข้อใดข้อหนึ่งที่กล่าวมาข้างต้น

ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเสนอแนะเป็น 2 ด้าน คือ

1. ด้านการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ส่วนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา และขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา และการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เฉพาะในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ ดังนั้นผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อพิจารณานำผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ ดังนี้

1.1 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหา ดังนั้น ครู อาจารย์ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องควรช่วยกันปลูกฝังความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยการฝึกให้นักเรียนได้ใช้ทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับการคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดถึงการคิด ลงมือกระทำตามความคิดและสามารถประเมินความคิดของตน รวมทั้งต้องฝึกให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดที่ก่อให้เกิดการผลของการคิด อันจะนำไปสู่การเรียนรู้ที่ดีเกิดผลสำเร็จในการเรียนรู้ สิ่งเหล่านี้จะช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้

1.2 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์นั้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดแรงขับเคลื่อนในการแก้ปัญหา การปลูกฝังให้นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ควรเริ่มจากการสร้างความภาคภูมิใจให้กับนักเรียนที่สามารถพึ่งพาตนเองได้ ดังนั้น ครู อาจารย์ และผู้ปกครองควรฝึกให้นักเรียนทำสิ่งต่างๆ ด้วยตนเองรวมถึงการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ เริ่มตั้งแต่เรื่องเล็กๆ เพื่อให้นักเรียนมีความมั่นใจในความรู้ความสามารถของตนเอง โดยให้นักเรียนตระหนักว่าหากทำภารกิจใดๆ อย่างเต็มศักยภาพก็สามารถทำงานที่มีความยากและท้าทายได้ทุกอย่าง

1.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหา แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ โดยการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต้องดำเนินการปลูกฝังให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นกับนักเรียนโดยการจัดกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนในการทำกิจกรรม กระตุ้นให้นักเรียนสังเกตสิ่งต่างๆ

รอบตัว ตั้งคำถาม หรือปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะศึกษา และฝึกให้นักเรียนได้หัดวางแผนการทดลอง ค้นคว้า รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้คิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุและผลบนฐานของข้อเท็จจริง การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวจะเป็นประสบการณ์การแก้ปัญหาที่นักเรียน ได้พบจากการจัดกระบวนการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนพบปัญหาในชีวิตจริงก็สามารถนำเอา ประสบการณ์ที่เคยได้รับนั้นมาปรับใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

1.4 เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อความคิด การกระทำ และการตัดสินใจในการ แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้โดย การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมต่างๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิด ความสนใจใคร่รู้ในเรื่องราวรอบตัว ฝึกให้นักเรียนทำงานอย่างมีระบบและละเอียดรอบคอบ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และควรฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล ยอมรับฟังความ คิดเห็นของบุคคลรอบข้าง รวมทั้งมีความซื่อสัตย์ต่อการทำงาน เป็นต้น

1.5 จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลการสอบวัดคุณภาพการศึกษาระดับชาติ ดังนั้นผู้ที่มีส่วน เกี่ยวข้องทุกฝ่ายควรให้ความสำคัญอย่างจริงจังกับการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในด้าน ดังกล่าว โดยเฉพาะความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้น ไม่สามารถแยกพัฒนาเฉพาะ ขั้นใดขั้นหนึ่งในกระบวนการแก้ปัญหา แต่จะต้องส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนในทุกๆ ขั้นตอนของการ แก้ปัญหาจะละเอียดขั้นใดขั้นหนึ่งมิได้เลย เพราะลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาในขั้นต้นจะส่งผลต่อการ แก้ปัญหาในขั้นต่อไป

2. ด้านการทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

2.1 ควรทำการศึกษาวิจัยเรื่องนี้กับกลุ่มตัวอย่างอื่น เช่น ระดับช่วงชั้น เขตพื้นที่ หรือ ภูมิภาคต่างๆ เพื่อศึกษาพัฒนาการและทำให้ทราบว่า ระดับชั้น อายุ ระดับวุฒิภาวะ เขตพื้นที่ หรือ ภูมิภาค มีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มตัวอย่างที่มี ลักษณะต่างกัน

