

507  
ด 252 ค  
ร 3

ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์  
กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ปริญญาโท

ของ

เสงี่ยม วิไลวัฒน์

23 เม.ย. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
ธันวาคม 2527

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177687

B 57578

ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์  
กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

บทคัดย่อ  
ของ  
เสงี่ยม วิไลวัฒน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
ธันวาคม 2527

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2526 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 456 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่แบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบทดสอบทักษะของ สสวท และกิ่งฟ้า ดินฐวงษ์ มีค่าความเชื่อมั่น .8110 แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่หน่วยทดสอบและประเมินผลสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างขึ้น มีค่าความเชื่อมั่น .7219, .7592 และ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความเชื่อมั่น .9151 วิเคราะห์ข้อมูลแบบสหสัมพันธ์หุคูณ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปของ SPSS (Statistical Package for the Social Science)

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นสมการเชิงเส้นตรง
3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

RELATIONSHIPS OF SCIENCE PROCESS SKILLS AND SCIENTIFIC ATTITUDES  
WITH RESPECT TO ACADEMIC ACHIEVEMENT IN SCIENCE OF  
MATTAYOM SUKSA III STUDENTS IN CHANGWAT  
PHRA NAKHON SI AYUTTHAYA

AN ABSTRACT

BY

SANGIUM VILAINUWATH

Presented in partial fulfillment of the requirements  
for the master of Education degree  
at Srinakharinwrot University  
December 1984.

The purposes of this research were :- (i) to find out the relationships each of Science Process Skills and Scientific Attitudes with respect to Academic Achievement in Science, (ii) to find out the predictive equations of Academic Achievement in Science and (iii) to find out the relationships between Scientific Attitudes and Academic Achievement in Science.

The subjects were 456 Mattayom Suksa III Students in Changwat Phra Nakhon Si Ayutthaya in 1983 Academic year by stratified random sampling. The instruments used for collecting data were Science Process Skills Test developed from IPST and Kingfa Sintoovongse (reliability .8110), Scientific Attitudes Test by IPST (reliability .7219, .7592), and Academic Achievement in Science Test by researcher (reliability .9151). Data analysis, Multiple Regression Analysis of SPSS (Statistical Package for the Social Science) were used.

The results indicated that :- (i) Each of Science Process Skills and Scientific Attitudes with respect to Academic Achievement in Science were positive related significantly at the .01 level. (ii) Predictive equations of Academic Achievement in Science were straight line equations. (iii) Scientific Attitudes and Academic Achievement in Science were positive related significantly at the .01 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญา  
นิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา  
มหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษา			คณะกรรมการสอบ		
Assoc. Prof. Dr. <u>Prasert</u>	ประธาน		Assoc. Prof. Dr. <u>Prasert</u>	ประธาน	
Assoc. Prof. Dr. <u>Wit-It</u>	กรรมการ		Assoc. Prof. Dr. <u>Wit-It</u>	กรรมการ	
			Assoc. Prof. Dr. <u>Wit-It</u>	กรรมการ	

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์บังอร  
ภูวภิรมย์ขวัญ อาจารย์ ดร. ชุติมา วัฒนศิริ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิดเห็น แนะนำ ตลอดจน  
แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบุลย์ ที่ได้ให้คำปรึกษาด้วยดี  
ตลอดมา และ อาจารย์ลัดดาวัลย์ เกษมเนตร ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์  
ข้อมูล

ขอขอบคุณศึกษาธิการจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่  
ตลอดจนคณาจารย์และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ได้  
ให้ความสะดวกและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบใจเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือในการศึกษาค้นคว้า  
ด้วยดีตลอดมา และขอบใจลูกทั้งสองคนที่เป็นกำลังใจให้พ่อมีความอดทน มีความเพียร  
พยายามในการหาปริญญานิพนธ์จนสำเร็จด้วยดี

