

การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา
กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร

ปริญญานิพนธ์
ของ
สุดาร์ตน์ วิไลวรรณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2551

การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา
กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร

ปริญญานิพนธ์
ของ
สุดาร์ตน์ วิไลวรรณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

พฤษภาคม 2551

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา
กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ
ของ
สุดาร์ตน์ วิไลวรรณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2551

สุดารัตน์ วิไลวรรณ. (2551). การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา
กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).
กรุงเทพฯ :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม :
อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ, รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานระหว่าง
นักเรียนชายและนักเรียนหญิง เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของ
นักเรียนที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน และผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับแบบการคิด ที่ส่งผลต่อทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา กลุ่มเจ้าพระยา สังกัด
กรุงเทพมหานคร จำนวน 258 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบวัดแบบการคิด มีค่าความเชื่อมั่น .895 และแบบทดสอบทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะคือ ทักษะการสังเกต ทักษะการ
วัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา
ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจาก
ข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ที่มีค่าความเชื่อมั่น .967 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การ
วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two – ways Analysis of Variance)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานใน
ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยนักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ นักเรียนที่มีการคิดแบบ
จำแนกประเภท และนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์มีระดับทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวม ในระดับปานกลาง หากจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชาย
ทั้งหมดและนักเรียนหญิงทั้งหมด มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวม
ในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท มีระดับทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับปานกลาง และนักเรียนชายที่มีการคิดแบบโยง
ความสัมพันธ์มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับต่ำ ส่วนนักเรียนหญิงที่
มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์มีระดับทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับปานกลาง
2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. นักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือ นักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท และนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ส่วนนักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภทมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์

4. ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับแบบการคิดที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

A STUDY ON BASIC SCIENCE PROCESS SKILLS OF MATHAYOM SUKSA II
STUDENTS THAT HAVE DIFFERENT COGNITIVE STYLES IN EDUCATIONAL
EXPANDING OPPORTUNITY SCHOOL OF CHOAPAYA GROUP
UNDER BANGKOK METROPOLITAN ADMINISTRATION

AN ABSTRACT
BY
SUDARAT WILAIWAN

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Master of Education Degree in Educational Measurement
at Sinakharinwirot University

May 2008

Sudarat Wilaiwan. (2008). *A Study on Basic Science Process Skills of the Mathayom Suksa II Students that have Different Cognitive Styles in Educational Expanding Opportunity School of Choapaya Group under Bangkok Metropolitan Administration*. Master thesis, M.Ed. (Educational Measurement) Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Mr. Chawalit Ruayajin , Assoc.Prof. Nipa Sripairot.

The purpose of this research were to study students' basic science process skills, to compare basic science process skills of students who have different cognitive styles, and to study the inclusive studied interaction between sex and cognitive styles on basic science process skills. The participants of this study were 258 of the Mathayom Suksa II students of educational expanding opportunity school of Choapaya group under Bangkok Metropolitan Administration in 2007 academic year. The sampling technique was the cluster random sampling. Research tools of the study were cognitive styles questionnaire with the reliability at .895 and basic science process skills test. The test consists of 8 basic science process skills: observation, measurement, classification, relationship and space/time relationship, using numbers, organizing data and communication, inferring, and prediction. Two-ways Analysis of Variance was used to determine the data with the reliability at .967.

The results of the study showed that:

1. Mathayomsuksa II students possessed medium level of basic science process skills. Students who have analytical style, categorical style, and relational style showed basic science process skills at medium level. All male and female students showed basic science process skills at medium level in average. Considering sex of students, Male students who have analytical and categorical styles possessed medium level. However, male students who have relational style showed low level. Female students who have analytical, categorical, and relational styles possessed medium level of basic science process skills.
2. There was no interaction on basic science process skills between male and female students was found.
3. The basic science process skills of students who have different cognitive styles

were different with statistical significance at the level of .05. Basic science process skills of students who have analytical style was higher than students who have categorical and relational style respectively. The basic science process skills of students who have categorical style was higher than students who have relational style.

4. There was no interaction under the differences between the sex and cognitive styles on basic science process skills was found.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา
กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร
ของ
สุดารัตน์ วิไลวรรณ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)
วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. เสกสรรค์ ทองคำบรรจง)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ เพราะได้รับความกรุณาเอาใจใส่ให้คำปรึกษา และให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ และ คณะกรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ อาจารย์ ดร. เสกสรรค์ ทองคำบรรจง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับความกรุณาจาก ดร. น้ำฝน คุณเจริญไพศาล ดร. อุดมศักดิ์ นาดี คุณวันทนา สนสายัณห์ ครูสายพิณ กิจจา และครูศุภวรรณ ศุภกิจวัฒนา เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ในการรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้รับความเอื้อเฟื้อและความสนับสนุนร่วมมืออย่างดียิ่งจาก ผู้บริหารและอาจารย์ในโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ และขอขอบใจนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมืออย่างดี ในการตอบแบบทดสอบ และอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง ที่มีส่วนช่วยในการทำปริญญานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ทุกคนในครอบครัว และเพื่อนๆ ที่ เป็นกำลังใจ ตลอดจนกำลังใจทรัพย์ ด้วยความห่วงใย จนทำให้ประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

สุดารัตน์ วิไลวรรณ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	3
ตัวแปรที่ศึกษา	4
กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า	5
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	10
เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	10
แนวทางการจัดการเรียนรู้	10
คุณภาพของผู้เรียน	12
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	13
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	13
ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	15
การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	20
แบบการคิด	25
ความหมายของแบบการคิด	25
ประเภทของแบบการคิด	26
ลักษณะของบุคคลที่มีแบบการคิดต่างกัน.....	32
การเกิดรูปแบบการคิด	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	40
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
งานวิจัยในต่างประเทศ	40
งานวิจัยภายในประเทศ	43
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิด	48
งานวิจัยในต่างประเทศ	48
งานวิจัยภายในประเทศ	50
3 วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	54
ขอบเขตประชากรและการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง	54
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า และขั้นตอนการสร้าง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	56
การเก็บรวบรวมข้อมูล	71
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	71
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	76
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	76
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	76
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	77
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	103
ความมุ่งหมายของการวิจัย	103
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	103
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	104
การเก็บรวบรวมข้อมูล	104
การวิเคราะห์ข้อมูล	104
สรุปผลการวิจัย	105
อภิปรายผล	109

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ)	
ข้อเสนอแนะ	111
บรรณานุกรม	113
ภาคผนวก	127
ประวัติย่อผู้วิจัย	176

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	21
2	จำนวนโรงเรียนในกลุ่มเขตเจ้าพระยาที่อาศัยเขตการแบ่งของสำนักงานการศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร	55
3	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัย จำแนกตามห้องเรียน จำนวนนักเรียน เพศ.....	55
4	ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวม ของนักเรียนจำแนกตามแบบการคิดและเพศ	78
5	ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้าน ทักษะการสังเกตของนักเรียนจำแนกตามแบบการคิดและเพศ	79
6	ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้าน ทักษะการวัดของนักเรียนจำแนกตามแบบการคิดและเพศ	81
7	ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้าน ทักษะการจำแนกประเภทของนักเรียนจำแนกตามแบบการคิดและเพศ	82
8	ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้าน ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาของ นักเรียนจำแนกตามแบบการคิดและเพศ	84
9	ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้าน ทักษะการคำนวณของนักเรียนจำแนกตามแบบการคิดและเพศ	85

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
10	ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนจำแนกตามแบบการคิดและเพศ	87
11	ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูลของนักเรียนจำแนกตามแบบการคิดและเพศ	88
12	ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการพยากรณ์ของนักเรียนจำแนกตามแบบการคิดและเพศ	90
13	ค่าสถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ที่จำแนกตามแบบการคิด	91
14	ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two – ways Analysis of Variance)	94
15	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของรายคู่ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนที่มีแบบการคิดแตกต่างกัน ด้วย สถิติทดสอบเชฟเฟ (Scheffe')	95
16	ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยจำแนกตามด้านทักษะ 8 ทักษะของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two – ways Analysis of Variance)	96
17	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของรายคู่ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจำแนกตามด้านทักษะ 8 ทักษะของนักเรียนที่มีแบบการคิดแตกต่างกัน ด้วย สถิติทดสอบเชฟเฟ (Scheffe')	99
18	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการคิด	129

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
19 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน	129
20 ค่าดัชนีความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	134
21 ค่าความแปรปรวน (S^2) ของแบบวัดแบบการคิด	137

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า	5
2 พฤติกรรมและทิศทางการรับรู้	37
3 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพแบบวัดการคิด	57
4 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพแบบทดสอบทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	62
5 แสดงคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน จำแนกตามเพศและแบบการคิด	102

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือ เครื่องใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมายมีผลให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกัน เทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่ทำให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง (หน่วยศึกษานิเทศก์. 2548: 1) ดังนั้นในด้านทรัพยากรมนุษย์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญที่สุดในการพัฒนาประเทศ เนื่องจากวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีความเฉลียวฉลาดมีจิตใจเชิงวิทยาศาสตร์ หรือมีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้มนุษย์มีความสามารถทั้งในด้านองค์ความรู้ มีทักษะกระบวนการทดลองจนมีเจตคติและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. 2530 ข: 10)

ตามบทบัญญัติในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 โดยจัดให้มีการเรียนการสอนยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สามารถทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองสูงสุด จากบทบาทของครูที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้แต่ผู้เดียวมาเป็นผู้ชี้แนะความรู้ให้มีรูปแบบการเรียนการสอนหลากหลายเหมาะสมตามศักยภาพของบุคคลให้การสนับสนุนสื่อการเรียนการสอนหลากหลาย เหมาะสมตามศักยภาพของบุคคล ให้การสนับสนุนศูนย์การเรียนรู้ที่จะต้องพัฒนาให้เด็กเป็นศูนย์กลาง ยกย่องคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และภาษาต่างประเทศ ให้มีมาตรฐานสูงขึ้น (กรมสามัญศึกษา. 2543: ภาคผนวก 8) และตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ มีทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดได้เหมาะสมกับสถานการณ์ (กรมวิชาการ. 2545: 1 – 4) ความสามารถเหล่านี้ควรได้รับการปลูกฝังตั้งแต่เยาว์วัย โดยเฉพาะการศึกษาในระบบโรงเรียนจัดว่าเป็นนโยบายที่สำคัญที่สุดของประเทศที่เน้นความสำคัญของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเน้นกระบวนการคิดหรือกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การค้นคว้าหาข้อเท็จจริง และการนำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งให้มีการเผยแพร่ข่าวสารให้ประชาชนได้รับทราบอย่างทั่วถึง (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535: 4) การสอนที่ดีนั้นจะต้องสนับสนุนและแนะนำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดที่เป็นของตนเองและมีความคิดสร้างสรรค์โดยเน้นถึงความสามารถของแต่ละบุคคล เน้นให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านต่างๆ ได้อย่างอิสระตาม

สิ่งแวดล้อมและกระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่เฝ้าหาความรู้โดยให้เผชิญกับสิ่งแวดล้อมอย่างเต็มที่ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถรวบรวมความรู้และสร้างสรรค์ความหมายของสิ่งที่พบด้วยตัวเอง (Suchman; & Spaulding. 1967: 8) มีการศึกษาหลายเรื่องที่ยืนยันว่า ครูสามารถฝึกสอนให้นักเรียนเกิดนิสัยในการคิดตามแบบที่ครูต้องการได้ (Harris. 1960: 655) ปัญหาอยู่ที่ว่า ครูจะฝึกสอนให้นักเรียนเกิดนิสัยในการคิดแบบไหน อย่างละมาน้อยเท่าไร ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับปรัชญาการศึกษาของแต่ละสังคมเป็นสำคัญ

จะเห็นได้ว่า ความสามารถในการคิดก็เป็นคุณสมบัติที่พึงปรารถนาและเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการศึกษาและการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ความรู้และวิทยาการใหม่ๆ ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้บุคคลทั้งหลายจำเป็นต้องมีทักษะการคิด เพื่อที่จะช่วยให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติสุขในสังคมที่ซับซ้อนและเต็มไปด้วยปัญหาต่างๆ บุคคลจำเป็นต้องใช้การตัดสินใจอยู่เสมอ และการตัดสินใจที่ดีนั้นก็ต้องอาศัยความสามารถในการคิดเป็นพื้นฐาน (ทิสนา แคมมณี. 2533: 2)

จากการศึกษางานวิจัยของหลายท่าน แบบการคิดเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่น่าจะส่งผลต่อการเรียนของนักเรียนให้เรียนดีขึ้นได้ ซึ่ง กาเย (จ่านง พรายแยมแซ. 2534: 9 ; อ้างอิงจาก Robert M Gagne. 1974) กล่าวว่า ยุทธศาสตร์ในการคิดเป็นสมรรถภาพในด้านการควบคุมการเรียนรู้เกี่ยวกับการจำ การคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ และคิดสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่ขึ้นมาได้ การพัฒนาสมรรถภาพในด้านนี้จึงเป็นเป้าหมายที่สำคัญประการหนึ่ง ซึ่งการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนให้เกิดการคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ ออสซูเบล (Ausubel. 1968: 551) ได้กล่าวว่า แบบการคิด และการดำเนินการในแต่ละแบบ เป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่งที่ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับแบบการคิด ได้มีผู้แบ่งแบบการคิดไว้อย่างต่างกันตามลักษณะของวิธีการที่ใช้ศึกษา วิธีการศึกษาแบบการคิดที่ใช้ได้ดีและมีประโยชน์ต่อการศึกษาครั้งนี้นี้ ใช้วิธีของเคแกน และคนอื่นๆ (Kagan and others . 1974: 111 – 120) ซึ่งใช้แบบทดสอบวัดแบบการคิดแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ การคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ จากการศึกษาของแซทเทอรี (Sattely. 1976: 179 – 181) พบว่าแบบการคิดแบบวิเคราะห์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับระดับสติปัญญา

จากความสำคัญดังที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงมีประสงค์ที่จะเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน ที่มีแบบการคิดต่างกัน เพื่อที่จะผลการศึกษาค้นคว้าไปเป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาการเรียนการสอนให้นักเรียนมีรูปแบบการคิดที่เหมาะสม อันจะส่งผลให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน ที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน
4. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับแบบการคิด ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ จะทำให้ทราบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนที่มีเพศ และแบบการคิดที่แตกต่างกัน เพื่อผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะเป็นแนวทางให้นักจัดการศึกษาหรือผู้ที่เกี่ยวข้องได้นำไปพิจารณาหาวิธีการที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมและพัฒนาโดยเลือกพฤติกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเพศและแบบการคิด ที่จะนำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมและปลูกฝังให้เกิดในตัวนักเรียน อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการศึกษา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 โรงเรียน 10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 440 คน เป็นนักเรียนชายจำนวน 202 คน และนักเรียนหญิง 238 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

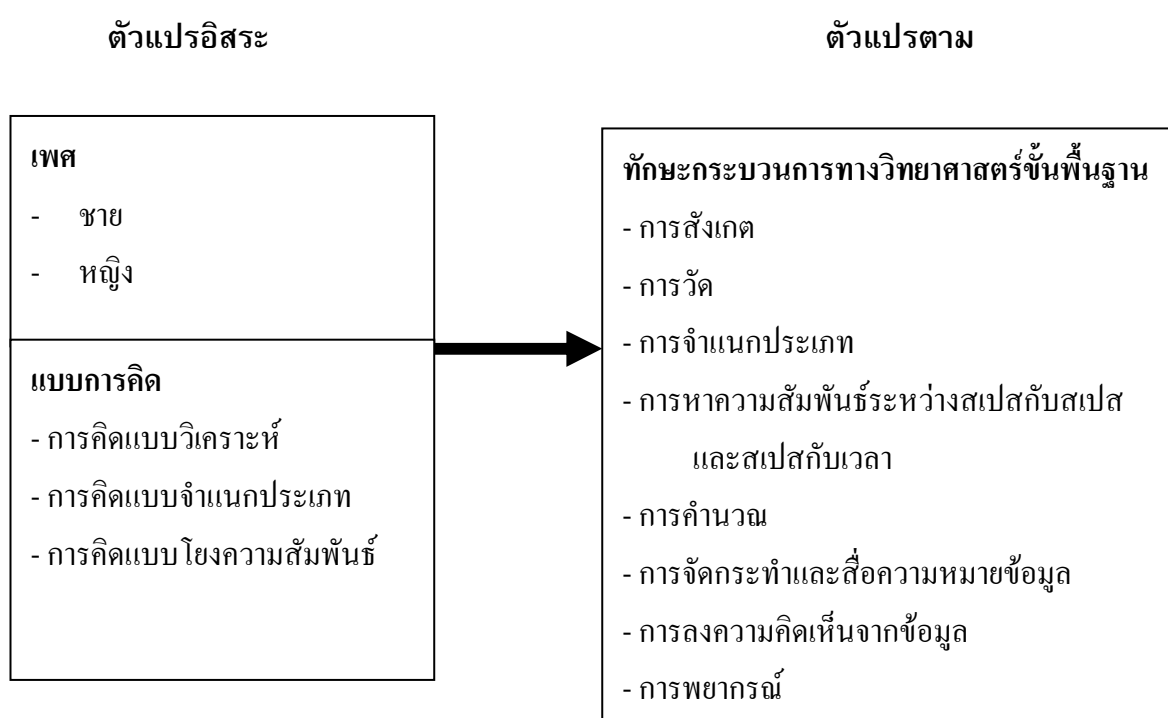
ปีการศึกษา 2550 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 โรงเรียน 6 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 258 คน เป็นนักเรียนชายจำนวน 126 คน และนักเรียนหญิง 132 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่
 - 1.1 เพศ ได้แก่
 - 1.1.1 ชาย
 - 1.1.2 หญิง
 - 1.2 แบบการคิด ซึ่งแบ่งเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้
 - 1.2.1 การคิดแบบวิเคราะห์
 - 1.2.2 การคิดแบบจำแนกประเภท
 - 1.2.3 การคิดแบบโยงความสัมพันธ์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะดังนี้
 - 2.1 ทักษะการสังเกต
 - 2.2 ทักษะการวัด
 - 2.3 ทักษะการจำแนกประเภท
 - 2.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
 - 2.5 ทักษะการคำนวณ
 - 2.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
 - 2.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
 - 2.8 ทักษะการพยากรณ์

กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและนำแนวคิดของเคแกน, มอสส์ และซีเกล (Kagan , Moss; & Sigel. 1963 : 73 - 124) และแซทเทอร์รี่ (Sattery. 1976) เกี่ยวกับเพศและแบบการคิด เพื่อทำการศึกษาว่า เพศและแบบการคิดต่างแบบกัน จะมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันหรือไม่ โดยมีกรอบความคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกัน
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับแบบการคิดส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน** หมายถึง พฤติกรรมของความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ ประกอบด้วย 8 ทักษะดังนี้ คือ

1.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา จมูก ผิวกาย หู และลิ้น เข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆในธรรมชาติหรือจากการทดลอง แล้วบอกรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย

1.2 ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือในการวัดอย่างเหมาะสมและใช้เครื่องมือนั้นหาปริมาณ ของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับ

1.3 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำพวกวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในการจำแนกเป็นพวกนั้น ต้องมีเกณฑ์ในการจำแนก

1.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 2 มิติ กับ วัตถุ 3 มิติ ระหว่างตำแหน่งของที่อยู่ และเป็นความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

1.5 ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำค่าที่ได้จากการวัดและการนับมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการนำตัวเลขมาบวก ลบ คูณ หหาร และหาค่าเฉลี่ย

1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง มาจัดกระทำใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปของตาราง แผนผัง และเขียนบรรยาย

1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายผลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้เดิม และเหตุผล หรือเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป

1.8 ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบหรือค่าจากข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรจากปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นซ้ำๆ จากความรู้สึกที่มีมาก่อน มาช่วยในการสรุป

2. **แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน** หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเป็นแบบสถานการณ์ที่สร้างขึ้นจากภาพ ตาราง กราฟ หรือข้อความ ที่ประสบในชีวิตประจำวันในเรื่องเกี่ยวกับการเรียนและเรื่องทั่วไป เพื่อวัดพฤติกรรมความสามารถที่

แสดงออกในลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ วัดได้จากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. แบบการคิด หมายถึง ลักษณะนิสัยที่แสดงออกถึงพฤติกรรมเกี่ยวกับประสาทการจดจำ และความสามารถในการฟื้นความจำ เป็นความสามารถในการจัดระบบจินตนาการ สัญลักษณ์ และความคิดรวบยอดของการคิด การรู้จักใช้เหตุผลและการแก้ปัญหาตามความรู้ความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม แบบการคิดในการศึกษาครั้งนี้จะยึดตามแนวของเคแกน มอสส์ และแซทเทอร์รี่ ได้แก่

3.1 การคิดแบบวิเคราะห์ (Analytical Style) หมายถึง วิธีคิดที่อาศัยข้อเท็จจริงที่ปรากฏในสิ่งเร้าเป็นเกณฑ์ โดยการรับรู้ลักษณะทางกายภาพของสิ่งเร้าในรูปของส่วนย่อยมากกว่าส่วนรวม และนำส่วนย่อยเหล่านั้นมาประกอบกันเพื่อก่อรูปความคิด

3.2 การคิดแบบจำแนกประเภท (Categorical Style) หมายถึง วิธีคิดที่พยายามจัดสิ่งเร้าเข้าเป็นประเภทตามความรู้หรือประสบการณ์ที่มีมาก่อน โดยไม่พิจารณาเจาะจงลงไปในลักษณะทางกายภาพอย่างใดอย่างหนึ่ง

3.3 การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ (Relational Style) หมายถึง วิธีคิดที่พยายามนำสิ่งเร้าเข้ามาสัมพันธ์กัน โดยรับรู้สิ่งเร้าในรูปของส่วนรวม แล้วประเมินค่าหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้า นั้น ตามความรู้และประสบการณ์เดิม

4. แบบวัดการคิด หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวการคิดของ เคแกน มอสส์ และแซทเทอร์รี่ เพื่อใช้วัดพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะในการคิด ได้แก่ การคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ วัดได้จากแบบวัดการคิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และมีเกณฑ์การจำแนกกลุ่มผู้ที่มี การคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ดังนี้

ถ้านักเรียนคนใด ได้คะแนนแบบการคิดแบบใดสูงกว่าแบบอื่นๆ ให้ถือว่า มีลักษณะการคิดแบบนั้น การพิจารณาว่าเหตุผลใด แสดงถึงการคิดแบบใดจาก 3 แบบการคิดนั้น มีเกณฑ์การวัดดังนี้

1. การคิดแบบวิเคราะห์ ได้แก่ เหตุผลในการรวมกลุ่มสิ่งต่างๆ โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่ปรากฏในภาพประกอบด้วย

1.1 ความคล้ายคลึงของวัตถุหรือคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น สี ขนาด รูปร่าง ลวดลาย เหมือนกัน

1.2 ลักษณะของสิ่งเร้าที่แสดงอาการ หรือสิ่งที่เหมือนกัน เช่น นั้ ใส่เสื้อ ขาหัก หรือตาบอดเหมือนกัน เป็นต้น

1.3 ภาพที่แบ่งกลุ่มตามเพศ เช่น เพศชายเหมือน เพศหญิงเหมือนเหมือนกัน เป็นต้น

1.4 ภาพที่แบ่งกลุ่มตามวัย เช่น เด็ก คนแก่ คนหนุ่ม คนสาว

1.5 ภาพที่มีลักษณะโครงสร้างทางกายภาพเหมือนกัน เช่น ทำด้วยไม้ ทำด้วยกระดาษ ทำด้วยแก้ว เป็นต้น

2. การคิดแบบจำแนกประเภท ได้แก่ เหตุผลในการจับกลุ่มสิ่งต่างๆ โดยอาศัยการอ้างอิงถึงคุณสมบัติที่มีร่วมกัน ซึ่งไม่อาจสังเกตได้ ประกอบด้วย

2.1 การรวมกลุ่มโดยคำนึงถึงคุณลักษณะ ชั้น ตำแหน่ง เช่น คนมีอาชีพค้าขาย คนใช้ นักท่องเที่ยว เป็นต้น

2.2 การรวมกลุ่มภาพโดยมีรากฐานจากการตัดสิน การตีค่า ทางสุนทรียภาพ หรือทางคุณธรรม เช่น สวย น่าเกลียด คนดี คนเลว เป็นต้น

2.3 การใช้ชื่อรวมของวัตถุที่เป็นพวกเดียวกัน เช่น มนุษย์ สัตว์เลี้ยง ยานพาหนะ เครื่องเฟอร์นิเจอร์ อาหาร เป็นต้น

2.4 ภาพที่แสดงอารมณ์ เช่น เสียใจ เป็นสุข โกรธ เหมือนๆ กัน

3. การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ได้แก่ เหตุผลในการจัดกลุ่มสิ่งต่างๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่ร่วมกัน ประกอบด้วย

3.1 การรวมกลุ่มโดยอาศัยเค้าโครง หรือเรื่องราวที่จะให้สิ่งเร้าต่างๆ นั้นมาเกี่ยวข้องกัน เช่น เขาตีผู้ชายคนนั้น ม้าลากรถ เป็นต้น

3.2 ภาพที่แสดงการเปรียบเทียบในระหว่างสองสิ่งหรือมากกว่า ดีกว่าสิ่งนั้น แตกต่างไปจากสิ่งนี้ คนนี้แต่งตัวเป็นระเบียบ แต่คนนี้ไม่เป็นระเบียบ เป็นต้น

3.3 การรวมภาพซึ่งมีหน้าที่เหมือนกัน ต้องใช้รวมกัน เช่น ไม้ขีดจุดบุหรี่ แก้วใช้นั่งเขียนหนังสือกับโต๊ะ เป็นต้น

3.4 ภาพที่รวมกลุ่มโดยความสัมพันธ์ในฐานะที่เข้าใจกันแล้ว เช่น สามภรรยา พี่กับน้อง ครูกับนักเรียน เป็นต้น

3.5 ภาพที่เกี่ยวกันภายใต้เงื่อนไขอันใดอันหนึ่ง เช่น ถ้าคนตายแล้วจะเหลือกระดูกอย่างนี้ เป็นต้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอรายละเอียดตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 1.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้
 - 1.3 คุณภาพของผู้เรียน
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิด
 - 3.1 ความหมายของแบบการคิด
 - 3.2 ประเภทของแบบการคิด
 - 3.3 ลักษณะของบุคคลที่มีแบบการคิดต่างกัน
 - 3.4 การเกิดรูปแบบการคิด
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
 - 4.1.2 งานวิจัยในประเทศไทย
 - 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิด
 - 4.2.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
 - 4.2.2 งานวิจัยภายในประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สืบรวจตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบหลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบด้วยตนเอง มากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ตั้งแต่เริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ใน สถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 3)

1.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้อง ยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญ ที่สุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตาม ศักยภาพ ในมาตรา 23 (2) เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ให้ ความสำคัญของการบูรณาการความรู้คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับ การศึกษา โดยเฉพาะความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ ความ เข้าใจ และประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จาก

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน ในส่วนของการจัดการเรียนกระบวนการเรียนรู้ มาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา
3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้คิดเป็นทำเป็นรักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง
4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุล รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา
5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอน และแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ
6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดาผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวดังกล่าว จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนการสอน ทั้งของครูและนักเรียน กล่าวคือลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่า บรรยาย สาธิต เป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้กิจกรรมต่างๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของนักเรียน ตั้งแต่เริ่ม คือ ร่วมวางแผนการเรียน การวัดผล ประเมินผล และต้องคำนึงว่ากิจกรรมการเรียนนั้น เน้นการพัฒนา กระบวนการคิดวางแผน ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ จากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ตรวจสอบวิเคราะห์ข้อมูล การแก้ปัญหา การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นได้เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่างๆ ในที่สุดสร้างองค์ความรู้ ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวต้องพัฒนานักเรียนให้เจริญพัฒนาทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรม ภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้น ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงงาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิมสิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม ต่างกันที่นักเรียนได้รับมาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นสูงและคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว จะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 75-77)

ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นอกจากจะต้องการเน้นกระบวนการ และวิธีการสอนที่หลากหลาย ในส่วนของจิตวิทยาศาสตร์หรือเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะมุ่งให้เกิดกับผู้เรียนควบคู่ไปด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่สามารถทำงานร่วมกับบุคคลอื่นได้ดีมีประสิทธิภาพ

1.1 คุณภาพของผู้เรียน

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอนผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมหลากหลาย ทั้งเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล โดยอาศัยแหล่งเรียนรู้ที่เป็นสากลและท้องถิ่น โดยผู้สอนมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้ กระตุ้น แนะนำ ช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เพื่อให้การศึกษาวissenschaftบรรลุผลตามเป้าหมายและวิสัยทัศน์ที่กล่าวไว้ จึงได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี และแต่ละช่วงไว้ดังนี้

คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบหลักสูตรขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี

1. เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. เข้าใจคุณสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร แรงและการเคลื่อนที่พลังงาน
3. เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของโลก ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ ดาราศาสตร์และอวกาศ
4. ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย และจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่างๆ ให้ผู้อื่นรับรู้
5. เชื่อมโยงความรู้ความคิดกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการดำรงชีวิต และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หรือสร้างชิ้นงาน
6. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้
 - 6.1 ความสนใจใฝ่รู้
 - 6.2 ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ
 - 6.3 ความซื่อสัตย์ ประหยัด
 - 6.4 การร่วมแสดงความคิดเห็นของผู้อื่น

6.5 ความมีเหตุผล

6.6 การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

7. มีเจตคติ คุณธรรม ค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

7.1 มีความพอใจ ความซาบซึ้ง ความสุขในการสืบเสาะหาความรู้และรักที่จะเรียนรู้
ต่อเนื่องตลอดชีวิต

7.2 ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ใน
การดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ

7.3 ตระหนักว่าการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อชีวิตและ
สิ่งแวดล้อม

7.4 แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพในสิทธิของผลงานที่ผู้อื่นและตนเองคิดค้น
ขึ้น

7.5 แสดงความซาบซึ้งในความงามและตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากร
ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์พัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ และ
สิ่งแวดล้อมในโรงเรียนและในท้องถิ่น

7.6 ตระหนักและยอมรับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้และ
คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นหาคำตอบ ต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการในการหาความรู้หรือทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งนักการศึกษาหลาย
ท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

เนย์ และ คนอื่นๆ (Nay; & others. 1971: 201 – 203) ได้ให้ความหมายของทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง เป็นลำดับกิจกรรม หรือลำดับการปฏิบัติการ ซึ่ง
กระทำโดยนักวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติโดยกระบวนการต่าง ๆ ในการจัด
เรียงลำดับขั้นการทำงาน

ครอฟเฟอร์ (Klopfer. 1971: 568 – 573) อธิบายความหมายของทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

โรบินสัน และ เกรย์ (Robinson; & Gray. 1974: 48) ได้แบ่งส่วนประกอบของ
วิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือส่วนที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ ความคิด

รวบยอด ข้อเท็จจริง ทฤษฎี และกฎต่างๆ และส่วนที่เป็นกระบวนการ ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการแสวงหาความรู้

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1978: 15) ได้กล่าวถึงกระบวนการนี้ว่าเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ กระบวนการนี้จะเกิดการสลับซับซ้อนในแต่ละบุคคล ทำให้เกิดพัฒนาการทางด้านสติปัญญา

พจน์ สะเพียรชัย (2517: 49) อธิบายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านทักษะการสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูล และสื่อความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูล การแปลความหมายข้อมูลและการสรุป การสร้างสมมติฐาน การออกแบบและการดำเนินการทดลอง การคำนวณ และการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

ประหยัด จันทรขมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต (2518: 23) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความคล่องแคล่วชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึง ทักษะในการทำหรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะในเชิงปัญหา

ประณีต วิบูลย์พันธ์ (2521: 16) อธิบายความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ทักษะการปฏิบัติ ซึ่งได้จากประสบการณ์ทางธรรมชาติที่มีมานาน ทักษะดังกล่าวจึงจำเป็นต้องเป็นการสังเกต การอธิบาย การตั้งสมมติฐาน การค้นคว้าทดลอง การบันทึกข้อมูล และการสรุปเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นหาความรู้ใหม่ ๆ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ทุกโอกาส

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531: 34) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า กระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการค้นหาคำตอบของปัญหา

ศศิเกษม ทองยงค์ และลีลา สนิทานเคราะห์ (2524: 76) อธิบายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าทดลองปฏิบัติการเพื่อค้นคว้าหาความจริง และพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่างซึ่งในขณะทำการทดลองค้นคว้าหรือปฏิบัติการนั้น ทำให้ผู้ทำการทดลองย่อมต้องใช้ทักษะในด้านการปฏิบัติและนึกพฤติกรรมที่นักวิทยาศาสตร์คิดควบคู่กันไป

อนันต์ จันทรกี (2523: 13) อธิบายไว้ว่า ทักษะกระบวนการ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดและวิธีปฏิบัติอย่างมีระบบ ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาด้านสติปัญญาการแก้ปัญหา การค้นหาและการแสวงหาความรู้ใหม่ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้

ทพวงมหาวิทยาลัย (2525: 59) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา จนเกิดความชำนาญคล่องแคล่ว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526: 123) ได้อธิบายไว้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีกฎเกณฑ์และระเบียบวิธีการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ต้องมีการค้นคว้า

ทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง วิธีการศึกษาจึงเปรียบเสมือนเครื่องมือที่จะใช้ในการค้นคว้าให้ได้ข้อสรุปจากการทดลองวิทยาศาสตร์จึงไม่เพียงแต่เป็นแหล่งสะสมความรู้เท่านั้น แต่ยังรวมวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา และทำให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญาอีกด้วย ในขณะที่ทำการค้นคว้า ผู้ทำการทดลองย่อมมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติ และพัฒนาความนึกคิดไปด้วยพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบเหล่านี้ เรียกว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์”

โชติ เพชรชื่น (2527: 16) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่อาจสังเกตเห็นได้เช่น การสังเกต การเลือกเครื่องมือ การประมาณค่า การสร้างสมมติฐาน การหาข้อยุติหรือลงความเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

สุรรัตน์ จินดาวงษ์ (2531: 27) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมต่างๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสม จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวนี้ สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักการศึกษาพยายามที่จะนำทักษะเหล่านี้มาปลูกฝังให้แก่เด็กนักเรียนทั้งระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาเพื่อที่จะให้ผู้เรียนรู้จักคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ตลอดจนนำความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและสถาบันการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวคิดรูปแบบต่างๆ กันของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งกล่าวพอสังเขปได้ดังนี้

สมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (America Association for the Advancement of Science: AAAS) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะกระบวนการเป็นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน 8 กระบวนการ และทักษะกระบวนการขั้นผสมผสานหรือทักษะขั้นบูรณาการ 5 ประการ ดังนี้ (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531: 163 – 164 ; สมจิต สวธนไพบุลย์. 2535: 64 - 73 ; วรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว. 2532: 5 - 8 ; ภาพเลาไพบุลย์. 2537: 15-17 ; สุรางค์ สากร. 2537: 62 - 88)

1.ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต แบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุ โดยการใช้การกะประมาณ

1.3 การบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัด

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่น ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 การนับ ได้แก่

3.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

3.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

3.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือ

ต่างกัน

3.2 การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่

3.2.1 บอกวิธีคำนวณได้

3.2.2 คิดคำนวณได้ถูกต้อง

3.2.3 แสดงวิธีการคิดคำนวณได้

3.3 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

3.3.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

3.3.2 หาค่าเฉลี่ย

3.3.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

4.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซกับเวลา (Space / Space Relationship and Space / Time Relationship) สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูงความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่งความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลาได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลาความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

5.1 ชีบรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

5.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

5.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ ได้แก่

5.4.1 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ)

5.4.2 เมื่อเห็นเงา (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น

5.4.3 บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

5.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

5.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพประกอบ

ปรากฏในกระจกเงาว่าเป็นชายหรือขวาของกันและกันได้

5.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

5.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณ หาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไต่อะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน หรือบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยข้อความที่เหมาะสม
กัตรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของภาพ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการสรุปการพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ซึ่งทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป

8.1.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีที่มีได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Science Process Skills) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์ เป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ากล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความหมายสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม ซึ่งวิธีหนึ่งที่เราจะใช้พิจารณาว่าข้อความใดเป็นสมมติฐานหรือไม่ ก็โดยนำข้อความนั้นมาเรียงให้อยู่ในรูปของประโยค ถ้า...แล้ว จะ...หรือเมื่อ.... แล้วจะ.... ถ้าเขียนได้ ข้อความนั้นก็จะเป็นสมมติฐาน สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลอง และบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้นของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมใน สมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้วคือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้น คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง ๆ เพื่อกำหนดสิ่งต่าง ๆ ได้แก่

12.1.1 วิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับกำหนัดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. ออกแบบการทดลองโดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึง ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม

1.2 ระบุอุปกรณ์ หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองได้และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ เช่นทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการทดลองหรือที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

สรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ทักษะพื้นฐาน ได้แก่ ทักษะที่ 1 ถึง 8 และทักษะขั้นสูงหรือบูรณาการ ได้แก่ ทักษะที่ 9-13 ดังนั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน คือ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Process of Science) ค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Body of Knowledge) ด้วยตนเอง ในการแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skills) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) ครูผู้สอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง

2.3 การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ซันด์ และทรูบริจ (Sund and Trowbridge. 1973: 31-35) ได้อธิบายถึงการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ว่า การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ต้องศึกษาจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของแต่ละทักษะเพื่อเป็นแนวทางในการที่จะประเมินดูว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526: 1-5) ได้กำหนดความสามารถของนักเรียนที่แสดงพฤติกรรมออกมาเมื่อเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
1. การสังเกต (Observation)	1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง 1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ 1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
2. การวัด (Measurement)	2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ 2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
3. การจำแนกประเภท (Classification)	3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้ บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้
4. หาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Relationship and Space / Time Relationship)	4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ จากวัตถุ/รูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้ 4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือ รูป 3 มิติ 4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเลขาคณิตได้ 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้

ตาราง 1 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
	4.5 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่งได้ 4.6 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพประกอบปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ 4.7 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ 4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้
5. การคำนวณ (Using Numbers)	การนับ ได้แก่ 5.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง 5.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ 5.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน 5.4 การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่ 5.5 บอกวิธีคำนวณได้ 5.6 คิดคำนวณได้ถูกต้อง 5.7 แสดงวิธีคำนวณได้ 5.8 การหาค่าเฉลี่ย 5.9 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย 5.10 หาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)	6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูล 6.3 ออกแบบการเสนอข้อตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ 6.4 การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้น 6.5 การบรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ 6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ตาราง 1 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)	อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย
8. การพยากรณ์ (Prediction)	8.1 การพยากรณ์ทั่วไป 8.1.1 ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ 8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ 8.2.1 ทำนายผลที่เกิดขึ้นในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ 8.2.2 ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
9. การตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)	หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation)	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)	ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้
12. การทดลอง (Experimenting)	12.1 ออกแบบการทดลองโดย - กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย - ระบุอุปกรณ์ และ/หรือสารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้ 12.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม 12.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

ตาราง 1 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data Conclusion)	13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ 13.2 บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอยู่ในข้อมูลได้

หน่วยทดสอบและประเมินผลสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ (สสวท. 2518: 5)

1. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจกแจงให้ชัดเจน โดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจกแจงให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวัง และภาคเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้นๆ

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นที่ขาดเสียมิได้ในบทหนึ่งๆ ควรจะกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดมิได้ ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรจะปรากฏในข้อสอบ

3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะซึ่งมีความมุ่งหมายที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมใดเท่าไร อย่างละเอียด จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังจะทราบต่อไปว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีสัดส่วนมากน้อยเพียงใด

4. การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ ควรถือหลักว่าจะใช้การสอบแบบใด จึงจะตรวจวัดพฤติกรรมนั้นๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดจนทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลา และง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526: 23 - 24) ได้กล่าวถึงลักษณะข้อสอบเพื่อวัดความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. สถานการณ์

1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะเป็นสถานการณ์สมมุติ หรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามจะต้องมีความยากง่าย เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว

1.3 สถานการณ์ต้องไม่เป็นสถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้จะต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล

1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วย จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

1.5 สถานการณ์ที่ยกมาจะต้องสั้นกะทัดรัด อ่านเข้าใจง่าย และแต่ละสถานการณ์ควรใช้กับคำถามมากกว่า 1 ข้อ เพื่อให้นักเรียนไม่เสียเวลาในการอ่านมากเกินไปจนความจำเป็น

2. คำถาม คำถามที่จะใช้ตอบสถานการณ์ที่ยกมาจะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ถามในเรื่องความรู้ความจำ

2.2 ไม่ถามถึงปัญหาหรือสมมติฐานที่เคยอภิปรายหรือสรุปมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำ ทั้ง ๆ ที่ดูคำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ใช้คำถามที่รัดกุม บังคับว่าจะใช้ตอบในเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้นโดยเฉพาะ

2.4 ข้อความที่จะใช้ตอบแต่ละคำถามควรเป็นตอนละเรื่องแต่กำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

3. การตรวจ ถ้าเป็นข้อสอบให้ตอบสั้น ๆ แม้จะตั้งคำถามที่ผู้ตอบคิดว่าจำเพาะเจาะจงคำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจจะต้องดูเหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างกันไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกต้องก็ต้องยอมรับ

จากการศึกษาการประเมินผลทักษะพอสสรุปได้ว่าการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องศึกษาจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของแต่ละทักษะ เพื่อเป็นแนวทางในการที่จะประเมินดูว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิด

3.1 ความหมายของแบบการคิด

จากการศึกษาพบว่า ได้มีผู้ให้ความหมายแบบการคิดไว้หลายท่าน ดังนี้

ออสซูเบล (จาร์ส นองมาก. 2513: 2 ; อ้างอิงจาก Ausubel. 1968: 170) อธิบายไว้ว่าแบบการคิด เป็นพื้นฐานส่วนหนึ่งของการคิดที่บุคคลใช้ในการจัดระเบียบสิ่งเร้าหลาย ๆ ชนิดเข้าด้วยกัน แล้วตอบสนองต่อสิ่งเร้าตามลักษณะของการจัดระเบียบนั้น

เคแกน และคนอื่น ๆ (Kagan; & others. 1974: 271) อธิบายไว้ว่า แบบการคิดเป็นนิสัยที่แสดงออกถึงพฤติกรรมเกี่ยวกับประสาท การจดจำ และความสามารถในการฟื้นความจำ การรู้จักการใช้เหตุผล และการแก้ปัญหาตามความรู้ ความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

ซุคแมน (นิพนธ์ คงเจริญ. 2515: 4 ; อ้างอิงจาก Suchman. n.d. : 1-5) เชื่อว่าแบบการคิดเกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางสมองหลายประการโดยเฉพาะการรับรู้เป็นสื่อทำให้บุคคลแตกต่างกันการที่บุคคลรับรู้ต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์การเรียนรู้และความคิดรวบยอดของบุคคลนั้น

คาร์รอล (Carroll. 1964: 76) ได้อธิบายไว้ว่า แบบการคิดของแต่ละบุคคลนั้น จะปรับเปลี่ยนไปเมื่ออายุมากขึ้น และมีประสบการณ์มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า แบบการคิด เป็นกระบวนการหรือวิธีการคิดหลังจากที่บุคคลได้รับรู้จากประสบการณ์ที่เป็นสิ่งเร้าต่าง ๆ บุคคลจะใช้แบบการคิดแบบใด มากหรือน้อยย่อมขึ้นกับประสบการณ์การรับรู้

3.2 ประเภทของแบบการคิด

ในช่วงเวลาที่ผ่านมาได้มีนักจิตวิทยาศึกษาค้นคว้าทดลองและจัดรูปแบบการคิดไว้หลายรูปแบบ ดังนี้

แบบการคิดตามแนวคิดของวิทกิน (Witkin)

วิทกิน และคนอื่น ๆ (Witkin and others. 1974: 39) ได้แบ่งแบบการคิดของบุคคลออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) เป็นการคิดที่ยึดถือเอาตนเองเป็นศูนย์กลาง การคิดแบบนี้ไม่อาศัยข้อมูลจากภายนอก หรือจากสิ่งรอบข้างตัดสินปัญหา ด้วยเหตุผล ถือเอาสิ่งที่ปรากฏอยู่จริงได้สิ่งเร้าเป็นเกณฑ์

2. การคิดแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง (Field Dependent) เป็นการคิดที่ไม่ยึดเอาตนเองเป็นศูนย์กลาง อาศัยข้อมูลจากภายนอกหรือสภาพรอบข้าง ความรู้ และประสบการณ์ของคนมาสัมพันธ์และเป็นส่วนประกอบช่วยในการตัดสินใจ

ซึ่งแบบการคิดทั้ง 2 แบบนี้เกิดจากการที่วิทกิน เชื่อว่ากิจกรรมทางสมองประกอบด้วยกระบวนการ 2 ประการ คือ การอาศัยข้อมูลจากภายนอกและการอาศัยข้อมูลภายในที่สะสมไว้ และพฤติกรรมของการคิดทั้ง 2 แบบนี้เกิดจากความแตกต่างของความสามารถที่จะแบ่งแยกตนเองและบุคคลอื่น (นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ. 2513: 59)

วิทกิน และกูดอินฟ์ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2536: 103 -104 ; อ้างอิงจาก Witkin ; & Goodenough. 1981) ได้สรุปผลการวิจัยเกี่ยวกับลักษณะและพฤติกรรมของบุคคลที่มีแบบการคิดต่างกันไว้ ดังนี้

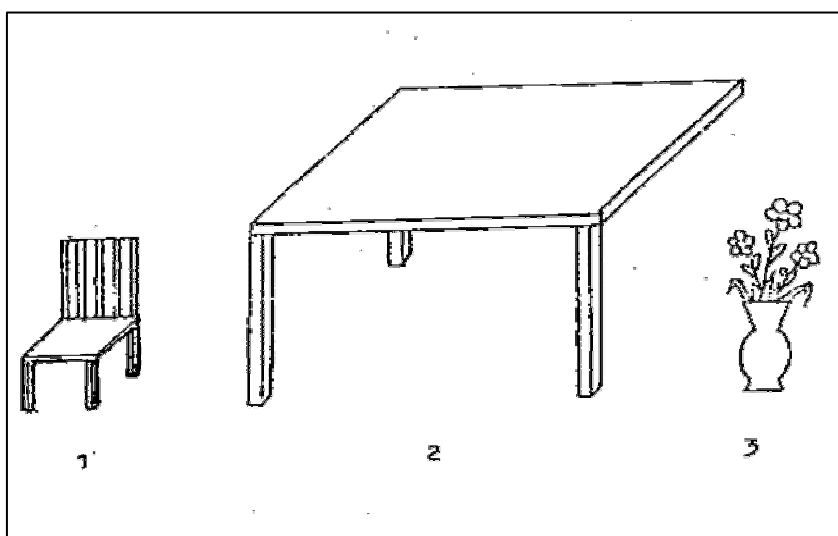
กลุ่มที่ 1 บุคคลที่มีแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) เป็นผู้ที่มีความคิดแบบนามธรรม ชอบวิเคราะห์วิจารณ์ มุ่งที่จะเรียนและทำงานที่ใช้ทักษะทางสมอง สนใจวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ มักเลือกอาชีพเป็นนักวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมาศาสตร์ พยาบาล ห้องผ่าตัด ชอบทำงานอิสระ ไม่สนใจต่อสิ่งชี้แนะทางสังคม (Social Cues) ไม่ชอบเข้าสังคม ไม่ค่อยคำนึงถึงความรู้สึกของผู้อื่น เป็นตัวของตัวเองมาก ไม่ค่อยยึดติดกับผู้อื่น

กลุ่มที่ 2 บุคคลที่มีแบบการคิดแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง (Field Dependent) เป็นผู้ที่ระมัดระวังความคิดของผู้อื่น ให้ความสำคัญต่อกิริยาท่าทางสีหน้าของผู้อื่น สนใจสิ่งแวดล้อมด้านตัวบุคคล การเรียนจึงต้องขึ้นอยู่กับการสังเกตภายนอก จึงต้องการแรงจูงใจ หรือแรงเสริมจากสังคม ชอบวิธีการเรียนแบบอภิปรายกลุ่มมากกว่าการสอนแบบบรรยาย หรือการให้คิดด้วยตนเอง มีความประทับใจในสิ่งที่พบเห็นครั้งแรก สนใจวิชาสังคมศาสตร์ เลือกอาชีพครู นักสังคมสงเคราะห์ ผู้แนะแนว ถ้าเป็นพยาบาลก็จะเลือกคนไข้ตัวต่อตัว ชอบทำงานกับผู้อื่น รักหมู่คณะ ใส่ใจต่อสิ่งชี้แนะทางสังคม เป็นผู้ที่สังคมเก่ง พยายามเข้าใจในความรู้สึกของผู้อื่น

แบบการคิดตามแนวคิดของ เคแกน มอสส์ และซีเกล (Kagan Moss; & Sigel. 1963)

เคแกน มอสส์ และซีเกล ได้แบ่งแบบการคิด โดยยึดหลักความแตกต่างของบุคคลในเรื่องบุคลิกภาพและความรู้สึกต่อสิ่งเร้าออกเป็น 3 แบบ (Kagan Moss; & Sigel. 1963: 73 - 124) โดยใช้แบบทดสอบที่เรียกว่า “แบบทดสอบการคิด” (Conceptual Style Test) มีลักษณะเป็นภาพหลายเส้นขาวดำ แต่ละข้อประกอบด้วยภาพ 3 ภาพ ให้ผู้สอบเลือกตอบ 2 ภาพ ที่เข้าคู่กันได้หรือไปด้วยกันได้ และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกเช่นนั้น เหตุผลที่ให้มาจะแสดงถึงแบบการคิดของผู้สอบ ซึ่งจะแบ่งออกได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. การคิดแบบวิเคราะห์ (Analytical Style) เป็นวิธีคิดที่อาศัยข้อเท็จจริงในสิ่งเร้าเป็นเกณฑ์ เป็นการคิดของผู้ที่มีอารมณ์มั่นคง มองสิ่งต่าง ๆ ไม่ถือตนเองเป็นใหญ่โดยการรับรู้ลักษณะกายภาพของสิ่งเร้าในรูปของส่วนย่อยมากกว่าส่วนรวม แล้วนำส่วนย่อยเหล่านั้นมาประกอบกันเพื่อก่อรูปความคิด เป็นลักษณะการคิดของผู้ชายเป็นส่วนใหญ่ เช่น เมื่อให้บุคคลเลือกจับคู่ภาพดังตัวอย่าง



อาจจะเลือกจับคู่ภาพ 1 กับภาพ 2 ด้วยเหตุว่าทั้งเก้าอี้และโต๊ะมีขา 3 ขา เช่นกัน หรือต่างก็ทำด้วยไม้เหมือนกัน เป็นต้น แสดงว่าบุคคลนี้ดูภาพและรับรู้ลักษณะทางกายภาพ รับรู้ข้อเท็จจริงในส่วนย่อยที่สังเกตพบ อันเป็นลักษณะที่บอกถึงการคิดของบุคคลที่มีรูปแบบการคิดแบบวิเคราะห์

2. การคิดแบบจำแนกประเภท (Categorical Styled) เป็นความคิดที่พยายามจัดสิ่งเร้าเข้าประเภท หรือเป็นพวกเดียวกัน โดยพิจารณาสิ่งอื่นร่วมกัน เช่น หน้าที่และอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากลักษณะทางกายภาพ ตามความรู้หรือประสบการณ์ที่มีมาก่อน ตัวอย่างเช่น รูปในข้อ 1 ข้างต้น ถ้าหากบุคคลนั้นมีรูปแบบการคิดแบบจำแนกประเภท เราจะเลือกจับคู่ภาพ 1 กับภาพ 2 ด้วยเหตุผลที่ว่าทั้งเก้าอี้และโต๊ะ เป็นเครื่องเรือนเหมือนกัน แสดงว่าบุคคลนั้นจัดประเภทของสิ่งเร้าตามคุณสมบัติที่มีร่วมกันอยู่ หรือทำหน้าที่คล้ายกันอันเป็นลักษณะที่บอกถึงการคิดของบุคคลที่มีรูปแบบการคิดจำแนกประเภท

3. การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ (Relational Styled) เป็นการคิดที่พยายามนำสิ่งเร้าเข้ามาสัมพันธ์กัน โดยรับรู้สิ่งเร้าในรูปของส่วนรวมแล้วประเมินค่าความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้านี้ตามความรู้และประสบการณ์เดิม ถือตนเองเป็นใหญ่ เป็นลักษณะแนวโน้มการคิดของผู้หญิง ตัวอย่างเช่น ภาพข้อ 1 ข้างต้น บุคคลที่มีรูปแบบการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ จะเลือกจับคู่ภาพ 2 ภาพ 3 ด้วยเหตุผลที่ว่า แจกันกับดอกไม้ควรตั้งไว้บนโต๊ะ เพื่อความสวยงาม โดยไม่คำนึงถึงรายละเอียดของโต๊ะ

การแบ่งการคิดดังกล่าวเกิดจากความรู้ที่ว่าความคิดของบุคคลประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ 3 ประการ คือ

1. การอาศัยข้อมูลภายนอก
2. การอาศัยข้อมูลภายในที่สะสมไว้
3. การผสมผสานเกี่ยวโยงข้อมูลที่สะสมไว้

กระบวนการทั้ง 3 อย่างนี้อยู่ภายใต้อิทธิพลของลักษณะปัญหาที่บุคคลประสบ ตัวอย่างเช่น เมื่อนาย ก. เห็นไม้บรรทัด นาย ก. ย่อมจะรับรู้และมองมิติต่างๆ ของไม้บรรทัดแตกต่างไปจากบางคน และจะตัดสินคุณลักษณะของไม้บรรทัดตามลักษณะความคงเส้นคงวาภายในหรือความเคยชินที่นาย ก. ได้เคยกระทำมาแล้ว ถ้านาย ก. บอกว่าสิ่งที่ตนเห็นนั้นทำด้วยไม้ ยาว แบน ข้างบนมีเลขกำกับเป็นระยะ นาย ก. ตัดสินสิ่งที่เขาพบเห็นตามข้อเท็จจริงที่ปรากฏ เป็นการอาศัยข้อมูลภายนอก หรือสิ่งเร้าเป็นหลัก จึงเป็นการคิดแบบวิเคราะห์ แต่ถ้านาย ก. บอกว่า นี่เป็นไม้บรรทัดของเขาหรือเป็นไม้บรรทัดที่ครูใช้ตีมือ แสดงว่า นาย ก. มีประสบการณ์เกี่ยวกับไม้บรรทัดนั้นมาก่อน เมื่อเห็นไม้บรรทัดนั้นจึงได้นำความรู้และประสบการณ์ที่สะสมไว้มาสัมพันธ์กับสิ่งที่เขารับรู้ใหม่ เป็นการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ แต่ถ้านาย ก. เห็นไม้บรรทัดแล้วกลับไปนึกถึงยางลบดินสอ ที่เป็น

เครื่องเขียนหรือเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิตเช่นเดียวกับปากกาดินสอ แสดงว่า นาย ก. ได้นำเอาสิ่งที่เขารับรู้ใหม่ไปจัดเข้าพวกกับสิ่งอื่นที่รู้มาก่อน จึงเป็นการคิดแบบจำแนกประเภท

จากลักษณะการรับรู้และการจัดระเบียบข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์เป็นลักษณะการคิดที่ผู้คิดยึดตัวเองเป็นจุดศูนย์กลาง เพราะเป็นการประเมินจากความรู้และประสบการณ์ที่ตนสะสมไว้ ส่วนการคิดแบบวิเคราะห์ ผู้คิดยึดถือสิ่งเร้าเป็นศูนย์กลาง เพราะดูจากข้อเท็จจริงที่ปรากฏขณะนั้น

ข้อสังเกตที่ได้จากการศึกษาแบบการคิด จากการแบ่งแบบการคิดทั้งของ วิทคิน และเคแกน ได้ยึดหลักการเดียวกัน คือ มีความเชื่อว่ากิจกรรมทางสมองต้องอาศัยข้อมูลภายนอกและภายในที่ได้สะสมจากประสบการณ์การเรียนรู้มา (นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ. 2513: 59) จึงมีผู้ตั้งสังเกตไว้ ดังนี้

นาริรัตน์ รักวิจิตรกุล (2529: 31) ตั้งข้อสังเกตไว้ คือ

1. การคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) มีลักษณะเหมือนการคิดแบบวิเคราะห์ ซึ่งเป็นการคิดที่พิจารณาลักษณะทางกายภาพที่วัตถุต่าง ๆ มีร่วมกัน

2. การคิดแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง (Field Dependent) มีลักษณะเหมือนกันกับการคิดแบบโยงความสัมพันธ์และแบบจำแนกประเภท ซึ่งอาศัยความสัมพันธ์ด้านเวลาและสถานที่ วัตถุในกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน เพราะแต่ละชิ้นมีความหมายที่เกิดจากความสัมพันธ์ที่มีต่อวัตถุอื่นในกลุ่มเดียวกัน

3. การคิดแบบวิเคราะห์และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์จะไม่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กันในแต่ละคน และถ้ามีความคิดอย่างหนึ่งมากก็จะมีความคิดอีกอย่างหนึ่งน้อย หรือทั้งสองแบบการคิดมีความสัมพันธ์กันในทางตรงข้าม เพราะแบบหนึ่งเป็นการพิจารณาข้อเท็จจริงส่วนอีกแบบหนึ่งอาศัยประสบการณ์เป็นพื้นฐาน

4. การยึดตนเองเป็นศูนย์กลางในเรื่องแบบการคิด หมายถึง การคิดหาเหตุผลโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ที่ตนเองมีอยู่เป็นพื้นฐาน ซึ่งต่างจากความหมายของการพัฒนาการคิดของเด็กในระยะยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง

5. แบบการคิดแตกต่างจากความสามารถ กล่าวคือ แบบการคิดจะเกี่ยวข้องว่าบุคคลมีวิธีการอย่างไร (How) ที่จะทำให้เกิดความรู้ขึ้น แต่ความสามารถจะเกี่ยวข้องว่าบุคคลที่มีทักษะการทำงานอยู่ในระดับใด หรือความรู้จะอะไรเกิดขึ้นบ้าง

จากการแบ่งแบบการคิดของเคแกน ออกเป็น 3 ประเภทดังกล่าวแล้ว ได้มีผู้นำหลักการนี้ไปศึกษาและแบ่งแบบการคิดออกเป็นย่อยๆ ได้ 5 แบบ (ชวลี อุปภัย. 2523: 13 – 15 ; อ้างอิงจาก Kosolsreth. 1964: 3 – 8) ดังนี้

1. การคิดแบบวิเคราะห์ (Analytical Style) เป็นการจัดประเภทสิ่งเร้าตาม

ความเหมือนของลักษณะทางกายภาพของสิ่งเร้านั้น ส่วนประกอบทางกายภาพ ในที่นี้หมายถึง ส่วนประกอบที่ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างของสิ่งเร้า เช่น ถ้าเสนอสิ่งเร้าเป็นแก้ว ใต๊ะ แจกันดอกไม้ พวกที่มีแบบการคิดนี้ จะเลือกจับคู่รูปแก้วกับใต๊ะ โดยใช้เหตุผลว่าต่างก็ทำด้วยไม้เหมือนกัน

2. การคิดแบบบรรยาย (Descriptive Style) เป็นการจัดประเภทสิ่งเร้า ตามลักษณะรวมทางกายภาพของสิ่งเร้านั้น เป็นการบรรยายภาพของวัตถุทางของคนหรือสัตว์ หรือสิ่งของที่ปรากฏในสิ่งเร้า ตัวอย่างเช่น ถ้าเสนอภาพ 3 ภาพ ดังกล่าวในข้อ 1 ผู้ที่มีแบบการคิด แบบนี้ จะเลือกจับคู่ภาพแก้วกับใต๊ะ โดยให้เหตุผลว่า ต่างก็มีขา 4 ขา เหมือนกัน

3. การคิดแบบจำแนกประเภท (Categorical Style) เป็นการคิดที่จัด ประเภทของสิ่งเร้าเข้าเป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยประสบการณ์หรือความรู้ที่ได้รับมาเป็นเครื่องตัดสิน เป็นการพิจารณาโดยคำนึงถึงความคล้ายคลึงทางด้านรูปร่าง แต่จะดูที่คุณสมบัติบางประการที่มี ร่วมกันอยู่ ตัวอย่างจากภาพทั้ง 3 ดังกล่าว พวกที่มีแบบการคิดแบบนี้ จะเลือกจับคู่ภาพแก้วกับ ใต๊ะโดยให้เหตุผลว่า ต่างก็เป็นเครื่องใช้เหมือนกัน

4. การคิดแบบอ้างอิง (Inferential Style) เป็นการคิดที่จัดประเภทของ สิ่งเร้าเข้าเป็นหมวดหมู่ตามลักษณะหน้าที่ของสิ่งเร้านั้นหรือจากลักษณะทางอารมณ์ของสิ่งเร้า ตัวอย่างจาก สิ่งเร้าทั้ง 3 ดังกล่าว พวกที่คิดแบบนี้จะเลือกจับคู่แก้วกับใต๊ะโดยให้เหตุผลว่า ใช้ วางสิ่งของได้เหมือนกัน

5. การคิดแบบหาความสัมพันธ์ (Relational Style) เป็นการคิดที่จัด ประเภทของสิ่งเร้า โดยพยายามหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงสิ่งเร้าต่างๆ ให้สัมพันธ์กัน โดยคำนึงถึง หน้าที่หรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้านั้นๆ เช่น เสนอสิ่งเร้าเป็นรูปแก้ว ใต๊ะ และแจกันดอกไม้ พวกที่คิดแบบนี้จะเลือกจับคู่ ใต๊ะกับแจกันดอกไม้ โดยให้เหตุผลว่า แจกันดอกไม้ต้องตั้งไว้บนใต๊ะ

การแบ่งแบบการคิดเป็น 5 แบบนี้ อาศัยเกณฑ์การแบ่งเช่นเดียวกับของ เคแกนและคนอื่นๆ เพียงแต่แบ่งแยกให้แคบลงอีกเท่านั้น ดังจะเห็นได้ว่า แบบการคิด 2 แบบแรก คือ การคิดแบบ วิเคราะห์และแบบบรรยาย เป็นการแยกย่อยมาจากการคิดแบบวิเคราะห์ ส่วนแบบจำแนกประเภท และแบบอ้างอิง เป็นการแยกย่อยมาจากการคิดแบบจำแนกประเภท ส่วนการคิดแบบหา ความสัมพันธ์ มีลักษณะเหมือนกับการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ของเคแกน และคนอื่นๆ ดังกล่าว ข้างต้น

จากลักษณะการรับรู้และการจัดระเบียบความคิดข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การคิดแบบวิเคราะห์ และแบบบรรยาย ผู้คิดยึดสิ่งเร้าเป็นศูนย์กลาง เพราะดูจากข้อเท็จจริงที่ปรากฏขณะนั้น ส่วนการคิด แบบจำแนกประเภท แบบอ้างอิง และแบบโยงความสัมพันธ์ เป็นลักษณะของการคิดที่ผู้คิดยึดถือ ตัวเองเป็นจุดศูนย์กลาง เพราะเป็นการประเมินจากความรู้และประสบการณ์ที่ตนสะสมไว้

นอกจากนี้แล้ว เมสสิก (Iowa State University. 1988: อ้างอิงจาก Messick. 1970) ยังได้ ศึกษาถึงรูปแบบการคิดในลักษณะต่างๆ ซึ่งได้จำแนกเป็น 9 ลักษณะ คือ

1. แบบขึ้นอยู่กับสิ่งรอบข้าง และรูปแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Dependence - field independence) เป็นวิธีการวิเคราะห์ความขัดแย้งในเรื่องของการรับรู้ ซึ่งก่อให้เกิดความโน้มเอียงไปตามประสบการณ์ ซึ่งแยกเป็นส่วนๆ จากภูมิหลัง และสะท้อนถึงศักยภาพที่จะเอาชนะการชักจูงให้ยึดติดกับเนื้อหา
2. แบบรับรู้ความหลากหลาย (Scanning) เป็นรูปแบบการคิดที่คำนึงถึงความสามารถในการรับรู้ความหลากหลายในด้านความสนใจ ซึ่งนำไปสู่ขอบข่ายการรับรู้มากน้อยและความชัดเจนของประสบการณ์
3. แบบแยกแยะประเภทหรือกลุ่ม (Breadth of Categorizing) เป็นรูปแบบการคิดที่สามารถแยกแยะประเภทหรือกลุ่มได้อย่างกว้างหรืออย่างแคบ เป็นการสร้างลักษณะความเป็นตัวของตัวเอง
4. แบบความคิดรวบยอด (Conceptualizing Styles) เป็นรูปแบบการคิดที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอด ที่สามารถแยกแยะการรับรู้ในสิ่งที่คล้ายคลึง และแตกต่างกันได้เช่นเดียวกับความคิดรวบยอดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการกำหนดความคิดรวบยอด เช่น การใช้รูปแบบเดิมเป็นประจำในการวางรูปแบบความคิดในการกำหนดเค้าโครง หรือความสัมพันธ์ของหน้าที่ต่างๆ ระหว่างสิ่งเร้า ในขณะที่เผชิญกับการวิเคราะห์เนื้อหาที่เป็นสารประโยชน์ หรือข้อวินิจฉัยของสมาชิกในกลุ่ม
5. แบบซับซ้อนและแบบเรียบง่าย (Complexity - Simplicity) เป็นความแตกต่างระหว่างบุคคลในความโน้มเอียงที่จะสร้างสังคม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งพฤติกรรมของคนในสังคม ในมิติที่หลากหลายและวิธีการแยกแยะสิ่งต่างๆ ในสังคมนั้น
6. แบบสุขุมรอบคอบและแบบหุนหัน (Reflectiveness - Impulsivity) แบบสุขุมรอบคอบจะคิดแบบรอบคอบก่อนตอบคำถาม ทำให้เกิดความผิดพลาดน้อย แต่การคิดแบบหุนหันเป็นการแสดงออกหรือมีพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมแบบปัจจุบันทันด่วน ทำให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้นบ่อยครั้ง
7. แบบราบเรียบและแบบเฉียบแหลม (Leveling - Sharpening) เป็นรูปแบบการคิดที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคลในการเปรียบเทียบสิ่งที่จดจำไว้ ผู้มีรูปแบบการคิดแบบราบเรียบมักมีความโน้มเอียงอย่างมาก ที่จะทำให้ความทรงจำที่คล้ายคลึงกันเลื่อนไป และรับรู้สิ่งอื่นหรือเหตุการณ์อื่นที่กระตุ้นเพิ่มขึ้นมา แต่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมานั้นไม่ได้เหมือนกันทุกประการที่จะนึกถึงจากประสบการณ์ก่อน แต่ผู้ที่มีรูปแบบการคิดแบบเฉียบแหลม มักจะโน้มเอียงที่จะเกิดความสับสนน้อยในเรื่องที่คล้ายคลึงกัน และอาจวินิจฉัยสิ่งที่เป็นอยู่ปัจจุบันว่ามีความคล้ายกับสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตมากกว่าที่จะคิดถึงเรื่องที่เกิดขึ้นจริง
8. แบบควบคุมและยืดหยุ่น (Constricted - Flexible Control) เป็นความแตกต่างระหว่างบุคคลในเรื่องของความจำกัดและความยืดหยุ่นที่มีผลต่อความรู้สึกทางใจ อาจทำให้เกิดการขาดสมาธิ และเกิดสิ่งรบกวนการคิด

9. แบบที่เกี่ยวกับความเข้ากันหรือไม่เป็นจริง (Tolerance for Incongruous or Unrealistic Experience) เป็นมิติของความตั้งใจที่แตกต่างกันในการยอมรับการรับรู้ที่เปลี่ยนแปลงไปจากประสบการณ์เดิม

3.3 ลักษณะของบุคคลที่มีแบบการคิดต่างกัน

จากการศึกษาและรวบรวมงานวิจัย พบว่า ผู้ที่มีแบบการคิดต่างกัน จะมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกันดังนี้ (ณัฐกร สงคราม. 2543 ; อ้างอิงจาก Saracho; & Spodek. 1981 ; Goodenough. 1976 ; Witkin. 1971)

1. จากการศึกษาค้นคว้า พบว่า แบบการคิดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ อีกหลายด้าน เช่น เรื่องของเพศ วัย ระดับสติปัญญา เป็นต้น ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า เพศหญิงจะมีความเป็น การคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) ส่วนในเรื่องพัฒนาการของความเป็น การคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) และบุคคลที่มีแบบการคิดแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง (Field Dependent) ในตัวบุคคลพบว่า การคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) ความเป็นในตัวคนเรา จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่สัมพันธ์กับระดับอายุ ในช่วง 8 - 15 ปี ความเป็นการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) จะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ อายุ 15 - 24 ปี ความเป็นการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) จะแสดงออกอย่างชัดเจน และเมื่อคนมีอายุมากขึ้นและเข้าสู่วัยชรา ความเป็นการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) จะค่อยๆ เพิ่มขึ้น

2. ผู้ที่มีแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) จะมีความเชื่อตามค่านิยมและบรรทัดฐานของ สังคม ในขณะที่ผู้ที่มีแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) จะยึดมั่นในความเชื่อของตนเองเป็นหลัก

3. ผู้ที่มีแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) จะสนใจต่อบุคคลอื่นเป็นอย่างมากและสร้างความ สนิทสนมต่อผู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วย ส่วนผู้ที่มีแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) จะชอบอยู่ตามลำพัง และไม่สนใจต่อบุคคลอื่น

4. บุคคลที่มีแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) จะสามารถเรียนและจำได้ดีในการเรียนรู้ เกี่ยวกับการวิเคราะห์จำแนกแยกแยะในทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และยัง สนใจที่จะเรียนในเรื่องที่เป็นนามธรรมและทฤษฎีต่างๆ แต่สำหรับบุคคลที่มีแบบการคิดแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง (Field Dependent) จะสามารถเรียนได้ดีในการเรียนเรื่องต่างๆ ไปในด้านสังคมศาสตร์

5. ผู้ที่มีแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) จะสามารถเจาะเข้าถึงเนื้อหาส่วนย่อย ที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อหาสาระส่วนรวม และเข้าใจด้วยว่าส่วนย่อยนั้นเป็นส่วนที่แยกต่างหาก ออกมาจากส่วนรวมทั้งหมดอย่างไร และเป็นผู้ที่สามารถนำระบบโครงสร้างของการแก้ปัญหา ของตนเองไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้ ในทางตรงข้ามบุคคลประเภทที่แบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง (Field Dependent) จะต้องอาศัยการมองเห็นเนื้อหาสาระที่เป็นส่วนรวมทั้งหมดก่อนเพื่อเป็นแนวทาง สำหรับทำความเข้าใจเนื้อหาส่วนย่อยซึ่งเป็นส่วนประกอบของส่วนรวมทั้งหมด และจะไม่สามารถ แยกแยะเนื้อหาสาระได้โดยไม่มีบริบทหรือสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องเข้ามาช่วย

6. ผู้ที่มีแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) จะทำงานโดยมุ่งที่ตัวงาน และอาจไม่ต้องการ กรอบหรือระบบโครงสร้างอะไรมาช่วยนำทางในการแก้ปัญหาเท่าไรนัก รวมทั้งสามารถแยกแยะ ปัญหาใหญ่ออกเป็นส่วนประกอบย่อยได้ดีกว่าผู้ที่มีแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) ซึ่งจะมีลักษณะตรงกันข้ามกล่าวคือ ทำงานที่มุ่งตัวบุคคลอื่น สนใจว่าคนอื่น ๆ จะพูดหรือทำอะไรมากกว่าอย่างอื่น ชอบอยู่กับคนอื่นและชอบทำงานเป็นกลุ่ม เมื่อเนื้อหาสาระที่จะต้องเรียนขาดโครงสร้างหรือกรอบนำทาง และผู้เรียนจะต้องสร้างขึ้นเองในการที่จะเข้าใจเนื้อหาสาระ บุคคลประเภทแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง (Field Dependent) มักจะประสบปัญหามากกว่าบุคคลประเภทแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง (Field Dependent) ผู้เรียนที่มีลักษณะแบบการคิดแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง (Field Dependent) อาจจะต้องการความชัดเจนอย่างมากในเนื้อหาสาระที่จะต้องอ่านและในงานที่จะต้องทำ ตรงกันข้ามผู้เรียนแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) อาจจะไม่พอใจในการทำงานที่มีการเสนอแนะอย่างหลวมๆ มี แนวทางปฏิบัติภายในกรอบกว้างๆ เพื่อที่จะได้ใช้ความคิดอย่างกว้างขวางอิสระ

7. ผู้ที่มีรูปแบบการคิดทั้งสองแบบนี้จะมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะ คือ การใช้ตัวกลางในการเรียนรู้ และการใช้ประโยชน์จากความเด่นชัดของตัวชี้แนะ กล่าวคือผู้ที่มีแบบการคิด แบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) จะมีความสามารถในการสรุปหลักการต่างๆ จากประสบการณ์ของตนเองได้ดี กว่าผู้ที่มีแบบการคิดแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง (Field Dependent) เช่น ในการเรียนเนื้อหาที่มีโครงสร้างคลุมเครือ ผู้เรียนต้อง สรุปหลักการด้วยตนเอง ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Independent) จะสามารถใช้ประโยชน์จาก ตัวกลางในการเรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ และสรุปเป็นหลักการได้ดีกว่ากลุ่มที่มีแบบการคิดแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง (Field Dependent) อีกลักษณะหนึ่งคือการใช้ประโยชน์จากความเด่นชัดของตัวชี้แนะ (Cue Salience) ตัวชี้แนะที่เด่นชัดมากจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าตัวชี้แนะที่เด่นชัดน้อย ตัวชี้แนะที่เด่นชัดจะส่งผล ต่อผู้ที่มีความคิดแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง (Field Dependent) แบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง (Field Dependent) มากกว่าผู้ที่มีแบบการคิดแบบอิสระจาก

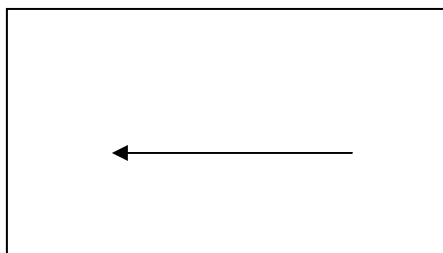
สิ่งรอบข้าง (Field Independent)

3.4 การเกิดรูปแบบการคิด

กระบวนการคิดของบุคคลเป็นสิ่งที่ซับซ้อนอยู่ภายใน สิ่งที่สังเกตได้เป็นเพียงผลของกระบวนการคิดเท่านั้น วิธีการคิดของแต่ละบุคคลก็แตกต่างกัน ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละคนแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งออสซูเบล (Ausubel, 1968: 551) ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละคนแตกต่างกัน คือ

1. ความรู้ในเนื้อหาและระเบียบวิธีของแต่ละวิชา
2. แบบการคิด ความอยากรู้อยากเห็นและยุทธศาสตร์เฉพาะต่อการแก้ปัญหานั้น
3. อุปนิสัยใจคอของแต่ละบุคคล

ตามความคิดเห็นดังกล่าวแบบการคิดจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้กระบวนการคิดของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน แบบการคิดจึงอาจนำมาพิจารณาได้หลายด้าน ทั้งในแง่ของความพร้อมที่จะรับรู้และคิดตามที่แต่ละคนชอบ เช่น วิธีแก้ปัญหาโดยใช้แบบยืดหยุ่นหรือตายตัว แบบพอใจรับรู้สิ่งที่สลับซับซ้อนหรือสิ่งที่ดูง่าย แบบพอใจการจัดสิ่งของอย่างแคบๆ หรือกว้าง เป็นต้น ฉะนั้นแบบการคิดจึงเป็นพื้นฐานส่วนหนึ่งของกระบวนการคิดของบุคคลที่ใช้ในการจัดระเบียบรวบรวมมิติของสิ่งเร้า และตอบสนองต่อสิ่งเร้า นั้น และเป็นแนวทางให้เกิดการเรียนรู้ขึ้น (Ausubel, 1968: 170 – 171) นอกจากนี้ ซุคแมน ยังเชื่อว่าแบบการคิดเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสมองหลายประการ ซึ่งเป็นสื่อสำคัญที่จะทำให้การคิดของคนแตกต่างกันออกไป โดยเขาเน้นให้เห็นว่าการรับรู้เป็นสื่อสำคัญที่ทำให้คนคิดไปต่าง ๆ กัน ดังตัวอย่าง (Suchman; & Spaulding, 1967: 1 – 5)



จากรูปซึ่งมีสัญลักษณ์ในกรอบสี่เหลี่ยมเป็นรูปลูกศรชี้ไปทางซ้ายมือ การที่คนจะรับรู้ รูปนี้ก็มีต่าง ๆ กันไปแล้วแต่ประสบการณ์หรือความคิดรวบยอดของตน เช่น บางคนอาจพิจารณาในส่วนปลีกย่อยว่าประกอบด้วยหัวสองเส้นสั้นๆ และส่วนหางเป็นเส้นยาว ซึ่งเป็นการคิดในแง่วิเคราะห์ การรับรู้ในทำนองนี้จะคำนึงถึงส่วนประกอบของสิ่งเร้าทั้งหมด เช่น จะมองคนใดคนหนึ่งแบบ

วิเคราะห์ก็อาจมุ่งพิจารณา เสื้อ เนคไท กางเกง หรือรองเท้าของเขา แทนที่จะรับรู้ไปทุก ๆ ส่วน พร้อม ๆ กัน

จากรูปลูกศรในตัวอย่าง คนยังมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องลูกศรมากกว่าความจริง ในแง่ที่ว่าประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังในตอนแรก จึงเอาความคิดเหล่านั้นมาเกี่ยวโยงกับลูกศรที่ได้รับรู้ในภาพ เช่น เอาไปเกี่ยวกับธนู ธนูและลูกศรก็ไปเกี่ยวข้องกับพวกพรานหรืออินเดียนแดง เป็นต้น แล้วแต่ประสบการณ์จะชักนำความคิดไปในทางไหน ลักษณะการคิดแบบนี้จึงเป็นแบบโยงความสัมพันธ์

การคิดแบบวิเคราะห์และแบบโยงความสัมพันธ์จะไม่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ในแต่ละคนถ้ามีความคิดอย่างใดอย่างหนึ่งมากก็จะมีอีกอย่างหนึ่งน้อย หรือทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในทางตรงข้าม เพราะจะสังเกตเห็นว่า แบบหนึ่งเป็นการพิจารณาในแง่ข้อเท็จจริง แต่อีกแบบหนึ่งอาศัยประสบการณ์ในอดีตเป็นรากฐาน

การคิดอีกลักษณะหนึ่งที่แตกต่างไปจากสองแบบดังกล่าวมาแล้ว เช่น จากรูปในตัวอย่าง ถ้าเห็นรูปในลูกศรแล้วนึกคิดต่อไปอีกว่าลูกศรเป็นอาวุธชนิดหนึ่ง หรืออยู่ในพวกอาวุธที่เป็นอันตรายได้ จะเห็นว่าการคิดในทำนองนี้ไม่ได้วิเคราะห์รายละเอียดจากภาพ หรือเกี่ยวโยงไปสัมพันธ์กับวัตถุใดวัตถุหนึ่งโดยเฉพาะ แต่เป็นการคิดที่อ้างอิงไปสู่ชนิด ประเภท หรือชื่อรวม ๆ ของวัตถุนั้น

การคิดในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ตามความเห็นของ ชุคแมน จึงมี 3 แบบ แต่ละคนจะเลือกในแต่ละแบบเด่นด้อยต่างกันตามประสบการณ์ การเรียนรู้ และพัฒนาการที่ไม่เหมือนกัน

อีกนัยหนึ่งอาจกล่าวได้ว่าแบบการคิดเป็นความพร้อมของบุคคลที่จะตอบสนองสิ่งเร้าในแบบต่าง ๆ ซึ่งปัญหาอยู่ที่ว่าการคิดแบบใดช่วยบุคคลตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ดังนั้นสิ่งที่ควรทราบต่อไปเพื่อจะตอบปัญหานี้ คือ การคิดมีพัฒนาการอย่างไร เพื่อจะพิจารณาว่าแบบการคิดเข้ามาเกี่ยวข้องกับพัฒนาการนี้ด้วยวิธีใด

สจวร์ต ไคว์ตระกูล (2536: 36 - 44) ได้สรุปทฤษฎีของ เพียเจต์ เกี่ยวกับพัฒนาการของเชาว์ปัญญาและการคิดของบุคคลไว้เป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. Sensorimotor Stage (แรกเกิด ถึง 2 ขวบ) เป็นขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญา ความคิดก่อนระยะเวลาที่เด็กอ่อนจะพูดและใช้ภาษาได้ สติปัญญาความคิดของเด็กในวัยนี้แสดงออกโดยการกระทำ (Actions) เด็กสามารถแก้ปัญหาได้แม้ว่าจะไม่สามารถที่จะอธิบายได้

2. Preoperational Stage (18 เดือน ถึง 7 ขวบ) ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับ การรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่เป็นขั้นที่เด็กเริ่มใช้ภาษา สามารถที่จะบอกชื่อสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเขาและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเขา สามารถที่จะเรียนรู้ถึงสัญลักษณ์และใช้สัญลักษณ์ได้ เด็กวัยนี้มักจะเล่นสมมติ เช่น พูดกับตุ๊กตาเหมือนพูดกับคนจริง ๆ มีความตั้งใจที่ละเอียดและยังไม่สามารถที่จะเข้าใจว่าสิ่งที่เท่ากันแม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างหรือแปรสภาพหรือเปลี่ยนที่วางควรจะยังคงเท่ากัน และยังไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบสิ่งของมากและน้อย

ยาวและสั้นได้อย่างแท้จริง และมีการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ไม่สามารถที่จะเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่นได้

3. Concrete Operations Stage (7-11 ปี) พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาและความคิดเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก และมีคุณภาพ สามารถที่จะอ้างอิงด้วยเหตุผล และไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กวัยนี้สามารถแบ่งกลุ่มโดยใช้เกณฑ์หลาย ๆ อย่าง และคิดย้อนกลับ(Reversibility) ได้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมและความสัมพันธ์ของตัวเลขก็เพิ่มขึ้น

4. Formal Operations Stage (12 ปี ถึง วัยผู้ใหญ่) เด็กจะมีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญา และความคิดจนถึงขั้นสูงสุด จะคิดแบบผู้ใหญ่สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรม คิดสร้างสมมติฐาน และทฤษฎีแบบนักวิทยาศาสตร์

พัฒนาการของความคิดทั้ง 4 ขั้นนี้ เป็นไปในลักษณะสะสม คือจะต้องอาศัยขั้นต้นเป็นพื้นฐานของการคิดที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงขั้นที่ 4 ซึ่งเด็กบางคนอาจไม่ถึงขั้นที่ 4 ก็ได้ การคิดของเด็กในระยะต้น ๆ เป็นการคิดแบบยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง และเมื่อค่อย ๆ โตขึ้น ได้รับประสบการณ์มากขึ้น ความคิดก็ขยายกว้างออกไป และเป็นการคิดที่สมเหตุสมผลยิ่งขึ้น เพราะมีความสามารถเพิ่มขึ้นที่จะคิดออกตัวเองเป็นศูนย์กลางได้ การคิดก็เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันจนเกิดโครงสร้างที่ซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ โดยการปรับปรุงให้เหมาะกับสภาพแวดล้อม และสิ่งนี้คือพัฒนาการด้านสติปัญญา ซึ่งเพียเจต์ อธิบายว่าเกิดจากกระบวนการ 2 อย่าง คือ การซึมซาบเข้าโครงสร้าง (Assimilation) หมายถึง การดัดแปลงและปรับปรุงสถานการณ์ใหม่ให้เข้ากับประสบการณ์เดิมของตน และการดัดแปลงโครงสร้าง (Accommodation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงโครงสร้างเดิมของตนให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ คือเป็นการยอมรับในสิ่งใหม่นั้นเอง กระบวนการทั้ง 2 อย่างนี้ทำให้เกิดพัฒนาการของความคิด

สำหรับการแก้ปัญหาของเพียเจต์ ได้แสดงความคิดเห็นว่าการเล่น การกระทำและภาษาเป็นองค์ประกอบในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน ฉะนั้นแบบการคิดของเด็กจึงขึ้นอยู่กับพัฒนาการในด้านต่าง ๆ และความแตกต่างของแต่ละบุคคล (Neuber. N.d. : 238)

พัฒนาการทางด้านการคิดของเด็กในทัศนะของเพียเจต์ ได้มีผู้สนับสนุนและแสดงความคิดเห็นตรงกัน ดังนี้ คาร์โรล (Carroll. 1964: 80) มีความเห็นว่าพัฒนาการด้านการคิดขั้นสุดท้ายของเพียเจต์ คือขั้นที่ 4 นั้น เป็นการคิดที่สมเหตุสมผล สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหา และเน้นว่า การที่บุคคลจะแก้ปัญหาได้นั้นจะต้องอาศัย “แบบการคิด” เป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่ง ซึ่ง ออสซูเบล (Ausubel. 1968: 35) ก็ให้เหตุผลว่า การใช้แบบการคิดและวิธีการดำเนินการต่าง ๆ ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลต่างกันไปด้วย ส่วน ฟลาวเวลล์ (Flavell. 1963: 58) เชื่อว่า สติปัญญาของคนเป็นผลจากการปรับตัวพฤติกรรม การปะทะกับสิ่งแวดล้อม การจัดระเบียบการคิด และการแสดงออกต่าง ๆ และริพเพิล (Ripple. 1964: 91 – 93) ได้กล่าวถึงความเชื่อของ โบห์ม (Boehm) ที่ว่าเด็กสมัยนี้จะลดการยึดตนเองเป็นศูนย์กลางได้เร็วกว่าในอดีต ทั้งนี้เพราะเด็กได้รับ

ประสบการณ์เพิ่มมากขึ้นจากวิธีการสอนที่ดีกว่าเดิม รวมทั้งสื่อมวลชน เช่น วิทยุ โทรทัศน์ เป็นต้น ดังนั้น การรับรู้ในเรื่องดังกล่าวจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้บุคคลมีแบบการคิดที่ดีและแตกต่างกันไป

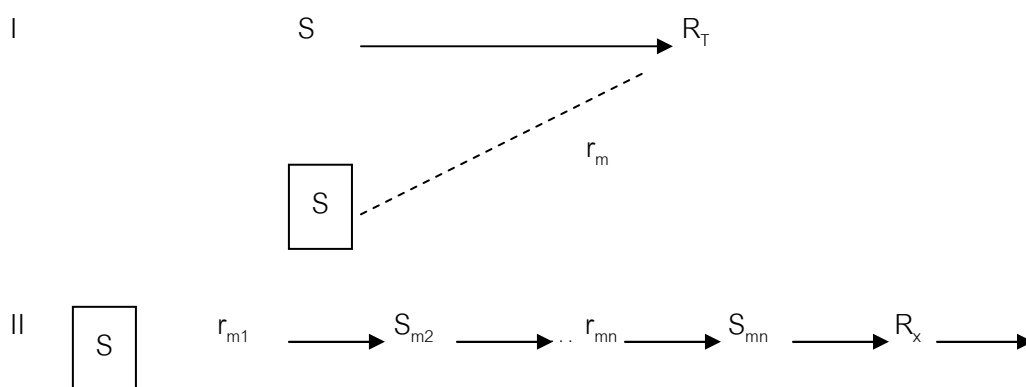
นอกจากนี้ตามแนวคิดของรัสเซลล์ (Russell. 1965: 8) กล่าวว่า สิ่งที่ปรากฏในกระบวนการคิด ประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. ความรู้สึกจากการสัมผัส (Sensations) การรับรู้ (Perception) ความจำ (Memory) ภาพนิมิต (Images) ความคิดรวบยอด (Concept) และอื่นๆ

2. แรงจูงใจในการคิด ได้แก่ ความรู้สึก (Feeling) ความต้องการ (Needs) และนิสัยในการคิด (Habits of Thought) ซึ่งจะช่วยในการกำหนดทิศทางการคิด

กระบวนการในการคิด มีรากฐานมาจากนิสัยในการคิดตามข้อ 2 ผู้คิดอาจนำวิธีการคิดแบบต่างๆ มาใช้ในกระบวนการคิดตามนิสัยของตน เช่น ถ้าใช้แบบวิเคราะห์คิด กระบวนการคิดจะเป็นไปในรูปของการพยายามมองหาลักษณะทางกายภาพ เท่าที่ปรากฏมาพิจารณาเพื่อแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการคิด

ดังนั้นเมื่อเบอร์ลินนำความคิดของรัสเซลล์ มาประสานสัมพันธ์กับกระบวนการคิดของออสกูด (Berlyn. 1966: 19 – 27) การก่อรูปความคิดของบุคคลจะเป็นดังนี้



ภาพประกอบ 2 พฤติกรรมและทิศทางการรับรู้

จากรูป I S เป็นสิ่งเร้าซึ่งอาจเป็นเหตุการณ์ ไม่บรรทัด ภาพวาด หรือเสียง เป็นต้น เป็นสัญลักษณ์ (Sing) ของสิ่งเร้าที่ถูกรับรู้ไว้หลังจากประสาทสัมผัสสิ่งเร้า R_T เป็นพฤติกรรมที่บุคคลน่าจะตอบสนองต่อสิ่งเร้า r_m เป็นตัวตอบสนองต่อความหมาย (mediating response) หรือตัวรับรู้ในความหมายของสิ่งเร้า หลังจากประสาทสัมผัสซึ่งถ้าหากสมองส่วนที่รับรู้ของบุคคลเปรียบเสมือนกระจกสะท้อนแสงแล้ว ก็ย่อมรับรู้และตอบสนองออกมาในรูปของการสะท้อนแสง แต่กลไกในสมองมิได้เป็นเช่นกระจกเงา สมองนี้ประกอบด้วยอวัยวะที่ทำงานประสานกันหลายอย่าง

ทั้งมีความสลับซับซ้อนจนยากที่จะเข้าใจได้ เช่น กระเจกเงา มีการจัดระบบ และแต่ละระบบยังมีหน้าที่ต่างกันไปโดยเฉพาะ นอกจากนี้สมองส่วนที่รับรู้ของบุคคลยังอยู่ภายใต้อิทธิพลของลักษณะนิสัยทางจิตวิทยา (Psychological Traits) เช่นความรู้สึก ความต้องการ และความจำ เกี่ยวกับประสบการณ์ในอดีต และอื่น ๆ ดังนั้น กระบวนการรับรู้และคิดของบุคคลจึงเปลี่ยนไป ทั้งตามลักษณะนิสัยทางจิตวิทยาและสภาพของสิ่งเร้า

ในรูป II $r_{m1}, S_{m2}, \dots, r_{mn}$ คือ ลักษณะทางจิตวิทยาเหล่านั้น ซึ่งจะอยู่รูปของจิตสำนึกหรือจิตใต้สำนึก เป็นจินตนาการอยู่ก่อนแล้ว และจัดเป็นสิ่งเร้าอันมีความหมายสัมพันธ์กัน ดังนั้นเมื่อประสาทสัมผัสสัญลักษณ์แล้ว กว่าจะตอบสนองรับรู้ได้ ความคิดที่จะตอบสนองจึงต้องมีปฏิกริยาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าภายในนั้น

ตามความคิดของ รัสเซลล์ “ความต้องการ” เป็นสิ่งเร้าภายในที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้มาก ความต้องการเป็นตัวควบคุมแนวทางของการรับรู้ (Needs keep ahead of perception) (Russel. 1965: 378) เมื่อเกิดความต้องการขึ้นในทันใด แนวการรับรู้และการตอบสนองย่อมเป็นไปในทางนั้น และเมื่อเกิดการรับรู้ขึ้นครั้งใด กระบวนการรับรู้ก็ย่อมจะก่อรูปโครงสร้างความต้องการขึ้นใหม่ สะสมต่อไปเรื่อย ๆ ตามความต้องการที่กล่าวถึง ในที่นี้อาจเกิดจากแรงขับภายใน เช่น ความหิวหรือความต้องการกระทำการใด ๆ โดยอาศัยหลักการภายในของตนเอง และอาจเกิดจากแรงขับภายนอกหรือเครื่องล่อ (Incentive) ซึ่งได้แก่ สภาพของสถานการณ์ เช่น รูป ขนาด เสียง หรือการอาศัยสิ่งภายนอกควบคุมการกระทำของตน เช่น ทำเพื่อรางวัล หรือทำเพราะกลัวการลงโทษ

เท่าที่กล่าวมาแล้ว น่าจะทำให้คิดได้ 2 ประการ ประการแรก แบบการคิดของบุคคลน่าจะเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ ตามสิ่งเร้าภายใน และลักษณะสิ่งเร้าภายนอก ประการที่สอง แบบการคิดเป็นลักษณะทางจิตวิทยาชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะคงเส้นคงวา และมีแนวโน้มที่จะทรงอยู่ในลักษณะและทิศทางเดียวกัน ในทุกระดับอายุของแต่ละบุคคล กล่าวคือในช่วงระดับอายุหนึ่ง ๆ บุคคลใดเคยคิดแบบใดมาก ก็มักจะคิดแบบนั้นอยู่เสมอ เมื่อเป็นเช่นนั้นความคิดทั้ง 2 ประการนี้จึงขัดกัน

ที่กล่าวว่า แบบการคิดมีลักษณะคงเส้นคงวา ในช่วงระดับอายุ เป็นการมองแบบการคิดในแง่ของจิตวิทยาพัฒนาการ เพราะลักษณะนิสัยทางบุคลิกภาพ เช่น ความต้องการ ความรู้สึก ความสนใจ และความวิตกกังวลของบุคคล มีความคงอยู่เป็นระยะ ความคงที่นี้แตกต่างไปตามวัยและชั้นแห่งพัฒนาการ ตั้งแต่วัยเด็กจนถึงวัยผู้ใหญ่ และอาจแตกต่างกันในส่วนปลีกย่อยเฉพาะตัวในแต่ละบุคคล ส่วนจะมากน้อยเพียงใดและสัมพันธ์กับแบบการคิดอย่างไรเป็นเรื่องที่น่าสนใจ โดยเฉพาะในเด็กวัยรุ่น ซึ่งเป็นวัยที่พัฒนาในด้านต่าง ๆ มักจะถึงขีดสุด เช่น ความวิตกกังวลจะมีความคงที่หรือคงเส้นคงวาในระดับอายุประมาณ 15-16 ปี เมื่อลักษณะนิสัยของบุคคลมีความคงเส้นคงวาดังกล่าว แบบการคิดซึ่งเป็นลักษณะทางจิตวิทยาอันหนึ่ง จึงน่าจะคล้อยตามไปด้วย

การศึกษาในเรื่องอิทธิพลของลักษณะทางบุคลิกภาพที่แล่วมา (Tyler. 1965: 171-173) เช่นมิติตามแนวนอน และแนวลึก (Levelling – sharpening dimension) การเพ่งพินิจ (Scanning)

การทนได้หรือไม่ได้ต่อความเคลือบแคลงสงสัยในสิ่งที่คลุมเครือ (Intolerance of Ambiguity) การทนได้หรือไม่ได้ต่อความเคลือบแคลงสงสัยไปในประสบการณ์ที่ไม่ตรงกับความเป็นจริง (Intolerance of Unrealistic experience) และความจำในสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยเฉพาะ และความเปลี่ยนแปลงทางประสาท (Memory for particular kinds and sense modalities) เป็นต้น และจากการศึกษาก็พบว่าพวกที่ชอบมองในแนวนอน เป็นพวกที่มีแนวโน้มไปในทางที่จะรับสิ่งเร้าใหม่ ๆ เข้ามารวมกับความรู้เดิม โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างของใหม่และของเก่า พวกที่มองแนวตั้งสังเกตความเปลี่ยนแปลงและวิเคราะห์สิ่งเร้าที่ต่อเนื่องกัน แยกจากกัน หรือมีความสามารถในการระลึกถึงวัตถุในด้านรายละเอียดได้มากกว่า

ฉะนั้นการมองแบบการคิดในแง่จิตวิทยาพัฒนาการเพียงอย่างเดียวอาจทำให้ความหมายและแนวทางที่จะศึกษาเพื่อประโยชน์จากแบบการคิดแคบลงไป จึงได้มีการพิจารณาแบบการคิดในแง่จิตวิทยาการศึกษาด้วย โดยแบบการคิดในแง่จิตวิทยาการศึกษาถือว่า แบบการคิด อาจเป็นเหมือน I.Q. ที่มีสมรรถวิสัยของมันเป็นขอบเขตจำกัดตายตัวแต่สิ่งแวดล้อมมีส่วนที่จะพัฒนาหรือถ่วงความเจริญเต็มที่ของมัน ตามแนวความคิดนี้สามารถพัฒนารูปแบบการคิดของของเด็กได้โดยการสอนและการฝึก วิธีสอนของครูและเนื้อหาวิชาในหลักสูตรมีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนารูปแบบการคิดของเด็ก ซึ่งจากการศึกษาของเคแกนและเอนด์ (Kagan; & Yando. 1968) ได้พบว่า เมื่อเด็กได้เรียนกับครูที่มีรูปแบบการคิดอย่างหนึ่ง เด็กจะคิดแบบที่ครูคิดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าแบบการคิดของผู้ใหญ่และการเสริมแรงทางบวกสามารถไปกระตุ้นเจตคติในการคิดของเด็กได้ (Fredrick and Klausmeier. 1970: 668-671) นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการทางการศึกษาแห่งท้องถิ่นเขตตะวันตกเฉียงเหนือ (North-west Regional Educational Laboratory) (Tyler. 1965: 572) เสนอแนะว่าการสอนให้เด็กมีรูปแบบการคิดใด ๆ ที่ต้องการเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ เมื่อเนื้อหาเปลี่ยนไปวิธีการสอนเดิมย่อมไม่เหมาะสมต่อเนื้อหาวิชาและต่อเด็ก ดังนั้นครูจึงจำเป็นต้องหาและแสวงหาวิธีอื่น ๆ กระตุ้นให้เด็กได้พัฒนารูปแบบการคิดที่ต้องการไปสู่ขีดจำกัดสูงสุด

แต่เมื่อคำนึงถึงพัฒนาการของแบบการคิดกับวัฒนธรรม เฟรเนล - บรุนสวิก (Frenel - Brunswik) กล่าวว่า การที่จะเข้าใจแบบการคิด จำเป็นต้องพิจารณาแบบการคิดในด้านจิตวิทยาของเอกัตบุคคล (Psychology of the individual) และจิตวิทยาสังคม (Social Psychology) ซึ่งเป็นวัฒนธรรมของบุคคลในสังคมนั้น จิตวิทยาเอกัตบุคคลได้แก่ความแตกต่างในจิตวิทยาพัฒนา ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว สำหรับด้านจิตวิทยาสังคม ได้แก่ จิตวิทยาเกี่ยวกับปฏิกิริยาของบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปมีต่อกัน ทั้งในด้านกาย วาจา และใจ สิ่งเหล่านี้ต่างมีส่วนช่วยให้แบบและนิสัยในการคิดของบุคคลต่างกันได้ เพราะบุคคลย่อมรู้จัก และจดจำไปตามความสนใจทางเศรษฐกิจ ความเชื่อ เชื้อชาติ และกลวิธีป้องกันตัว (personal ego defenses) ของเขา (Murphy. 1968: 136 - 364) เมื่อบุคคลอยู่ในวัฒนธรรมและสภาพเศรษฐกิจที่ต่างกัน แบบการคิดของแต่ละคนจึงน่าจะ

แตกต่างกันไปด้วย แม้ภาษาที่เป็นสื่อของความหมายและความเข้าใจระหว่างกัน ก็ยังมีอิทธิพลต่อแบบของความคิดมากเช่นกัน

จากข้อคิดทั้งในแง่จิตวิทยาพัฒนาการ จิตวิทยาการศึกษา และวัฒนธรรม ที่ยกมากล่าวข้างต้น จึงสรุปได้ว่า การก่อรูปแบบของความคิดและการทรงรูปแบบของความคิดขึ้นอยู่กับ $S_1, S_{m2}, \dots, S_{mn}$ หรือก็คือ สิ่งทีกล่าวมาทั้งหมดนั่นเอง

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.1.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

งานวิจัยในต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ ชุคแมน และ ทราบาสโซ (Suchman; & Trabasso. 1966: 177-178) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความพอใจในการจำแนกสิ่งของ โดยอาศัยสีและรูปร่างของเด็กในทวีปยุโรป ที่มีอายุ 3-6 ปี พบว่า เด็กอายุ 3-4 ปี จะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีเป็นเกณฑ์มากกว่ารูปร่าง ส่วนเด็กที่อายุมากกว่านี้จะจำแนกสิ่งของโดยใช้รูปร่างเป็นเกณฑ์ ต่อมาชุคแมน (Suchman. 1966: 3 -10) ได้ศึกษาเพิ่มเติมกับเด็กในทวีปแอฟริกา ซึ่งมีอายุ 3-15 ปี พบว่าเด็กทุกระดับอายุ จะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีมากกว่ารูปร่าง จากผลการวิจัยจะเห็นว่า เด็กในทวีปยุโรปซึ่งมีความเจริญด้านอุตสาหกรรมจะสนใจจำแนกสิ่งของโดยใช้เกณฑ์สีและรูปร่าง ส่วนเด็กในทวีปแอฟริกา ซึ่งมีสถานภาพสังคมล่าหลัง จะสนใจจำแนกสิ่งของโดยใช้เกณฑ์สีอย่างเดียวส่วน ยอร์จ และไดเอตซ์ (George; & Dietz. 1971: 277- 283) พบว่า นักเรียนเกรด 2 และเกรด 3 ทั้งในเมืองและชนบท ซึ่งได้รับการศึกษาในโรงเรียนมากกว่านักเรียนเกรด 2 จะจำแนกหมวด โดยใช้เกณฑ์ความสูงของหมวดมากกว่ารูปร่าง ดังนั้น จะเห็นว่าสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการจำแนกของเด็กเป็นอย่างมาก

เซอเพล (Serpell. 1969: 1 - 8) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพอใจในการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีและรูปร่าง พบว่า เด็กที่เข้ารับการศึกษานในโรงเรียนจะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยรูปร่าง พบว่าเด็กที่เข้ารับการศึกษานในโรงเรียนจะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยรูปร่างเป็นเกณฑ์ตามระดับอายุที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ผู้ไม่ได้รับการศึกษานในโรงเรียนจะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีมากกว่ารูปร่าง ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยอร์จ และ ไดเอตซ์ (George; & Dietz. 1971 : 277- 283) ที่ได้ศึกษาการจำแนกประเภทของนักเรียนเกรด 1-3 ซึ่งเป็นนักเรียนในเมือง และในชนบท พบว่านักเรียนเกรด 2 และเกรด 3 ทั้งในเมืองและในชนบท ซึ่งได้รับการศึกษานในโรงเรียนมากกว่านักเรียนเกรด 1 จะจำแนกหมวด โดยใช้เกณฑ์ความสูงของหมวดมากกว่ารูปร่าง

ควินน์ และยอร์จ (Quinn; & George. 1975 : 289 - 296) ได้ทำการวิจัยเพื่อที่จะ

ประเมินผลวิธีการสอน การสร้างสมมติฐานของเด็กในระดับประถมศึกษา พบว่า

1. นักเรียนได้รับการสอนการตั้งสมมติฐาน จะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานที่มีคุณภาพดีกว่าพวกที่ไม่ได้รับการสอน

2. สมรรถภาพทางสังคม สติปัญญา คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการอ่านและเพศ มีผลต่อการตั้งสมมติฐาน กล่าวคือ นักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดี จะมีทักษะการตั้งสมมติฐานดีกว่านักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ และนักเรียนที่มีสติปัญญาดี มีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูง มีความสามารถในการอ่านสูง จะมีทักษะการตั้งสมมติฐานดีกว่านักเรียนที่มีสติปัญญาไม่ดี คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีความสามารถในการอ่านน้อย และยังพบว่านักเรียนหญิงที่มีสถานภาพทางสังคมต่ำ จะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานต่ำกว่านักเรียนชาย แต่นักเรียนหญิงที่มีสถานภาพทางสังคมสูงจะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานดีกว่านักเรียนชาย

เคอร์ (Kaur. 1973: 186 – A) ได้ศึกษาการวัดผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านการสังเกต และการจัดจำแนก โดยสร้างแบบทดสอบทักษะการสังเกตและการจัดจำแนกสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3 หาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการสังเกตและการจัดจำแนก แบบทดสอบการสังเกตมีชื่อว่า Precise Observation Skills Test (POST) แบบทดสอบทักษะการจัดจำแนกชื่อ Classification Skills Test (CST) ผลการศึกษาปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดทักษะการสังเกตและการจำแนกมีค่าเท่ากับ 0.86

จัตจ์ (Judge' 1975: 407-413) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการสังเกตในเด็กอายุ 5-6 ปี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นเด็กที่เรียนหลักสูตรมอนเตสซอรี (Montessori) ระดับอนุบาลมา 2 ปี

กลุ่มที่ 2 เป็นนักเรียนที่เคยเรียนหลักสูตรอื่นมา และได้รับการฝึกตามหลักสูตร ซาบา (SAPA : Science A Process Approach) ระดับอนุบาล 1 ปี

กลุ่มที่ 3 ไม่เคยเรียนหลักสูตรมอนเตสซอรี (Montessori) และหลักสูตร ซาบา (SAPA : Science A Process Approach) ในระดับอนุบาล

จากผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม 1 กับกลุ่ม 2 ไม่แตกต่างกัน ส่วนกลุ่มที่ 1 กับกลุ่ม 3 และกลุ่ม 2 กับกลุ่ม 3 แตกต่างกัน ผลการวิจัยดังกล่าว จะเห็นว่าจัดหลักสูตรการเรียนการสอนมีผลต่อทักษะการสังเกต

บาร์ฟูาลดี และ ไดเอตซ์ (Barufaldi; & Dietz. 1975: 127-132) ได้ทำการศึกษาทักษะการสังเกต และทักษะการเปรียบเทียบเพื่อจำแนกประเภทจากของจริง (มองเห็นเป็น 3 มิติ) ภาพถ่ายและภาพวาด (มองเห็น 2 มิติ) โดยทำการศึกษากับเด็กเกรด 1,2,4 และ 6 พบว่า เด็กเกรด

14, และ 6 ได้คะแนนจากการจำแนกประเภทจากของจริงมากกว่าจากภาพถ่าย และจากภาพถ่ายมากกว่าจากวาด แต่เด็กเกรด 2 ได้คะแนนจากการจำแนกประเภทจากภาพวาดมากกว่าภาพถ่าย และจากภาพถ่ายมากกว่าของจริง จากผลการวิจัยดังกล่าว จะเห็นว่า ประเภทของอุปกรณ์มีอิทธิพลต่อการสังเกต และทักษะการจำแนกประเภทของเด็กทุกระดับ

สตีเวนส์ และเอทวูด (Steven; & Atwood. 1978 : 303 – 308) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนเกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 196 คน และเกรด 9 จำนวน 529 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษา พบว่า นักเรียนที่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูง จะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงด้วย นั่นคือ อาจใช้คะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นตัวทำนายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ควิน และ ยอร์ช (Queen; & George. 1975: 289 - 296) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนตั้งสมมติฐานสำหรับนักเรียนระดับ 6 ในประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อใช้วิธีสอนเดียวกัน พบว่า นักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะเศรษฐกิจดีจะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานดีกว่านักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ

พีทัส และ เฮเลย์ (Pettus; & Haley. 1980: 273 - 277) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนที่เข้าค่ายฝึกเยาวชนในรัฐเวอร์จิเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการศึกษา พบว่า เพศ อายุ ระดับชั้นมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

พาดิลลา โอเก้ และดิลลาซอร์ (Padilla Okey; & Dillashaw.1983: 239 – 246) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการคิดด้านนามธรรมเพื่อที่จะทดสอบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กับการคิดด้านนามธรรมเพียงใด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7–12 จำนวน 500 คน ใช้แบบทดสอบเขียนตอบ พบว่า ความสามารถในการคิดของนักเรียนในด้านปฏิบัติการแบบนามธรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง

มาสัน (Mason. 1990: 3376 – A) ได้ศึกษาผลของโครงการวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในระดับ 7 และระดับ 8 จากโรงเรียน Ottawa รัฐมิชิแกน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) ทำโครงการที่ครูได้มอบหมาย 2) ทำโครงการที่เลือกเอง 3) ไม่มีการทำโครงการ นักเรียนมีเวลา 6 สัปดาห์ในการทำงานให้สำเร็จ ทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน 2) โครงการวิทยาศาสตร์มีผลต่อการ

พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3) นักเรียนทำโครงการที่ครูมอบหมายได้สำเร็จสมบูรณ์ดีกว่าโครงการที่เลือกเอง

อะฮูจา (Ahuja. 1994) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติและการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 ในรัฐโอไฮโอ ตัวอย่างประชากร คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 5 ห้องเรียน จำนวน 116 คน ซึ่งแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 3 ห้องเรียน จำนวน 68 คน โดยได้รับการเรียนด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ และกลุ่มควบคุม 2 ห้องเรียน จำนวน 48 คน ได้รับการเรียนด้วยวิธีปกติ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ANCOVA ผลที่ได้จากการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ แต่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

เชียง (Chiang. 1994) ได้ทดลองศึกษาการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยใช้แนวการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยใช้แนวการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทดลองในโรงเรียน 6 แห่ง ในประเทศไต้หวัน เนื้อหาวิชาเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความดันของของเหลวและแรงลอยตัว โดยใช้ทฤษฎีการแก้มโนคติคลาดเคลื่อนของนักเรียนที่เกี่ยวกับแรงลอยตัว พบว่า กิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ กระบวนการปรับโครงสร้างเป็นการจำกัดโมเมนต์ที่คลาดเคลื่อนออกไปได้หรือทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นนั่นเอง

4.1.2 งานวิจัยภายในประเทศ

งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ โชค ดันศิริ (2514: 28) ซึ่งได้ศึกษาถึงพัฒนาการของเด็กนักเรียนสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัด ในด้านการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสี และรูปร่าง พบว่า อายุมีความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่เด็กใช้ในการจำแนกกล่าวคือ เด็กนักเรียนอายุ 6 ปี จะจำแนกสิ่งของโดยใช้สีเป็นเกณฑ์ ส่วนเด็กอายุ 7 ปี จะจำแนกสิ่งของโดยใช้สีและรูปร่างเป็นเกณฑ์ ไม่ต่างกัน แต่ในอายุ 7-12 ปี จะจำแนกสิ่งของโดยใช้รูปร่างเป็นเกณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับ ศุภชัย ดันศิริ (2520: 86) และ มุสเซน (Mussen. 1964: 32) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจับคู่สิ่งของของนักเรียน พบว่า เด็กอายุ 2-3 ปี จะจับคู่สิ่งของโดยอาศัยรูปร่าง ส่วนอายุ 3-6 ปี จะจับคู่โดยอาศัยสี แต่เมื่ออายุ 6 ปี ขึ้นไป จะจับคู่สิ่งของโดยอาศัยรูปร่าง อีกครั้งหนึ่ง

ชานาญ เขาวงกิตพงศ์ (2523: 74) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน ในโรงเรียนเขตกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

พัชรา เรืองรัมย์ (2523: 52) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2533 ในโรงเรียนรัฐบาลจำนวน 360 คน ผลการศึกษา พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

รุจี โรจนประศาสน์ (2523: 38) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เขตการศึกษา 2 จำนวน 640 คน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มานิช วาตะพุกนะ (2523: 70 – 71) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญวัฒนา จังหวัดนครราชสีมา พบว่า นักเรียนชายและหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และชำนาญ เชาวเกียรติพงศ์ (2523: 74) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เขตกรุงเทพมหานคร ก็พบว่า นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับ สันต์ สร้อยสน (2527: 59) และ อำนาจ จันทศรี (2528: 75)

พันธุ์ทิพย์ ทิมสุกใส (2524: 51- 52) ซึ่งเปรียบเทียบทักษะการสังเกตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 ของนักเรียนที่เรียนตามโครงการทดลองสอนของ สสวท. กับนักเรียนที่เรียนนอกโครงการทดลองสอน สสวท. พบว่า นักเรียนที่เรียนตามโครงการทดลองสอนของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกตสูงกว่านักเรียนที่เรียนนอกโครงการทดลองสอน สสวท. ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลวิจัยของ นงลักษณ์ เหล่าแสง (2524: 48) ที่พบว่า นักเรียนตามโครงการสอนของ สสวท. กับนักเรียนที่เรียนนอกโครงการทดลองสอนของ สสวท. จะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกต ไม่แตกต่างกันและเพศไม่มีผลต่อทักษะการสังเกต กล่าวคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงจะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกตไม่แตกต่างกัน ซึ่งในประเด็นนี้สนับสนุนผลการวิจัยของ พันธุ์ทิพย์ ทิมสุกใส (2524: 52 -53) และ สถาพร ศรีสุข (2524: 47 - 48) ที่พบว่า เพศไม่มีผลต่อทักษะการสังเกตเช่นกัน

กมล หลีกภัย (2524: 68) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 192 คน พบว่าความสามารถในการคิดหา

เหตุผลเชิงตรรกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผกามาศ วรานุสันติกุล (2524: 47 – 48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน จากโรงเรียน 10 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียนที่มีความสัมพันธ์กัน

มันทนา จงสุขสันติกุล (2524: 41- 42) ได้ศึกษาพบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตร พ.ศ. 2521 ที่มุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มียังน้อย เป็นเหตุทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากครูมีปัญหาและอุปสรรคในเรื่องการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นผลให้นักเรียนขาดโอกาสในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เสียม วิไลวัฒน์ (2527: 73) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 456 คน ทักษะที่ศึกษา คือทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การตีความข้อมูล และลงข้อสรุป ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ แสดงว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดีแล้วจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีด้วย

ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527: 66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มีศิลป์ ชินภักดี (2530: 107) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพในการเป็นครูวิทยาศาสตร์ และด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดมหาสารคามจำนวน 40 คน ผลการวิจัยปรากฏว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

วราภรณ์ ภูละออ (2533: 65) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความ

คงทน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมส่งเสริมโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์และมีความคงทนด้านทักษะสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแบบแผนปกติ

ยุรินทร์ ศรีไชย (2534: 67) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้และทักษะกระบวนการเรียนวิทยาศาสตร์ขั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดปฏิบัติการกิจกรรมสื่อประสมกับการสอนตามแบบการสอนของกรมวิชาการ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการกิจกรรมสื่อประสมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ความคงทนในการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน

พัฒนา คำวรรณ (2535: 51 – 52) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดตาก พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 50.84 อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนการศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อติศร สุมโนจิตรภรณ์ (2529: 53 – 55) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดศรีสะเกษ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับชัยยศ จำเริญกุล (2532: 46) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสิงห์บุรี ก็พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง แต่จากการรายงานการวิจัยและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2535: 104 – 105) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมทั้งประเทศ พบว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับที่ต่ำกว่าร้อยละ 50

สนธยา ศรีบางพลี (2541: 83) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

มงคล เสนามนตรี (2542: 74) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกสีเขียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการสอนโดยใช้ผังมโนดรูปตัววีกับการสอนปกติ พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกสีเขียว ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนดรูปตัววี สูงกว่านักเรียนที่สอนปกติตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนดรูปตัววี สูงกว่านักเรียนที่สอนปกติตามคู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วลีพร จินดา (2542: 64) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความคงทนในการเรียนรู้เรื่องพืชและสัตว์ของนักเรียนชั้น ป. 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนที่ใช้ในรูปแบบการสอนในกลุ่ม Information Processing Model กับการสอนปกติพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพืชและสัตว์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับ .05 ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

สุรศักดิ์ แสนทวีสุข (2545: 71) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการทำงานต่างกัน พบว่า

1. นักเรียนในกลุ่มทดลองโดยส่วนรวม มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนโดยรวมและรายด้าน 5 ด้าน คือ การสังเกต ด้านการจัดประเภทสิ่งของ ด้านการใช้เลขจำนวนและคำนวณ ด้านความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับมิติและด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นักเรียนชายและนักเรียนหญิงในกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หลังเรียนโดยรวมและรายด้านทุกด้านไม่เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน

2. นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชาย และนักเรียนหญิงในกลุ่มทดลองคะแนนเฉลี่ย (ยกเว้นด้านการพยากรณ์) สูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการสังเกตมากที่สุด และมีคะแนนเฉลี่ยด้านการพยากรณ์น้อยที่สุด

3. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนโดยรวมและเป็นรายด้าน 5 ด้าน คือ การสังเกต ด้านการจัดประเภทสิ่งของ ด้านการวัด

ด้านความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับมิติ และด้านการจัดกระทำ และสื่อความหมายมากกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นักเรียนชายในกลุ่มทดลอง และนักเรียนชายในกลุ่มควบคุม และนักเรียนหญิงในกลุ่มทดลองกับนักเรียนหญิงในกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนโดยรวม และเป็นรายด้านไม่แตกต่างกัน

วีระเดช เกิดตะเคียน (2546: 57) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการ และความคงทนในการจำของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีระดับผลการเรียนต่างกัน จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียรูปแบบต่างกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ระดับผลการเรียนของนักเรียนที่ต่างกันทำให้ผลสัมฤทธิ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่จะพบว่า เพศ อายุ ระดับชั้น ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยสามารถนำกระบวนการจัดการเรียนการสอนมาใช้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิด

4.2.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

งานวิจัยในต่างประเทศได้มีผู้ทำการวิจัยได้หลายท่านดังนี้

วอลลาซ และโคแกน (Wallach; & Kogan.1956: 106) ได้สรุปผลการศึกษาของเฟลส์ (Fels) ที่ทำการศึกษากับเด็กอายุ 6 – 14 ปี พบว่า พวกที่มีการคิดแบบวิเคราะห์มีความมั่นคงทางอารมณ์เหนือกว่าเมื่ออยู่ในสถานการณ์ที่เป็นปัญหา มีความเชื่อมั่นในการปฏิบัติงานที่ใช้สติปัญญา และมีแรงจูงใจที่จะบรรลุถึงเป้าหมายมากกว่า ส่วนพวกที่คิดแบบโยงความสัมพันธ์จะเป็นผู้ที่ไม่มั่นใจในตนเอง และมีความทะเยอทะยานต่ำ ความแตกต่างนี้พบเฉพาะในเพศชายเท่านั้น

เฟรดริกซ์ และเคาส์มานท์ (Fredrick; & Klausmeien. 1970 :668 ; citing Kagan; & Yando.1968) ประสบความสำเร็จในการพัฒนาแบบการคิดของเด็ก โดยพบว่า เมื่อให้เด็กเรียนรู้กับครูที่มีแบบการคิดอย่างหนึ่ง เด็กจะคิดแบบที่ครูคิดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าแบบอย่างการคิดของผู้ใหญ่ และการเสริมแรงทางบวก (Positive Reinforcement) สามารถไปกระตุ้นทักษะในการคิดของเด็กได้