2.2 จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ปัจจัย ดังนั้นควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่อาจจะส่งผลต่อความสามารถใน การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างเช่น องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด (Cognitive Factor) ตัวแปรที่น่าจะนำมาศึกษา คือ ความสามารถในการคิด ซึ่งจะประกอบไปด้วยทักษะการคิด หลายทักษะ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ และทักษะการคิดประยุกต์ เป็นต้น

2.3 เนื่องจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบเพียงอย่างเดียว ในการวิจัยครั้งต่อไปควรจะมีวิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยวิธีการต่างๆ เช่น แบบลงมือปฏิบัติ การสัมภาษณ์ หรือการสังเกต เป็นต้น ควรคู่ไปกับการประเมินด้วยแบบทดสอบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพจริงมากที่สุด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ. (2528). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาแนะแนว และจิตวิทยา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กรมสามัญศึกษา. (2543). *แนวทางการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ ตามพระราชบัญญัติการศึกษา แห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: กรมฯ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงฯ.
- การทบทวนหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์. (2551). สืบค้นเมื่อ 8 มีนาคม 2551, จาก <http://chalar.igetweb.com/index.php?mo=3&art=78660>
- กิ่งฟ้า สินธุวงศ์; และคนอื่น ๆ. (2525). *รายงานการวิจัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา*. ขอนแก่น: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. (2543). *มนุษย์กับวิทยาศาสตร์กายภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- บุญชู คำขาย. (2540). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินต์.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). *ลายแทงนักคิด*. กรุงเทพฯ : ชัคเชสมีเดีย.
- _____. (2546). *การคิดเชิงวิพากษ์*. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมีเดีย.
- ขจรศักดิ์ สีเสน. (2544, มกราคม). การแก้ปัญหาด้วยกระบวนการคิดสร้างสรรค์. *วิชาการ*. 4(1): 14-19.
- ครองสิน มิตะทั้ง. (2548). *การศึกษาตัวแปรสภาพแวดล้อมในครอบครัว ลักษณะของครูและลักษณะ ของนักเรียน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดนครพนม*. ปรินูญานินท์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิตฐิพร ศิริตานนท์. (2542). *การศึกษามลของการประเมินด้วยพอดพริโอที่มีต่อความรับผิดชอบ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปรินูญานินท์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิราภรณ์ ตั้งกิตติภรณ์. (2532). *จิตวิทยาเบื้องต้น*. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- ฉันทนา ภาคบกข. (2528). *สอนให้เด็กคิด: โมเดลการพัฒนาทักษะการคิดเพื่อคุณภาพชีวิตและสังคม*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชม ภูมิภาค. (2516). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- รัชฎา อัญญสิทธิ์. (2544). *ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และคุณลักษณะของผู้มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติในจังหวัดมุกดาหาร*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ชาลณี เอี่ยมศรี. (2536). *การพัฒนาแบบทดสอบการคิดวิจารณ์ญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดผลและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ชูชีพ อ่อนโคกสูง. (2522). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ดวงเดือน พันธุมนาวิน. (2523). *ความสำเร็จในชีวิตเริ่มในวัยก่อนเรียน, การพัฒนาและส่งเสริมความเก่งของลูกรัก*. กรุงเทพฯ: เจริญวิทย์การพิมพ์.
- ดำเนิน ยาท่วม. (2537). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). *ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์เล่มที่ 1*. กรุงเทพฯ: ทบวงฯ
- ทิตนา เขมมณี; และคนอื่นๆ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ธีรรัตน์ ไตรเดช. (2549). *การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัลระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- นิลอุบล ดาวเรือง. (2535). การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บรรทม เครือวัลย์. (2530). การศึกษาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2529. ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- บังอร กมลวัฒนา. (2542). การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีรูปแบบการตอบและการจัดเรียงต่างกัน. ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม. (วิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญถึง สมศรี. (2533). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับ การคิดเป็นของนักศึกษาวิชาเอกประถมศึกษาในสหวิทยาลัยอีสานใต้. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตมหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. (2547). การวัดประเมินการเรียนรู้(การวัดประเมินแนวใหม่). (เอกสารประกอบการสอน). กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- ประกิตศรี เผ่าเมือง. (2546). การศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความพร้อมในการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนนทบุรี โดยการวิเคราะห์หุระดับ. ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2541). คิดเก่ง สมองไว. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2541). เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude)กับจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2551, จาก <http://www.psru.ac.th/presi/chapter07.doc>
- ประสาธ อิศรปรีดา. (2538). สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: นำอักษร.

- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2546). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.
- ปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์. (2535). การวิเคราะห์ข้อมูลระดับมัลติแวลูเอทในทางสังคมศาสตร์และ
พฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- เปรมจิต ทศตะ. (2516). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าตน ลักษณะความเป็น
ผู้นำ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการและผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียน ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์. (2549). ธรรมชาติวิทยาาสตร์. สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2551, จาก
http://pioneer.netserv.chula.ac.th/~cpornth1/web_lesson1/skill.htm
- พันธ์ ทองชุมนุช. (2547). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เพ็ญพิศุทธิ์ เนคนานุรักษ์. (2537). การพัฒนารูปแบบการพัฒนาการความคิดอย่างมีวิจารณญาณ
สำหรับนักศึกษาครู. ปรินูญานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- เพราพรรณ เปลียนภู. (2542). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: งานเอกสารและ
การพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์(ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
ไทยวัฒนาพานิช .
- มนวิภา อ่อนศรี. (2541). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มังกร ทองสุชาติ. (2523). การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาคพัฒนาตำรา
และเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมฝึกหัดครู.
- มันจนา จงกล. (2547). การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถ
ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.
(วิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- มนัส บุญประกอบ; และคนอื่นๆ. (2547). พลิกปัญหาให้เป็นปัญญา. กรุงเทพฯ: ธนัชการพิมพ์.
- มยุรี ศรีชัย. (2538). เทคนิคการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง. กรุงเทพฯ: วีเจพริ้นติ้ง.

- โยธิน ศันสนยุทธ์. (2531). เอกสารประกอบคำสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจิตวิทยา คุรุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.
- เยาวพร วรธนทิพย์. (2548). ความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทาง คณิตศาสตร์แตกต่างกันของนักเรียนโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จเรช รัตนจารย์. (2547). ผลของการฝึกการกำกับตนเองในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มี ต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (มัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตมหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- รศนา อัสชะกิจ. (2537). กระบวนการแก้ปัญหาและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: นานมี บุคส์พับลิเคชั่นส์.
- เรียม เทศสบาย. (2538). ผลของการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความสามารถในการ แก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพนมดงรักวิทยา. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2530). เทคนิคการวัดเจตคติ. (เอกสารประกอบการอบรม การวัดผลและประเมินผล). กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา.
- _____. (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณภา โพธิ์สอาด. (2542). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์ญาณกับ ความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จังหวัด ปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณทิพา รอดแฉะ. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

วรรณทิพา รอดแรงคำ; และจิต นวนแก้ว. (2532). *กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียน*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

วรรณิ์ แสงประทีปทอง. (2536,มกราคม-เมษายน). การวัดเจตคติ. *วารสารการวัดผลการศึกษา*.
14(42) : 52-66.

วิภาวดี ปัจจัยโก. (2544). *ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสนใจในอาชีพวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.
(การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วิลาสลักษณ์ ชั่ววัลลี. (2542). *การรับรู้ความสามารถของตนเอง*. ใน *สารานุกรมศึกษาศาสตร์*
ฉบับเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในวโรกาสเฉลิมพระชนพรรษา 6 รอบ
5 ธันวาคม 2541. หน้า 175-180. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วีระ เมืองช้าง. (2525). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการ
แก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจันทบุรีราษฎร์รามา
วิทยานิคม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน)*. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ศศิธร ลีป่อน้อย. (2547). *ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน-ขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร*.
ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ศักดิ์ สุนทรเสถณี. (2531). *เจตคติ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์รุ่งวัฒนา.