เสงี่ยม วิไลนุวัฒน์

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1	บทนำ
	ภูมิหลัง
	จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า
	นิยามศัพท์เฉพาะ
2	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า
	ประชากร
	กลุ่มตัวอย่าง
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
	การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
4	การวิเคราะห์ข้อมูล
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวพยากรณ์และ ตัวเกณฑ์	53
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์และค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวพยากรณ์	54
หาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปคะแนน ดิบ และคะแนนมาตรฐานและค่าสหสัมพันธ์พหุคูณโดยใช้ทักษะ การจักรกระทำ และสื่อความหมายข้อมูลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์	55
หาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปคะแนนดิบ และคะแนนมาตรฐานและค่าสหสัมพันธ์พหุคูณโดยใช้ทักษะการลง ความคิดเห็นจากข้อมูลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์	58
หาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปคะแนนดิบ และคะแนนมาตรฐานและค่าสหสัมพันธ์พหุคูณโดยใช้ทักษะการตั้ง สมมติฐานและเจตคติทางวิทยาศาสตร์	60
หาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปคะแนนดิบ และคะแนนมาตรฐานและค่าสหสัมพันธ์พหุคูณโดยใช้ทักษะการทดลอง และเจตคติทางวิทยาศาสตร์	63
หาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปคะแนนดิบ และคะแนนมาตรฐานและค่าสหสัมพันธ์พหุคูณโดยใช้ทักษะการตีความ หมายข้อมูลและลงข้อสรุป และเจตคติทางวิทยาศาสตร์	65
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	67
5 สรุป อภิปรายผล และขอเสนอแนะ	69
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	69

บทที่

หน้า

สมมติฐานของการศึกษาครั้งนี้

69

กลุ่มตัวอย่าง

69

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

70

การวิเคราะห์ข้อมูล

71

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

71

อภิปรายผล

73

ข้อเสนอแนะ

78

บรรณานุกรม

80

ภาคผนวก

87

## บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอำเภอและขนาดโรงเรียน	41
2	จำนวนขอ คะแนนเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวพยากรณ์และตัวเกณฑ์	53
3	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวพยากรณ์	54
4	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ( $b, \beta$ ) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (S.E.b) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E. est.) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปแบบคะแนนดิบ (a)	56
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ ทักษะการวิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบความเป็นเส้นตรงของสมการพยากรณ์	57
6	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ( $b, \beta$ ) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (S.E.b) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E. est.) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปแบบคะแนนดิบ (a)	58

7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบความเป็นเส้นตรงของสมการพยากรณ์	59
8	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ( $b, \beta$ ) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (S.E.b) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์หุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E. est.) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)	61
9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐานและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบความเป็นเส้นตรงของสมการพยากรณ์	62
10	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ( $b, \beta$ ) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (S.E.b) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์หุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E. est.) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)	63
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ ทักษะการทดลองและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบความเป็นเส้นตรงของสมการพยากรณ์	64
12	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ( $b, \beta$ ) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (S.E.b) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์หุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E. est.) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)	65

13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบความเป็นเส้นตรงของสมการพยากรณ์	66
14	ความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	67

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไปเป็นอันมาก นับตั้งแต่กระทรวงศึกษาธิการมอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญในการศึกษาค้นคว้าวิทยาศาสตร์ โดยนำเอาความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและการเรียนการสอนใหม่ ๆ มาใช้อย่างจริงจัง /

การปรับปรุงหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของ สสวท มีจุดมุ่งหมาย ดังนี้ (นিকা สะเพียรชัย 2520 : 6 - 7)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษยและ

สภาพแวดล้อม

จากจุดมุ่งหมายดังกล่าวสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่เนลสันและอับราฮัม (Nelson and Abraham, 1973 : 291) ได้แบ่งไว้ 4 ด้าน คือ

1. ความรู้ (Knowledge)
2. ทักษะทางความคิด (Cognitive Skill)
3. เจตคติ (Attitude)
4. ทักษะการปฏิบัติ (Psychomotor Skill)

ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นอกจากต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาแล้ว ยังต้องการเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์และฝึกฝนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนควบคู่ไปด้วย