เบียน (Bien. 1974: 2041A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับความสามารถในการทำเลขคณิต โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นปีที่ 4 จำนวน 140 คน นำมาทดสอบแบบการคิดโดยใช้แบบทดสอบซ้อนภาพของเด็ก จากนั้นนำมาทดสอบความสามารถ

ในการแก้ปัญหาเลขคณิต ผลการวิจัยพบว่า เด็กที่มีการคิดแบบวิเคราะห์เชิงบรรยายทำคะแนนความสามารถทางการแก้ปัญหาเลขคณิตได้สูงกว่าเด็กที่มีแบบการคิดแบบอื่น

แซทเทอรี่ (Satterly. 1976: 179 – 181) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดระดับสติปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนักเรียนชายชั้นประถมศึกษา พบว่า แบบการคิดแบบวิเคราะห์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับระดับสติปัญญา

วิทกิน และคนอื่นๆ (Witkin; & others. 1977: 197 – 211) ได้ศึกษาบทบาทของการคิดแบบขึ้นกับสภาพรอบข้าง และแบบไม่ขึ้นกับสภาพรอบข้าง โดยใช้วิธีการศึกษาระยะยาวกับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ในปี ค.ศ. 1967 จำนวน 1,548 คน โดยให้ทำแบบทดสอบแบบการคิด และให้กรอกแบบสอบถามเกี่ยวกับการเลือกวิชาเอก และความสนใจต่างๆ นอกจากนั้นยังวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัดประกอบตลอดเวลา ติดตามผลจนนักศึกษาสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือวิชาชีพ พบว่า กลุ่มที่มีการคิดแบบไม่ขึ้นกับสภาพรอบข้าง มุ่งที่จะเรียนและทำงานที่ต้องใช้ทักษะทางสมอง เช่น ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นส่วนมาก ส่วนกลุ่มที่มีการคิดแบบขึ้นกับสภาพรอบข้างมุ่งที่จะเรียนและทำงานในลักษณะที่ติดต่อกับบุคคลโดยไม่เน้นทักษะชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น เรียนทางการประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่เลือกเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาที่ไม่สอดคล้องกับแบบการคิดของตนมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนวิชามากกว่ากลุ่มที่เลือกเรียนสอดคล้องกับแบบการคิดของตน และกลุ่มตัวอย่างที่เลือกเรียนวิชาได้เหมาะสมกับแบบการคิดของตน มีความสำเร็จดีกว่ากลุ่มที่เลือกเรียนวิชาไม่เหมาะสมกับแบบการคิดของตน

ไวส์เนอร์ (Wiesner. 1978: 2735 – A) ศึกษาพบว่า แบบการคิดวิเคราะห์เชิงบรรยายมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูงสุดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเลขคณิต ($r = .36$)

แบล็ค (Black. 1978: 4036-A) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 179 คน ผลการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แมคเคย์ (Mackay. 1979: 410-A) ชาวอเมริกันได้ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยศึกษาจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า แบบการคิดวิเคราะห์เชิงบรรยายมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประมาณ 20 % ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ส่วนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่ามีความสัมพันธ์ประมาณ 40 % ซึ่งจากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าแบบการคิดแบบวิเคราะห์เชิงบรรยายเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โรช (Roach. 1979: 79 – 82) ได้ศึกษาผลของการเลือกแบบการคิดตัวแปรทางการคิดที่เกี่ยวข้อง และเพศที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นปีที่ 6 จำนวน 418 คน ผลการศึกษาพบว่า แบบการคิดแบบวิเคราะห์เชิงบรรยาย มีความสัมพันธ์

ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แสดงว่าเด็กที่มีการคิดแบบวิเคราะห์เชิงบรรยายมีแนวโน้มที่จะทำงานทางด้านคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าที่มีการคิดแบบอื่น

4.2.2 งานวิจัยภายในประเทศ

งานวิจัยภายในประเทศได้มีผู้ทำการวิจัยไว้หลายท่านดังนี้

กมล ภูประเสริฐ (2513: 61 – 68) ศึกษาแบบการคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 – 7 พบว่า ปริมาณแบบการคิดแบบวิเคราะห์และแบบจำแนกประเภท มีแนวโน้มสูงขึ้นตามอายุ ส่วนการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ลดลง เมื่อพิจารณาถือเพศเป็นเกณฑ์ พบว่า ทั้งเด็กชายและเด็กหญิงใช้แบบการคิดไม่แตกต่างกัน เมื่อคำนึงถึงความถนัดทางการเรียน ด้านเหตุผล ภาษา คณิตศาสตร์ และมิติสัมพันธ์ เป็น เกณฑ์ พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 มีความถนัดทางการเรียนสูง จะคิดแบบวิเคราะห์มากกว่าและคิดแบบโยงความสัมพันธ์น้อยกว่านักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนต่ำ และถ้านำมาพิจารณาถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำในหมวดการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีการคิดทั้ง 3 แบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง คิดแบบวิเคราะห์มากกว่าและคิดแบบโยงความสัมพันธ์น้อยกว่าเด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และในหมวดวิชาภาษาไทย มีการคิดทั้ง 3 แบบไม่แตกต่างกัน

จำรัส นองมาก (2513: 61 – 69) ศึกษาแบบการคิดของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 4 พบว่า เมื่อถือเอาระดับชั้นเป็นเกณฑ์ เด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 4 ใช้การคิดแบบวิเคราะห์น้อยกว่าเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ส่วนการคิดแบบจำแนกประเภท ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ใช้น้อยกว่าชั้นอื่นๆ และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ใช้นามากที่สุด เมื่อเอาคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาภาษาไทยเป็นเกณฑ์ พบว่า กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ มีแบบการคิดไม่แตกต่างกันทั้ง 4 ชั้นเรียน นอกจากนี้ยังพบว่า เด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีการคิดแบบวิเคราะห์สูง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยสูง และเมื่อเอาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงคิดแบบโยงความสัมพันธ์มากกว่ากลุ่มต่ำอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างในกลุ่มอื่น

นวลเพ็ญ โกศลเสรษฐ (จำรัส นองมาก. 2513: 10 ; อ้างอิงจาก Kosolsreth. 1964: 89) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของแบบในการคิดระหว่างบุตรกับบิดามารดาพบความแตกต่างในระหว่างวัฒนธรรมของไทยกับอเมริกาว่า นักศึกษาไทยและนักศึกษามาเมริกานในระดับมหาวิทยาลัย เลือกรูปแบบวิเคราะห์และแบบหาความสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ .01 นักศึกษาไทยใช้การคิดแบบหาความสัมพันธ์มากกว่านักศึกษามาเมริกาน และนักศึกษามาเมริกานใช้การคิดแบบวิเคราะห์มากกว่านักศึกษาไทย จึงอาจกล่าวได้ว่าคนอเมริกา

ได้รับการฝึกฝนให้คิดแบบวิเคราะห์มากกว่าคนไทย หรือคนไทยอาจจะได้รับการฝึกฝนให้คิดแบบโยงความสัมพันธ์มากกว่าอเมริกัน

มาลา วิรุณานนท์ (2515: 141 – 150) พบว่า เด็กในนครหลวงคิดแบบวิเคราะห์สูงกว่า และคิดแบบโยงความสัมพันธ์ต่ำกว่าเด็กในต่างจังหวัด เด็กชายที่คิดแบบวิเคราะห์สูงกว่า เด็กหญิงลูกคนแรกมีลักษณะการคิดแบบโยงความสัมพันธ์สูงกว่าลูกคนต่อไป ส่วนลูกคนรองๆ จะคิดแบบวิเคราะห์สูงกว่าลูกคนแรกภายในกลุ่มนครหลวง นอกจากนี้ พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการคิดแบบวิเคราะห์ แต่สัมพันธ์ทางลบกับการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ และการคิดแบบจำแนกประเภท

ปฐม นิคมานนท์ (2514: 95 – 108ก) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางการอ่าน แบบการคิด และการสร้างความคิดรวบยอดของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 พบว่า เด็กทั้งสองระดับชั้นที่ใช้การคิดแบบจำแนกประเภท มีความสามารถทางการอ่านและความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดสูงกว่า เด็กที่ใช้แบบการคิดแบบอื่น และมีแนวโน้มว่าเด็กที่ใช้การคิดแบบวิเคราะห์ มีความสามารถดังกล่าวสูงกว่าเด็กที่ใช้การคิดแบบโยงความสัมพันธ์

สุวัฒน์ เงินน้ำ (2521: 93) ศึกษาแบบการคิดกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 พบว่า ความสามารถด้านทักษะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สมรรถภาพด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และสมรรถภาพด้านเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์กับการคิดแบบจำแนกประเภท ส่วนการคิดแบบโยงความสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิยะดา วิจักขณา (2521: 65) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนที่ใช้สองภาษาในจังหวัดสุรินทร์ ปีการศึกษา 2520 พบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์และการคิดแบบจำแนกประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชวลี อุปภัย (2523: 58) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และระดับสติปัญญาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีแบบการคิดแตกต่างกันโดยศึกษาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2522 ของโรงเรียนกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน พบว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยุบล บุญชื่น (2525: 62) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอัมพวันวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า แบบการคิด แบบวิเคราะห์ กับแบบจำแนกประเภทส่งผลต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง

ส่วนแบบการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ พบว่า นักเรียนซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ จะมีความคิดแบบโยงความสัมพันธ์สูง

แน่น้อย แจ้งศิริกุล (2530: 68 – 69) ได้ศึกษาแบบการคิดและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัย พบว่าเด็กที่มีแบบการคิดแบบวิเคราะห์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเด็กที่มีแบบการคิดแบบอื่นๆ แต่การศึกษาของ เพ็ญพิไล จิรอิทธิวรรณ (2512: 56) ซึ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแบบการคิดของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลับพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับการคิดแบบวิเคราะห์ และแบบจำแนกประเภท

สุนีย์ ยรรยงเมธ (2532: 54 - 55) ได้ศึกษาแบบการคิดของนักศึกษาวิทยาลัยครู นครสวรรค์ชั้นปีที่ 1 พบว่า นักศึกษาวิชาการศึกษาส่วนใหญ่มีแบบการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะวิชาตามโปรแกรมที่นักศึกษาได้เข้าศึกษา สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิชาเคมี ฟิสิกส์ พบว่า มีแบบการคิดแบบจำแนกประเภทอ้างอิง

มานิดา ขอบธรรม (2539: 61 - 62) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 414 คน พบว่า แบบการคิดแต่ละแบบได้แก่แบบการคิดแบบวิเคราะห์ แบบการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ และแบบการคิดแบบจำแนกประเภท มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุเมธ มีศิริ (2537: 58 - 59) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในอาชีพกับแบบการคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดพิจิตร จำนวน 336 คน พบว่า

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในอาชีพกับแบบการคิดของนักเรียน จำแนกตามเพศ พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในอาชีพกับแบบการคิดของนักเรียน จำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในอาชีพกับแบบการคิดของนักเรียน จำแนกตามแผนการเรียน พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จันทกฤษ์ (2539: 71 - 72) ได้เปรียบเทียบผลการฝึกแบบการคิดต่างแบบกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 108 คน พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดแบบวิเคราะห์กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดแบบวิเคราะห์กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดแบบ

จำแนกประเภท และนักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบการคิดแบบจำแนกประเภทกับนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดแบบดอยความสัมพันธ์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์สูงกับนักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์ปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์สูงกับนักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์ปานกลางกับนักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกแบบการคิดต่างกับระดับความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภันตรี นรทีธาร (2545: 63) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน แบบการคิด แบบการเรียน และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ ในจังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 410 คน พบว่า ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล แบบการคิดแบบจำแนกประเภท แบบการเรียนรู้แบบอิสระ แบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบการเรียนรู้แบบแข่งขัน แบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม แบบการเรียนรู้แบบพึ่งพา และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิดในต่างประเทศ ส่วนใหญ่พบว่าแบบการคิดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบการคิดแบบวิเคราะห์จะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับระดับสติปัญญา ส่วนงานวิจัยในประเทศไทย พบว่าแบบการคิดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแบบการคิดแบบวิเคราะห์กับแบบจำแนกประเภทจะส่งผลต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าแบบการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ นอกจากนี้ยังพบว่าอายุ เพศ ความแตกต่างระหว่างวัฒนธรรม และระดับสติปัญญาแตกต่างกัน มีแบบการคิดต่างแบบกัน

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่างๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีเพศ และแบบการคิดที่แตกต่างกัน โดยอาศัยแนวคิด ทฤษฎี ดังกล่าวมาเป็นพื้นฐานในการกำหนดจุดมุ่งหมาย และตั้งสมมติฐานของการวิจัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้บรรลุจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าตามที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยวางแผนกระบวนการวิจัย และนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. ขอบเขตประชากรและการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า และขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ขอบเขตประชากรและการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 โรงเรียน 10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 440 คน เป็นนักเรียนชายจำนวน 202 คน และนักเรียนหญิง 238 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วางแผนกำหนดเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 โรงเรียน 6 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 258 คน เป็นนักเรียนชายจำนวน 126 คน และนักเรียนหญิง 132 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แต่เนื่องด้วยการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Two – ways Analysis of Variance ดังนั้นผู้วิจัยจึงเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อต้องการควบคุมค่าความแปรปรวนในแต่ละ cell จึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มประชากรทั้งหมด โดยผู้วิจัยได้ทำการสุ่มตามขั้นตอนในการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

จัดทำกรอบการสุ่ม (Sampling Frame) โดยจำแนกเป็นโรงเรียนขยายโอกาส
ที่อยู่ในกลุ่มเขตเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร ดังตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนโรงเรียนในกลุ่มเขตเจ้าพระยาที่อาศัยเขตการแบ่งของสำนักงานการศึกษา สังกัด กรุงเทพมหานคร

ชื่อโรงเรียน	จำนวน	
	ห้องเรียน	นักเรียน
ชุมชนหมู่บ้านพัฒนา	3	142
รุ่งเรืองอุปถัมภ์	2	84
เพ็ญพินอนุสรณ์	3	134
พูนสิน	2	80
รวม	10	440

กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่น .95 (มยุรี ศรีชัย. 2538 : 50) คำนวณได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 249 คน

ทำการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วย การสุ่ม ทำการสุ่มห้องเรียนจากโรงเรียน ให้ได้จำนวนนักเรียนของโรงเรียนตามที่ได้คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างไว้ ได้จำนวนนักเรียนในแต่ละโรงเรียน ดังตาราง 3

ตาราง 3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัย จำแนกตามห้องเรียน จำนวนนักเรียน และเพศ

โรงเรียน	ประชากร		กลุ่มตัวอย่าง			
	จำนวน	จำนวน	จำนวน	จำนวน	จำนวนนักเรียน(คน)	
	ห้องเรียน (คน)	นักเรียน (คน)	ห้องเรียน(คน)	นักเรียน(คน)	ชาย	หญิง
ชุมชนหมู่บ้านพัฒนา	3	142	2	90	42	48
รุ่งเรืองอุปถัมภ์	2	84	1	42	19	23
เพ็ญพินอนุสรณ์	3	134	2	86	40	46
พูนสิน	2	80	1	40	25	15
รวม	10	440	6	258	126	132

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าและขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

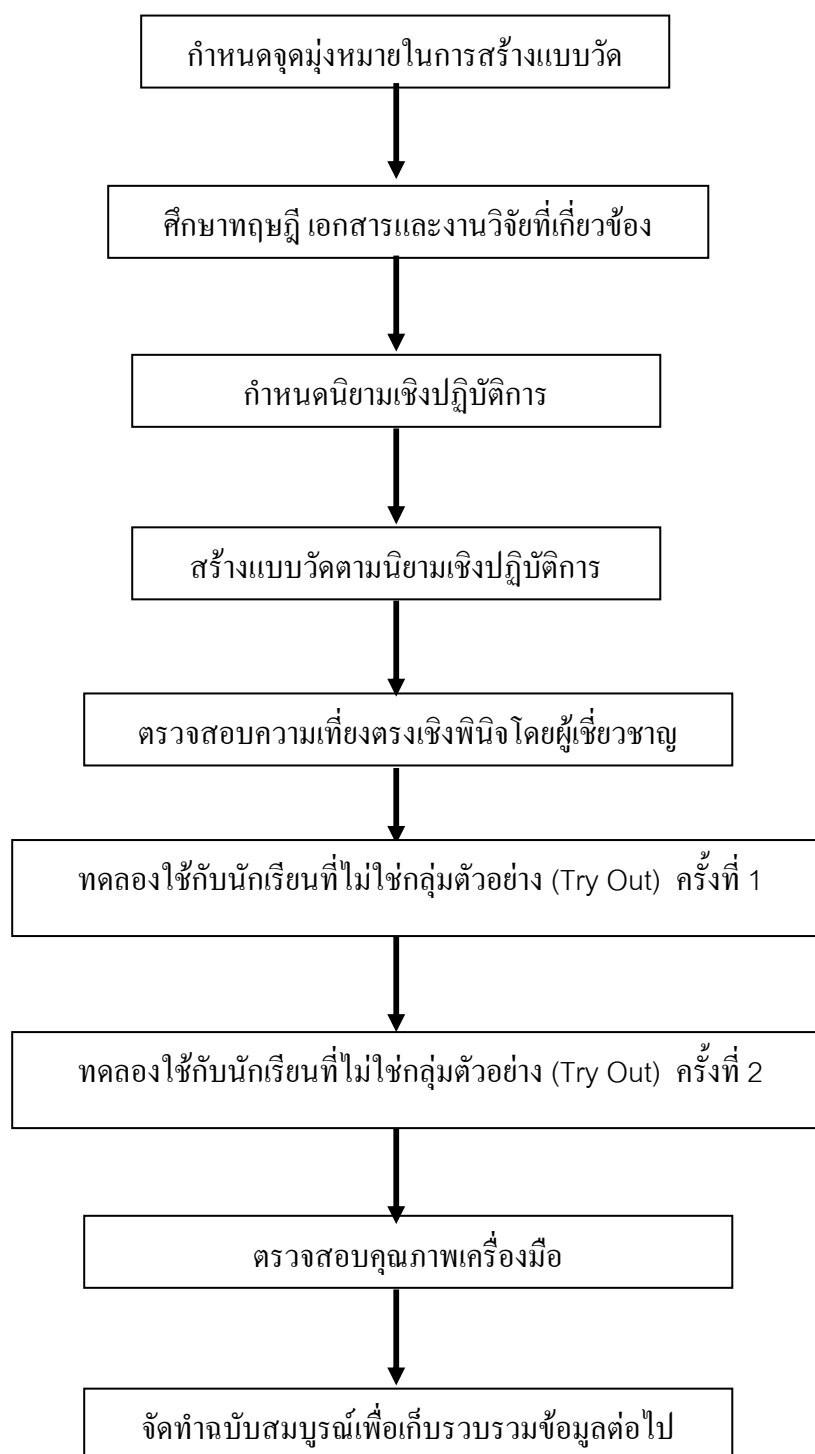
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ มีทั้งหมด 2 ฉบับ คือ

1. แบบวัดแบบการคิด จำนวน 30 ข้อ
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ จำนวน 80 ข้อ

2.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.2.1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือแบบวัดการคิดที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

วิธีดำเนินการสร้างแบบวัดการคิดผู้วิจัยได้วางโครงการและมีขั้นตอนการสร้าง
ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพแบบวัดแบบการคิด

ในการสร้างแบบวัดการคิดมีขั้นตอนการสร้างเครื่องที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าดังนี้

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีแบบการคิดของเคแกน มอสส์ ซิเกล และแซทเทอร์รี พร้อมทั้งศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดแบบการคิดในการสร้างแบบวัดการคิด โดยมีวิธีการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือมีรายละเอียดตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัดการคิด
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดการคิด เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดการคิด
3. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการของแบบวัดการคิด
4. สร้างแบบวัดการคิด เป็นแบบชนิดเติมคำตอบ จำนวน 50 ข้อ โดยให้พิจารณาภาพทั้ง 3 ภาพ ในแต่ละข้อ แล้วให้คิดว่าภาพใดที่คู่กันได้ แล้วให้เขียนหมายเลขใต้ภาพลงบนกระดาษคำตอบ พร้อมทั้งให้เหตุผลว่าคู่กันเพราะเหตุใด
5. นำแบบวัดที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ได้แก่ ดร. น้ำฝน คุเจริญไพศาล ดร. อุดมศักดิ์ นาดี คุณวันทนา สนสายัณห์ ครูสายพิณ กิจจา และครูศุภวรรณ ศุภกิจวัฒนา ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ความครอบคลุม และความสอดคล้องตามนิยามตัวแปรแล้วปรับปรุงแก้ไขข้อความที่ไม่เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ ผู้วิจัยพิจารณาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากการศึกษาพบว่า แบบวัดแบบการคิดมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 1.00 ผู้วิจัยได้คัดเลือกไว้จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 1 ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00
6. นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงพินิจแล้วนำไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษานาวาอุปถัมภ์ จำนวน 104 คน นำแบบวัดแต่ละข้อมาตรวจโดยให้การคิดแบบวิเคราะห์ แทนด้วยกลุ่มที่ 1 การคิดแบบจำแนกประเภท แทนกลุ่มที่ 2 และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ แทนกลุ่มที่ 3 โดยใช้เกณฑ์การตรวจตามที่กำหนดไว้
7. นำผลการตอบแบบวัดมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนรายข้อโดยคิดจากความถี่ของการตอบในแต่ละกลุ่มของแบบการคิดที่เลือกตอบของแต่ละข้อ จากการนั้นพิจารณาค่าความแปรปรวนรายข้อ ทั้งนี้เพื่อดูว่ามีการกระจายในการตอบในแต่ละแบบการคิดมากน้อยเพียงใด ผลการศึกษาพบว่า แบบวัดแบบการคิดมีค่าความแปรปรวนอยู่ระหว่าง .45 - .86 ผู้วิจัยได้คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความแปรปรวนอยู่ระหว่าง .55 - .86

8. นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 7 ไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดปากบ่อ จำนวน 120 คน และนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ ครอนบัค จากการศึกษาพบว่า มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .895

7. จัดเตรียมแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้รวบรวมข้อมูลในการวิจัยต่อไป

ตัวอย่างแบบวัดการคิด

คำถามแต่ละข้อประกอบด้วยภาพ ข้อละ 3 ภาพ ให้นักเรียนพิจารณาเลือกภาพ 2 ภาพ ที่เห็นว่าเข้าคู่กันได้ และเมื่อเลือกได้คู่ใด ให้เขียนเฉพาะหมายเลขใต้ภาพที่เลือกลงในกระดาษคำตอบ พร้อมทั้งเขียนเหตุผลด้วยว่า เหตุผลใดจึงเลือก 2 ภาพนั้น



วิธีการตอบ นักเรียนอาจเลือกจับคู่

ภาพที่ 1 กับ 2 ด้วยเหตุผลที่ว่า ทั้งผีเสื้อและค้างคาว มีปีกเหมือนกัน

ภาพที่ 1 กับ 2 ด้วยเหตุผลที่ว่า ทั้งผีเสื้อและค้างคาวเป็นสัตว์เหมือนกัน

ภาพที่ 1 กับ 3 ด้วยเหตุผลที่ว่า ผีเสื้อดูดน้ำหวานจากดอกไม้

การดำเนินการสอบ

ผู้วิจัยดำเนินการสอบโดยให้นักเรียนพิจารณาภาพทั้ง 3 ภาพ แล้วให้นักเรียนคิดดูว่าภาพใดที่คู่กันได้ โดยเขียนเฉพาะหมายเลขใต้ภาพลงบนกระดาษคำตอบ พร้อมทั้งให้เหตุผล

เกณฑ์การให้คะแนน

พิจารณาการเลือกตอบ ว่าเหตุผลที่เลือกตอบนั้นเป็นแบบการคิดใด เมื่อตรวจสอบเสร็จทุกข้อแล้ว

จึงจะเน้นคะแนนการคิดแต่ละแบบของแต่ละบุคคล ดังนั้นคนหนึ่งๆ จะมีคะแนนอยู่ 3 ชนิดด้วยกัน คือ คะแนนที่แสดงถึงการคิดแบบวิเคราะห์ คะแนนที่แสดงถึงการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ และคะแนนที่แสดงถึงการคิดแบบจำแนกประเภท คะแนนเหล่านี้จะชี้ให้เห็นถึงลักษณะการคิดของแต่ละบุคคล ถ้านักเรียนคนใด ได้คะแนนแบบการคิดแบบใดสูงกว่าแบบอื่นๆ ให้ถือว่ามึลักษณะการคิดแบบนั้น การพิจารณาว่าเหตุผลใด แสดงถึงการคิดแบบใดจาก 3 แบบการคิดนั้น มีเกณฑ์การวัดดังนี้

1. การคิดแบบวิเคราะห์ ได้แก่ เหตุผลในการรวมกลุ่มสิ่งต่างๆ โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่ปรากฏในภาพประกอบด้วย

1.1 ความคล้ายคลึงของวัตถุหรือคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น สี ขนาด รูปร่าง ลวดลาย เหมือนกัน

1.2 ลักษณะของสิ่งเร้าที่แสดงอาการ หรือสิ่งที่เหมือนกัน เช่น นั้ง ใส่เสื้อ ขาหัก หรือ ตาบอดเหมือนกัน เป็นต้น

1.3 ภาพที่แบ่งกลุ่มตามเพศ เช่น เพศชายเหมือน เพศหญิงเหมือนเหมือนกัน เป็นต้น

1.4 ภาพที่แบ่งกลุ่มตามวัย เช่น เด็ก คนแก่ คนหนุ่ม คนสาว

1.5 ภาพที่มีลักษณะโครงสร้างทางกายภาพเหมือนกัน เช่น ทำด้วยไม้ ทำด้วยกระดาษ ทำด้วยแก้ว เป็นต้น

2. การคิดแบบจำแนกประเภท ได้แก่ เหตุผลในการจับกลุ่มสิ่งต่างๆ โดยอาศัยการอ้างอิงถึงคุณสมบัติที่มีร่วมกัน ซึ่งไม่อาจสังเกตได้ ประกอบด้วย

2.1 การรวมกลุ่มโดยคำนึงถึงคุณลักษณะ ชั้น ตำแหน่ง เช่น คนมีอาชีพค้าขาย คนใช้ นักท่องเที่ยว เป็นต้น

2.2 การรวมกลุ่มภาพโดยมีรากฐานจากการตัดสินใจ การตีค่า ทางสุนทรียภาพ หรือทางคุณธรรม เช่น สวย น่าเกลียด คนดี คนเลว เป็นต้น

2.3 การใช้ชื่อรวมของวัตถุที่เป็นพวกเดียวกัน เช่น มนุษย์ สัตว์เลี้ยง ยานพาหนะ เครื่องเฟอร์นิเจอร์ อาหาร เป็นต้น

2.4 ภาพที่แสดงอารมณ์ เช่น เสียใจ เป็นสุข โกรธ เหมือนๆ กัน

3. การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ได้แก่ เหตุผลในการจัดกลุ่มสิ่งต่างๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่ร่วมกัน ประกอบด้วย

3.1 การรวมกลุ่มโดยอาศัยเค้าโครง หรือเรื่องราวที่จะให้สิ่งเร้าต่างๆ นั้นมาเกี่ยวข้องกัน เช่น เขาตีผู้ขายคนนั้น ม้าลากรถ เป็นต้น

3.2 ภาพที่แสดงการเปรียบเทียบในระหว่างสองสิ่งหรือมากกว่า ดีกว่าสิ่งนั้น แตกต่างไปจากสิ่งนี้ คนนี้แต่งตัวเป็นระเบียบ แต่คนนี้ไม่เป็นระเบียบ เป็นต้น

3.3 การรวมภาพซึ่งมีหน้าที่เหมือนกัน ต้องใช้ร่วมกัน เช่น ไม่ขีดจุดบุหรื แก้อ้อใช้นั่ง

เขียนหนังสือกับโต๊ะ เป็นต้น

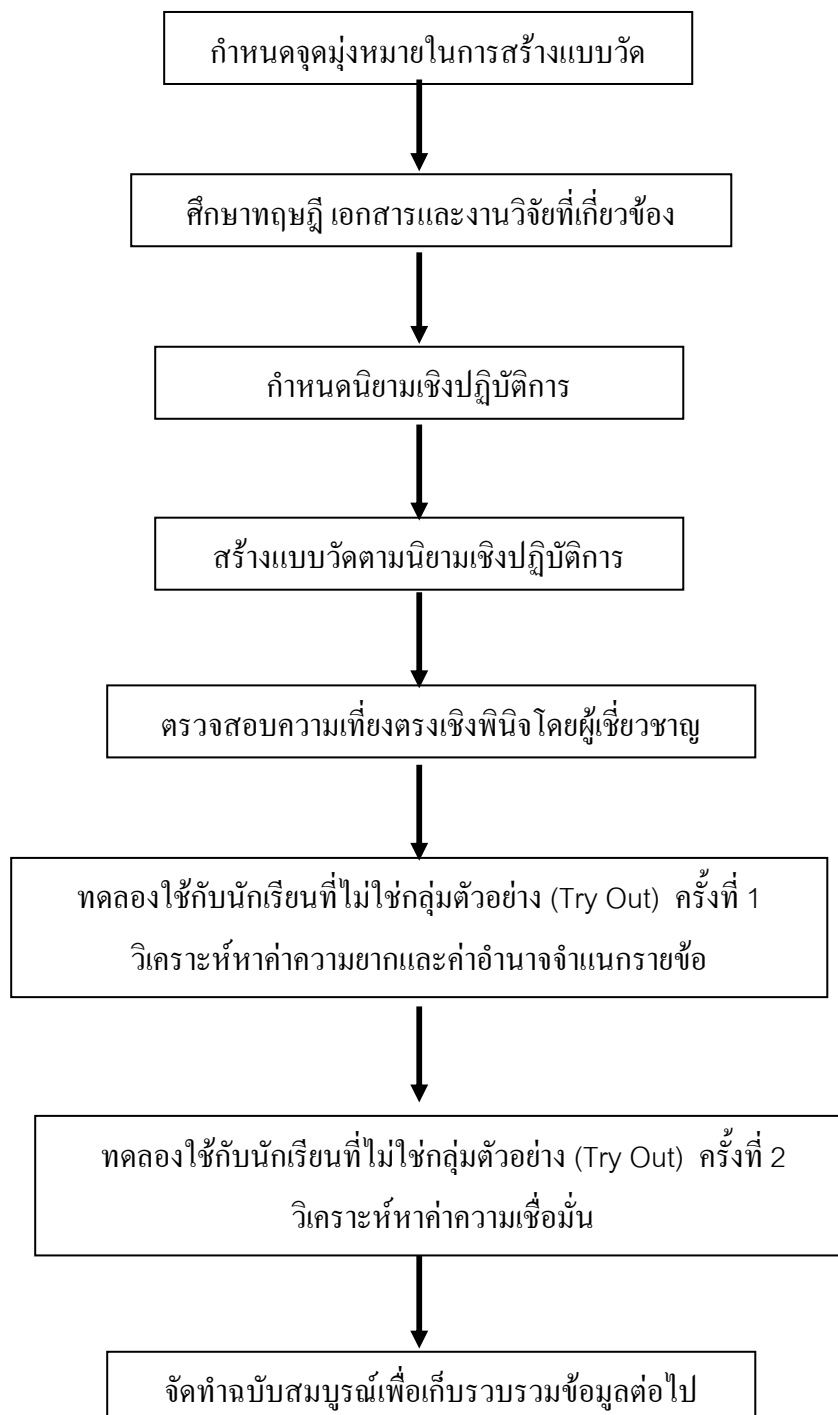
3.4 ภาพที่รวมกลุ่มโดยความสัมพันธ์ในฐานะที่เข้าใจกันแล้ว เช่น สามีภรรยา พี่กับน้อง ครูกับนักเรียน เป็นต้น

3.5 ภาพที่เกี่ยวกันภายใต้เงื่อนไขอันใดอันหนึ่ง เช่น ถ้าคนตายแล้วจะเหลือกระดูกอย่างนี้ เป็นต้น

2.2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานผู้วิจัยได้

วางโครงการและมีขั้นตอนการสร้าง ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการสร้างเครื่องที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าดังนี้

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ทำการศึกษาทฤษฎีดังกล่าว ในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยมีวิธีการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือมีรายละเอียดตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
3. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
4. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งเป็นแบบสถานการณ์ที่สร้างขึ้นจากภาพ ตาราง กราฟ หรือข้อความ ที่ประสบในชีวิตประจำวันในเรื่องเกี่ยวกับการเรียนและเรื่องทั่วไป โดยวัดทักษะ 8 ทักษะ ทักษะละ 15 ข้อ รวมทั้งฉบับจำนวน 120 ข้อ
5. นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ได้แก่ ดร. น้ำฝน กุเจริญไพศาล ดร. อุดมศักดิ์ นาดี คุณวันทนา สนสายัณห์ ครูสายพิณ กิจจา และครูศุภวรรณ ศุภกิจวัฒนา ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ความครอบคลุม และความสอดคล้องตามนิยามตัวแปรแล้วปรับปรุงแก้ไขข้อความที่ไม่เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ ผู้วิจัยพิจารณาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากการศึกษพบว่า แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 1.00 ผู้วิจัยได้คัดเลือกไว้จำนวน 110 ข้อ เพื่อนำไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 1 ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00
6. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงพินิจแล้วนำไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมขนาดนาอูปถัมภ์ จำนวน 104 คน เพื่อตรวจสอบและปรับปรุงให้ข้อคำถามมีความเหมาะสม
7. นำผลการตอบแบบทดสอบมาวิเคราะห์ข้อคำถามแต่ละข้อ เพื่อพิจารณาค่าดัชนีความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ ผลการศึกษาพบว่า ข้อคำถาม 110 ข้อ มีค่าดัชนีความยาก (p) อยู่ระหว่าง .12 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .00 - .49 จากนั้นผู้วิจัย

ได้ทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความยาก (p) อยู่ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ไว้ทักษะละ 10 ข้อ จำนวน 80 ข้อ โดยมีรายละเอียดในแต่ละทักษะ ดังนี้

7.1 ทักษะการสังเกต มีค่าดัชนีความยาก (p) ตั้งแต่ .36 ถึง .68 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .24 ถึง .36

7.2 ทักษะการวัด มีค่าดัชนีความยาก (p) ตั้งแต่ .27 ถึง .77 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .21 ถึง .49

7.3 ทักษะการจำแนกประเภท มีค่าดัชนีความยาก (p) ตั้งแต่ .30 ถึง .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .24 ถึง .79

7.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา มีค่าดัชนีความยาก (p) ตั้งแต่ .30 ถึง .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .21 ถึง .49

7.5 ทักษะการคำนวณ มีค่าดัชนีความยาก (p) ตั้งแต่ .27 ถึง .52 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .21 ถึง .39

7.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล มีค่าดัชนีความยาก (p) ตั้งแต่ .32 ถึง .52 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .21 ถึง .42

7.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล มีค่าดัชนีความยาก (p) ตั้งแต่ .29 ถึง .68 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .27 ถึง .49

7.8 ทักษะการพยากรณ์ มีค่าดัชนีความยาก (p) ตั้งแต่ .27 ถึง .50 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .21 ถึง .42

8. นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 7 ไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดปากบ่อ จำนวน 120 คน เพื่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน ผลการศึกษาพบว่ามีความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .967 และหากแบ่งเป็นรายทักษะ พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นในแต่ละทักษะ ดังนี้

8.1 แบบทดสอบทักษะการสังเกต จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .867

8.2 แบบทดสอบทักษะการวัด จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .910

8.3 แบบทดสอบทักษะการจำแนกประเภท จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .894

8.4 แบบทดสอบทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .885

8.5 แบบทดสอบทักษะการคำนวณ จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .869

8.6 แบบทดสอบทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .862

8.7 แบบทดสอบทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .878

8.8 แบบทดสอบทักษะการพยากรณ์ จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .874

9. จัดเตรียมแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้รวบรวมข้อมูลในการวิจัยต่อไป

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต

ข้อ 1 การลุกไหม้ของเทียนไขข้อใดเป็นคำตอบที่ไม่ได้เกิดจากการสังเกต

1. เปลวไฟเป็นวงรี มี 3 ชั้น
2. ถ้ามีกำชอกซิเจนไฟจะดับ
3. เทียนไขจะเริ่มละลายแล้วหยดลงตามลำเทียน
4. เมื่อจุดเทียนไขใส่เทียนจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีดำ
5. เทียนไขมีสีขาว

เฉลย ข้อ 2

2. ทักษะการวัด

ข้อ 2 พี่อายุ 14 ปี น้องอายุ 13 ปี ทำการวัดความกว้างของห้องๆ หนึ่ง ได้ผลดังตาราง

ชื่อคน	อุปกรณ์ที่ใช้	ความกว้างของห้อง (เมตร)
พี่	ตลับเมตร	3.5
น้อง	ไม้เมตร	3.6

ผลการวัดของพี่ถูกต้องกว่าของน้องเพราะเหตุใด

1. น้องอ่านตัวเลขบนไม้เมตรไม่ถูกต้อง
2. น้องอ่านค่าตัวเลขที่เป็นส่วนย่อยบนไม้เมตรผิด

3. พี่สามารถสังเกตค่าที่อ่านผิดพลาดของน้องได้ง่าย
4. น้องอาจวางไม้เมตรเอียงไปทางด้านหนึ่งด้านใดมากเกินไป
5. น้องต้องยกไม้เมตรหลายครั้งจึงมีโอกาสดเกิดความคลาดเคลื่อน

เฉลย

ข้อ 5

3. ทักษะการจำแนกประเภท

ข้อ 3 นักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่งสารข้างล่างนี้

กลุ่มที่	ชื่อสาร
1	น้ำตาล เกลือ ผงฟู แป้งมัน
2	น้ำปลา น้ำมัน เหล้าขาว ซีอิ๊ว

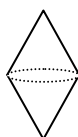
1. สถานะ
2. ปริมาณ
3. ความหนาแน่น
4. ภาชนะที่บรรจุ
5. ความสามารถในการละลาย

เฉลย

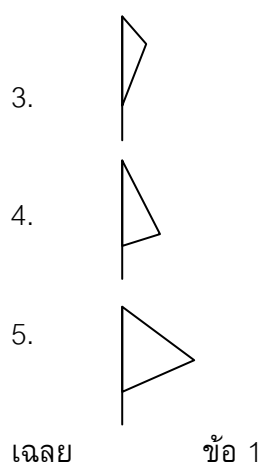
ข้อ 1

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

ข้อ 4 จากรูป 3 มิติที่กำหนดให้เกิดจากการหมุนรูปสองมิติใด

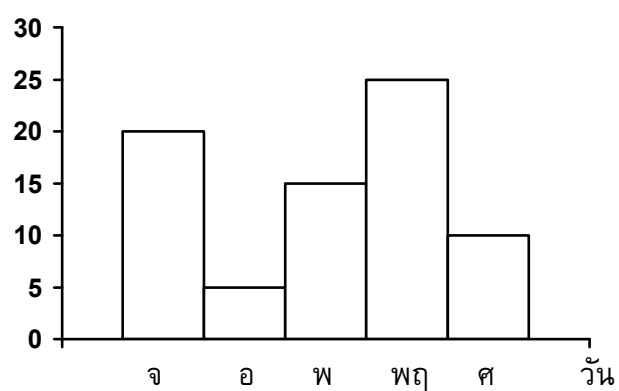


1. 
2. 