คันสนีย์ ฉัตรคุปต์; และอุษา ชูชาติ. 2544. *ฝึกสมองให้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ*. กรุงเทพฯ:
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. สืบค้นเมื่อ 6 มีนาคม 2551, จาก
<http://www.onec.go.th/publication/brain/cover.pdf>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2518). *รายงานการสร้างแบบทดสอบทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: หน่วยทดสอบประเมินผล.

_____. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน*.
กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.

สมจิต สวณไพบูลย์. (2526). *วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

_____. (2541). *ประชุมปฏิบัติการการสอนวิทยาศาสตร์*. (เอกสารประกอบการสอน). กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมนึก ปัญญาสิงห์. (2537,มกราคม-ตุลาคม). กระบวนการแก้ปัญหา. *วารสารมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์*. 12(1): 1-10.

สมปราวณา วงศ์บุญหนัก; และคนอื่น ๆ. (2543). *วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม*.

กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สรศักดิ์ แพรดำ. (2544). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. อุบลราชธานี: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

สายสุณี สีหงษ์. (2545). *ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดบุรีรัมย์*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิจัยการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. สืบค้นเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2551. จาก <http://dcms.thailis.or.th>.

สุชา จันทรโสม; และสุรางค์ จันทรโสม. (2518). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4.

กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา.

สุชาดา สุธรรมรักษ์. (2531). *จิตวิทยาเบื้องต้น*. (เอกสารประกอบการสอน). กรุงเทพฯ: ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุชาดา สุทธาพันธ์. (2532). *การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการสอนโดยใช้คำถามหลายระดับ กับเด็กปฐมวัยที่ได้รับการสอนตามแผนการจัดประสบการณ์ของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (ปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.

สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2540). *การเสริมสร้างศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์และมีนิสัยรักเรียน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุภาสินี สุภธีระ. (2535). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. (เอกสารประกอบการสอน).

ขอนแก่น: ภาควิชาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อัดสำเนา.

สุมาลี สีมืด. (2543). การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการฝึกของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์ดอมินิก. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2533). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2541). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ สากร. (2537). พฤติกรรมการสอน กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต: วิทยาศาสตร์.

กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.

สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้.

กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊กส์ เซนเตอร์.

สุวิมล เขียวแก้ว. (2527). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ปัตตานี: ภาควิชาวิทยาศาสตร์
ทั่วไป มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

เสถียร อุตวัต. (2551). ทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement Motivation Theory). สืบค้นเมื่อ
8 มีนาคม 2551, จาก <http://gotoknow.org/blog/sathian/169890>

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด:

ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านหลักทฤษฎีและแนวปฏิบัติ (โครงการพัฒนาคุณภาพการเรียน
การสอน ศูนย์พัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน). กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ.

หน่วยที่ 2 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์. (2551). สืบค้นเมื่อ 8 มีนาคม 2551,
จาก <http://pirun.ku.ac.th/~g4786027/download/content/content1/content12/>.

อมรรัตน์ บุญโชติ. (2546). ผลของการใช้บันทึกการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มี
ต่อการรับรู้ความสามารถของตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐในกรุงเทพมหานคร.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ถ่ายเอกสาร.