กึ่งที่ ลิปพนนท์ เกตุทัต (ลิปพนนท์ เกตุทัต 2515 : 1) กล่าวไว้ว่า ปัจจุบันการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรมุ่งในค่านิยม (Concept) หรือความหมายพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ได้มาซึ่งความรู้และการค้นพบต่าง ๆ ไม่ใช่ให้ผู้เรียนท่องจำความรู้ต่าง ๆ เหมือนที่ผ่านมาในอดีต หรือครูทำการทดลองให้นักเรียนดู ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ พจนัสะเพียรชัย (พจนัสะเพียรชัย 2517 : 49) ยังได้แสดงความเห็นว่า ผู้ที่ได้ชื่อว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้น ควรจะเป็นผู้ที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ดีด้วย เพราะทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่จะทำให้คน ๆ นั้นเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ ไม่มีที่สิ้นสุด

ครอกซ์ตัน (Croxtton, 1973 : 40) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นอกจากจะเน้นเนื้อหาวิชาแล้ว ผู้สอนจะต้องพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย โดยมุ่งให้ผู้เรียนรู้จักสังเกต สนใจสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา รู้จักหาเหตุผล และรู้จักเชื่ออย่างมีเหตุผล ฯลฯ

กึ่งฟ้า สินธุวงษ์ และคนอื่น ๆ (กึ่งฟ้า สินธุวงษ์ และคนอื่น ๆ อ้างอิงมาจาก Sund and Throwbridge, 2525 : 4) เสนอไว้เป็นแนวทางในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry method) ว่า ควรมีการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เข้ากันกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วย

นিকা สะเพียรชัย (นিকা สะเพียรชัย 2520 : 4 - 8) กล่าวไว้ว่า จุดมุ่งหมายหลักในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์น่าจะเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มากกว่าการถ่ายทอดความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้สะสมไว้ซึ่งมีมากมาย การที่จะถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนจกจำนั้นเป็นเรื่องยากและไม่เกิดประโยชน์ การสอนวิทยาศาสตร์ควรจะให้สอนให้สอดคล้องกับปรัชญาและวิธีสืบเสาะหาความรู้

นอกจากนี้ นিকা สะเพียรชัย (นิกา สะเพียรชัย 2518 : 21) กล่าวถึงวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นวิธีวิทยาศาสตร์แบบหนึ่งซึ่งนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เพราะวิธีสอนแบบนี้เน้นหนักในกระบวนการ (Process) เป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริง ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับ สสวท (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2520 : 1) ได้พัฒนาปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ได้นำเอาวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ กิจกรรมหลักในการเรียนการสอนแบบนี้คือ การทดลองและการอภิปรายร่วมกันระหว่างนักเรียนกับครู ในขณะที่การทดลองนักเรียนได้ใช้ทักษะการสังเกต การคาดการณ์การทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปราย ซึ่งจะนำไปสู่แนวความคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญในบทเรียนนั้น ๆ เมื่อทำการทดลองแล้วนักเรียนได้ใช้ความสามารถในด้านต่าง ๆ เช่น การสืบเสาะหาความรู้ การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และการสื่อความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป เป็นต้น

จากจุดมุ่งหมายดังกล่าวข้างต้น ขอสรุปได้ว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งปรับปรุงให้ผู้เรียนเกิดสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. ความรู้และทักษะทางความคิด (Knowledge and Cognitive Skill),
2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill)
3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน นอกจากจะเน้นด้านความรู้ในเนื้อหาวิชาแล้ว ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่ควรปลูกฝังให้เกิดการสร้างสมขึ้นในตัวผู้เรียน ซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญของประเทศชาติในอนาคต เพราะเยาวชนที่มีลักษณะและคุณสมบัติดังกล่าวจะเป็นผู้ใหญ่อันพึงประสงค์ของสังคมประเทศที่พัฒนาแล้ว และกำลังพัฒนาอย่างประเทศไทยเรา หากผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จะมีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร

### จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ✓

### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ช่วยให้ครูผู้สอนทราบความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. ผลการวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. เป็นแนวทางให้ผู้บริหารโรงเรียนและครูผู้สอนมีความสนใจและเห็นความสำคัญของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่อการเรียนการสอน แทนที่จะเน้นเนื้อหาความรู้เพียงอย่างเดียว

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 5,300 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 456 คน โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