5. ทักษะการคำนวณ

ข้อ 5 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนต้นถั่วที่งอกใน 5 วัน
จำนวนต้นถั่ว (ต้น)



จากแผนภูมิข้างต้น ต้นถั่วเฉลี่ยงอกวันละกี่ต้น

1. 5 ต้น
2. 10 ต้น
3. 15 ต้น
4. 20 ต้น
5. 25 ต้น

เฉลย ข้อ 3

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ข้อ 6 เมื่อใช้แว่นขยายส่องดูลักษณะและส่วนต่างๆ ของมดแดง นักเรียนจะบันทึกผลการทดลองในลักษณะใดจึงจะสมบูรณ์และชัดเจน

1.
 - หัวมีลักษณะ.....
 - ปากมีลักษณะ.....
 - ตามีลักษณะ.....
 - ปีกมีลักษณะ.....
 - ขามีลักษณะ.....

2.

สัตว์	สิ่งที่สังเกตเห็น
มดแดง	

3.

ส่วนต่างๆของมดแดง
หัว
ปาก.....
ตา.....
ปีก.....
ขา.....
ท้อง.....

4.

ส่วนต่างๆของมดแดง		ลักษณะที่สังเกตเห็น
หัว	ปาก	
	ตา	
อก	ปีก	
	ขา	
ท้อง		

5.

ลำดับที่ของ การสังเกต	หัว	ปาก	ตา	ปีก	ขา	ท้อง
1						
2						
3						
4						
5						
6						

เฉลย

ข้อ 4

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

ข้อ 7 ใส่ของเหลว 2 ชนิด ปริมาณเท่ากัน ลงในภาชนะฝาเปิดขนาดเท่ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 3 ชั่วโมง สังเกตพบว่าของเหลวในภาชนะใบที่ 1 เหลืออยู่น้อยกว่าใบที่ 2 การทดลองนี้อธิบายว่าอย่างไร

1. ของเหลว 2 ชนิด มีการระเหย
2. ของเหลวจะระเหยได้บริเวณที่มีอากาศร้อนจัด
3. ของเหลวชนิดที่ 1 ถูกดูดความร้อนออกไปได้ช้ากว่า

4. ของเหลวต่างชนิดกัน การเคลื่อนที่ของโมเลกุลต่างกัน
5. ของเหลวชนิดที่ 2 ได้รับความร้อนน้อยกว่าของเหลวชนิดที่ 1

เฉลย ข้อ 4

8. ทักษะการพยากรณ์

ข้อ 8 น้ำตาลกลูโคสในอาหารชนิดที่ 1 มีความหวานมากกว่าในอาหารชนิดที่ 2 ถ้านำอาหารทั้ง 2 ชนิด มาทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์จะได้สีอย่างไร

1. อาหารชนิดที่ 1 ให้สีเหลือง อาหารชนิดที่ 2 ให้สีส้ม
2. อาหารชนิดที่ 1 ให้สีเขียว อาหารชนิดที่ 2 ให้สีม่วง
3. อาหารชนิดที่ 1 ให้สีม่วง อาหารชนิดที่ 2 ให้สีเขียว
4. อาหารชนิดที่ 1 ให้สีส้ม อาหารชนิดที่ 2 ให้สีเหลือง
5. อาหารชนิดที่ 1 ให้สีส้ม อาหารชนิดที่ 2 ให้สีแดงอิฐ

เฉลย ข้อ 4

เกณฑ์การให้คะแนน

มีเกณฑ์การให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อที่ตอบถูกมีค่าเป็น 1 คะแนนและข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกในข้อเดียวกันมีค่าเป็น 0 คะแนน

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
ทั้งฉบับมีแบบทดสอบ 8 ทักษะ ทักษะละ 10 ข้อ รวมทั้งหมด 80 ข้อ ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ดังนี้

มากกว่า 60	หมายถึง	นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับสูง
40 – 60	หมายถึง	นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับปานกลาง
น้อยกว่า 40	หมายถึง	นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับต่ำ

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นทักษะประกอบด้วยทักษะละ 10 ข้อ ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ดังนี้

มากกว่า 7.5	หมายถึง	นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับสูง
5 – 7.5	หมายถึง	นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับปานกลาง
น้อยกว่า 5	หมายถึง	นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อยู่ในระดับต่ำ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินงานเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ขอหนังสือราชการจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ติดต่อโรงเรียนที่ได้ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งกำหนดวัน เวลา และสถานที่ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. จัดเตรียมแบบวัดและแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง นำแบบวัดแบบการคิดและแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไปให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำการตอบแบบวัดและแบบทดสอบดังกล่าว ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยดำเนินการเก็บข้อมูลระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ 2551 ถึง 20 กุมภาพันธ์ 2551
4. นำแบบวัดและแบบทดสอบที่ได้ดำเนินการในขั้นตอนที่ 3 จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 258 คน มาทำการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งมีจำนวนแบบสอบถามที่สมบูรณ์จำนวน 258 คน คิดเป็นร้อยละ 100 แล้วนำผลมาวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน
5. ทำการจัดระบบข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ที่เก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง มาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows Version 12.0 มีขั้นตอนดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน
2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน และศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับแบบการคิดที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้วยสถิติทดสอบ เอฟ (F – test) จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two – ways Analysis of Variance) และทดสอบภายหลังด้วยสถิติทดสอบ Scheffe¹

สถิติที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของการสุ่มที่ระดับความเชื่อมั่น .95 ดังนี้ (มยุรี ศรีชัย. 2538: 50)

$$n = \frac{N \sigma^2}{\frac{Ne^2}{4} + \sigma^2}$$

เมื่อ	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ถูกสุ่มมา
	N	แทน	จำนวนประชากรทั้งหมด
	σ^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของประชากร
	e	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) ของแบบวัดการคิด และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตรของโรวินีลลีและแอมเบลตัน (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 248 - 249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความยากของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐาน โดยหาดัชนีค่าความยากของข้อสอบ (Difficulty Index) (ล้วน สายยศ; และอังคณา
สายยศ. 2538: 209 - 215)

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

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	R	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ทำข้อนั้นผิด
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ทำข้อนั้น

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น
พื้นฐาน (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2524: 148)

$$r = \frac{R_u - R_e}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	R_u	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
	R_e	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.4 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ที่มีการตรวจให้คะแนนเป็น 0 , 1 โดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ด
สัน (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 215)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ทำข้อนั้นถูก

q	แทน	สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ทำข้อนั้นผิด
S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.5 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ ครอนบัค (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 200)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นทั้งฉบับ
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบสอบถามทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย , ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน และศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับแบบการคิดที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two – ways Analysis of Variance) (นิคม ตั้งกะพิภพ. 2543: 150)

3.2.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ด้วยสถิติทดสอบ F จากสูตร

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_{W.cell}}$$

3.2.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่มีแบบการคิดแตกต่างกัน ด้วยสถิติทดสอบ F จากสูตร

$$F_B = \frac{MS_A}{MS_{W.cell}}$$

3.2.3 ศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ กับแบบการคิด ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

$$F_{AB} = \frac{MS_A}{MS_{W.cell}}$$

3.3 ถ้าผลปฏิสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการทดสอบเปรียบเทียบรายคู่ ด้วยสถิติทดสอบของเซฟเฟ (Scheffe')

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
K	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
S	แทน	คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
S_x	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าคะแนนเฉลี่ยของข้อมูล
SS	แทน	ผลบวกกำลังสองของค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลและค่าเฉลี่ยของข้อมูล
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสอง
F	แทน	ค่าสถิติทดสอบ เอฟ
df	แทน	ระดับชั้นของความเป็นอิสระ
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ยประชากร ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ทักษะ ของนักเรียนโดยจำแนกตามเพศและแบบการคิด

1.2 ค่าสถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ที่จำแนกตามแบบการคิด

2. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานระหว่างนักเรียนชาย

และนักเรียนหญิง เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน และศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับแบบการคิดที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two – ways Analysis of Variance) และทดสอบภายหลังด้วยสถิติทดสอบของเชฟเฟ (Scheffe')

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ยประชากร ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ของนักเรียนโดยจำแนกตามเพศและแบบการคิด ได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวม ของนักเรียนจำแนกตามแบบการคิดและเพศ

กลุ่มนักเรียน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวม					การประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร	การแปลความหมาย
	K	n	$\bar{X}$	S	S_x		
การคิดแบบวิเคราะห์							
ชาย	80	33	53.39	14.08	2.70	48.08 – 58.70	ปานกลาง
หญิง	80	50	54.12	16.44	2.19	49.81 – 58.43	ปานกลาง
รวม	80	83	53.76	15.46	1.74	50.34 – 57.18	ปานกลาง
การคิดแบบจำแนกประเภท							
ชาย	80	47	47.38	16.90	2.26	42.93 – 51.83	ปานกลาง
หญิง	80	43	48.18	15.94	2.36	43.53 – 52.84	ปานกลาง
รวม	80	90	47.78	16.36	1.69	44.57 – 51.00	ปานกลาง
การคิดแบบโยงความสัมพันธ์							
ชาย	80	46	38.52	14.17	2.28	34.02 – 43.02	ต่ำ
หญิง	80	39	41.82	14.53	2.48	36.94 – 46.71	ปานกลาง
รวม	80	85	40.17	14.35	1.69	36.85 – 43.49	ปานกลาง
รวมชาย	80	126	46.43	16.24	1.40	43.68 – 49.19	ปานกลาง
รวมหญิง	80	132	48.04	16.41	1.36	45.37 – 50.71	ปานกลาง
รวมนักเรียนทั้งหมด	80	258	47.24	16.36	0.97	44.71 – 49.76	ปานกลาง

จากตาราง 4 พบว่านักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวมในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 53.76, 47.78$ และ 40.17 ตามลำดับ)

เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายทั้งหมดและนักเรียนหญิงทั้งหมดมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวมในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับปานกลาง และนักเรียนชายที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับต่ำ ส่วนนักเรียนหญิงที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนก

ประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับปานกลาง

จากตาราง ที่ได้นำเสนอในข้างต้น เป็นค่าสถิติพื้นฐานในตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวมของนักเรียน และเมื่อแยกพิจารณาระดับการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนโดยจำแนกเป็นทักษะต่างๆ 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ปรากฏผลดังตาราง 5 – 12

ตาราง 5 ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการสังเกต ของนักเรียน จำแนกตามแบบการคิดและเพศ

กลุ่มนักเรียน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการสังเกต					การประมาณ ค่าเฉลี่ยของ ประชากร	การแปล ความหมาย
	K	n	$\bar{X}$	S	S_x^2		
การคิดแบบวิเคราะห์							
ชาย	10	33	6.36	1.90	.38	5.62 – 7.11	ปานกลาง
หญิง	10	50	6.36	2.35	.31	5.76 – 6.96	ปานกลาง
รวม	10	83	6.36	2.17	.24	5.88 – 6.84	ปานกลาง
การคิดแบบจำแนกประเภท							
ชาย	10	47	5.81	2.25	.32	5.19 – 6.43	ปานกลาง
หญิง	10	43	5.63	2.28	.35	4.98 – 6.29	ปานกลาง
รวม	10	90	5.72	2.25	.23	5.27 – 6.17	ปานกลาง
การคิดแบบโยงความสัมพันธ์							
ชาย	10	46	4.67	1.90	.32	4.04 – 5.30	ต่ำ
หญิง	10	39	4.69	2.21	.35	4.00 – 5.38	ต่ำ
รวม	10	85	4.68	2.04	.23	4.22 – 5.15	ต่ำ
รวมชาย	10	126	5.62	2.14	.20	5.23 – 6.00	ปานกลาง
รวมหญิง	10	132	5.56	2.37	.19	5.19 – 5.93	ปานกลาง
รวมนักเรียนทั้งหมด	10	258	5.59	2.26	.14	5.23 – 5.94	ปานกลาง

จากตาราง 5 พบว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบวิเคราะห์ และนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบจำแนกประเภท มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกตในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 6.36 และ 5.72 ตามลำดับ) ส่วนนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกตในระดับต่ำ ($\bar{X}$ = 4.68)

เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายทั้งหมดและนักเรียนหญิงทั้งหมดมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกตในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ และการคิดแบบจำแนกประเภทมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกตในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกตในระดับต่ำ ส่วนนักเรียนหญิงที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ และการคิดแบบจำแนกประเภทมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกตในระดับปานกลาง นักเรียนหญิงที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกตในระดับต่ำ

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการวัด ของนักเรียน จำแนกตามแบบการคิดและเพศ

กลุ่มนักเรียน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการวัด					การประมาณ ค่าเฉลี่ยของ ประชากร	การแปล ความหมาย
	K	n	$\bar{X}$	S	S_x^2		
การคิดแบบวิเคราะห์							
ชาย	10	33	6.91	2.35	.41	6.10 – 7.72	ปานกลาง
หญิง	10	50	7.26	2.36	.36	6.60 – 7.92	ปานกลาง
รวม	10	83	7.09	2.35	.27	6.56 – 7.61	ปานกลาง
การคิดแบบจำแนกประเภท							
ชาย	10	47	6.06	2.70	.35	5.38 – 6.74	ปานกลาง
หญิง	10	43	6.58	2.37	.36	5.87 – 7.29	ปานกลาง
รวม	10	90	6.32	2.55	.25	5.83 – 6.82	ปานกลาง
การคิดแบบโยงความสัมพันธ์							
ชาย	10	46	5.09	2.32	.35	4.40 – 5.77	ปานกลาง
หญิง	10	39	5.85	1.98	.38	5.10 – 6.93	ปานกลาง
รวม	10	85	5.47	2.19	.26	4.96 – 5.97	ปานกลาง
รวมชาย	10	126	6.02	2.56	.21	5.60 – 6.44	ปานกลาง
รวมหญิง	10	132	6.56	2.32	.21	6.16 – 6.97	ปานกลาง
รวมนักเรียนทั้งหมด	10	258	6.29	2.46	.15	5.91 – 6.68	ปานกลาง

จากตาราง 6 พบว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบวิเคราะห์ นักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการวัดในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 7.09$, 6.32 และ 5.47 ตามลำดับ)

เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายทั้งหมดและนักเรียนหญิงทั้งหมดมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการวัดในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการวัดในระดับปานกลาง ส่วนนักเรียนหญิงที่มี

การคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการวัดในระดับปานกลาง เช่นเดียวกัน

ตาราง 7 ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการจำแนกประเภท ของนักเรียน จำแนกตามแบบการคิดและเพศ

กลุ่มนักเรียน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการจำแนกประเภท					การประมาณ ค่าเฉลี่ยของ ประชากร	การแปล ความหมาย
	K	n	$\bar{X}$	S	S_x^2		
การคิดแบบวิเคราะห์							
ชาย	10	33	6.94	1.92	.38	6.19 – 7.69	ปานกลาง
หญิง	10	50	6.62	2.12	.31	6.01 – 7.23	ปานกลาง
รวม	10	83	6.78	2.04	.25	6.29 – 7.27	ปานกลาง
การคิดแบบจำแนกประเภท							
ชาย	10	47	6.04	2.27	.32	5.41 – 6.67	ปานกลาง
หญิง	10	43	5.77	2.35	.34	5.11 – 6.43	ปานกลาง
รวม	10	90	5.91	2.30	.23	5.45 – 6.36	ปานกลาง
การคิดแบบโยงความสัมพันธ์							
ชาย	10	46	4.78	2.20	.32	4.14 – 5.42	ต่ำ
หญิง	10	39	4.95	2.26	.35	4.26 – 5.64	ต่ำ
รวม	10	85	4.87	2.22	.24	4.39 – 5.34	ต่ำ
รวมชาย	10	126	5.92	2.31	.20	5.53 – 6.31	ปานกลาง
รวมหญิง	10	132	5.78	2.32	.19	5.40 – 6.16	ปานกลาง
รวมนักเรียนทั้งหมด	10	258	5.85	2.31	.14	5.49 – 6.21	ปานกลาง

จากตาราง 7 พบว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบวิเคราะห์ นักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจำแนกประเภทในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.78$ และ 5.91 ตามลำดับ) ส่วนนักเรียนที่มีการคิดแบบโยง

ความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจำแนกประเภทในระดับต่ำ ($\bar{X} = 4.87$)

เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายทั้งหมดและนักเรียนหญิงทั้งหมดมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจำแนกประเภทในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ และการคิดแบบจำแนกประเภทมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจำแนกประเภทในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจำแนกประเภทในระดับต่ำ ส่วนนักเรียนหญิงที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ และการคิดแบบจำแนกประเภท มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจำแนกประเภทในระดับปานกลาง และนักเรียนหญิงที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจำแนกประเภทในระดับต่ำ

ตาราง 8 ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลาของนักเรียน จำแนกตามแบบการคิดและเพศ

กลุ่มนักเรียน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา					การประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร	การแปลความหมาย
	K	n	$\bar{X}$	S	S_x		
การคิดแบบวิเคราะห์							
ชาย	10	33	6.85	2.32	.42	6.02 – 7.68	ปานกลาง
หญิง	10	50	7.14	2.47	.34	6.47 – 7.81	ปานกลาง
รวม	10	83	6.99	2.40	.27	6.46 – 7.53	ปานกลาง
การคิดแบบจำแนกประเภท							
ชาย	10	47	6.02	2.69	.35	5.33 – 6.72	ปานกลาง
หญิง	10	43	6.26	2.40	.37	5.53 – 6.98	ปานกลาง
รวม	10	90	6.14	2.54	.26	5.64 – 6.64	ปานกลาง
การคิดแบบโยงความสัมพันธ์							
ชาย	10	46	5.00	2.31	.36	4.30 – 5.70	ปานกลาง
หญิง	10	39	5.51	2.19	.39	4.75 – 6.27	ปานกลาง
รวม	10	85	5.26	2.26	.26	4.74 – 5.77	ปานกลาง
รวมชาย	10	126	5.96	2.55	.22	5.53 – 6.39	ปานกลาง
รวมหญิง	10	132	6.30	2.44	.21	5.89 – 6.72	ปานกลาง
รวมนักเรียนทั้งหมด	10	258	6.13	2.50	.15	5.74 – 6.52	ปานกลาง

จากตาราง 8 พบว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบวิเคราะห์ นักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท และนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลาในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.99, 6.14$ และ 5.26 ตามลำดับ)

เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายทั้งหมดและนักเรียนหญิงทั้งหมด มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลาในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนก

ประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลาในระดับปานกลาง ส่วนนักเรียนหญิงที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลาในระดับปานกลางเช่นเดียวกัน

ตาราง 9 ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการคำนวณของนักเรียน จำแนกตามแบบการคิดและเพศ

กลุ่มนักเรียน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการคำนวณ					การประมาณ ค่าเฉลี่ยของ ประชากร	การแปล ความหมาย
	K	n	$\bar{X}$	S	S_x^2		
การคิดแบบวิเคราะห์							
ชาย	10	33	6.82	2.05	.39	6.06 – 7.58	ปานกลาง
หญิง	10	50	6.88	2.25	.31	6.26 – 7.50	ปานกลาง
รวม	10	83	6.85	2.16	.25	6.36 – 7.34	ปานกลาง
การคิดแบบจำแนกประเภท							
ชาย	10	47	6.09	2.23	.32	5.44 – 6.72	ปานกลาง
หญิง	10	43	6.09	2.14	.34	5.43 – 6.76	ปานกลาง
รวม	10	90	6.09	2.18	.23	5.63 – 6.55	ปานกลาง
การคิดแบบโยงความสัมพันธ์							
ชาย	10	46	4.83	2.22	.33	4.18 – 5.47	ต่ำ
หญิง	10	39	5.21	2.40	.36	4.50 – 5.91	ปานกลาง
รวม	10	85	5.02	2.30	.24	4.54 – 5.49	ปานกลาง
รวมชาย	10	126	5.91	2.31	.20	5.52 – 6.31	ปานกลาง
รวมหญิง	10	132	6.06	2.34	.19	5.68 – 6.44	ปานกลาง
รวมนักเรียนทั้งหมด	10	258	5.99	2.33	.14	5.62 – 6.35	ปานกลาง

จากตาราง 9 พบว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบวิเคราะห์ และนักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภทและนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพื้นฐานด้านทักษะการคำนวณในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.85$, 6.09 และ 5.02 ตามลำดับ)

เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายทั้งหมดและนักเรียนหญิงทั้งหมดมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานด้านทักษะการคำนวณในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ และการคิดแบบจำแนกประเภทมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานด้านทักษะการคำนวณในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานด้านทักษะการคำนวณในระดับต่ำ ส่วนนักเรียนหญิงที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานด้านทักษะการคำนวณในระดับปานกลาง

ตาราง 10 ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียน จำแนกตามแบบการคิดและเพศ

กลุ่มนักเรียน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล					การประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร	การแปลความหมาย
	K	n	$\bar{X}$	S	S_x^2		
การคิดแบบวิเคราะห์							
ชาย	10	33	6.52	2.62	.43	5.68 – 7.35	ปานกลาง
หญิง	10	50	6.90	2.53	.35	6.22 – 7.58	ปานกลาง
รวม	10	83	6.71	2.56	.27	6.17 – 7.25	ปานกลาง
การคิดแบบจำแนกประเภท							
ชาย	10	47	5.79	2.64	.36	5.09 – 6.49	ปานกลาง
หญิง	10	43	6.37	2.42	.37	5.64 – 7.11	ปานกลาง
รวม	10	90	6.08	2.54	.26	5.57 – 6.59	ปานกลาง
การคิดแบบโยงความสัมพันธ์							
ชาย	10	46	4.76	2.39	.36	4.05 – 5.47	ต่ำ
หญิง	10	39	5.80	1.99	.39	5.02 – 6.57	ปานกลาง
รวม	10	85	5.28	2.26	.27	4.75 – 5.80	ปานกลาง
รวมชาย	10	126	5.69	2.62	.22	5.25 – 6.12	ปานกลาง
รวมหญิง	10	132	6.36	2.37	.21	5.93 – 6.78	ปานกลาง
รวมนักเรียนทั้งหมด	10	258	6.02	2.52	.15	5.62 – 6.42	ปานกลาง

จากตาราง 10 พบว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบวิเคราะห์ นักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท และนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.71, 6.08$ และ 5.28 ตามลำดับ)

เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายทั้งหมดและนักเรียนหญิงทั้งหมดมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ และการคิดแบบจำแนกประเภทมีระดับทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีแบบการคิดแบบโยงความสัมพันธ์มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในระดับต่ำ ส่วนนักเรียนหญิงที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในระดับปานกลาง

ตาราง 11 ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการลงความคิดเห็น ของนักเรียน จำแนกตามแบบการคิดและเพศ

กลุ่มนักเรียน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการลงความ คิดเห็นข้อมูล					การประมาณ ค่าเฉลี่ยของ ประชากร	การแปล ความหมาย
	K	n	$\bar{X}$	S	S_x		
การคิดแบบวิเคราะห์							
ชาย	10	33	6.36	2.00	.36	5.75 – 7.07	ปานกลาง
หญิง	10	50	6.34	2.20	.29	5.76 – 6.92	ปานกลาง
รวม	10	83	6.35	2.11	.23	5.90 – 6.81	ปานกลาง
การคิดแบบจำแนกประเภท							
ชาย	10	47	5.94	2.26	.30	5.34 – 6.53	ปานกลาง
หญิง	10	43	6.00	2.03	.32	5.38 – 6.62	ปานกลาง
รวม	10	90	5.97	2.14	.22	5.54 – 6.40	ปานกลาง
การคิดแบบโยงความสัมพันธ์							
ชาย	10	46	4.67	1.85	.31	4.07 – 5.28	ต่ำ
หญิง	10	39	4.95	2.00	.33	4.30 – 5.60	ต่ำ
รวม	10	85	4.81	1.91	.23	4.37 – 5.26	ต่ำ
รวมชาย	10	126	5.66	2.16	.19	5.29 – 6.03	ปานกลาง
รวมหญิง	10	132	5.76	2.15	.18	5.41 – 6.12	ปานกลาง
รวมนักเรียนทั้งหมด	10	258	5.71	2.15	.13	5.37 – 6.05	ปานกลาง

จากตาราง 11 พบว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบวิเคราะห์ และนักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูลในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.35$ และ 5.97 ตามลำดับ) ส่วนนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูลในระดับต่ำ ($\bar{X} = 4.81$)

เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายทั้งหมดและนักเรียนหญิงทั้งหมดมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจำแนกประเภทในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ และการคิดแบบจำแนกประเภท มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูลในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูลในระดับต่ำ ส่วนนักเรียนหญิงที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ และการคิดแบบจำแนกประเภทมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูลในระดับปานกลาง นักเรียนหญิงที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจำแนกประเภทในระดับต่ำ

ตาราง 12 ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการพยากรณ์ ของนักเรียน จำแนกตามแบบการคิดและเพศ

กลุ่มนักเรียน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน ด้านทักษะการพยากรณ์					การประมาณ ค่าเฉลี่ยของ ประชากร	การแปล ความหมาย
	K	n	$\bar{X}$	S	S_x		
การคิดแบบวิเคราะห์							
ชาย	10	33	6.64	1.80	.37	5.90 – 7.37	ปานกลาง
หญิง	10	50	6.62	2.02	.30	6.02 – 7.21	ปานกลาง
รวม	10	83	6.63	1.92	.24	6.15 – 7.10	ปานกลาง
การคิดแบบจำแนกประเภท							
ชาย	10	47	5.64	2.25	.31	5.02 – 6.26	ปานกลาง
หญิง	10	43	5.49	2.25	.33	4.84 – 6.13	ปานกลาง
รวม	10	90	5.56	2.24	.23	5.12 – 6.01	ปานกลาง
การคิดแบบโยงความสัมพันธ์							
ชาย	10	46	4.72	2.19	.32	4.09 – 5.34	ต่ำ
หญิง	10	39	4.87	2.28	.34	4.19 – 5.55	ต่ำ
รวม	10	85	4.80	2.22	.23	4.33 – 5.26	ต่ำ
รวมชาย	10	126	5.66	2.23	.19	5.28 – 6.05	ปานกลาง
รวมหญิง	10	132	5.66	2.28	.19	5.29 – 6.03	ปานกลาง
รวมนักเรียนทั้งหมด	10	258	5.66	2.25	.14	5.31 – 6.01	ปานกลาง

จากตาราง 12 พบว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบวิเคราะห์ และนักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการพยากรณ์ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.63$ และ 5.56 ตามลำดับ) ส่วนนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการพยากรณ์ในระดับต่ำ ($\bar{X} = 4.80$) เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายทั้งหมดและนักเรียนหญิงทั้งหมดมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการพยากรณ์ในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ และการคิดแบบจำแนกประเภท มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการพยากรณ์ในระดับปานกลาง นักเรียนชายที่มีการคิดแบบโย
ความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการพยากรณ์ใน
ระดับต่ำ ส่วนนักเรียนหญิงที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ และการคิดแบบจำแนกประเภท มีระดับ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการวัดในระดับปานกลาง นักเรียนหญิงที่
มีการคิดแบบโยความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะ
การพยากรณ์ในระดับต่ำ

1.2 ค่าสถิติพื้นฐาน ในการวิเคราะห์ข้อมูลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ที่จำแนกตามแบบการคิด มีรายละเอียดดังแสดงใน
ตาราง 13

ตาราง 13 ค่าสถิติพื้นฐาน ในการวิเคราะห์ข้อมูลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ที่จำแนกตามแบบการคิด

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	แบบการคิด						รวม	
	วิเคราะห์		จำแนกประเภท		โยง ความสัมพันธ์			
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
การสังเกต								
ชาย	6.36	1.90	5.81	2.25	4.67	1.90	5.62	2.14
หญิง	6.36	2.35	5.63	2.28	4.69	2.21	5.56	2.37
รวม	6.36	2.17	5.72	2.25	4.68	2.04	5.59	2.26
การวัด								
ชาย	6.91	2.35	6.06	2.70	5.09	2.32	6.02	2.56
หญิง	7.22	2.36	6.58	2.37	5.85	1.98	6.56	2.32
รวม	7.09	2.35	6.32	2.55	5.47	2.19	6.29	2.46
การจำแนกประเภท								
ชาย	6.94	1.92	6.04	2.27	4.78	2.20	5.92	2.31
หญิง	6.62	2.21	5.77	2.35	4.95	2.26	5.78	2.32
รวม	6.78	2.04	5.91	2.30	4.87	2.22	5.85	2.31

ตาราง 13 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	แบบการคิด						รวม	
	วิเคราะห์		จำแนกประเภท		โยง ความสัมพันธ์			
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา								
ชาย	6.85	2.32	6.02	2.69	5.00	2.31	5.96	2.55
หญิง	7.14	2.47	6.26	2.40	5.51	2.19	6.30	2.44
รวม	6.99	2.40	6.14	2.54	5.26	2.26	6.13	2.50
การคำนวณ								
ชาย	6.82	2.05	6.09	2.23	4.83	2.22	5.91	2.31
หญิง	6.88	2.25	6.09	2.14	5.21	2.40	6.06	2.34
รวม	6.85	2.16	6.09	2.18	5.02	2.30	5.99	2.33
การจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล								
ชาย	6.52	2.62	5.79	2.64	4.76	2.39	5.69	2.62
หญิง	6.90	2.53	6.37	2.42	5.80	1.99	6.36	2.37
รวม	6.71	2.56	6.08	2.54	5.28	2.26	6.02	2.52
การลงความคิดเห็นจาก ข้อมูล								
ชาย	6.36	2.00	5.94	2.26	4.67	1.85	5.66	2.16
หญิง	6.34	2.20	6.00	2.03	4.95	2.00	5.76	2.15
รวม	6.35	2.11	5.97	2.14	4.81	1.91	5.71	2.15

ตาราง 13 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้น พื้นฐาน	แบบการคิด						รวม	
	วิเคราะห์		จำแนกประเภท		โยง ความสัมพันธ์			
	$\overline{X}$	S	$\overline{X}$	S	$\overline{X}$	S	$\overline{X}$	S
การพยากรณ์								
ชาย	6.64	1.80	5.64	2.25	4.72	2.19	5.66	2.23
หญิง	6.62	2.02	5.49	2.25	4.87	2.28	5.66	2.28
รวม	6.63	1.92	5.56	2.24	4.80	2.22	5.66	2.25
รวมชาย	53.39	14.08	47.38	16.90	38.52	14.17	46.43	16.24
รวมหญิง	54.12	16.44	48.18	15.94	41.82	14.53	48.04	16.41
รวมทั้งฉบับ	53.76	15.46	47.78	16.36	40.17	14.35	47.24	16.36

จากตาราง 13 พบว่านักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ นักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภทและนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง และหากจำแนกเป็นนักเรียนชายและนักเรียนหญิงพบว่า นักเรียนชายที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ และการคิดแบบจำแนกประเภท มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง และนักเรียนชายที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานอยู่ในระดับต่ำ ส่วนนักเรียนหญิงที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง

2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน และศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับแบบการคิดที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two – ways Analysis of Variance) และทดสอบภายหลังด้วยสถิติทดสอบของเชฟเฟ (Scheffe¹⁾)

ผู้วิจัยนำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมาเปรียบเทียบโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two – ways Analysis of Variance) ดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two – ways Analysis of Variance)

แหล่งความแปรปรวน	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
เพศ (A)	1	163.897	163.897	.683	.409
แบบการคิด (B)	2	7618.928	3809.464	15.877*	.000
ปฏิสัมพันธ์ (A X B)	2	90.348	45.174	.188	.829
W.cell	252	60463.999	239.937		
รวม	257	68760.496			

* $p < .05$

จากตาราง 14 พบว่านักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนตัวแปรเพศกับแบบการคิดมีปฏิสัมพันธ์ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพศกับแบบการคิดไม่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนครั้งนี้ปรากฏว่า แบบการคิดต่างกันมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการเปรียบเทียบพหุคูณตามวิธีการของเชฟเฟ (Scheffe') เพื่อค้นหาแบบการคิดคู่ใดที่มีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกัน ดังตาราง 15

ตาราง 15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของรายคู่ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
พื้นฐานของนักเรียนที่มีแบบการคิดแตกต่างกัน ด้วย สถิติทดสอบเชฟเฟ (Scheffe ')

แบบการคิด		โยงความสัมพันธ์	จำแนกประเภท	วิเคราะห์
	$\bar{X}$	40.04	47.77	53.83
โยงความสัมพันธ์	40.04	-	7.73*	13.80*
จำแนกประเภท	47.77		-	6.06*
วิเคราะห์	53.83			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 15 เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า กลุ่มตัวอย่าง 3 คู่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือ นักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ส่วนนักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภทมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์

จากตาราง ที่ได้นำเสนอในข้างต้น เป็นผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางในตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานในภาพรวมของนักเรียน และเมื่อแยกพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานของนักเรียนโดยจำแนกเป็นทักษะต่างๆ 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ปรากฏผลดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยจำแนกตามด้าน
ทักษะ 8 ทักษะของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง
(Two – ways Analysis of Variance)

แหล่งความแปรปรวน	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
ทักษะการสังเกต					
เพศ (A)	1	.193	.193	.041	.840
แบบการคิด (B)	2	118.226	59.113	12.551*	.000
ปฏิสัมพันธ์ (A X B)	2	.519	.260	.055	.946
W.cell	252	1186.896	4.710		
รวม	257	1308.624			
ทักษะการวัด					
เพศ (A)	1	18.629	18.629	3.324	.069
แบบการคิด (B)	2	107.494	53.747	9.590*	.000
ปฏิสัมพันธ์ (A X B)	2	1.734	.867	.155	.857
W.cell	252	1412.350	5.605		
รวม	257	1552.345			
ทักษะการจำแนกประเภท					
เพศ (A)	1	1.290	1.290	.267	.606
แบบการคิด (B)	2	150.731	75.365	15.580*	.000
ปฏิสัมพันธ์ (A X B)	2	3.027	1.514	.313	.732
W.cell	252	1218.972	4.837		
รวม	257	1373.833			
ทักษะการหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา					
เพศ (A)	1	17.589	7.589	1.302	.255
แบบการคิด (B)	2	123.757	61.878	10.614*	.000
ปฏิสัมพันธ์ (A X B)	2	.925	.463	.079	.924
W.cell	252	1469.171	5.830		
รวม	257	1612.031			

ตาราง 16 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
ทักษะการคำนวณ					
เพศ (A)	1	1.416	1.416	.287	.593
แบบการคิด (B)	2	139.623	69.812	14.137*	.000
ปฏิสัมพันธ์ (A X B)	2	1.715	.857	.174	.841
W.cell	252	1244.444	4.938		
รวม	257	1393.860			
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล					
เพศ (A)	1	28.231	28.231	4.720	.031
แบบการคิด (B)	2	84.382	42.191	7.053*	.001
ปฏิสัมพันธ์ (A X B)	2	4.576	2.288	.382	.8683
W.cell	252	1507.390	5.982		
รวม	257	1636.965			
ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล					
เพศ (A)	1	.698	.698	.163	.687
แบบการคิด (B)	2	106.911	53.456	12.477*	.000
ปฏิสัมพันธ์ (A X B)	2	.976	.488	.114	.892
W.cell	252	1079.671	4.284		
รวม	257	1191.612			
ทักษะการพยากรณ์					
เพศ (A)	1	.001	.001	.000	.988
แบบการคิด (B)	2	138.516	69.258	15.011*	.000
ปฏิสัมพันธ์ (A X B)	2	1.010	.505	.109	.896
W.cell	252	1162.697	4.614		
รวม	257	1306.605			

* $p < .05$

จากตาราง 16 พบว่านักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจำแนกตามด้านทักษะ 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจำแนกตามด้านทักษะ 8 ทักษะ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนตัวแปรเพศกับแบบการคิดมีปฏิสัมพันธ์ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจำแนกตามด้านทักษะ 8 ทักษะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ตัวแปรเพศกับแบบการคิดไม่ส่งผลร่วมกันต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทั้ง 8 ทักษะ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนครั้งนี้ปรากฏว่า แบบการคิดต่างกันมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจำแนกตามด้านทักษะทั้ง 8 ทักษะ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบพหุคูณตามวิธีการของเชฟเฟ (Scheffe¹) เพื่อค้นหาแบบการคิดคู่ใดที่มีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจำแนกตามด้านทักษะ 8 ทักษะแตกต่างกัน ดังตาราง 17

ตาราง 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของรายคู่ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
พื้นฐานจำแนกตามด้านทักษะ 8 ทักษะของนักเรียนที่มีแบบการคิดแตกต่างกัน
ด้วย สถิติทดสอบเชฟเฟ (Scheffe')

แบบการคิด		โยงความสัมพันธ์	จำแนกประเภท	วิเคราะห์
	$\bar{X}$	40.04	47.77	53.83
ทักษะการสังเกต				
โยงความสัมพันธ์	40.04	-	1.04*	1.68*
จำแนกประเภท	47.77		-	.64
วิเคราะห์	53.83			-
ทักษะการวัด				
โยงความสัมพันธ์	40.04	-	.88	1.69*
จำแนกประเภท	47.77		-	.81
วิเคราะห์	53.83			-
ทักษะการจำแนกประเภท				
โยงความสัมพันธ์	40.04	-	1.05*	1.89*
จำแนกประเภท	47.77		-	.84*
วิเคราะห์	53.83			-
ทักษะการหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปสและ สเปสกับเวลา				
โยงความสัมพันธ์	40.04	-	.90	1.79*
จำแนกประเภท	47.77		-	.89
วิเคราะห์	53.83			-
ทักษะการคำนวณ				
โยงความสัมพันธ์	40.04	-	1.09*	1.86*
จำแนกประเภท	47.77		-	.77
วิเคราะห์	53.83			-

ตาราง 17 (ต่อ)

แบบการคิด		โยงความสัมพันธ์	จำแนกประเภท	วิเคราะห์
	$\bar{X}$	40.04	47.77	53.83
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
โยงความสัมพันธ์	40.04	-	.83	1.51*
จำแนกประเภท	47.77		-	.68
วิเคราะห์	53.83			-
ทักษะการพยากรณ์				
โยงความสัมพันธ์	40.04	-	.78	1.83*
จำแนกประเภท	47.77		-	1.06*
วิเคราะห์	53.83			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 17 เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจำแนกตามด้านทักษะ 8 ทักษะ พบว่า

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจำแนกประเภท มีกลุ่มตัวอย่าง 3 คู่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะจำแนกประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือ นักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจำแนกประเภทสูงกว่า นักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท และนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ส่วนนักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภทมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์

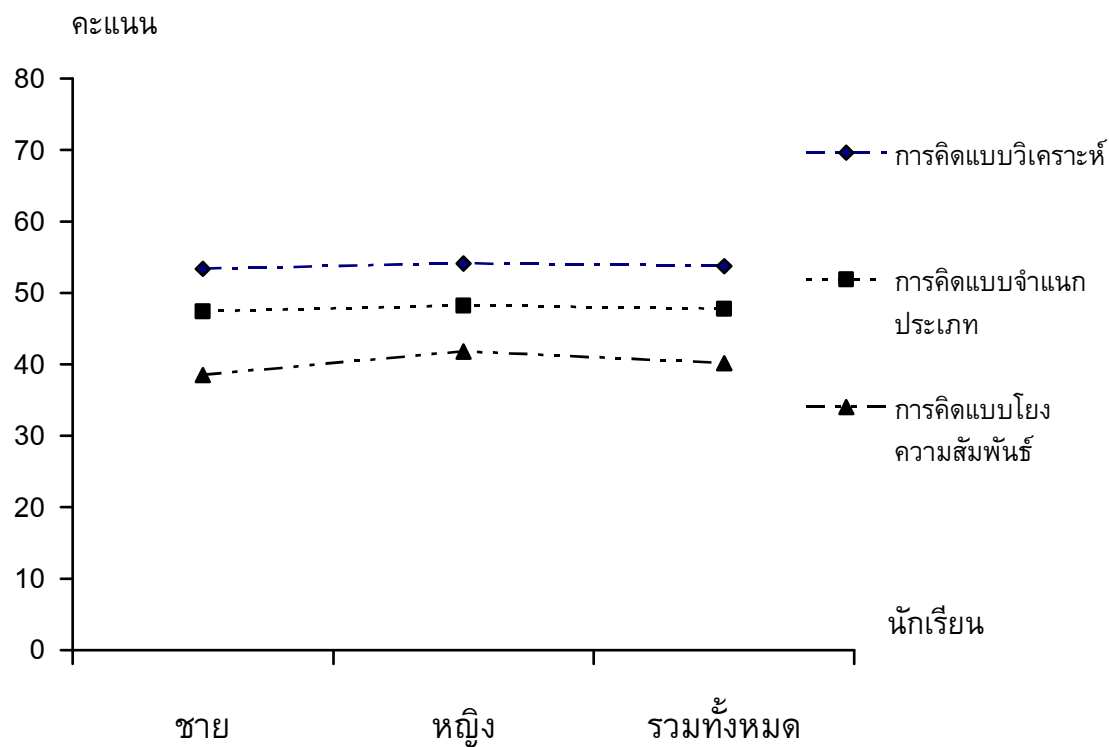
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล มีกลุ่มตัวอย่าง 2 คู่ ใน 3 คู่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือนักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ และนักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล สูงกว่านักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ส่วนนักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์และนักเรียนที่มีความคิดแบบ