อวยพร เรืองศรี. (2544). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอภิมานกับการคิดอย่างมี
วิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วัดผลการศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- อภาพร สิงหาราช. (2545). *การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม*. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อำนาจ เลิศขยันดี. (2533). *การศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา*. ปริญญาโท กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อำนาจ เจริญศิลป์. (2544). *วิทยาศาสตร์กับสังคม*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- Atkinson, John W. (1966). *Motive in Fantasy, Action and Society*. New Delhi: Affiliated East West Press, PVT. Ltd.
- Bandura, Albert. (1986). *Social Foundation of Thought and Action*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Baroody, Arthur J. (1993). Problem Solving, Reasoning and Communicating, K-8. *Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan.
- Cruikshank, Douglas E.; & Sheffield, Linda Jensen. (1992). *Teaching and Elementary And Middle School Mathematics*. New York: Macmillan.
- Dressel, P.L.; & Mayhew. L.B. (1957). *General Education: Explorations in Evaluation*. Washington D.C.: American Council on Education.
- Ennis, Robert H. (1985, October). A logical Basic for Measuring Critical Thinking Skill. *Education Leadership*. 43(2): 45-48.
- Feldman, Robert S. (1998). *Social Psychology*. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- Good, Carter Victor. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.
- Haladyna; & J. Shaughnessy. (1982, April). Attitude Toward Science: A Quantitative Synthesis. *Science Education*. 66(4): 547-563.
- Herman, Herbert J.M. (1970, August). A Questionnaire Measures of Achievement Motivation. *Journal of Applied Psychology*. 54: 354-355
- Lee, Cynthia; & Bobco Philip. (1994). Self-Efficacy Beliefs: Comparison of Five Measures. *Journal of Applied Psychology*. 79(3): 364-369.

- Mayer, Burton; & Lotta E. Heidgerken. (1962). *Introduction to Research in Nursing*. Philadelphia: J.B. Lippincott
- McClelland, David C.; et al. (1953). *The Achievement Motive*. New York: Appleton-Century Crofts.
- McClelland, David . (1961). *The Achievement Society*. New York: Prentice-Hall.
- Miller, H.B. (1992). An Analysis of Interaction of Critical Thinking, Creative Thinking, and Intelligence with Problem-Solving. *Dissertation Abstracts Internationals*. 53: 05A
- Moor Richard W; & Frank X. Sutman. (1970). The Development, Field Test and Validation of and Inventory of Scientific Attitude. *Journal of Research in Science Teaching*. 12: 92-93.
- Morgan, Clifford T. (1978). "Thinking and Problem Solving," *A Brief Introduction to Psychology*. 2nd ed. New Delhi: Tata McGraw-Hill.
- Munby, H. (1983, February). Thirty Studies Involving the Scientific Attitude Inventory: What Confidence Can We Have in This Instrument. *Journal of Research in Science Teaching*. 20(2): 141-161.
- Nay, Marshall A.; et al. (1971, April-June). A Process Approach to Teaching Science. *Science Education*. 55: 201-203.
- Padilla; et al. (1984, March). The Effect of Instruction on Integrated Science Process Skill Achievement. *Journal of Research in Science Teaching*. 29: 715-727.
- Pedhazur, Elazar J. (1997). *Multiple Regression in Behavioral Research*. Explanation and Prediction: Harcourt Brace College.
- Polya, George. (1985). *How To Solve It*. Princeton: Princeton University Press.
- Russell. David H. (1956). *Children's Thinking*. New York: Onion and Company.
- Schibici, R.A. (1983, May). Selecting Appropriated Attitude Objective for School Science. *Journal of Research in Science Teaching*. 67(3): 554-603.
- Shaw, Terry J. (1977, March). The Effect of Problem Solving Training in Science Upon Utilization of Problem Solving Skill in Science and Social Studies. *Dissertation Abstracts Internationals*. 38(9A): 5337-A.