3. ตัวแปรที่จะศึกษาค้นคว้า

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) หรือตัวพยากรณ์ ได้แก่

3.1.1 ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่

3.1.1.1 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

3.1.1.2 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

3.1.1.3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

3.1.1.4 ทักษะการทดลอง

3.1.1.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3.1.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หรือตัวเกณฑ์ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติและฝึกฝนความคิด การสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำแนกออกดังนี้

1.1 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ การจัดแยกประเภทหรือการคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ โดอะแกรม วงจร แผนภาพ กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

1.2 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการแสดงความคิดเห็นต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

1.3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน  
สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

1.4 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

1.4.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร) อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

1.4.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

1.4.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

1.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ทั้ง 5 ทักษะ วัดได้จากการออกแบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบทดสอบทักษะของ สสวท และ กิ่งฟ้า สินธุวงศ์

2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็นหรือท่าทีซึ่งจำเป็นต้องใช้ ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ประกอบที่แสดงต่อเนื้อหาวิชาและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ ประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 2 ประการคือ

2.1 เจตคติที่เกิดจากการใช้ความรู้

2.2 เจตคติที่เกิดจากความรู้อีก

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว จากที่อยู่ในรายการต่อไปนี้

เจตคติทางบวก	เจตคติทางลบ
<p>1. กฎเกณฑ์ทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นเพียงการประมาณที่ใกล้ความจริง และอาจเปลี่ยนแปลงได้</p> <p>2. การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในทางวิทยาศาสตร์นั้น ต้องอาศัยการสังเกตทดลองเป็นพื้นฐาน ซึ่งบางครั้งก็ไม่สามารถอธิบายได้</p> <p>3. ผู้ดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์นั้น ต้องมีความซื่อสัตย์ทางปัญญา โดยถือผลการสังเกต ทดลองตามที่เกิดขึ้นโดยปราศจากอคติ ซึ่งไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้อื่นแต่พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นเมื่อมีหลักฐานเพียงพอ</p>	<p>1. กฎเกณฑ์ ทฤษฎี และหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงไม่ได้</p> <p>2. การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในทางวิทยาศาสตร์นั้น อยู่ในวิสัยที่จะทำได้ทุกเมื่อ ดังนั้นจึงสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ทั้งหมด</p> <p>3. ผู้ดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จะต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับผู้อื่น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ และขอเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์</p>

เจตคติทางบวก	เจตคติทางลบ
<p>4. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มุ่งที่จะก่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ คุณค่าสำคัญจึงอยู่ที่การสร้างทฤษฎี</p>	<p>4. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มุ่งพัฒนาเทคโนโลยี คุณค่าสำคัญจึงอยู่ที่การประยุกต์ทฤษฎี</p>
<p>5. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะมีมากขึ้น ถ้าได้รับการสนับสนุนจากคนทั่วไป อันที่จริงคนทั่วไปไม่สามารถเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นจึงควรให้เขาตระหนักถึงลักษณะและกระบวนการวิทยาศาสตร์</p>	<p>5. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะมีมากขึ้นเพียงใดหรือไม่ นั่นไม่จำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากคนทั่วไป อันที่จริงคนทั่วไปไม่สามารถเข้าใจวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องให้เขาตระหนักถึงลักษณะและกระบวนการวิทยาศาสตร์</p>
<p>6. การเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดี หรือการทำงานที่ต้องใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ดี เป็นที่น่าสนใจและมีคุณค่าต่อชีวิต ดังนั้น การทำงานด้านวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่พึงปรารถนา</p>	<p>6. การเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดี หรือการทำงานที่ต้องใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ดี เป็นที่น่าเบื่อหน่าย งานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เหมาะสำหรับคนที่มีความสามารถสูง ซึ่งมีความเต็มใจที่จะใช้เวลาส่วนใหญ่เพื่องานนั้น</p>

วัดได้จากการตอบแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหน่วยทดสอบและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างขึ้น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถที่เกิดขึ้นหลังจากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยความรู้ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 บทที่ 17 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร ตามแนวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

## บทที่ 2.

### เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งเอกสารที่เกี่ยวข้องออกเป็น 3 ตอน คือ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

### เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และ จาแนกประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกันดังนี้คือ