จำแนกประเภท มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการพยากรณ์ มีกลุ่มตัวอย่าง 2 คู่ ใน 3 คู่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการพยากรณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือนักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการพยากรณ์สูงกว่านักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภทและนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ส่วนนักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภทและนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการพยากรณ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการวัด และทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล มีกลุ่มตัวอย่าง 1 คู่ ใน 3 คู่ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการวัด และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือนักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการวัด และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลสูงกว่านักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ส่วนนักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภทกับนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์และนักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการวัด และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนจำแนกตามเพศและแบบการคิด

จากภาพประกอบ 5 พบว่านักเรียนทั้งหมดที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงที่สุด รองลงมาคือนักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท และนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ เมื่อจำแนกตามเพศ พบว่านักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนชาย นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนหญิงที่มีแบบการคิดทั้ง 3 แบบ คือการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนชายทุกแบบการคิด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน ที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน
4. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับแบบการคิด ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ขอบเขตประชากรและการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 โรงเรียน 10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 440 คน เป็นนักเรียนชายจำนวน 202 คน และนักเรียนหญิง 238 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วางแผนกำหนดเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา กลุ่มเจ้าพระยา สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 โรงเรียน 6 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 258 คน เป็นนักเรียนชายจำนวน 126 คน และนักเรียนหญิง 132 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ มีทั้งหมด 2 ฉบับ คือ

1. แบบวัดแบบการคิด จำนวน 30 ข้อ
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ทักษะละ 10 ข้อ รวมจำนวน 80 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยได้นำแบบวัดการคิดและแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไปให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตอบ
2. นำข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์หาค่าทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง มาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows Version 12.0 มีขั้นตอนดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ยประชากร ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ทักษะ ของนักเรียนโดยจำแนกตามเพศและแบบการคิด
2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน และศึกษาผลสัมพัทธ์ระหว่างเพศกับแบบการคิดที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้วยสถิติทดสอบ เอฟ (F – test) จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two – ways Analysis of Variance) และทดสอบภายหลังด้วยสถิติทดสอบ Scheffe¹

สรุปผลการวิจัย

1. ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวม และในแต่ละทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ โดยจำแนกตามเพศและแบบการคิดของนักเรียน โดยการประมาณค่าร้อยละ และการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า

1.1 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 47.24$) และจากการจำแนกนักเรียนตามแบบการคิด พบว่านักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 53.76$, 47.78 และ 40.17 ตามลำดับ) เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 46.43$ และ 48.04 ตามลำดับ)

1.2 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกตอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 5.59$) และจากการจำแนกนักเรียนตามแบบการคิด พบว่า นักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกตในระดับปานกลาง ปานกลางและต่ำ ($\bar{X} = 6.36$, 5.72 และ 4.68 ตามลำดับ) เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการสังเกตในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 5.62$ และ 5.56 ตามลำดับ)

1.3 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการวัดอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.29$) และจากการจำแนกนักเรียนตามแบบการคิด พบว่านักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ คือ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการวัดในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 7.09$, 6.32 และ 5.47 ตามลำดับ) เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านการวัดในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.02$ และ 6.56 ตามลำดับ)

1.4 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจำแนกประเภทอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 5.85$) และจากการจำแนกนักเรียนตามแบบการคิด พบว่านักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มี

1.6 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการคำนวณอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 5.99$) และจากการจำแนกนักเรียนตามแบบการคิด พบว่านักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการคำนวณในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 6.85$, 6.09 และ 5.02 ตามลำดับ) เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการคำนวณในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 5.91$ และ 6.06 ตามลำดับ)

1.8 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการลง
ความคิดเห็นข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 5.71$) และจากการจำแนกนักเรียนตามแบบการคิด
พบว่า นักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความ
สัมพันธ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการจัดกระทำและสื่อความ
หมายข้อมูลในระดับปานกลาง ปานกลางและต่ำ ($\bar{X} = 6.35$, 5.97 และ 4.81 ตามลำดับ) เมื่อ

จำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูลในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 5.66$ และ 5.76 ตามลำดับ)

1.9 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการพยากรณ์อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 5.66$) และจากการจำแนกนักเรียนตามแบบการคิด พบว่านักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการพยากรณ์ในระดับปานกลางและต่ำ ($\bar{X} = 6.63$, 5.56 และ 4.80 ตามลำดับ) เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการพยากรณ์ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 5.66$)

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนโดยจำแนกเป็นทักษะต่างๆ 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ พบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจำแนกตามด้านทักษะ 8 ทักษะ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. นักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทำการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 คู่ ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือ นักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท และนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์

เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนโดยจำแนกเป็นทักษะต่างๆ 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ พบว่านักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจำแนกตามด้านทักษะ 8 ทักษะ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทำการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า

4. ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับแบบการคิดที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนโดยจำแนกเป็นทักษะต่างๆ 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์พบว่าตัวแปรเพศกับแบบการคิดมีปฏิสัมพันธ์ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจำแนกตามด้านทักษะ 8 ทักษะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ตัวแปรเพศกับแบบการคิดไม่ส่งผลร่วมกันต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทั้ง 8 ทักษะ

อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย สามารถอภิปรายผลประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1. การศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และจำแนกตามเพศและแบบการคิด พบว่าระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในภาพรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 47.24$) ซึ่งหากจำแนกตามแบบการคิด พบว่านักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 53.76$, 47.78 และ 40.17 ตามลำดับ) เมื่อจำแนกตามเพศพบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 46.43$ และ 48.04 ตามลำดับ) เช่นเดียวกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าอาจเนื่องมาจากสาเหตุต่อไปนี้ คือ

1.1 ความพร้อมของนักเรียน เนื่องจากโรงเรียนเป็นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาดังนั้นโรงเรียนจึงไม่มีโอกาสคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนได้ และนักเรียนส่วนใหญ่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจไม่ค่อยดี มีระดับสติปัญญาค่อนข้างต่ำ ทำให้นักเรียนยังขาดความพร้อมและความสนใจทางการเรียน ซึ่งส่งผลต่อระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1.2 ความพร้อมของบุคลากร เนื่องจากครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา ยังมีจำนวนจำกัด ครูที่สอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นครูที่สอนในระดับประถมศึกษามาก่อน หรือบางท่านก็ไม่ได้จบการศึกษาโดยตรงทางด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย

นอกจากนี้หากพิจารณาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจำแนกออกเป็นด้านทักษะ 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของแต่ละทักษะอยู่ในระดับปานกลาง โดยคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของแต่ละทักษะคือ 5.59 , 6.28 , 5.83 , 6.12 , 5.98 , 6.01 , 5.71 , 5.66 ซึ่งหมายความว่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการวัดมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ และทักษะการสังเกต ตามลำดับ ทั้งนี้ ผู้วิจัยเห็นว่าการที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้านทักษะการวัดสูงกว่าด้านอื่น อาจเนื่องมาจากนักเรียนผ่านการฝึกฝนด้านนี้มาก เพราะทักษะการวัดเป็นความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือในการวัด และใช้เครื่องมือหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลข ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนบ่อยๆ ก็ทำให้นักเรียนมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านนี้สูงได้

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยพบว่าแตกต่างจากการศึกษาของ วาเนค และ มอร์แทน (Vanex; & Montean. 1974: 1522 – A) และอารีย์ สงวนวงศ์ (2537: 45) พบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ผู้วิจัยเห็นอาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา และอยู่ในกลุ่มเขตการศึกษาเดียวกัน อาจทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ใกล้เคียงกัน จึงทำให้นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานพอๆ กัน

3. นักเรียนที่มีแบบการคิดต่างแบบกัน จะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยที่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์จะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภทและนักเรียนที่มีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ซึ่งอาจเป็นเพราะนักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ เป็นผู้รู้จักการสังเกต คิดแยกแยะสิ่งต่างๆโดยอาศัยข้อเท็จจริงเป็นหลัก การคิดแบบวิเคราะห์เป็นการคิดแบบปรนัย รัดกุม ไม่ยึดถือตนเองเป็นใหญ่ ทำให้การใช้ความคิดไม่เกิดความลำเอียงเนื่องจากความรู้และประสบการณ์เฉพาะตน และสอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นแบบการคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่าการคิดแบบจำแนกประเภทและการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ซึ่งวิธีการคิดแบบโยงความสัมพันธ์เป็นการคิดที่

ต้องอาศัยความรู้ความจำ และประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ วิธีการนี้เป็นการจำกัดกรอบของความคิดให้แคบลง ด้วยเหตุที่ว่าความคิดใหม่ๆ จะเกิดขึ้นได้น้อยถ้าอาศัยเพียงความเกี่ยวโยงที่สะสมไว้แล้วดั้งเดิม เป็นเหตุให้นักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์จึงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการคิดแบบจำแนกประเภทและโยงความสัมพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ มาลี ชุมเพ็ญ (2514: 63) ที่พบว่า เด็กที่มีการคิดแบบวิเคราะห์ สามารถทำแบบทดสอบทางสติปัญญาซึ่งเน้นหนักในด้านความสามารถในการพิจารณาแยกแยะส่วนรายละเอียดปลีกย่อยต่างๆ ได้ดีกว่าเด็กที่มีการคิดแบบอื่น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ คลอสแมร์ และ ริฟเฟิล (ศุภพงศ์ อยู่ทอง. 2531: 26 ; อ้างอิงจาก Klausmeir; & Ripple. 1971: 438 – 439) ว่าการคิดแบบวิเคราะห์นี้เป็นรากฐานที่สำคัญของการเรียนรู้ และการที่จะแก้ปัญหาได้นั้นต้องรู้จักคิดแบบวิเคราะห์ ส่วนการคิดแบบจำแนกประเภทเป็นการคิดพิจารณาข้อมูลในรูปของการลงข้อสรุป พยายามอธิบายในรูปของทฤษฎี ซึ่งก็สอดคล้องกับแนวคิดของซุคแมน (จำนง จันทฤกษ์. 2539: 67 ; อ้างอิงจาก Suchman. N.d. : 3 – 4) กล่าวว่าเด็กที่มีการคิดแบบจำแนกประเภทยังต้องอาศัยความรู้ และประสบการณ์ที่เคยได้รับมาพิจารณาด้วยทำให้กรอบของความคิดจำกัดลง จึงเป็นเหตุให้นักเรียนที่มีการคิดแบบจำแนกประเภท มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มอื่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของซุคแมน (จำนง จันทฤกษ์. 2539: 67 ; อ้างอิงจาก Suchman. N.d.) พบว่า การคิดแบบจำแนกประเภทไม่มีความสัมพันธ์กับการคิดแบบวิเคราะห์และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์

4. ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับแบบการคิดที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัย แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนระหว่างเพศชายกับเพศหญิง ไม่ขึ้นอยู่กับแบบการคิด ซึ่งสอดคล้องงานวิจัยของ วิยะดา วิจักขณา (2521: 36 – 41) พบว่า ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับแบบการคิดและมีความแตกต่างกันระหว่างเพศ และเมื่อพิจารณาแล้วการที่แบบการคิดกับเพศมีปฏิสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญนี้เป็นสิ่งที่ดี เพราะถ้าจะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน ก็พัฒนาควบคู่กับการฝึกนักเรียนในเรื่องการคิดก็เป็นการสะดวกในการฝึกการคิดให้กับนักเรียนคนอื่น ๆ ได้ด้วยไม่ต้องคำนึงถึงเพศของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยมาใช้

1.1 ผลการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นครูและบริหารควรให้ความสำคัญ โดยจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนทางด้านนี้ให้กับนักเรียนเพิ่มมากขึ้น

1.2 ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่านักเรียนที่มีการคิดแบบวิเคราะห์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบอื่น ดังนั้นครูควรเลือกที่จะส่งเสริมแบบการคิดแบบวิเคราะห์ให้กับนักเรียน เพื่อจะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนให้สูงขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรจะศึกษาในเรื่องนี้โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในกลุ่มเขตการศึกษาอื่นๆ หรือทั้งกรุงเทพมหานคร เพื่อยืนยันผลการวิจัย และจะได้ทราบถึงข้อบกพร่องต่างๆ จะได้นำผลมาพัฒนาทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับแบบการคิดในรูปแบบอื่น หรือระดับชั้นอื่นๆ อีก ที่อาจส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล ภูประเสริฐ. (2513). การศึกษาแบบการคิด (*Cognitive Styles*) ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- กมล หลีกภัย. (2524). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). การจัดสรรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ.
- _____. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2545. โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.). กรุงเทพฯ.
- กรมสามัญศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ. (2543). แนวทางการศึกษาของกรมสามัญศึกษาประจำปีการศึกษา 2543. กรุงเทพฯ: กองแผนงาน กรมสามัญศึกษา. ถ่ายเอกสาร.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2535). แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.
- จำนง พรายแย้มแซ. (2534). เทคนิคการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4. ไทยวัฒนาพานิช.
- จำนงค์ จันทฤกษ์. (2539). การเปรียบเทียบผลการฝึกแบบการคิดต่างกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปรินญานิพนธ์.กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- จำรัส นองมาก. (2513). การศึกษาแบบการคิด (*Cognitive Style*) ของนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนต้น. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

- ชวลี อุปภัย. (2523). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ และระดับสติปัญญาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีแบบ การคิดต่างกัน. วิทยานิพนธ์ คม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยทศ จำเริญกุล. (2532). ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบเรียนวิทยาศาสตร์ สสวท. 2531 ในจังหวัดสิงห์บุรี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โชค ต้นศิริ. (2514). การศึกษาพัฒนาการของเด็กนักเรียนในโรงเรียนสังกัดองค์การบริหาร ส่วนจังหวัดพระนครในด้านการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีและรูปร่าง. ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร.
- โชติ เพชรชื่น. (2527. กันยายน – ธันวาคม). การสอนการสอบเพื่อคิดเป็น. การวัดผล การศึกษา. 17.
- ชำนาญ ชาวกีรติพงศ์. (2523). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ ทศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐกร สงคราม. (2543). อิทธิพลของแบบการคิดและโครงสร้างของโปรแกรมการเรียนการสอน ผ่านเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพื้นฐานคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาของนิสิต ระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ คม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ดำเนิน ยาท่วม. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการ สอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมภาษาโลโก้ กับการสอนตามแนวการสอน ของ สสวท. ปรินุณยานิพนธ์.กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ทิตนา แหมมณี. (2533.กันยายน). การพัฒนากระบวนการคิด. วารสารการศึกษา กทม.13 (12) : 2 - 5.
- นิคม ตั้งคะภิกพ. (2543). การวิเคราะห์ความแปรปรวน การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมและ การออกแบบการวิจัยทางการศึกษา.นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวัง สนามจันทร์.

- นิพนธ์ คงเจริญ. (2515). การศึกษาผลการสอน “แบบการรับรู้ (Cognitive Styles) ของนักเรียน
ฝึกหัดครู ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นปีที่ 1 และ 2. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- นงลักษณ์ เหล่าแสง. (2524). การเปรียบเทียบทักษะการสังเกตของนักเรียนระดับประถมศึกษา
ปีที่ 3 - 4 จังหวัดเชียงใหม่ที่เรียนตามโครงการทดลองสอนของ สสวท. กับนักเรียนเรียน
ตามปกติ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- นาริรัตน์ รักวิจิตรกุล. (2529. มิถุนายน - กรกฎาคม). รูปแบบการคิดของนักศึกษาผู้ใหญ่แบบ
เบ็ดเสร็จ 3-4. วารสารการศึกษานอกโรงเรียน. 23 (132): 31 - 33.
- นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ. (2513). การรู้จักคิด. พัฒนาวัดผล 6. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร.
- แน่นน้อย แจ่มศิริกุล. (2530). การศึกษาแบบคิดและความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัย. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย) กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. (2524). การวัดและประเมินผลการศึกษา: ทฤษฎีและประยุกต์.
กรุงเทพฯ: ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปฐม นิคมานนท์. (2514). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางการอ่านแบบการรับรู้และ
การสร้างความคิดรวบยอดของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 7. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม.
(การประถมศึกษา) กรุงเทพฯ: วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ. (2527). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม
และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัด
กาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ประณีต วิบูลย์พันธ์. (2521). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษา (ตอนที่ 1) .
กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ประหยัด จันท์ชมภู; และประสพสันต์ อักษรมัต. (2518). วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้น
ประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุรัสภา.

- ผกามาศ วรานุสันติกุล. (2524). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามการประเมินของครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- พัชรา เรืองรัมย์. (2524). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจในทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- พัฒนา คำวรรณ. (2535). การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและความคิดสร้างสรรค์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดตาก. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- พันธุ์ทิพย์ ทิมสุกใส. (2524). การเปรียบเทียบด้านทักษะการสังเกตของนักเรียนตามโครงการทดลองสอนของ สสวท. กับนักเรียนนอกโครงการทดลองของ สสวท. ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 - 4 จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ เรืองปรีชา. (2528). การศึกษาแบบการคิดของเด็กระดับปฐมวัยที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- พจน์ สะเพียรชัย. (2517). พัฒนาการวัดผล. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เจริญพัฒน์.
- ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. (2530.มกราคม - มิถุนายน). ปรัชญาการศึกษากับการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์. วารสารวิจัยและการพัฒนาการเรียนการสอน. 2 (1): 1 - 10 ข.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มยุรี ศรีชัย. (2538). เทคนิคการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง. กรุงเทพฯ: วิ.เจ.พรินติ้ง.
- มหาวิทยาลัย,ทพวง. (2525). ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์.กรุงเทพฯ: คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- มงคล เสนามนตรี. (2542). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียวของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการสอนโดยใช้ผังมโนมิติรูปตัววีกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การมัธยมศึกษา) ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.ถ่ายเอกสาร.

- มานิดา ชอบธรรม. (2539). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- มานิช วาตะพุกณะ. (2523). สมฤทธิ์ผลทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญวัฒนา นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- มาลา วิรุณานนท์. (2515). ความสัมพันธ์ระหว่างสมฤทธิ์ผลทางการเรียนกับแบบการใช้ความคิดของนักเรียนระดับประถมศึกษาโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- มาลี ชุมเพ็ญ. (2514). ความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิด เชาวน์ปัญญา และสมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- มันทนา จงสุขสันติกุล. (2524). ปัญหาของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- มีศิลป์ ชินภักดี. (2530). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพในการเป็นครูวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ยุบล บุญชื่น. (2525). ความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิด ความคิดสร้างสรรค์และผลสมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอัมพวันวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- ยุรินทร์ ศรีไชย. (2534). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ความคงทนในการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดปฏิบัติการกิจกรรมสื่อประสมกับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ. ปรินญา นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- รุจี โรจนประศาสน์. (2523). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทศนคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2531). หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศึกษาพร จำกัด.
- _____. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ; และจิต นวนแก้ว. (2532). กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพทางวิชาการ.
- วราภรณ์ ภูละออ. (2533). การพัฒนากิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วิยะดา วิจักขณา. (2521). ความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนที่ใช้สอบภาษาในจังหวัดสุรินทร์. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- วลีพร จินดา. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่องพืชและสัตว์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

- วีรเดช เกิดตะเคียน. (2546). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการจำของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีระดับผลการเรียนต่างกันจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียรูปแบบต่างกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิเกษม ทองยงค์; และลีลา สีนานุเคราะห์. (2524). วิธีการสอนวิทยาศาสตร์สรุปเนื้อหาตามหลักสูตรใหม่. พ.ศ. 2522. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- ศุภพงศ์ อยู่มาก. (2531). อิทธิพลของคำถามขั้นวิเคราะห์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการคิดแบบวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในวิชาสังคมศึกษา. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท), สถาบัน. (2526). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- _____. (2535). รายงานการวิจัยและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- _____. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- สถาพร ศรีสุข. (2524). การสร้างเครื่องมือวัดทักษะการสังเกตของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สนธยา ศรีบางพลี. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2535). ประมวลการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สันต์ สร้อยสน. (2527). การศึกษาสมรรถภาพบางประการในการเป็นครูวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับปริญญา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยาลัยครูภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปีการศึกษา 2525. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

- สุดารัตน์ จินดาวงษ์. (2531). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และมโนภาพแห่งคนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนกับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนีย์ ยรรยงเมธ. (2532). ความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพตามความสนใจในอาชีพกับแบบการคิดของนักศึกษาวิทยาลัยครูนครสวรรค์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาและการแนะแนว) พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก. ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒน์ เงินน้ำ. (2521). การศึกษาแบบการคิด (Cognitive Styles) ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติ: ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คเซ็นเตอร์.
- สุรเมธ มีศิริ. (2537). ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในอาชีพกับแบบการคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดพิจิตร. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว) พิษณุโลก : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- สุรศักดิ์ แสนทวีสุข. (2545). การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์โดยรูปแบบการทำงานต่างกัน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2536). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ สาการ. (2537). พฤติกรรมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต: วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.
- เสงี่ยม วิไลนุวัฒน์. (2527). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- หน่วยศึกษานิเทศก์,สำนักงานการศึกษา กรุงเทพฯ. (2548). แนวการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

- อดิศร สุ่มโนจิตราภรณ์. (2529). ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษา ระดับจังหวัด อำเภอบึงสามพัน ในจังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อภินันท์ นรทีธาร. (2545). ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน แบบการคิด แบบการเรียนรู้ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดร้อยเอ็ด. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- อนันต์ จันทร์กวี. (2523). ผลการใช้คำถามของครูที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ในเขต กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- อารีย์ สงวนวงษ์. (2537). การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาประจำจังหวัด กรมสามัญศึกษาของเขตการศึกษา 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- อำนาจ จันทรศรี. (2528). การศึกษาสมรรถภาพบางประการในการเป็นครูวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาจากวิทยาลัยครู ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และมหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีการศึกษา 2528. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) พิษณุโลก : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก. ถ่ายเอกสาร.
- Ahuja, A. (1994). The effect of a cooperative learning instructional strategy on academic achievement, attitude towards science class process skills of viddle school science students. *Dissertation Abstracts Intermation*. 55. 3149
- American Association for the Advancement of Science AAAS. (1970). *Process Approach. Comentary for teacher*. NewYork : AAAS, Xerox.
- Anderson , H.O. (1978. March – April). An Analysis of a Method for Improving Problem Solving Skills possessed by College Students Preparing to Pursue Science Teaching as a Profession. *Dissertation Abstracts*. 9-10: 3332 – A.

- Aussubel , David p. (1968). *Education Psychology : A Cognitive View*. NewYork : HoH , Rinechart and Winston . Inc.
- Barudfaldi, james M.; & H.Diety. (1975). Stewart Moredock. *Measurement and Evaluation in Education*. New York : Macmillan.
- Berlyn D.E. (1966). *Structure and Direction in Thinking* . NewYork : John Wiley Sons Inc .
- Bien , Ellence . (1974. October). The Relationship of Cognitive style and structure of Arithematic Materials to Performance in Fourth Grade Arithematic. *Dissertation Abstracts International* . 35 : 2041 A .
- Black, Edward. (1978. January). Cognitive Style : Its Relationship to School Success, I. Q. and Its Stability over Time. *Dissertation Abstracts International*. 38 (10) : 4036 – A.
- Carroll, John B. (1964). *Language and Thought*. New Jersey: Prentice-Hall Inc .
- Chiang, S. H. (1994). An experimental study of a teaching unit of secondary school science developed by theories of constructivism. *Pro. Natl. Sci. Repub. China, Part D. Math. Sci. Technol.Educ.* 4(1). 25 - 36
- Fredricdk, Wayne C.; & Heebert J. Klausmeien. (1970. April). Cognitive Style : Description. *Educational Leadership*. 668-672 .
- Flavell, John H. (1963). The Developmental Psychology of Jean Piaget. New Jersey : D. Van Nostrand Company, Inc.
- George, Kenneth D.; & M.A. Dietz. (1971. March). How Children Classify Objects. *Journal of Research in Science Teacher*. 8:277 – 283.
- Iowa State University. (1988). Cognitive Style Factors and Learning from Micro – Computer Based and Programmed Instructional Materials : A Preliminary Analysis. 10 th Annual. *Proceeding of Selected. Research Paper Presentation*.
- Judge, Joad. (1975. April). observational Skills of Children in Montessori and Science. A Process Approach Classes. *Journal of Research in Science Teacher*. 12:407 – 413.

- Kagan , J . Moss, H. Siegel, I. (1963). Influence of a Preference for Analytic Categorization Upon Concept Acquisition. *Child Development*. 34:433-442 .
- Kagan , Jerome ; & others. (1974). *Child Development and Personality*. NewYork : Harper and Row .
- Kaur , Rajinder. (1973.July) Evaluation of the Science Process Skills of observation and Classification. *Dissertation Abstracts* . 34 : 186 - A.
- Klopfer , Leopared E. (1971). Evaluation of Learning in Science. *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. Benjamin S.Bloom , etal., NewYork : MC Graw – hill. Co.
- Mackay, Lucia Romberg. (1979. January). Sex Differences in Cognitive Style and Mathematic Achievement in Fourth and English Graders. *Dissertation Abstracts International*. 29 (7) : 410 – A.
- Mason, H. Thomas. (1990). An Investigation of the Relative Effectiveness of Teacher Initiated versus Student Initiated Junior High School Science Project. *Dissertation Abstracts International*. 51(10) : 3376 – A.
- Murphy , Garder. (1968). *Personality*. Holf , Rinehart and Winston , Inc.
- Nay , Marshall A.; and others. (1971, April – June). A Process Approach to Teaching Science. *Science Education* . 55: 201-203.
- Neuber, Margaret A.Simplified. (1974). *Version of Human Behavior and Meaning and Thogh*. 350 pp.type.
- Padilla, M. J., J. R. Okey ; & F. G. Dillashow. (1983, March). The Relationship Between Science Process Skills and Formal Thinking Abilities. *Journal of Research in Science Teaching*. 20 (3) : 239 – 246.
- Pettus, Alvin M. ; & C. Dillard Haley. (1980, April). Identifying Factors Related to Science Process Skills Performance Levels. *School Science and Mathematics*. 80 (4) : 273 -277.
- Queen Marry Ellen ; & Kenneth D. George. (1975). *Teaching the Pursuit of Science*. New York : The Macmian Company.
- _____. (1975,July – September). The Teaching Hypothesis Formative. *Science Education*. 59 : 289 – 296.

- Ripple, R. (1964). *Reading in Learning and Human Abilities*. New York : Harper and Row Publishers.
- Russell , David H. (1965). *Children's Thinking*. Ginnand Company.
- Roach, D.A. (1979. February). The Effects of Conceptual Style Preference Related Cognitive Variables and Sex on Achivement in Mathematics. *The Brithish Journal of Educatinal Psychologe*. 49 : 79-82.
- Robinson , Jack E. ; & Jerry L. Gray . (1974, March). Cognitive Style as a Variable in School Learning . *Journal of Education Pshchologe*. 68 (5) : 793 – 799.
- Satterly , David J. (1976). Covariation of Cognitive Style , Spatial Ability and School Achievement. *Jornnal of Educational Psychology*. 68 (4) : 179-181.
- Serpell, R. Culture. (1969) . Differences in Attention Preference for Colour and Form. *Journal of Psycology*. 4 : 1 – 8 ; 1969.
- Suchman, J. R. (1966). *Scoring Manual Formal Cognitive Catagosries*. 3 – 10.
- Suchman, R. G. Cultural ; & T. Trabasso. (1966). Color and Form Preference in Young Children. *Journal of Experimental Child Psychology*. 3: 177 – 187.
- Suchman J.R.; & R. Spaulding. (1967). Cognitive Style : Theory , observation , and Measurement , *Theory and Process in Elementary Education*.
- Sund Robert B. ; & Leslie W. Trowbridge. (1973). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School*. Second Edition Published by Charles E. Marril Publishing Company.
- Steven, Truman J. ; & Ronald K. Atwood. (1978. July). Interest Score as Predictor of Science Process Performance for Junior High Students. *Science Education*. 62 (12) : 303 – 308.
- Tyler , Leona E. (1965). *The Psychology of Human Difference*. Division of Meredith Publishing Company.
- Vanex, Eugenia Poporas ; & John J. Montean. (1974). The Effect of Two Science Programs on Students Classification Skills, Science Achievement and Attitudes," *Dissertation Abstracts International*. 40 (1) : 1522 – A ; January.
- Wallach , Michael A. ; & Nathan Kagan . (1956). *Modes of thinking in Young Children*. Holf , Rinchart and Winston . Inc.

Weisner, David S. (1978. November). No Cognitive Style of Information Processing as Related to Academic Achievement of Third Grade Pupils. *Dissertation Abstracts International*. 39 (5) : 2735 – A.

Witkin , Herman A. ; and others . (1977). *Psychological Differentia* . NewYork : Wiley.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้
ในการวิจัยจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการคิด

ข้อ	IOC	ผลการคัดเลือก	ข้อ	IOC	ผลการคัดเลือก
1	1.00	คัดเลือกไว้	26	1.00	คัดเลือกไว้
2	1.00	คัดเลือกไว้	27	1.00	คัดเลือกไว้
3	1.00	คัดเลือกไว้	28	0.80	คัดเลือกไว้
4	0.80	คัดเลือกไว้	29	1.00	คัดเลือกไว้
5	0.80	คัดเลือกไว้	30	0.40	คัดออก
6	0.80	คัดเลือกไว้	31	1.00	คัดเลือกไว้
7	0.60	คัดออก	32	1.00	คัดเลือกไว้
8	1.00	คัดเลือกไว้	33	1.00	คัดเลือกไว้
9	1.00	คัดเลือกไว้	34	0.20	คัดออก
10	1.00	คัดเลือกไว้	35	1.00	คัดเลือกไว้
11	1.00	คัดเลือกไว้	36	1.00	คัดเลือกไว้
12	1.00	คัดเลือกไว้	37	0.20	คัดออก
13	1.00	คัดเลือกไว้	38	1.00	คัดเลือกไว้
14	0.40	คัดออก	39	1.00	คัดเลือกไว้
15	1.00	คัดเลือกไว้	40	0.40	คัดออก
16	0.80	คัดเลือกไว้	41	1.00	คัดเลือกไว้
17	1.00	คัดเลือกไว้	42	0.80	คัดเลือกไว้
18	0.80	คัดเลือกไว้	43	0.80	คัดเลือกไว้
19	0.80	คัดเลือกไว้	44	0.40	คัดออก
20	0.80	คัดเลือกไว้	45	1.00	คัดเลือกไว้
21	0.80	คัดเลือกไว้	46	1.00	คัดเลือกไว้
22	1.00	คัดเลือกไว้	47	0.40	คัดออก
23	1.00	คัดเลือกไว้	48	1.00	คัดเลือกไว้
24	1.00	คัดเลือกไว้	49	1.00	คัดเลือกไว้
25	0.40	คัดออก	50	0.40	คัดออก

ตาราง 19 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐาน

ข้อ	IOC	ผลการคัดเลือก	ข้อ	IOC	ผลการคัดเลือก
1	1.00	คัดเลือกไว้	30	1.00	คัดเลือกไว้
2	1.00	คัดเลือกไว้	31	0.40	คัดออก
3	0.80	คัดเลือกไว้	32	1.00	คัดเลือกไว้
4	0.80	คัดเลือกไว้	33	0.80	คัดเลือกไว้
5	0.60	คัดเลือกไว้	34	1.00	คัดเลือกไว้
6	0.60	คัดเลือกไว้	35	1.00	คัดเลือกไว้
7	1.00	คัดเลือกไว้	36	1.00	คัดเลือกไว้
8	0.60	คัดเลือกไว้	37	1.00	คัดเลือกไว้
9	0.60	คัดเลือกไว้	38	1.00	คัดเลือกไว้
10	0.60	คัดเลือกไว้	39	1.00	คัดเลือกไว้
11	0.80	คัดเลือกไว้	40	1.00	คัดเลือกไว้
12	1.00	คัดเลือกไว้	41	1.00	คัดเลือกไว้
13	1.00	คัดเลือกไว้	42	1.00	คัดเลือกไว้
14	0.20	คัดออก	43	1.00	คัดเลือกไว้
15	0.20	คัดเลือกไว้	44	0.80	คัดเลือกไว้
16	1.00	คัดเลือกไว้	45	1.00	คัดเลือกไว้
17	0.80	คัดเลือกไว้	46	1.00	คัดเลือกไว้
18	0.80	คัดเลือกไว้	47	1.00	คัดเลือกไว้
19	1.00	คัดเลือกไว้	48	1.00	คัดเลือกไว้
20	0.20	คัดออก	49	1.00	คัดเลือกไว้
21	1.00	คัดเลือกไว้	50	0.40	คัดออก
22	1.00	คัดเลือกไว้	51	0.80	คัดเลือกไว้
23	0.60	คัดเลือกไว้	52	1.00	คัดเลือกไว้
24	1.00	คัดเลือกไว้	53	1.00	คัดเลือกไว้
25	1.00	คัดเลือกไว้	54	0.40	คัดออก
26	0.80	คัดเลือกไว้	55	1.00	คัดเลือกไว้

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	IOC	ผลการคัดเลือก	ข้อ	IOC	ผลการคัดเลือก
27	0.80	คัดเลือกไว้	56	1.00	คัดเลือกไว้
28	0.20	คัดออก	57	0.60	คัดเลือกไว้
29	1.00	คัดเลือกไว้	58	1.00	คัดเลือกไว้
59	0.80	คัดเลือกไว้	88	1.00	คัดเลือกไว้
60	0.80	คัดเลือกไว้	89	1.00	คัดเลือกไว้
61	1.00	คัดเลือกไว้	90	0.20	คัดออก
62	1.00	คัดเลือกไว้	91	0.80	คัดเลือกไว้
63	1.00	คัดเลือกไว้	92	1.00	คัดเลือกไว้
64	1.00	คัดเลือกไว้	93	1.00	คัดเลือกไว้
65	1.00	คัดเลือกไว้	94	0.80	คัดเลือกไว้
66	0.80	คัดเลือกไว้	95	0.60	คัดเลือกไว้
67	0.80	คัดเลือกไว้	96	0.60	คัดเลือกไว้
68	0.80	คัดเลือกไว้	97	0.80	คัดเลือกไว้
69	1.00	คัดเลือกไว้	98	0.80	คัดเลือกไว้
70	0.80	คัดเลือกไว้	99	0.80	คัดเลือกไว้
71	0.80	คัดเลือกไว้	100	1.00	คัดเลือกไว้
72	0.80	คัดเลือกไว้	101	1.00	คัดเลือกไว้
73	0.80	คัดเลือกไว้	102	1.00	คัดเลือกไว้
74	0.80	คัดเลือกไว้	103	0.80	คัดเลือกไว้
75	1.00	คัดเลือกไว้	104	0.80	คัดเลือกไว้
76	0.80	คัดเลือกไว้	105	1.00	คัดเลือกไว้
77	0.20	คัดออก	106	1.00	คัดเลือกไว้
78	1.00	คัดเลือกไว้	107	1.00	คัดเลือกไว้
79	0.80	คัดเลือกไว้	108	0.80	คัดเลือกไว้
80	1.00	คัดเลือกไว้	109	1.00	คัดเลือกไว้
81	1.00	คัดเลือกไว้	110	0.20	คัดออก
82	1.00	คัดเลือกไว้	111	0.80	คัดเลือกไว้

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	IOC	ผลการคัดเลือก	ข้อ	IOC	ผลการคัดเลือก
83	1.00	คัดเลือกไว้	112	0.60	คัดเลือกไว้
84	1.00	คัดเลือกไว้	113	1.00	คัดเลือกไว้
85	0.80	คัดเลือกไว้	114	0.80	คัดเลือกไว้
86	1.00	คัดเลือกไว้	115	1.00	คัดเลือกไว้
87	1.00	คัดเลือกไว้	116	0.60	คัดเลือกไว้
117	1.00	คัดเลือกไว้	119	1.00	คัดเลือกไว้
118	1.00	คัดเลือกไว้	120	0.80	คัดเลือกไว้

ภาคผนวก ข

ค่าดัชนีความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก
และค่าความแปรปรวนของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 20 ค่าดัชนีความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ข้อ	P	r	การพิจารณา	ข้อ	P	r	การพิจารณา
1	.68	.36	คัดเลือกไว้	29	.79	.24	คัดเลือกไว้
2	.55	.24	คัดเลือกไว้	30	.42	.36	คัดเลือกไว้
3	.76	.18	คัดออก	31	.80	.24	คัดเลือกไว้
4	.65	.33	คัดเลือกไว้	32	.56	.36	คัดเลือกไว้
5	.36	.24	คัดเลือกไว้	33	.41	.27	คัดเลือกไว้
6	.46	.24	คัดเลือกไว้	34	.34	.15	คัดออก
7	.56	.27	คัดเลือกไว้	35	.42	.06	คัดออก
8	.39	.06	คัดออก	36	.52	.30	คัดเลือกไว้
9	.30	.24	คัดเลือกไว้	37	.49	.79	คัดเลือกไว้
10	.67	.00	คัดออก	38	.29	.21	คัดออก
11	.44	.27	คัดเลือกไว้	39	.30	.30	คัดเลือกไว้
12	.59	.33	คัดเลือกไว้	40	.53	.51	คัดเลือกไว้
13	.42	.24	คัดเลือกไว้	41	.35	.33	คัดเลือกไว้
14	.30	.36	คัดเลือกไว้	42	.46	.24	คัดเลือกไว้
15	.59	.39	คัดเลือกไว้	43	.30	.24	คัดเลือกไว้
16	.61	.24	คัดเลือกไว้	44	.41	.33	คัดเลือกไว้
17	.36	.36	คัดเลือกไว้	45	.80	.21	คัดเลือกไว้
18	.57	.36	คัดเลือกไว้	46	.80	.24	คัดเลือกไว้
19	.44	.03	คัดออก	47	.42	.12	คัดออก
20	.27	.42	คัดเลือกไว้	48	.42	.36	คัดเลือกไว้
21	.46	.36	คัดเลือกไว้	49	.44	.15	คัดออก
22	.77	.46	คัดเลือกไว้	50	.44	.03	คัดออก
23	.64	.49	คัดเลือกไว้	51	.46	.49	คัดเลือกไว้
24	.73	.12	คัดออก	52	.32	.21	คัดเลือกไว้
25	.71	.21	คัดเลือกไว้	53	.53	.27	คัดเลือกไว้
26	.33	.06	คัดออก	54	.30	.06	คัดออก