- Shunk, Dale. (1983). Developing Children' s Self-Efficacy and Skill: The Doles of Social Comparative Information and Goal Setting. *Contemporary Educational Psychology*. 8: 76-86.
- Smith, Everett V.; et al. (2003, June). Optimizing Rating Scales for Self-Efficacy (and other) Research. *Educational and Psychology Measurement*. 63(3): 369-391.
- Spafford, Carol S.; Pesce, Augustus J.; & Grosser, George S. (1998). *The Cyclopedic Education Dictionary*. USA: Delmar Publishers.
- Stephenson, Donald John. (1971). Achievement Motivation as a Factor Related to the Diagnostic Problem Solving Effectiveness of Students of Automotive Technology. *Dissertation Abstracts Internationals*. 31(10): 5292-A.
- Streib, J.T. (1992). History and Analysis of Critical Thinking (Problem-Solving, Reflective Thinking). *Dissertation Abstracts Internationals*. 53: 12A.
- Triandis, H.C. (1971). *Attitude and Attitude Change*. New York: John Wiley & Sons.
- Wade. (1996). Using Writing to Develop and Assess Critical Thinking. *Teaching of Psychology*. 22(1): 24-28
- Watson; & Glaser. (1964). *Watson – Glaser Critical Thinking Appraisal Manual for Forms Ym and Zm*. New York: Harcourt, Brace & World.
- Weiner, Bernard. (1972, Spring). Attribution Theory Achievement Motivation and Educational Process. *Review of Education Research*. 42: 203-215.
- Weir, John Joseph. (1974, April). Problem Solving is Everybody Problem. *Science Teacher*. 4(30): 16-18.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความแต่ละข้อความ และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงของนักเรียนมากที่สุดเพียงช่องเดียว

ข้อ	ข้อความ	จริงมาก	จริงค่อนข้างมาก	จริงปานกลาง	จริงค่อนข้างน้อย	จริงน้อยที่สุด
1.	ข้าพเจ้าสามารถคิดลำดับกระบวนการทดลองที่ยุ่งยาก และซับซ้อนให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น					
2.	ข้าพเจ้าพิจารณาความสามารถของตนเองแล้วพบว่า มีความชำนาญในการปฏิบัติการทดลอง					
3.	ข้าพเจ้าสามารถคิดค้นวิธีการมาตรวจสอบสมมติฐานได้อย่างถูกต้อง					
4.	ถ้าครูเรียกให้ข้าพเจ้าตอบคำถามข้าพเจ้าคิดว่าสามารถตอบคำถามนั้นๆได้					
5.	ข้าพเจ้าเชื่อมั่นว่าสามารถกำหนดวิธีการปฏิบัติงานในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ตนเองสนใจได้					
6.	ข้าพเจ้าตั้งใจจะทบทวนบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทุกวัน เพื่อเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนให้มากขึ้น					
7.	ข้าพเจ้าตั้งใจที่จะทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อจะสอบให้ได้คะแนนดีกว่าเดิม					
8.	การอ่านบทเรียนล่วงหน้าก่อนที่ครูจะสอนทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น และข้าพเจ้าจะทำให้ได้					
9.	ข้าพเจ้าคิดว่าการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเป็นสิ่งที่ยาก แต่ข้าพเจ้าก็จะทำให้สำเร็จ					
10.	ข้าพเจ้ามีใจจดจ่ออยู่กับการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เข้าใจสิ่งที่เรียนได้มากที่สุด					
11.	ข้าพเจ้ารู้สึกที่ไม่สามารถเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับที่ยากขึ้นไปกว่านี้ได้					
12.	ข้าพเจ้ามีความมั่นใจว่าสามารถเขียนรายงานการทดลองให้น่าสนใจได้					

ข้อ	ข้อความ	จริงมาก	จริงค่อนข้างมาก	จริงปานกลาง	จริงค่อนข้างน้อย	จริงน้อยที่สุด
13.	ข้าพเจ้าวิตกกังวลว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ยากจึงสนใจเรียนมากขึ้นและข้าพเจ้าก็สามารถเรียนได้					
14.	ข้าพเจ้ารู้สึกว่าเป็นการยากที่จะเขียนเรียงความเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ จึงพยายามศึกษาเพิ่มเติมจนสามารถทำได้สำเร็จ					
15.	ข้าพเจ้ามีความมั่นใจในความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม จนคิดว่าสามารถอธิบายให้บุคคลรอบข้างเข้าใจได้					
16.	ข้าพเจ้าสามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันได้					
17.	ข้าพเจ้าสามารถตัดสินใจเลือกสมัครเข้าแข่งขันในโครงการทางวิทยาศาสตร์ที่ตนสนใจได้					
18.	เมื่อไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียนในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะแก้ปัญหาโดยการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง					
19.	ข้าพเจ้าเลือกใช้ความรู้จากการทดลองต่างๆที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้					
20.	ข้าพเจ้าสามารถเชื่อมโยงสาระสำคัญที่ได้จากการเรียนและการศึกษาดำรงทางวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกันได้					