พจน์ สะเพียรชัย (พจน์ สะเพียรชัย 2517 : 49 – 51) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเป็นทางผ่านของความรู้ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ
2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือเพื่อหาความรู้หรือข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง และเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสภาพการทดลอง ตลอดจนรู้จักรักษาเครื่องมือที่ใช้แล้วให้อยู่ในสภาพดี รวมทั้งเมื่อใช้เครื่องมือใดก็ควรจะรู้จักวิธีการรักษาความปลอดภัยทั้งตนเองและความปลอดภัยของเครื่องมือด้วย
3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย เมื่อนักเรียนสังเกตและใช้เครื่องมือวัดแล้ว นักเรียนต้องรู้จักจดบันทึก มีความคล่องแคล่วว่องไวในการจดบันทึกข้อมูล ตลอดจนสามารถถ่ายทอดข้อมูลไปมีความหมายและจัดระบบหรือวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการแปลความหมายให้ชัดเจนแจ่มแจ้งปราศจากอคติ

4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ทักษะในการนำข้อมูลที่จับบันทึกได้มาจัดระบบเสียใหม่ เพื่อให้มีความหมายและง่ายแก่การเข้าใจ อาจจะเป็นการย่อข้อมูลดิบ จัดหมวดหมู่ ถ่ายทอดเป็นกราฟต่าง ๆ หรือแผนภูมิ หรือสรุปข้อมูลในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้

5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการตีความ ขยายความ และสรุปผลจากข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วให้เป็นภาษารักคุณถูกต้องไม่คลุมเครือ

6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดเดิม เพื่อเดาคาตอบของปัญหาที่ต้องการจะทดลองหรือพิสูจน์โดยการค้นคว้าทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบแผนและดำเนินการทดลอง หมายถึง ทักษะในการวางแผนการทดลองและควบคุมการทดลองได้อย่างเหมาะสม เลือกแบบแผนการทดลองได้ที่เหมาะสม สะดวกในการปฏิบัติ ง่ายแก่การดำเนินการ ตลอดจนประหยัดเวลา กำลัง และเงินทองด้วย ผู้ที่มีทักษะในการเลือกแบบแผนการทดลองนี้ จะใช้การทดลองที่ง่าย ประหยัดและได้ผลมาก

8. ทักษะในการคิดคำนวณ เนื่องจากข้อมูลที่ไต่จากการทดลองในทางวิทยาศาสตร์นั้น มักจะเป็นตัวเลข จึงมีความจำเป็นอีกประการหนึ่งที่นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดคำนวณเพื่อเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ไต่มาซึ่งคาตอบหรือการแก้ปัญหาของการทดลองได้

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เช่น ทิศทาง ขนาด รูปทรง พื้นที่ เวลา เป็นต้น

นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ (นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ 2517 : 30 - 33) กล่าวว่า สิ่งที่สำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ ส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน ทักษะที่สำคัญคือ

1. ทักษะในการสังเกต
2. ทักษะการอธิบาย

3. ทักษะการทนาย
4. ทักษะการสร้างสมมติฐาน
5. ทักษะการออกแบบการทดลอง
6. ทักษะการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ประหยัค จันทรชมภู และประสพลันต์ อักษรมัต (ประหยัค จันทรชมภู และประสพลันต์ อักษรมัต 2518 : 23 - 24) กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคล่องแคล่วชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะ 2 ประการ คือ

1. ทักษะการททำ หรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้อย่างต่อไปนี้

- 1.1 ให้เด็กมีทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ชำนาญ รวดเร็ว และปลอดภัย

- 1.2 ให้เด็กมีทักษะในการเก็บรักษา และล้างทำความสะอาด

- 1.3 ให้เด็กรู้จักประคองเครื่องมืออย่างง่าย ๆ

- 1.4 ให้เด็กสามารถสังเกต พิจารณา การบันทึก การชั่งตวง วัด และการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

- 1.5 ให้เกิดความเข้าใจความหมายของศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ทักษะในการแก้หรือขบปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะความสามารถเชิงสติปัญญา การใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง มีเหตุผล พฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดแก่เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์มี

- 2.1 การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

- 2.2 การนำความรู้เดิมประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่ และนำมาอธิบายได้