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อ	P	r	การพิจารณา	ข้อ	P	r	การพิจารณา
27	.76	.12	คัดออก	55	.33	.24	คัดเลือกไว้
28	.33	.30	คัดเลือกไว้	56	.32	.39	คัดเลือกไว้
57	.46	.24	คัดเลือกไว้	84	.29	.09	คัดออก
58	.32	.15	คัดออก	85	.36	.30	คัดเลือกไว้
59	.44	.21	คัดเลือกไว้	86	.24	.12	คัดออก
60	.52	.36	คัดเลือกไว้	87	.35	.15	คัดออก
61	.39	.36	คัดเลือกไว้	88	.61	.36	คัดเลือกไว้
62	.44	.33	คัดเลือกไว้	89	.35	.39	คัดเลือกไว้
63	.27	.24	คัดเลือกไว้	90	.49	.49	คัดเลือกไว้
64	.38	.27	คัดเลือกไว้	91	.12	.24	คัดออก
65	.26	.21	คัดออก	92	.58	.42	คัดเลือกไว้
66	.42	.21	คัดออก	93	.38	.27	คัดเลือกไว้
67	.38	.21	คัดออก	94	.26	.03	คัดออก
68	.50	.39	คัดเลือกไว้	95	.68	.46	คัดเลือกไว้
69	.24	.24	คัดออก	96	.29	.27	คัดเลือกไว้
70	.42	.30	คัดเลือกไว้	97	.27	.18	คัดออก
71	.49	.30	คัดเลือกไว้	98	.29	.39	คัดเลือกไว้
72	.44	.21	คัดเลือกไว้	99	.33	.20	คัดเลือกไว้
73	.52	.30	คัดเลือกไว้	100	.35	.21	คัดออก
74	.42	.24	คัดเลือกไว้	101	.33	.24	คัดเลือกไว้
75	.49	.42	คัดเลือกไว้	102	.33	.36	คัดเลือกไว้
76	.23	.09	คัดออก	103	.27	.30	คัดเลือกไว้
77	.32	.27	คัดเลือกไว้	104	.47	.21	คัดเลือกไว้
78	.32	.27	คัดเลือกไว้	105	.30	.24	คัดเลือกไว้
79	.46	.24	คัดเลือกไว้	106	.33	.42	คัดเลือกไว้
80	.52	.06	คัดออก	107	.36	.18	คัดออก
81	.52	.36	คัดเลือกไว้	108	.50	.21	คัดเลือกไว้

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อ	P	r	การพิจารณา	ข้อ	P	r	การพิจารณา
82	.29	.46	คัดเลือกไว้	109	.36	.18	คัดออก
83	.36	.34	คัดเลือกไว้	110	.36	.24	คัดเลือกไว้

ตาราง 21 ค่าความแปรปรวน (S^2) ของแบบวัดแบบการคิด

ข้อ	(S^2)	การพิจารณา	ข้อ	(S^2)	การพิจารณา
1	.75	คัดเลือกไว้	21	.75	คัดเลือกไว้
2	.55	คัดเลือกไว้	22	.82	คัดเลือกไว้
3	.75	คัดเลือกไว้	23	.63	คัดเลือกไว้
4	.75	คัดเลือกไว้	24	.75	คัดเลือกไว้
5	.45	คัดออก	25	.54	คัดออก
6	.63	คัดเลือกไว้	26	.54	คัดออก
7	.75	คัดเลือกไว้	27	.76	คัดเลือกไว้
8	.51	คัดออก	28	.75	คัดเลือกไว้
9	.54	คัดออก	29	.62	คัดเลือกไว้
10	.74	คัดเลือกไว้	30	.63	คัดเลือกไว้
11	.70	คัดเลือกไว้	31	.75	คัดเลือกไว้
12	.53	คัดออก	32	.48	คัดออก
13	.76	คัดเลือกไว้	33	.70	คัดเลือกไว้
14	.60	คัดเลือกไว้	34	.48	คัดออก
15	.86	คัดเลือกไว้	35	.70	คัดเลือกไว้
16	.75	คัดเลือกไว้	36	.51	คัดออก
17	.66	คัดเลือกไว้	37	.65	คัดเลือกไว้
18	.61	คัดเลือกไว้	38	.64	คัดเลือกไว้
19	.81	คัดเลือกไว้	39	.52	คัดออก
20	.75	คัดเลือกไว้	40	.57	คัดเลือกไว้

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน
2. ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 80 ข้อ ให้เวลาทำ 90 นาที บางข้ออาจง่าย บางข้ออาจยาก นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไป
3. การตอบ ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ 1, 2, 3, 4 หรือ 5 ให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

(*) ข้อใดไม่ใช่การสังเกต

1. เทียนไขมีสีขาวขุ่น
2. เทียนไขมีเชื้อกสีขาว
3. เทียนไขมีรูปทรงกระบอก
4. เทียนไขทำจากไขปลาวาฬ
5. เทียนไขมีเนื้อละเอียด และผิวเรียบเป็นมัน

เฉลย คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ 2. แต่นักเรียนเลือกข้อ ข. ให้ขีดเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ (*)

1	2	3	4	5
	X			

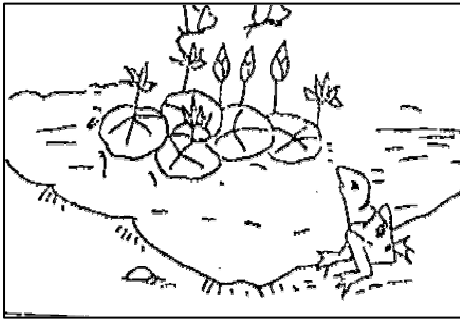
ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับรอยเดิมให้ชัดเจนเสียก่อนทุกครั้ง แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังนี้

ข้อ (*)

1	2	3	4	5
	X		X	

4. นักเรียนควรคิดให้รอบคอบเสียก่อนที่จะตอบ เพราะการเดาไม่ช่วยให้คะแนนดีขึ้นเลย
5. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้

1. จงพิจารณารูปต่อไปนี้



ข้อใดบันทึกผลการสังเกตได้ถูกต้องมากที่สุด

1. ภาพนี้ มีทั้งพืชและสัตว์อยู่ร่วมกันอย่างเหมาะสม
 2. ใ้เสื้อ 2 ตัว กำลังบินอยู่เหนือดอกดอกบัวซึ่งมีทั้งดอกที่ตูม และดอกที่บานแล้ว
 3. มีดอกบัวที่บานแล้ว 4 ดอก ดอกตูม 3 ดอก ใ้เสื้อกำลังบิน 2 ตัว และมี กบ 1 ตัว
 4. มีดอกบัวที่บานแล้วมากกว่าดอกบัวที่ยังตูม
 5. มีใ้เสื้อช่วยในการผสมเกสร และมีกบกำลังจะกระโดดลงไปในสระน้ำ
- 2.



จากรูป ข้อใดเป็นผลของการสังเกต

1. เด็กผู้หญิงกำลังจะซื้อขนม
2. แม่ค้าขายขนมใส่ไส้และกล้วย
3. เด็กคนนี้ชอบรับประทานขนมใส่ไส้
4. รถไฟขบวนนี้เป็นรถไฟสายใต้
5. ใต้หน้าต่างมีป้ายเขียนว่า กรุงเทพ – สุราษฎร์ธานี

3. ข้อใด ไม่ใช่ เป็นการสังเกต

1. เทียนไขมีสีขาวขุ่น
2. เทียนไขมีเชื้อสีขาว
3. เทียนไขมีรูปทรงกระบอก
4. เทียนไขทำจากไขปลาวาฬ
5. เทียนไขมีเนื้อละเอียด และผิวเรียบ

เป็นมัน

4. ในการสังเกตไขไก่ ข้อมูลใด ไม่ใช่ ข้อมูลการสังเกต

1. ไข่ไก่มีรูปร่างรี
2. เปลือกไข่ไก่มีสีน้ำตาล
3. เปลือกไข่ไก่เป็นสารพวกแคลเซียม
4. ผิวเปลือกไข่ไก่มีลักษณะขรุขระ
5. ไข่ไก่ด้านหนึ่งมนใหญ่ อีกด้านแหลมเล็ก

เล็ก

5. ข้อใดเป็นสิ่งที่สังเกตได้เมื่อเป่าลมหายใจลงไปในน้ำปูนใส

1. ลมหายใจมีส่วนประกอบของคาร์บอนไดออกไซด์
2. การหายใจคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
3. น้ำปูนใสมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ
4. น้ำปูนใสจะขุ่นและมีฝ้าขาว
5. น้ำปูนใสทำปฏิกิริยาได้ดีกับลมหายใจ

6. ข้อใด ไม่ใช่ ผลที่ได้จากการสังเกต เมื่อนักเรียนทำการทดลองเรื่อง “ไขจม-ไขลอย”

1. เปลือกมีสี
2. ผิวไม่ละเอียด
3. ไข่กำลังจะเน่า
4. ปลายด้านหนึ่งมนกว่าอีกด้านหนึ่ง
5. ด้านยาวยาวประมาณ 5 เซนติเมตร

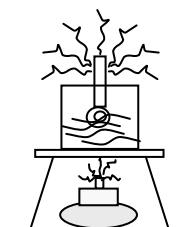
7. ถ้านักเรียนได้รับประทานก๋วยเตี๋ยวที่ร้าน จะใช้วิธีการสังเกตอย่างไรว่าร้านใช้น้ำส้มสายชูปลอมจึงเป็นวิธีที่สะดวกที่สุด

1. น้ำส้มสายชูมีกลิ่นฉุน
2. น้ำส้มสายชูมีรสเปรี้ยวมาก
3. น้ำส้มสายชูมีลักษณะใส ไม่มีสี
4. เปลี่ยนสีของเจนเขียนไวโอเล็ตเป็นสีเขียว
5. ผักชีหรือพริกที่ใส่ในน้ำส้มสายชูเปรี้ยวอยู่หรือชอบเป็นสีดำไหม้

8. ข้อใดเป็นการสังเกต

1. ทอฟฟีนมมีรสหวาน
2. ทอฟฟีนมไม่ใส่กะทิ
3. ทอฟฟี่ทำมาจากน้ำตาล
4. น้ำตาลทำให้ร่างกายสดชื่น
5. ทอฟฟี่ไม่มีประโยชน์

9. สิ่งที่ได้จากการสังเกตนี้คือข้อใด



1. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิน้ำจะเดือดเร็วขึ้น
2. น้ำร้อนมีอุณหภูมิ 55

องศาเซลเซียส

3. การต้มน้ำอาศัยหลักการพาความร้อน

4. ขณะต้มน้ำจะมีไอน้ำลอยขึ้นจากปิกเกอร์

5. น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิ 100

องศาเซลเซียส

10. ข้อใดไม่ใช่สิ่งที่ได้จากการสังเกต

1. “มีรสหวานเล็กน้อย”
2. “ฉันคิดว่าเป็นเนยแข็ง”
3. “มีน้ำหนักพอประมาณ”
4. “วัตถุนี้น่าเป็นก้อนแข็งๆ”
5. “มีกลิ่นหอมเหมือนวานิลลา”

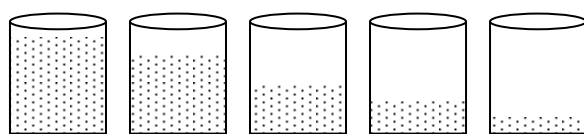
11. พี่อายุ 14 ปี น้องอายุ 13 ปี ทำการวัดความกว้างของห้องๆ หนึ่งได้ผลดังตาราง

ชื่อคน	อุปกรณ์ที่ใช้	ความกว้างของห้อง (เมตร)
พี่	ตลับเมตร	3.5
น้อง	ไม้เมตร	3.6

ผลการวัดของพี่ถูกต้องกว่าของน้อง เพราะเหตุใด

1. น้องอ่านตัวเลขบนไม้เมตรไม่ถูกต้อง
2. น้องอ่านค่าตัวเลขที่เป็นส่วนย่อยบนไม้เมตรผิด
3. พี่สามารถสังเกตค่าที่อ่านผิดพลาดของน้องได้ง่าย
4. น้องอาจวางไม้เมตรเอียงไปทางด้านหนึ่งด้านใดมากเกินไป
5. น้องต้องยกไม้เมตรหลายครั้งจึงมีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อน

12. ขອງเหลวในภาชนะใดมีปริมาณปานกลาง



1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5

1. 1

2. 2

3. 3

4. 4

5. 5

13. เมื่อความยาว กข เป็น 2 หน่วย ความยาว คง จะประมาณกี่หน่วย

ก ข ค ง

1. 4

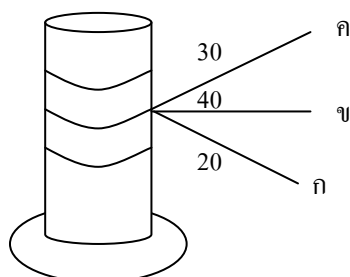
2. 4.5

3. 6.5

4. 8

5. 10

14. จากรูป เมื่อต้องการดูปริมาตรของน้ำในกระบอกตวง เพื่ออ่านค่าและบันทึกผลข้อใดเป็นการดูที่ถูกต้อง



1. ดูตรงตำแหน่ง ก

2. ดูตรงตำแหน่ง ข

3. ดูตรงตำแหน่ง ค

4. ดูตรงตำแหน่ง ก หรือ ข

5. ดูตรงตำแหน่งใดก็ได้

15. ถ้าต้องการใช้สารละลาย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ควรทำอย่างไร

1. ใช้ช้อนตักสารละลายมา

1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2. ใช้กระบอกตวง ตวงสารละลายมา

1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. ใช้ถ้วยตวง ตวงสารละลายมา

1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

4. ใช้หลอดฉีดยาดูดสารละลายมา

1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

5. ใช้หลอดหยดดูดสารละลายมา

ประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

16. มีธนบัตรใหม่ใบละ 20 บาท จำนวน 60 ใบ

ถ้าต้องการทราบความหนาของธนบัตร 1 ใบ วัตถุอย่างใดจึงเหมาะสมที่สุด

1. ใช้ไม้บรรทัดวัดครั้งละ 30 ใบ

2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

2. ใช้ไม้บรรทัดวัดครั้งเดียว 60 ใบ

แล้วหาค่าเฉลี่ย

3. ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัด 3 ครั้ง

ครั้งละ 1 ใบ แล้วหาค่าเฉลี่ย

4. ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัด 3 ครั้ง

ครั้งละ 60 ใบ แล้วหาค่าเฉลี่ย

5. ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัด 6 ครั้ง

ครั้งละ 10 ใบ แล้วหาค่าเฉลี่ย

17. ถ้าต้องการวัดรอบเอวนักเรียนควรเลือกใช้
อุปกรณ์ใดเหมาะสมที่สุด

1. ไม้เมตร
2. เชือก
3. ตลับเมตร
4. สายวัด
5. ไม้บรรทัด

18. ข้อใดใช้หน่วยการวัดไม่เหมาะสม

1. ต้นถั่วสูง 0.35 เมตร
2. ดินสอยาว 15 เซนติเมตร
3. เสาไฟฟ้าสูง 10 เมตร
4. มวลีหนัก 35 กิโลกรัม
5. กระดานดำกว้าง 5 เมตร

19. ถ้าต้องการทราบว่เส้นรอบวงของลูกบอล
แต่ไม่มีสายวัด นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์ใน
ข้อใดต่อไปนี้ได้แทนได้

1. ไม้บรรทัดกับไม้เมตร
2. เชือกกับไม้บรรทัด
3. วงเวียนกับไม้บรรทัด
4. ดินสอกับไม้เมตร
5. ดินสอกับตลับเมตร

20. ข้อใดไม่เข้าพวก

1. นก ไก่ เป็ด ห่าน
2. เข็ม ด้าย กระสวย กรรไกร
3. สมุด ดินสอ กบเหลา ยางลบ
4. เรือ รถยนต์ รถไฟ เครื่องบิน
5. ตะเกียง หลอดแก้ว บัวรดน้ำ

แท่งเหล็ก

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลแล้วตอบ
คำถามข้อ 21

กลุ่มที่ 1	งู เต่า ไก่ นก จิ้งจก ปลากัด
กลุ่มที่ 2	หนู แมว สุนัข กระรอก กระแต ช้าง

21. จากข้อมูลแสดงการแบ่งประเภทของสัตว์
โดยเกณฑ์ในข้อใด

1. สัตว์ป่าและสัตว์เลี้ยง
2. สัตว์เลี้ยงและสัตว์ใหญ่
3. สัตว์กินเนื้อและสัตว์กินพืช
4. สัตว์สี่เท้าและสัตว์สองเท้า
5. สัตว์ออกลูกเป็นตัวและสัตว์ออกลูก
เป็นไข่

22. การจัดกลุ่มสิ่งของกับเกณฑ์ที่ใช้ในข้อใด
ไม่สอดคล้องกัน

กลุ่มสิ่งของเกณฑ์	เกณฑ์
1. วิทยุ มอเตอร์ โทรศัพท์	ให้เสียง
2. เตารีด กาต้มน้ำ ไฟฟ้า เตาไฟฟ้า	ให้ความร้อน
3. ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ ไดนาโม	ให้พลังงานไฟฟ้า
4. หลอดนีออน เทียน ไข ไฟฉาย	ให้แสงสว่าง
5. พัดลม ตู้เย็น เครื่องดูดฝุ่น	ให้พลังงานกล

23. นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการจัดกลัองส่องทางไกล และกลัองโทรทรรศน์ไว้พวกเดียวกัน

1. ความกลมของเลนส์
2. มีเลนส์เป็นส่วนประกอบ
3. การขยายขนาดของวัตถุ
4. ส่วนประกอบเป็นสี่ดำ
5. ทั้งหมดราคาแพง

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลแล้วตอบ

คำถามข้อ 24

กลุ่มที่	สาร
1	ซีลี้า ผงซักฟอก ปุ๋ยยูเรีย
2	น้ำยาล้างห้องน้ำ น้ำอัดลม

24. จากข้อมูลแสดงการแบ่งประเภทของสารโดยใช้เกณฑ์ในข้อใด

1. สถานะ
2. ความหนาแน่น
3. การละลายน้ำ
4. การทำปฏิกิริยา
5. ความเป็นกรด – เบส

25. นักเรียนจะใช้เกณฑ์ในข้อใดต่อไปนี้ ในการจำแนกวัสดุที่อยู่รอบๆตัว ได้แก่ แปรงสีฟัน, ตะปู, กระดาษ, และหม้อ

1. สถานะ
2. การละลายน้ำ
3. การทำปฏิกิริยา
4. การทดสอบความเป็นกรด – เบส
5. ชนิดของวัสดุที่เป็นองค์ประกอบ

26. อาหารต่อไปนี้ ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส, เส้นขนมจีน, น้ำเต้าหู้, เนยแข็ง, และไขนกกกระทา นักเรียนสามารถแบ่งอาหารดังกล่าวออกเป็นสารอาหารประเภทใดบ้าง

1. แป้ง น้ำตาล โปรตีน
2. คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน
3. แป้ง น้ำตาล โปรตีน ไขมัน
4. คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน
5. คาร์โบไฮเดรต วิตามิน แร่ธาตุ

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลแล้วตอบ

คำถามข้อ 27

ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2
สุนัข	กิ้งกือ
นก	แมงมุม
วัว	หนอน
กิ้ง	ผีเสื้อ

27. จากข้อมูล ข้อใดเป็นเกณฑ์ที่ใช้แบ่งสัตว์ออกเป็น 2 ประเภท

1. จำนวนขา
2. ประโยชน์ที่ได้รับ
3. มีหางและไม่มีหาง
4. ประเภทของอาหารที่กิน
5. สัตว์กินพืชและสัตว์กินสัตว์

28. อุปกรณ์ในข้อใดที่ไม่อยู่ในประเภทเดียวกัน

1. ไม้มัด, สายวัด
2. แวนขยาย, กล้องจุลทรรศน์
3. บีกเกอร์, กระบอกตวง
4. เทอร์มอมิเตอร์, บารอมิเตอร์
5. โวลต์มิเตอร์, แอมมิเตอร์

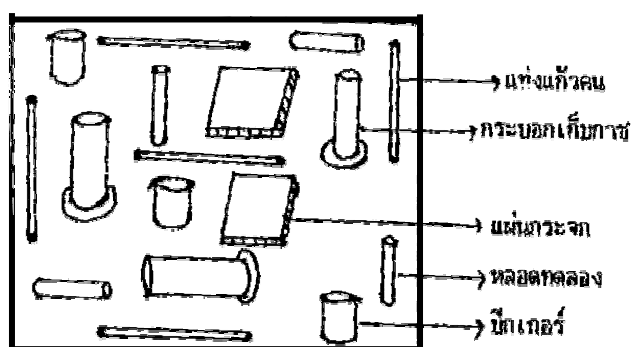
คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลแล้วตอบ
คำถามข้อ 29

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
กุหลาบ ชบา ดาวเรือง	สนฉัตร เฟิร์น ผักกูด

29. จากข้อมูลใช้เกณฑ์ในข้อใดแบ่งพืชออกเป็น 2 กลุ่ม

1. มีดอกและไม่มีดอก
2. การขยายพันธุ์
3. ลักษณะของราก
4. ลักษณะของเส้นใบ
5. ลักษณะของเมล็ด

30. อุปกรณ์ชนิดใดในภาพมีจำนวนมากที่สุด

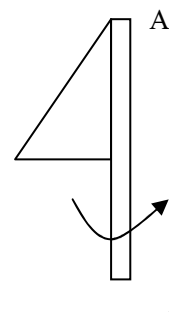


1. บีกเกอร์
2. แผ่นกระຈກ
3. แท่งแกว่ง
4. หลอดทดลอง
5. กระบอกเก็บก๊าซ

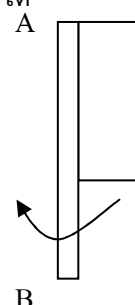
คำชี้แจง จงตอบคำถาม ข้อ 31-32 โดยใช้
ตัวเลือกต่อไปนี้

1. พีระมิด
2. ทรงกรวย
3. ทรงกระบอก
4. สี่เหลี่ยมมุมฉาก
5. สามเหลี่ยมด้านเท่า

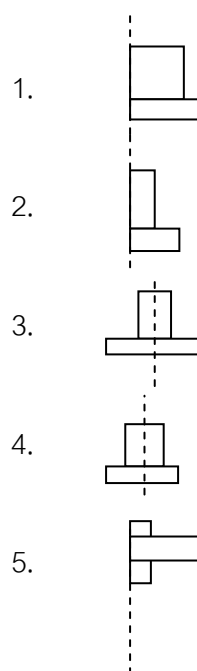
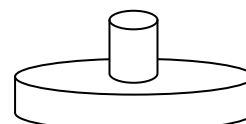
31. ถ้าหมุนแผ่นกระดาษที่ติดกับแกนไม้ตัวอย่าง
เร็วจะเห็นเป็นรูปใด



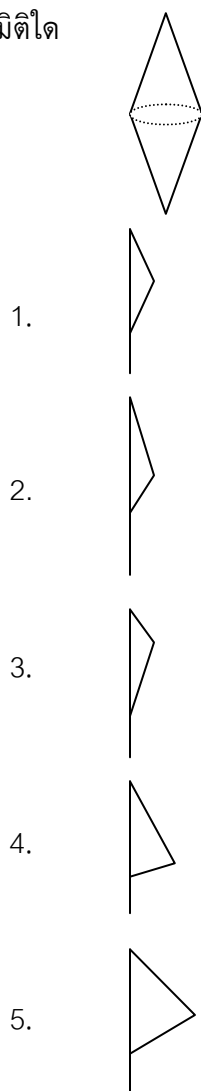
32. ถ้าหมุนแผ่นกระดาษที่ติดกับแกนไม้ตัวอย่าง
เร็วจะเห็นเป็นรูปใด



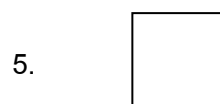
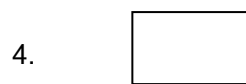
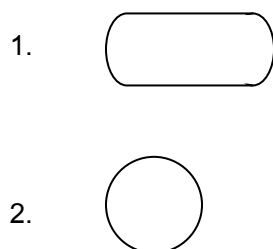
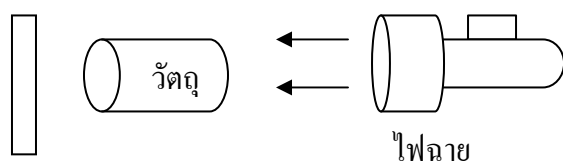
33. จากรูปสามมิติที่กำหนดให้เกิดจากการหมุน
รูปสองมิติรูปใด



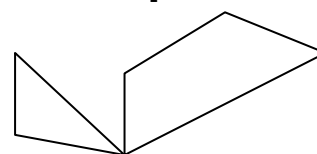
34. จากรูปสามมิติที่กำหนดให้เกิดจากการหมุน
รูปสองมิติใด



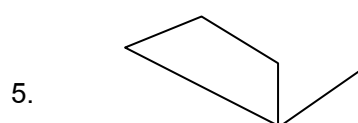
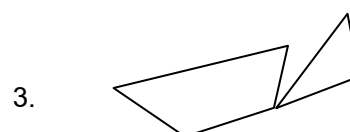
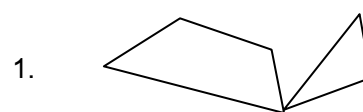
35. ถ้าฉายไฟฉายไปที่วัตถุดังภาพเงาที่ปรากฏ
จอร์ับภาพ จะมีรูปร่างอย่างไร



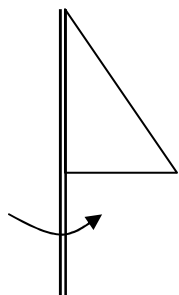
36. ภาพที่เห็นจากกระจกเงาระนาบ จะเป็น
ภาพพลัซายเป็นขวา ดังรูป



เมื่อมองในกระจกจะเป็นเหมือนภาพในข้อใด

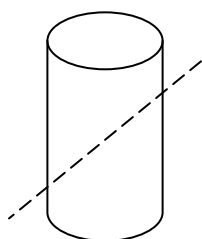


37. จากภาพถ้าหมุนแผ่นไม้ดังภาพนี้เร็วๆ รอบ แกน หมุนทวนเข็มนาฬิกา จะมองเห็นเป็นรูปใด



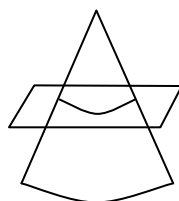
1. รูปปรีสมิต
2. รูปทรงกรวย
3. รูปสามเหลี่ยม
4. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
5. รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

38. จากรูปข้างล่างนี้ถ้าตัดแก้วเฉียงๆ ตามเส้นปะ ดังรูป จะมีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปอะไร



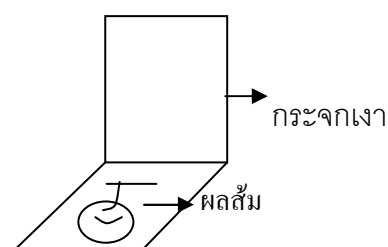
1. รูปวงรี
2. รูปวงกลม
3. รูปสามเหลี่ยม
4. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
5. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

39. จากภาพ รอยตัดจะเป็นรูปใด



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

40. เมื่อนำผลส้มมาวางหน้ากระจกตามภาพ ภาพในกระจกจะเป็นเช่นใด



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

41. นักเรียนคนหนึ่งชั่งน้ำหนัก 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 40.0 40.2 และ 40.7 กิโลกรัม ตามลำดับ น้ำหนักโดยเฉลี่ยเป็นเท่าใด

1. 40.00 กิโลกรัม
2. 40.20 กิโลกรัม
3. 40.03 กิโลกรัม
4. 40.30 กิโลกรัม
5. 40.35 กิโลกรัม

42. ถ้าบาโรมิเตอร์ปรอทวางไว้บนยอดเขาแห่งหนึ่ง อ่านระดับปรอทได้ 660 มิลลิเมตร และระดับปรอทจะลดลง 1 มิลลิเมตร ทุกๆ ระยะความสูง 11 เมตร ที่เพิ่มขึ้นเหนือระดับน้ำทะเลที่มีความดันอากาศปกติ 760 มิลลิเมตร ยอดเขานี้จะสูงเท่าใด

1. 100 เมตร
2. 650 เมตร
3. 1,100 เมตร
4. 7,150 เมตร
5. 8,360 เมตร

43. นักเรียน 3 คน คือ ดำ แดง และขาว ทุ่มน้ำหนักคนละ 3 ครั้ง ได้ระยะทางดังตาราง

ชื่อ	ระยะทางที่ทุ่มน้ำหนักได้ (m)		
ดำ	A	B	A
แดง	D	A	B
ขาว	A	C	D

ระยะทางเฉลี่ยของขาวที่ทุ่มน้ำหนักได้มีค่าตรงตามข้อใด

1. $\frac{A + C + D}{3}$ m
2. $\frac{A + B + C}{3}$ m

$$3. \frac{A \times C \times D}{3} \quad m$$

$$4. \frac{A + B + C + D}{4} \quad m$$

$$5. \frac{A \times B \times C \times D}{4} \quad m$$

44. นักเรียนกลุ่มหนึ่งมี 5 คน วัดความสูงของแต่ละคนได้ดังนี้ 150, 152, 153, 154 และ 152 เซนติเมตร ตามลำดับ อยากทราบว่าความสูงเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มนี้เป็นเท่าใด

1. 150.0 เซนติเมตร
2. 152.0 เซนติเมตร
3. 152.2 เซนติเมตร
4. 153.5 เซนติเมตร
5. 153.7 เซนติเมตร

45. อุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์วัดได้ดังนี้

เวลาบ่ายโมงวัดอุณหภูมิได้ 30.4°C

เวลาบ่ายสองโมงวัดอุณหภูมิได้ 34.7°C

เวลาบ่ายสามโมงวัดอุณหภูมิได้ 30.5°C

เวลาบ่ายสี่โมงวัดอุณหภูมิได้ 30.8°C

ดังนั้น อุณหภูมิของห้องปฏิบัติการในช่วงบ่ายโดยเฉลี่ยควรเป็นเท่าใด

1. 30.6°C
2. 31.6°C
3. 32.6°C
4. 33.6°C
5. 34.6°C

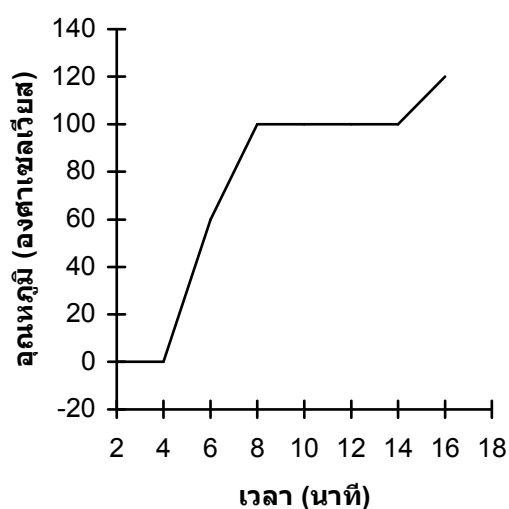
46. กระบอกตวงใบหนึ่งมีน้ำบรรจุอยู่ 50 cm^3 เมื่อหย่อนก้อนหินลงไป ปรากฏว่าระดับน้ำสูงขึ้นจนถึงขีด 84 ลูกบาศก์เซนติเมตร ก้อนหินก้อนนี้มีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

1. 34
2. 43
3. 50
4. 67
5. 84

47. ใบเรือมีพื้นที่ 12 ตารางเมตร มีลมพัดมาปะทะผ้าใบด้วยแรง 1,080 นิวตัน จงหาความดันบนผืนผ้าใบ

1. 12 นิวตัน / ตารางเมตร
2. 90 นิวตัน / ตารางเมตร
3. 180 นิวตัน / ตารางเมตร
4. 1,068 นิวตัน / ตารางเมตร
5. 12,960 นิวตัน / ตารางเมตร

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณารูปแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำแล้วตอบคำถามข้อ 48



48. ตั้งแต่น้ำเริ่มเดือดจนกระทั่งน้ำเดือดหมดใช้เวลาเท่าใด

1. 4 นาที
2. 6 นาที
3. 7 นาที
4. 13 นาที
5. 16 นาที

คำชี้แจง จากตารางต่อไปนี้ ตอบคำถาม

ข้อ 49 – 50

ชนิดของลูกปัด	จำนวนเม็ด
สีแดง	50
สีเขียว	54
สีเหลือง	58
สีดำ	62

49. ถ้านำลูกปัดรวมกันทุกสีแล้วใส่ถุง 4 ถุง จะได้ถุงละเท่าใด

1. 53 เม็ด
2. 54 เม็ด
3. 55 เม็ด
4. 60 เม็ด
5. 62 เม็ด

50. ถ้าใช้ลูกบิด สีเขียว สีเหลือง และสีดำ มารวมกันเพื่อทำกระเป๋ 3 ใบจะต้องใช้ ลูกบิด ทำกระเป๋ใบละกี่เม็ด

1. 56 เม็ด
2. 57 เม็ด
3. 58 เม็ด
4. 60 เม็ด
5. 62 เม็ด

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลในตาราง แล้วตอบคำถามข้อ 51

รายการ	มวล (g)	ปริมาตร (cm ³)	มวลต่อ หนึ่งหน่วย ปริมาตร (g/cm ³)
ดินน้ำมันก้อนที่ 1	15	4.0	3.8
ดินน้ำมันก้อนที่ 2	20	5.1	3.9
ดินน้ำมันก้อนที่ 3	25	6.2	4.0

51. ถ้านำมวลและปริมาตรของดินน้ำมันใน ตารางมาเขียนกราฟแล้ว ข้อความใดกล่าวได้ ถูกต้อง

1. วัตถุที่มีมวลน้อยลงปริมาตรคงที่
2. วัตถุที่มีมวลน้อยลงปริมาตรลดลง
3. วัตถุที่มีปริมาตรเพิ่มขึ้นมวลจะลดลง
4. มวลและปริมาตรของวัตถุสัมพันธ์ กัน
5. วัตถุที่มีมวลเพิ่มขึ้นปริมาตรจะ เพิ่มขึ้นด้วย

52. เมื่อนักเรียนต้องการออกแบบตารางเพื่อ แสดงจำนวนสมาชิกทั้งหญิง และชายใน ครอบครัวของนักเรียนทุกคนในชั้นเรียน ลักษณะตารางควรเป็นแบบใด

1.

ชื่อ	จำนวนสมาชิก (คน)	
	หญิง	ชาย
ด.ญ.....		
ด.ช.		

2.

ชื่อ	จำนวนสมาชิก (คน)		
	หญิง	ชาย	รวม
ด.ญ.			
ด.ช.			

3.

ลำดับที่	ชื่อ ผู้หญิง	ชื่อ ผู้ชาย	รวม
1			
2			

4.

ลำดับที่	ชื่อ	จำนวนสมาชิก (คน)		
		หญิง	ชาย	รวม
1				
2				

5.

ลำดับ ที่	เลข ประจำตัว	หญิง	ชาย	รวม
1				
2				

คำชี้แจง จงตอบคำถามข้อ 53 - 54 โดยใช้
ตัวเลือก 1 - 5 ต่อไปนี้

1.

วัน เดือน ปี	จำนวน (คน)
รวม	

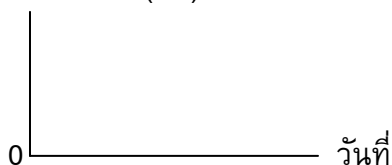
2.

วัน เดือน ปี	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)

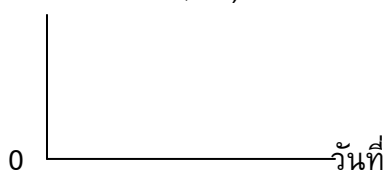
3.

ลำดับที่	รายการ	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)

4. ปริมาณ (คน)



5. ปริมาณ ($^{\circ}\text{C}$)



53. ครูให้นักเรียนเสนอผลการบันทึกอุณหภูมิ
ของอากาศที่โรงเรียนในเวลา 7.00 น. รอบ 1
สัปดาห์ นักเรียนจะเสนอผลรูปแบบใด

54. ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำสถิติการ
ขาดเรียนของเพื่อนในห้องเรียน รอบ 1 เดือน
นักเรียนจะเสนอผลรูปแบบใด

55. ถ้าต้องการเปรียบเทียบปริมาณของ
นักเรียนหญิงกับนักเรียนชาย ชั้น ม. 3 ตั้งแต่ปี
พ.ศ. 2546 ถึง พ.ศ. 2549 ควรนำเสนอใน
รูปแบบใดจึงจะทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ตามที่
ต้องการ

1.

พ.ศ.	2546	2547	2548	2549
นักเรียน				
ชาย				
หญิง				

2.

พ.ศ.	นักเรียน	ชาย	หญิง
2546			
2547			
2548			
2549			

3.



2546



2547

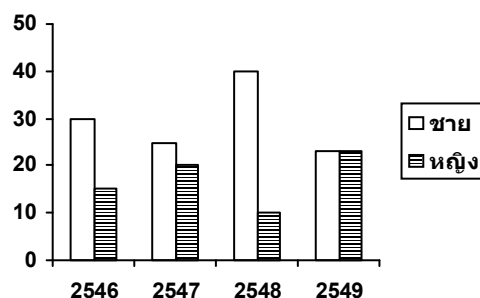


2548



2549

4.