ภาคผนวก ข
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)					
ข้อ	การรับรู้ความสามารถ ของตนเองทาง วิทยาศาสตร์	ผลการคัดเลือก	ข้อ	การรับรู้ความสามารถ ของตนเองทาง วิทยาศาสตร์	ผลการคัดเลือก
1.	1	คัดเลือกไว้	17.	1	คัดเลือกไว้
2.	1	คัดเลือกไว้	18.	1	คัดเลือกไว้
3.	1	คัดเลือกไว้	19.	1	คัดเลือกไว้
4.	1	คัดเลือกไว้	20.	1	คัดเลือกไว้
5.	1	คัดเลือกไว้	21.	1	คัดเลือกไว้
6.	1	คัดเลือกไว้	22.	1	คัดเลือกไว้
7.	1	คัดเลือกไว้	23.	.08	คัดเลือกไว้
8.	1	คัดเลือกไว้	24.	.08	คัดเลือกไว้
9.	1	คัดเลือกไว้	25.	1	คัดเลือกไว้
10.	1	คัดเลือกไว้	26.	1	คัดเลือกไว้
11.	1	คัดเลือกไว้	27.	1	คัดเลือกไว้
12.	1	คัดเลือกไว้	28.	.08	คัดเลือกไว้
13.	1	คัดเลือกไว้	29.	1	คัดเลือกไว้
14.	1	คัดเลือกไว้	30.	1	คัดเลือกไว้
15.	1	คัดเลือกไว้	31.	.06	คัดเลือกไว้
16.	1	คัดเลือกไว้	32.	1	คัดเลือกไว้

ตาราง 16 ค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์

การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์		การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์	
ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1.	.575	11.	.208
2.	.557	12.	.596
3.	.556	13.	.523
4.	.560	14.	.577
5.	.565	15.	.626
6.	.484	16.	.582
7.	.576	17.	.701
8.	.584	18.	.651
9.	.544	19.	.651
10.	.603	20.	.621

ความเชื่อมั่นขั้นเก็บข้อมูลจริง .907

ความเชื่อมั่นขั้นทดลองใช้ .880

ตาราง 17 ค่าความเชื่อมั่นรายฉบับของแบบวัดที่ผู้วิจัยพัฒนา

ลักษณะเครื่องมือ	แบบวัด	ค่าความเชื่อมั่นรายฉบับ
แบบทดสอบ	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	.765
	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	.738
	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	.725
แบบสอบถาม	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	.834
	เจตคติทางวิทยาศาสตร์	.853

ภาคผนวก ค
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม ตั้งคะพิภพ

ข้าราชการบำนาญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม

ข้าราชการบำนาญ

รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์

อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ ดร.มณฑิรา จารุเพ็ง

อาจารย์ประจำภาควิชาการแนะแนวและ
จิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ ดร. พรทิพย์ ศิริภัทราชัย

อาจารย์ระดับ 7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล
สถานที่เกิด
ที่อยู่ปัจจุบัน

นางสาว รอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์
โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
20/ 83 ซอยโรงเจ ถ.เขาพิทักษ์
ต.หัวหิน อ.หัวหิน จ.ประจวบฯ 77110

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2543

มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหัวหิน

พ.ศ. 2547

ศิลปศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์)

สาขาการประถมศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

พ.ศ. 2550

การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.)

สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