- 2.3 สามารถคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

- 2.4 รู้จักค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ

- 2.5 อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามหลักความจริงอย่างมีเหตุผล

2.6 มีความกระตือรือร้นที่จะหาทางทดสอบ หรือหาคำตอบปัญหาต่าง ๆ  
 ควบคู่การปฏิบัติภารกิจทดลอง

2.7 ถ้าทำการทดลองไม่ได้ สามารถตัดสินใจใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสม  
 ได้

2.8 สามารถรวมสิ่งต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นมารายงานหรือเขียนได้  
 คลอปเฟอร์ (Klopfer. 1971 : 568 - 571) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการ  
 วิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ใช้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบ  
 ไปด้วยทักษะที่สำคัญ 4 ทักษะ คือ

1. การสังเกตและการวัด เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อมูลที่รวบรวมได้ส่วนใหญ่มักจะเป็นความจริงเกี่ยวกับ (Fact)
2. การมองเห็นปัญหาและวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลอง และการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่
3. การแปลความหมายและการสรุป ซึ่งได้แก่การแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลอง และการสรุปข้อมูลนั้น ๆ เป็นความจริงหลัก (Principle) กฎ (Law) และนิยาม (Concept)
4. การสร้างทฤษฎี การตรวจสอบ และการปรับปรุงแก้ไขทฤษฎีที่สร้างขึ้น เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ของปัญหาที่พบ การสร้างทฤษฎีนี้ได้จัดว่า เป็นจุดหมายสูงสุดของการค้นคว้าทางดานวิทยาศาสตร์

เนย์ และคนอื่น ๆ (Ney and Associates. 1971 : 201-203) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เป็นลำดับกิจกรรมหรือปฏิบัติซึ่งหาโดยนักวิทยาศาสตร์ในการที่จะพยายามเข้าใจธรรมชาติ ประกอบด้วยกระบวนการหลักใหญ่ ๆ 5 ประการ และแยกเป็นกระบวนการย่อย ๆ อีก 17 ประการ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวอยู่ในรูปที่จัดเรียงลำดับขั้นการทำงาน แต่ตามสภาพความเป็นจริงแล้ว นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ปฏิบัติตามลำดับขั้นเหล่านี้ทั้งหมด และอาจจะหาตามลำดับใดก่อนหลังก็ได้ กระบวนการมีดังต่อไปนี้

ก. ความคิดริเริ่ม (Initiation)

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Identifying and Formulating a Problem)
  - 1.1 การคาดคะเนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
  - 1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ
  - 1.3 การสังเกตและการสร้างข้อตกลงเบื้องต้น
  - 1.4 การกำหนดขอบเขตของปัญหา
2. การหาข้อมูลชั้นต้น (Seeking relevant background information)
  - 2.1 การใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์
  - 2.2 การค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ
  - 2.3 ปรึกษาคนอื่น ๆ
3. การทำนาย (Predicting)
4. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)
5. การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทดลอง (Design for collection data through field work and/or experimentation)
  - ข. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection of data)
    6. การปฏิบัติ (Procedure)
      - 6.1 การเก็บรวบรวม การสร้าง การจัดอุปกรณ์หรือเครื่องมือ
      - 6.2 การทดลอง
      - 6.3 การกำหนดขอบเขตและกักแปลงแก้ไข
      - 6.4 การหาการทดลองซ้ำ
      - 6.5 การบันทึกข้อมูล เช่น การบรรยาย ทาตาราง แผนภาพ
  7. การสังเกต (Observing)
    - 7.1 การหาข้อมูลเชิงคุณภาพ

7.2 การหาข้อมูลเชิงปริมาณหรือกึ่งปริมาณ เช่น วัดอ่านสเกล ปริมาณขนาด นับวัตถุหรือเหตุการณ์

7.3 การรวบรวมตัวอย่าง

7.4 การหาข้อมูลโดยกราฟ เช่น แผนภูมิ รูปภาพ และแผนฟิล์ม

7.5 การให้ข้อสังเกตปรากฏการณ์ที่ไม่คาดหมาย หรือเกิดโดย

บังเอิญ

7.6 การสังเกตความถูกต้องเที่ยงตรงของข้อมูล

7.7 การตัดสินความเที่ยงตรง และความเชื่อถือได้จากข้อมูล

ค. การจัดกระทำข้อมูล (Processing of data)