5. แบบ 1 หรือ 3

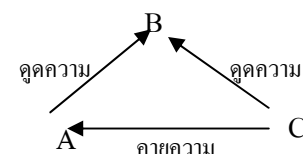
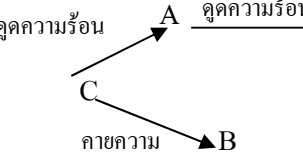
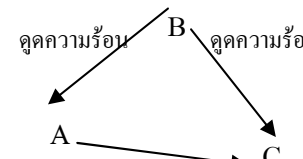
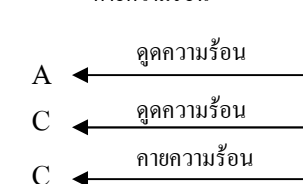
56. ถ้าต้องการอธิบายถึงการเจริญเติบโตของ
ผีเสื้อนับตั้งแต่ไข่ --> ตัวหนอน--> ดักแด้ -->
ผีเสื้อ --> และวางไข่อีกครั้งหนึ่ง จะเลือกใช้
วิธีการนำเสนอในข้อใด

1. เขียนเป็นกราฟ
2. เขียนเป็นวงจร
3. เขียนเป็นตาราง
4. เขียนเป็นสมการ
5. เขียนเป็นข้อความ

57. กำหนดข้อความให้ดังนี้

1. สาร A เปลี่ยนเป็นสาร B เป็นการ
เปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน
2. สาร C เปลี่ยนเป็นสาร B เป็นการ
เปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน
3. สาร C เปลี่ยนเป็นสาร A เป็นการ
เปลี่ยนแปลงแบบคายความร้อน

แผนภาพในข้อใดสื่อความหมายให้ถูกต้อง

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 

58. ดำทำการทดลอง ดังนี้

1. แซ่ถั่วเขียว 1 คืบ
2. นำมาเพาะบนกระดาษชำระใน
กล่องพลาสติก รดน้ำ
3. วันที่ 2 เลือกถั่วเขียวที่มีรากยาว 2
เซนติเมตรมาจำนวน 4 เมล็ด ใช้ปากกาทำ
เครื่องหมาย 4 ขีด เท่าๆ กันจากปลายรากทั้ง 4
เมล็็ด วางไว้ที่เดิมรดน้ำ
4. ในวันต่อๆ มา จึงวัดความยาวใน
แต่ละช่วง บันทึกผล

จากการทดลองของดำ ควรบันทึกข้อมูลในรูปใด

1. กราฟ
2. แผนภูมิ
3. แผนภาพ
4. ตาราง
5. เขียนเป็นข้อความ

คำชี้แจง จงใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถาม

59 – 60

1. แผนภูมิแท่ง
2. ตารางบันทึกผล
3. แผนภูมิวงกลม
4. แบบวงจร
5. กราฟเส้น

59. ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำสถิติการ
ขาดเรียนของเพื่อนในชั้นเรียน ในระยะเวลา
รอบ 1 เดือน นักเรียนจะเสนอข้อมูลรูปแบบใด

60. ถ้าต้องการชี้ให้เห็นเกี่ยวกับการเจริญเติบโต
ของผีเสื้อ ควรนำเสนอข้อมูลในรูปแบบใดจึงจะ
เห็นความเปลี่ยนแปลงของผีเสื้อได้ชัดเจนขึ้น

61. การทดลองตามข้อใด ที่นักเรียนคิดว่ามวลของสารไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

1. เผาเนพทาลีนให้กลั่นเหมีนและมีเขมาเกิดขึ้น
2. เผาน้ำตาลทรายให้ก๊าซสีน้ำตาลแดงและเกิดตะกอนสีดำ
3. ใส่ชิ้นสังกะสีเล็กๆ ลงสารละลายกรดเกลือจะเกิดฟองก๊าซ
4. ผสมสารละลายเกิดฟองก๊าซและทำให้น้ำปูนใสขุ่นมีตะกอนสีขาว
5. รินสารละลายลงในน้ำส้มสายชูเกิดตะกอนขาวขุ่น แสดงว่าน้ำส้มสายชูไม่บริสุทธิ์

62. ถ้าปริมาณของสิ่งหนึ่งเพิ่มขึ้น แล้วอีกสิ่งหนึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นตาม หรือปริมาณของสิ่งหนึ่งลดลง แล้วปริมาณของอีกสิ่งหนึ่งลดลงตามด้วย ข้อความนี้สอดคล้องกับลักษณะใด

1. พลังงาน
2. ธรรมชาติ
3. สิ่งแวดล้อม
4. ระบบนิเวศน์
5. ความสมดุล

คำชี้แจง พิจารณาข้อมูลในตาราง ตอบคำถาม

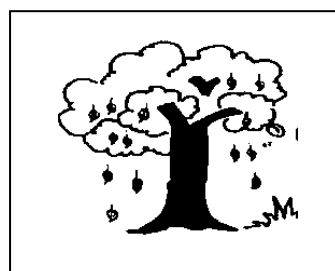
ข้อ 63

สถานที่	บางแสน	กรุงเทพฯ	ถ้ำขุนตาล	ภูกระดึง
อุณหภูมิ (°C)	32	33	20	8

63. ข้อใดเป็นข้อความที่ถูกต้องตามข้อมูลในตาราง

1. ที่สูงขึ้นอุณหภูมิจะลดลง
2. ที่สูงขึ้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น
3. ที่สูงขึ้นอากาศจะเย็นลง
4. ที่สูงขึ้นอากาศจะร้อนขึ้น
5. ที่สูงขึ้นอากาศจะแปรปรวน

64. ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล



1. มะม่วงลงสู่พื้น เนื่องจากมีแรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุ
2. มะม่วงต้นนี้มีผลดกมาก
3. มะม่วงสุกอมหล่นจากต้น
4. มีนกมาจิกกินมะม่วงจึงหล่นจากต้น
5. มะม่วงต้นนี้มีรสหวานมาก

65. หลังจากเล่นกีฬาเหนื่อยๆ นักเรียนหาน้ำดื่มไม่ได้ มีแต่ผลไม้ที่จัดเตรียมไว้ให้นักเรียนคิดว่าผลไม้ใดควรเลือกรับประทานแทนการดื่มน้ำ

1. ส้มสุก
2. แตงโม
3. มะละกอ
4. สับปะรด
5. ส้มเขียวหวาน

66. คนที่ไม่กินเนื้อสัตว์แต่กินถั่วแทนจะได้สารอาหารประเภทโปรตีน, คาร์โบไฮเดรต และไขมันหรือไม่

1. ไม่ได้ เพราะ ถั่วจะขาดอะมิโนที่จำเป็น
2. ไม่ได้ เพราะ ถั่วมีสารอาหารประเภทไขมันอย่างเดียว
3. ไม่ได้ เพราะ ถั่วมีสารอาหารประเภทโปรตีนอย่างเดียว

ประเภทโปรตีนอย่างเดียว

4. ได้ เพราะมีโปรตีนจากถั่วแลโปรตีนสามารถเปลี่ยนเป็นคาร์โบไฮเดรต และไขมันได้
5. ได้ เพราะ ถั่วจะเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นสารอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันได้

67. การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก เนื่องจาก
ลมพัดพาทำให้ดินแตกกระแหง นักเรียนคิดว่า
พื้นที่บริเวณนั้นจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

1. เป็นวัชพืช
2. เป็นบริเวณทุ่งหญ้า
3. เป็นบริเวณเพาะปลูก
4. เป็นบริเวณที่ไม่มีต้นไม้ใหญ่
5. เป็นที่ว่างไม่มีพืชปกคลุมและ

แห้งแล้ว

68. จากภาพ ข้อใดเป็นการลงความเห็นจาก
ข้อมูล



1. มีผีเสื้อ 1 ตัว
2. มีดอกไม้ทั้งหมด 4 ดอก
3. มีเด็กผู้หญิงกำลังจับผีเสื้อ
4. มีเด็กผู้หญิงจับผีเสื้อไปเลี้ยง
5. มีเด็กผู้หญิง ดอกไม้และผีเสื้อ

คำชี้แจง พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม

ข้อ 69

ทดลองปลูกต้นถั่วลงในกระป๋องที่มีดิน
ชนิดเดียวกัน ปริมาณดินเท่ากันในกระป๋อง 3
ใบ โดยแต่ละกระป๋องได้รับสิ่งแวดล้อมต่างกัน
ดังตาราง

ตารางแสดงการเจริญเติบโตของต้นถั่วในสิ่งแวดล้อม
ที่ต่างกัน

กระป๋อง ที่	สิ่งแวดล้อม	การเจริญเติบโตของต้นถั่ว
1	มีน้ำ มีแสง มีอากาศ	ใบสีเขียวขนาดใหญ่ ลำต้นแข็งแรง ตั้งตรง ทุกต้นเจริญเท่ากัน
2	มีน้ำ ไม่มีแสง มีอากาศ	ใบสีเหลืองเล็ก ลำต้นสีขาว และสูงมาก
3	ไม่มีน้ำ มีแสง มีอากาศ	ใบสีเขียวลำต้นแข็งแรงใน ระยะแรกต่อไปใบและลำต้น เหี่ยวและตาย

69. จากข้อมูลข้างต้น สิ่งแวดล้อมใดที่ช่วยใน
การเจริญเติบโตของต้นถั่ว

1. น้ำ อาหาร วิตามิน
2. น้ำ แสงแดด วิตามิน
3. น้ำ แสงแดด อากาศ
4. น้ำ อากาศ แสงแดด
5. น้ำ แสงแดด อาหาร

70. ใบและลำต้นของต้นถั่วจะเป็นอย่างไรถ้าไม่
มีน้ำ ไม่มีแสง แต่มีอากาศ

1. ใบสีเขียว ลำต้นสีขาวเหี่ยว
2. ใบสีเหลือง ลำต้นแข็งแรง
3. ใบสีเขียว ลำต้นแข็งแรง
4. ใบสีเหลือง ลำต้นสีขาวเหี่ยว
5. ใบสีเหลืองเล็กน้อย ลำต้นเหี่ยว

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตารางแสดง อุณหภูมิของอากาศที่ระดับต่างๆ แล้วตอบคำถามข้อ 71 - 72

ความสูงจากระดับน้ำทะเล (km)	อุณหภูมิของอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
0	27.5
2	16.5
4	5.5
6	- 5.5
8	-16.5
10	- 27.5

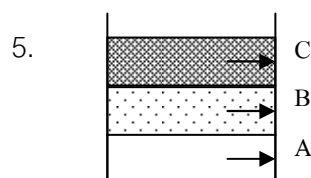
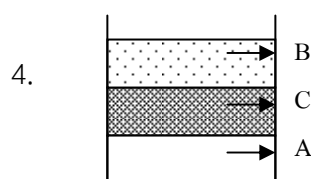
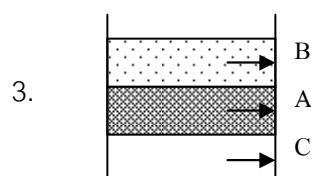
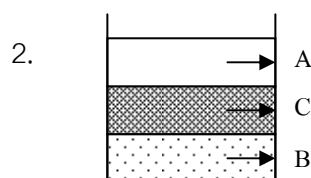
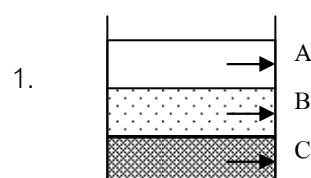
71. ถ้าความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็น 5 km อุณหภูมิของอากาศควรจะเป็นเท่าไร

1. 0°C
2. $- 5.5^{\circ}\text{C}$
3. 5.5°C
4. 27.5°C
5. $- 27.5^{\circ}\text{C}$

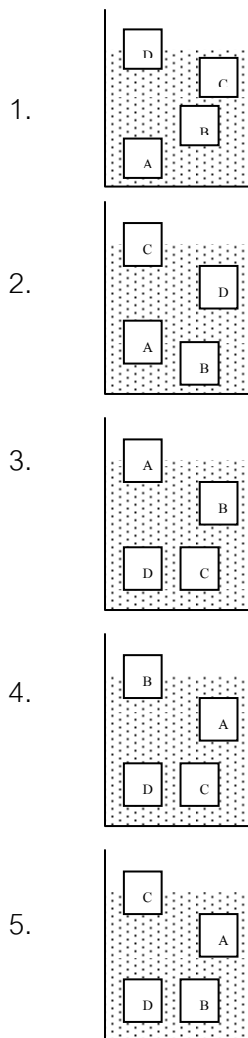
72. ถ้าอุณหภูมิของอากาศลดลงอีกเป็น $- 38.5^{\circ}\text{C}$ ณ ที่นั้นจะสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นเท่าใด

1. 0 km
2. 4 km
3. 9 km
4. 10 km
5. 12 km

73. ถ้าของเหลว A มีความหนาแน่น 0.5 g/cm^3 ของเหลว B มีความหนาแน่น 2.5 g/cm^3 ของเหลว C มีความหนาแน่น 5 g/cm^3 เมื่อเทของเหลวทั้ง 3 ชนิด รวมกันในภาชนะ นักเรียนคิดว่าจะมีลักษณะดังรูปใด



74. เมื่อนำสาร A, B, C และ D มีความหนาแน่น 2.5, 2.0, 1.8 และ 0.7 g/cm^3 ไปลอยในภาชนะที่ใส่น้ำ จะมีลักษณะดังรูปใด



คำชี้แจง จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ 75

อายุ (เดือน)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
แรกเกิด	4
6	8
12	12

75. เด็กที่มีอายุ 9 เดือน จะมีน้ำหนักเท่าใด

1. 8 กิโลกรัม
2. 9 กิโลกรัม
3. 10 กิโลกรัม
4. 11 กิโลกรัม
5. 12 กิโลกรัม

คำชี้แจง จงใช้ข้อมูลการละลายของสาร A และ B ในน้ำ 50 กรัม ประกอบการตอบคำถามข้อ 76

อุณหภูมิของน้ำ ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณการละลายของ สาร (g) ในน้ำ 50 กรัม	
	สาร A	สาร B
60	47	12
70	39	25
80	31	38
90	23	51

76. ถ้าน้ำเดือดการละลายของสาร A และ B จะเป็นอย่างไร

1. A และ B ลดลง
2. A และ B เพิ่มขึ้น
3. A เพิ่มขึ้น B ลดลง
4. A ลดลง B เพิ่มขึ้น
5. บอกไม่ได้ข้อมูลไม่เพียงพอ

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ

77 – 79

ตารางบันทึกความสูงของต้นพืช ทุก ๆ 2 วัน

วันที่	ความสูง (เซนติเมตร)
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10

77. นักเรียนคิดว่าความสูงของต้นพีชจะเป็นเท่าไรหลังจากวันที่ 9

1. 8 เซนติเมตร
2. 9 เซนติเมตร
3. 10 เซนติเมตร
4. 11 เซนติเมตร
5. 12 เซนติเมตร

78. วันที่ 2 ต้นพีชจะมีความสูงเท่าไร

1. 2 เซนติเมตร
2. 3 เซนติเมตร
3. 4 เซนติเมตร
4. 5 เซนติเมตร
5. 6 เซนติเมตร

79. เมื่อปลูกพีชถึงวันที่เท่าไร ทำให้ต้นพีชมีความสูง 12 เซนติเมตร

1. วันที่ 9
2. วันที่ 10
3. วันที่ 11
4. วันที่ 12
5. วันที่ 13

80. น้ำตาลกลูโคสในอาหารชนิดที่ 1 มีความหวานมากกว่าในอาหารชนิดที่ 2 ถ้านำอาหารทั้ง 2 ชนิด มาทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ จะได้อะไร

1. อาหารชนิดที่ 1 ให้สีเหลือง
อาหาร ชนิดที่ 2 ให้สีส้ม
2. อาหารชนิดที่ 1 ให้สีเขียว
อาหารชนิดที่ 2 ให้สีม่วง
3. อาหารชนิดที่ 1 ให้สีม่วง
อาหารชนิดที่ 2 ให้สีเขียว
4. อาหารชนิดที่ 1 ให้สีส้ม
อาหารชนิดที่ 2 ให้สีเหลือง
5. อาหารชนิดที่ 1 ให้สีส้ม
อาหารชนิดที่ 2 ให้สีแดงอิฐ

แบบทดสอบแบบวัดการคิด

คำอธิบายวิธีการทำแบบทดสอบ

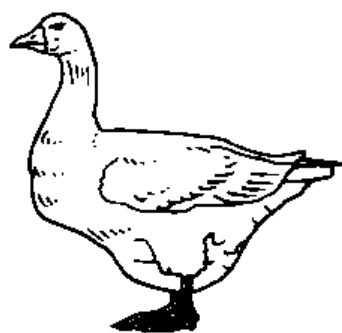
1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดความสามารถในการคิดหาเหตุผล มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที
2. คำถามแต่ละข้อประกอบด้วยภาพลายเส้น ข้อละ 3 ภาพ ให้นักเรียนพิจารณาเลือกภาพ 2 ภาพ ที่เห็นว่าพอจะไปด้วยกันได้ หรือเข้าคู่กันได้ เมื่อเลือกได้คู่ใด ให้เขียนเฉพาะหมายเลขภาพที่เลือกลงในกระดาษคำตอบ พร้อมกับเขียนเหตุผลด้วยว่า เหตุผลใดจึงเลือก 2 ภาพนั้น



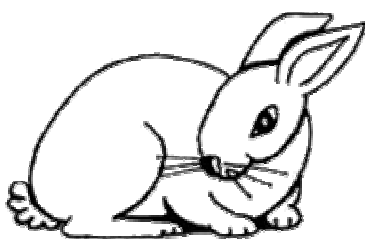
วิธีการตอบ นักเรียนอาจเลือกจับคู่

- ภาพที่ 1 กับ 2 ด้วยเหตุผลที่ว่า ทั้งผีเสื้อและค้างคาว มีปีกเหมือนกัน
- ภาพที่ 1 กับ 2 ด้วยเหตุผลที่ว่า ทั้งผีเสื้อและค้างคาวเป็นสัตว์เหมือนกัน
- ภาพที่ 1 กับ 3 ด้วยเหตุผลที่ว่า ผีเสื้อดูดน้ำหวานจากดอกไม้

1.



1



2



3

ตอบ

2.



1



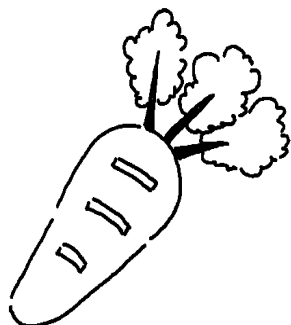
2



3

ตอบ

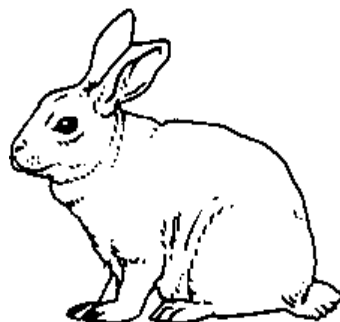
3.



1



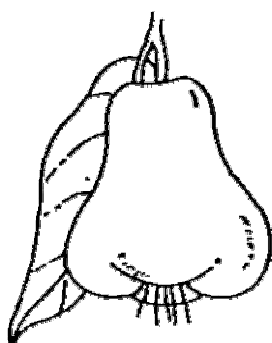
2



3

ตอบ

4.



1



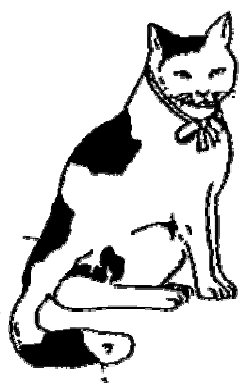
2



3

ตอบ

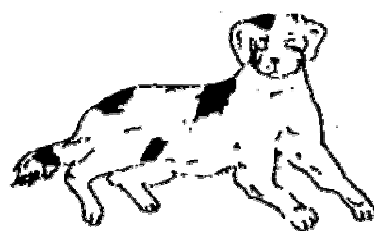
5.



1



2



3

ตอบ

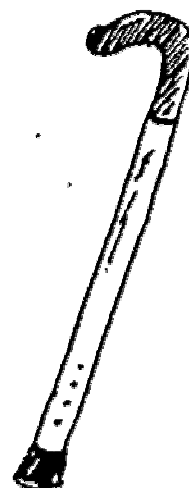
6.



1



2



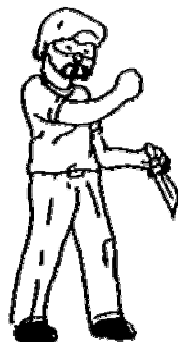
3

ตอบ

7.



1



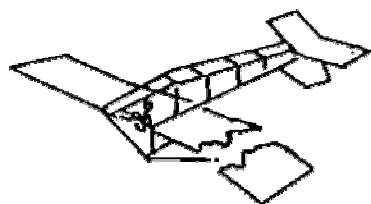
2



3

ตอบ

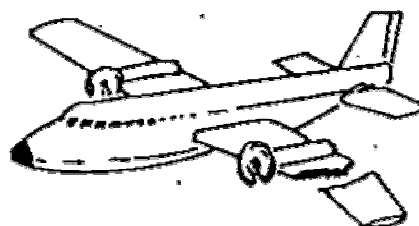
8.



1



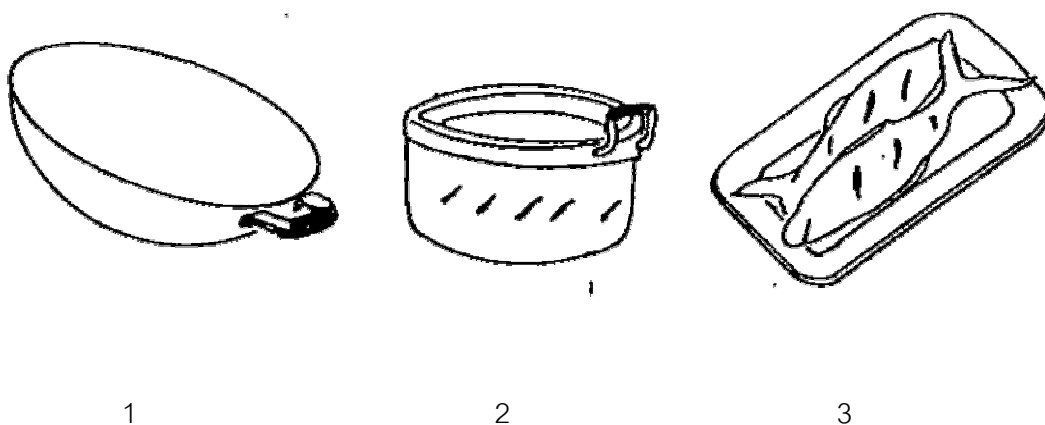
2



3

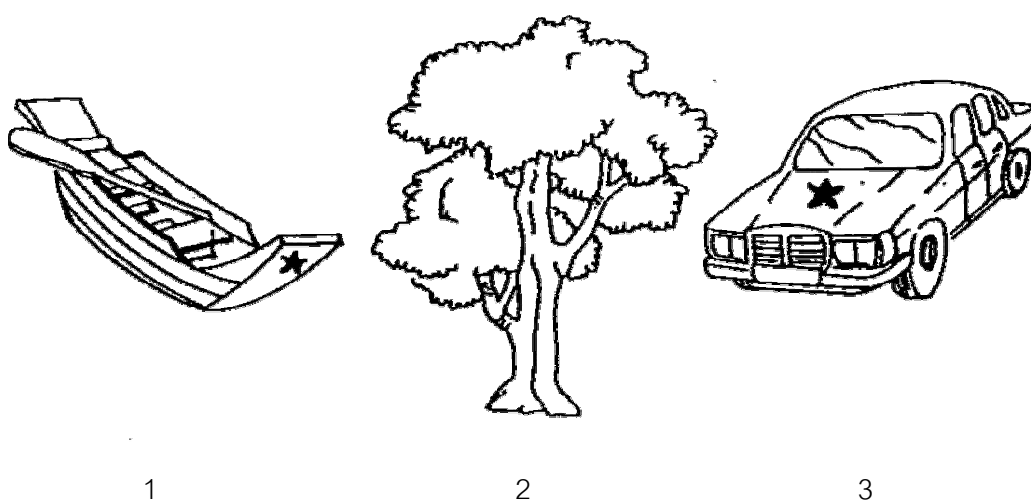
ตอบ

9.



ตอบ

10.



ตอบ

11.



1



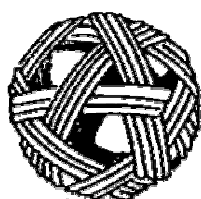
2



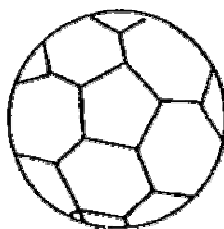
3

ตอบ

12.



1



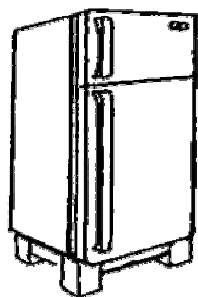
2



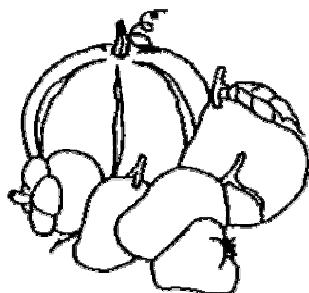
3

ตอบ

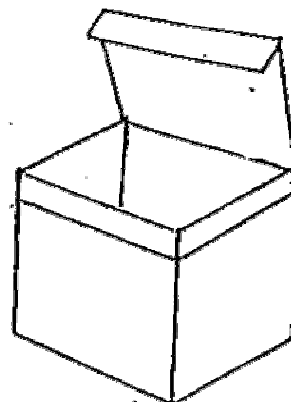
13.



1



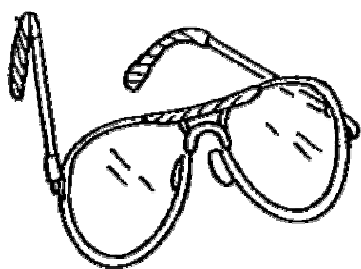
2



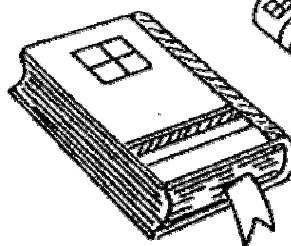
3

ตอบ

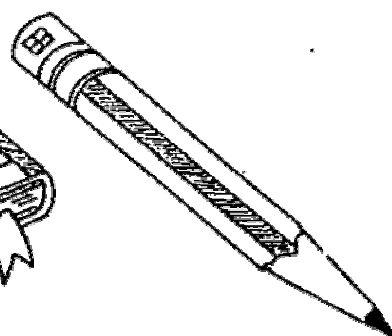
14.



1



2



3

ตอบ

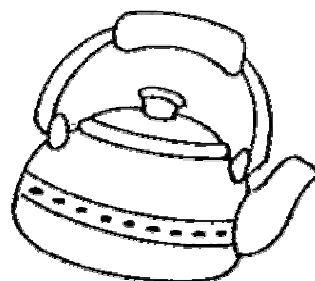
15.



1



2



3

ตอบ

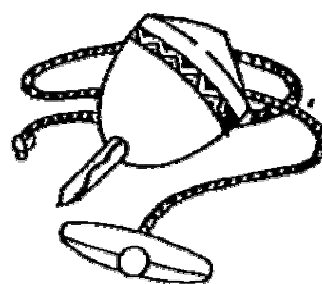
16.



1



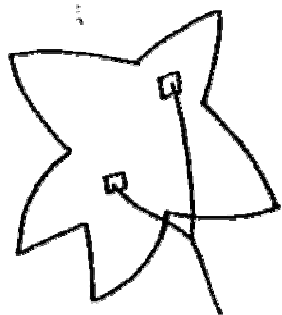
2



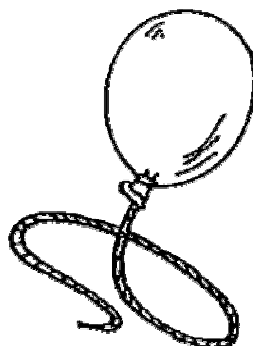
3

ตอบ

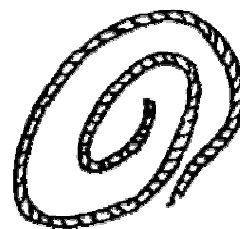
17.



1



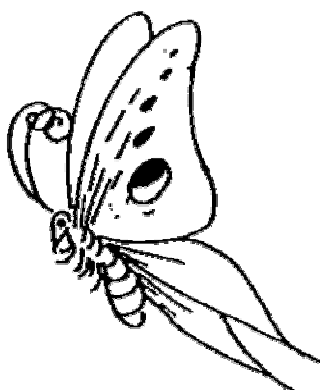
2



3

ตอบ

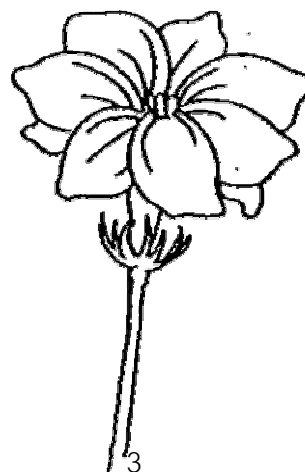
18.



1



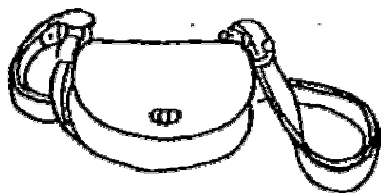
2



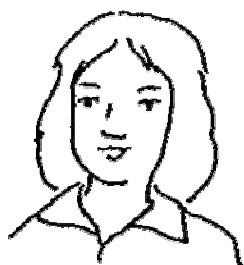
3

ตอบ

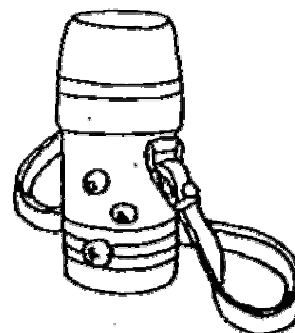
19.



1



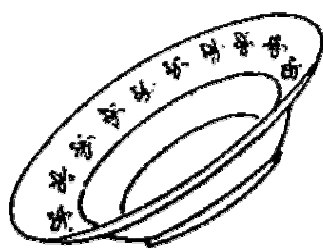
2



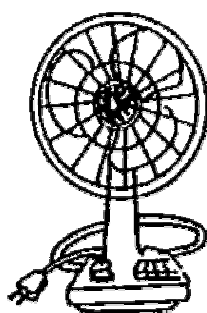
3

ตอบ

20.



1



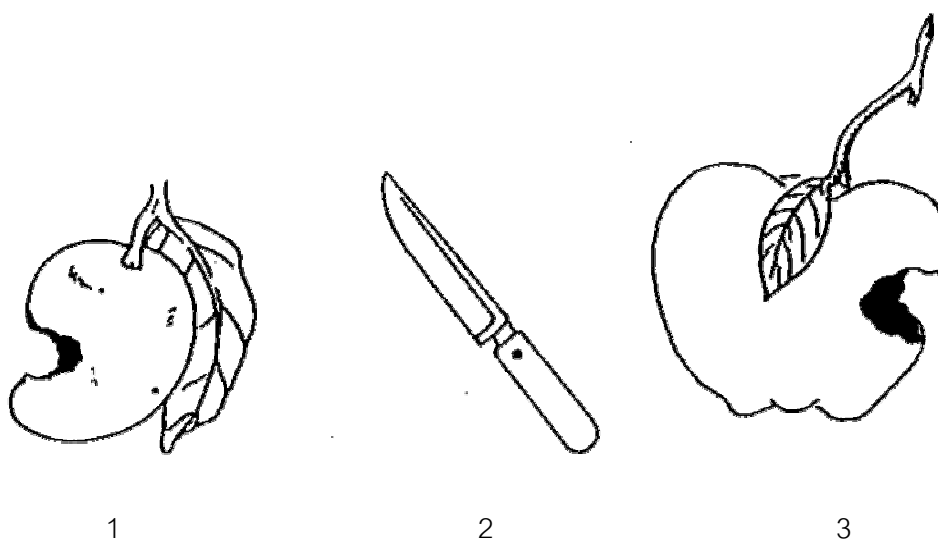
2



3

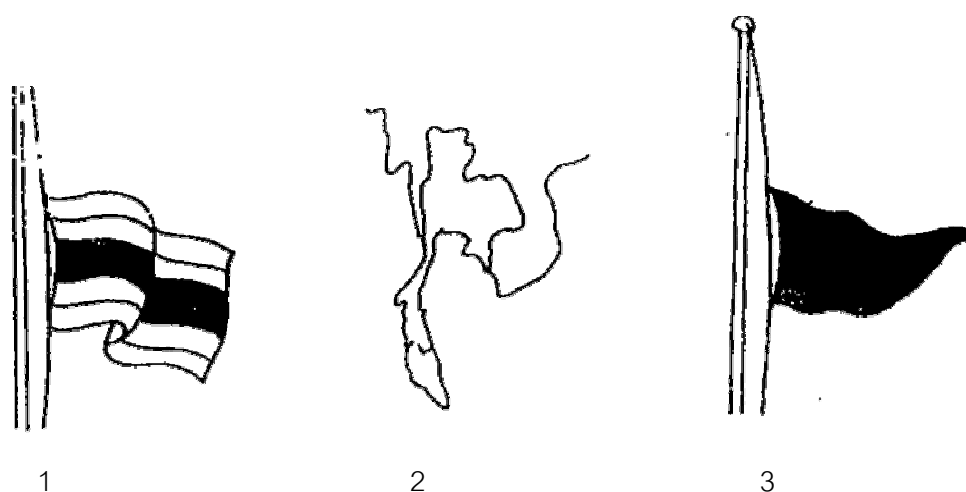
ตอบ

21.



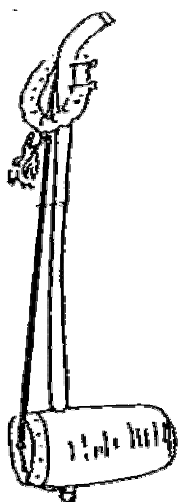
ตอบ

22.



ตอบ

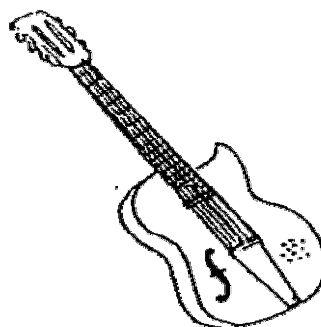
23.



1



2



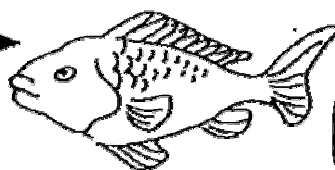
3

ตอบ

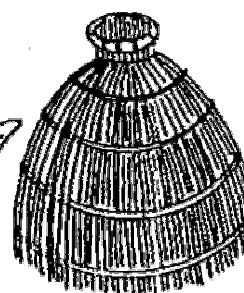
24.



1



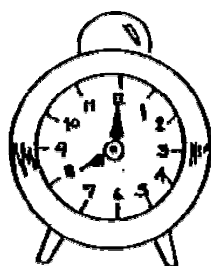
2



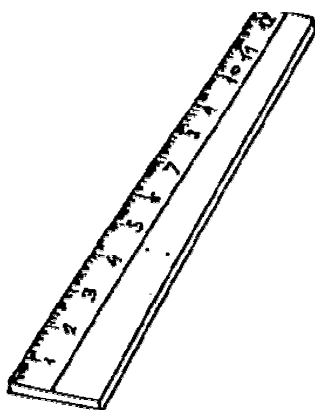
3

ตอบ

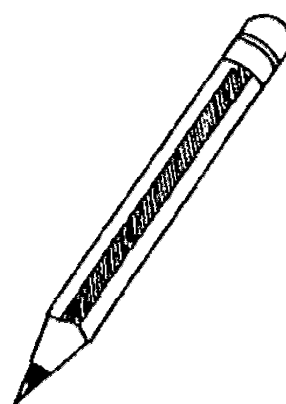
25.



1



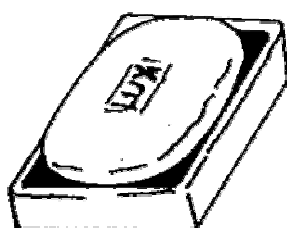
2



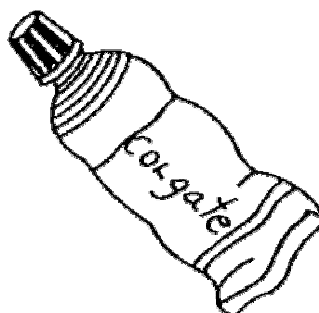
3

ตอบ

26.



1



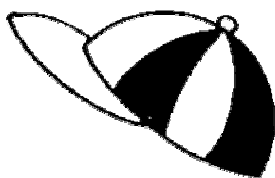
2



3

ตอบ

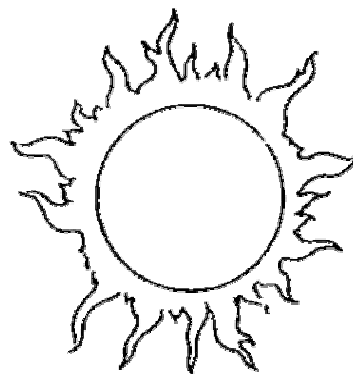
27.



1



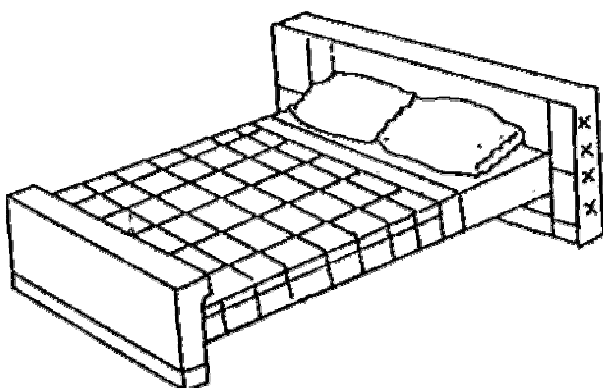
2



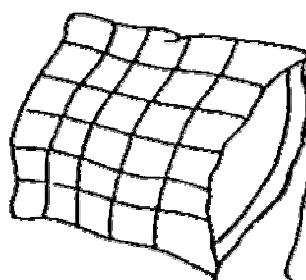
3

ตอบ

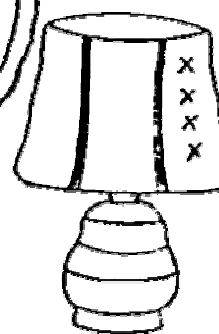
28.



1



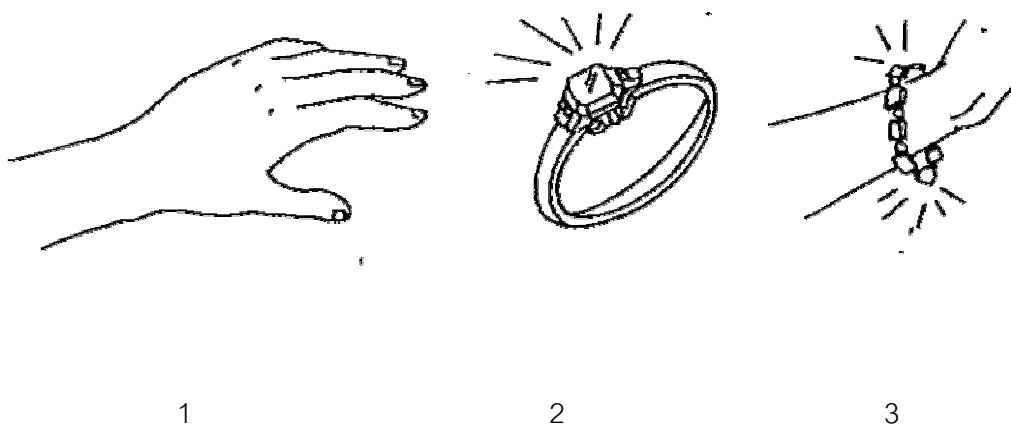
2



3

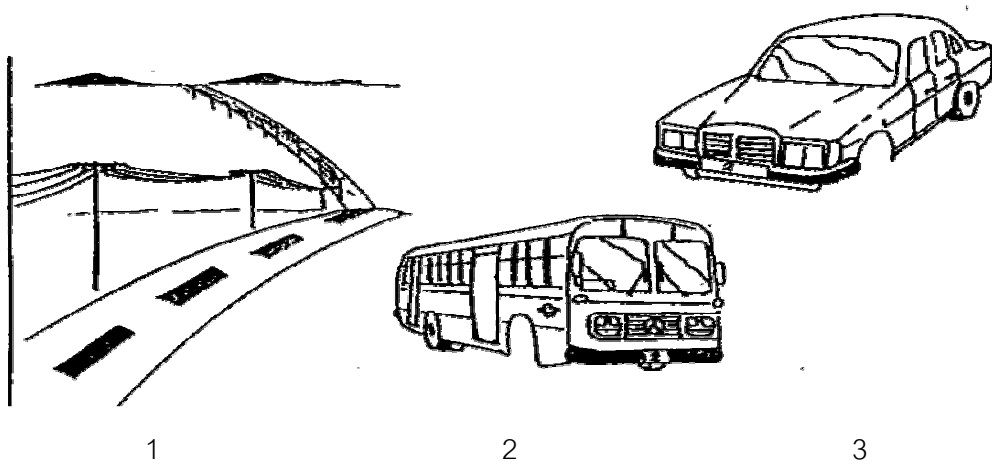
ตอบ

29.



ตอบ

30.



ตอบ

ภาคผนวก ง
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร. น้ำฝน คุเจริญไพศาล
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ดร. อุดมศักดิ์ นาคี
หัวหน้ากลุ่มงานประเมินผลการจัดการศึกษา
สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร
3. คุณวันทนา สนสายัณห์
ศึกษานิเทศก์ สำนักการศึกษา
กรุงเทพมหานคร
4. ครูสายพิณ กิจจา
ครูชำนาญการพิเศษ ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์
โรงเรียนวัดธรรมมงคล
5. ครูสุภาวรรณ ศุภกิจวัฒนา
ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์
โรงเรียนมัธยมคานาอูปถัมภ์

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวสุตารัตน์ วิไลวรรณ
วันเดือนปีเกิด	4 กรกฎาคม 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดอ่างทอง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	1000 ซอยสุขุมวิท 66/1 ถนนสุขุมวิท แขวงบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู รับเงินเดือนในอันดับ คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนพูนสิน (เพชรสุขอุปถัมภ์)
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2541	มัธยมศึกษา จากโรงเรียนโพธิ์ทองจินตามณี จังหวัดอ่างทอง
พ.ศ. 2545	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
พ.ศ. 2546	ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู จากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
พ.ศ. 2550	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