8. การจัดข้อมูล (Organizing the data)

8.1 การจัดลำดับเพื่อให้ดูง่ายขึ้น

8.2 การจำแนกประเภท

8.3 การเปรียบเทียบ

9. การแสดงข้อมูลโดยกราฟ (Representing the data graphically)

9.1 การเขียนกราฟ แผนภูมิ แผนผัง แผนที่

9.2 การเติมข้อความลงในแผนภาพ

10. การจัดกระทำข้อมูลในทางคณิตศาสตร์ (Treating the data mathematically)

10.1 การคำนวณโดยใช้เครื่องคำนวณ

10.2 การใช้สถิติ

10.3 การพิจารณาความไม่แน่นอนของผลที่ได้

ง. การสร้างมโนทัศน์จากข้อมูล (Conceptualization of data)

11. การตีความหมายจากข้อมูล (Interpreting the data)

11.1 การคาดคะเนและอธิบายกลุ่มข้อมูล

11.2 การสรุปหลักเกณฑ์จากกลุ่มข้อมูล

11.3 การประเมินความเที่ยงตรงของข้อตกลงเบื้องต้นการ  
ทนาย และสมมติฐาน

12. การสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ (Formulating operational definitions)

12.1 เป็นคำพูด

12.2 เป็นตัวเลข

13. การแสดงข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ (Expressing data in the form of a mathematical relationship)

14. การเชื่อมโยงข้อค้นพบใหม่กับทฤษฎีที่มีอยู่ (Incorporating the new discovery into the existing theory)

จ. ปลายเปิด (Openendedness)

15. ค้นหาหลักฐานต่อไปเพื่อ (Seeking further evidence to)

15.1 เพื่อระดับความเชื่อมั่นของคำอธิบายหรือข้อสรุปหลักเกณฑ์

15.2 ทดสอบขอบเขตของคำอธิบายที่ใช้หรือข้อสรุปหลักเกณฑ์

16. การระบุปัญหาใหม่เพื่อสืบเสาะหาความรู้ของ (Identifying new problems for investigation because of)

16.1 ความต้องการที่จะศึกษาผลของตัวแปรใหม่

16.2 สิ่งที่ไม่สังเกตพบโดยบังเอิญ

16.3 ความไม่สมบูรณ์และความไม่แน่นอนของทฤษฎี

17. การนำความรู้ที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้ (Applying the discovered knowledge)

คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science, 1970: 33 - 176) ได้ศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ว่ามีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบและค้นพบสิ่งใหม่ ๆ อย่างไรบ้าง พบว่าทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามี 13 ทักษะ แบ่งออกเป็น 2 กระบวนการใหญ่ ๆ คือ

ก. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skills) ได้แก่

1. การสังเกต (Observing) คือ สามารถกระทำในสิ่งต่อไปนี้

1.1 ชี้บ่งและบอกชื่อ คุณสมบัติของสารหรือสถานการณโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง

1.2 รายงานผลของการสังเกตออกมาในรูปของจำนวน ซึ่งอ้างอิงถึงหน่วยมาตรฐานต่าง ๆ เช่น หน่วยของขนาด น้ำหนัก เวลา

1.3 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่สามารถสังเกตได้ของคุณสมบัติของสารหรือสถานการณ การสังเกตทั่วไปมักจะเกี่ยวข้องกับการกระทำบางอย่างที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่สาร สิ่งที่ต้องสังเกตอย่างระมัดระวัง คือ ลักษณะของสถานการณที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง กับลำดับก่อนหลังของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

2. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติ (Using Space Time Relationships) คือ สามารถกระทำในสิ่งต่อไปนี้

2.1 วาดภาพสามมิติของวัตถุธรรมดาได้

2.2 บ่งชี้ บอกชื่อ และสาธิตสมมาตรของเส้น (line symmetry) ของวัตถุสองมิติและสมมาตรของระนาบ (plane symmetry) ของวัตถุสามมิติได้

2.3 สร้างภาพสามมิติจากภาพสองมิติของรูปสี่เหลี่ยมได้

2.4 สร้างภาพสองมิติจากภาพสามมิติของกล่องสี่เหลี่ยมลงบนระนาบใด ๆ ได้

2.5 บอกและใช้กฎเพื่อหาความเร็วตามแนวเส้น (linear speed) ของจุดเป็นเส้นรอบวงของวัตถุทรงกลมที่กำลังหมุนได้

2.6 จับเวลาของกิจกรรมต่าง ๆ ออกมาเป็นนาทีและวินาทีได้

2.7 สร้างเวกเตอร์เพื่อแสดงการเคลื่อนที่สัมพันธ์ได้

3 การจัดจำพวก (Classifying) คือ ความสามารถในการแบ่งประเภทสิ่งของ โดยหาเกณฑ์ หรือสร้างเกณฑ์ในการแบ่งขึ้น เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดประเภทของสิ่งของมี 3 อย่าง คือ ความเหมือน (similarities) ความแตกต่าง (differences)

และความสัมพันธ์ร่วม (interrelationships) ซึ่งแล้วแต่นักเรียนจะใช้เกณฑ์ใด และสร้างโมเดลให้เกิดขึ้นด้วยว่า ของกลุ่มเดียวกันนั้นอาจแบ่งออกได้หลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ และของชิ้นหนึ่งในเวลาเดียวกันจะอยู่ได้เพียงประเภทเดียวเท่านั้น

4. การใช้จำนวนเลข (Using Numbers) คือ สามารถกระทำในสิ่งต่อไปนี้

4.1 บอกชื่อจุดบนเส้น โดยใช้เลขจำนวนเต็ม บวก ลบ ศูนย์ และเลขทศนิยม

4.2 บ่งชี้จุดบนเส้นจำนวนได้ เมื่อกำหนดเลขจำนวนเต็ม บวก ลบ ศูนย์ และเลขทศนิยมได้

4.3 บอกและใช้กฎเกณฑ์สำหรับการหาค่าเฉลี่ยของเลขจำนวนชุดหนึ่งได้ และสามารถเขียนออกมาในรูปของเส้นตรงของจำนวนได้ หรือทำการเปลี่ยนแปลงในรูปของอัตราส่วนได้ และแบ่งอัตราส่วนให้เป็นทศนิยมได้

5. การวัด (Measuring) คือ ความสามารถกระทำสิ่งต่อไปนี้

5.1 ใช้เครื่องมือธรรมดาวัดความยาว มวล เวลา ฯลฯ ได้ อย่างถูกต้องด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม ค่าที่วัดได้เรียกว่า จำนวนหลักมูล

5.2 สามารถใช้กฎเกณฑ์เพื่อคำนวณหาจำนวนอนุพันธ์ (derived quantitative) จำนวนอนุพันธ์โดยปกติแล้วไม่สามารถวัดโดยตรง ต้องใช้การวัดในข้อ 5.1 หลาย ๆ อย่างประกอบกัน แล้วจึงคำนวณหาค่าออกมา เช่น ความเร็ว ความหนาแน่น พื้นที่ ฯลฯ การวัดแบบนี้เรียกว่า การวัดทางอ้อม (indirect measurement)

5.3 แยกความหมายของความเที่ยงตรง (accuracy) และความเชื่อถือได้ (precision) ออกจากกันได้

ความเที่ยงตรง หมายถึง ผลของการวัดสอดคล้องหรือตรงต่อค่าจริงมากที่สุด ค่าจริงนี้อาจจะได้อาจมาจากการวัดโดยระมัดระวังด้วยเครื่องมือที่ดีที่สุด หรือเครื่องมือที่ถือเอาเป็นมาตรฐาน สิ่งที่มีผลกระทบกระเทือนต่อค่าความเที่ยงตรงคือ การใช้เครื่องมือ และธรรมชาติของเครื่องมือที่ใช้วัด

ความเชื่อถือได้ หมายถึง การวัดหลาย ๆ ครั้งซ้ำกันแล้วได้ผลตรงกัน โดยปกติแล้วการวัดซ้ำกันนี้มักจะไม่ได้ค่าเดียวเสมอไป ดังนั้นการรายงานผลการวัดมักจะรายงานในรูปค่าเฉลี่ย ค่าความผิดพลาดในการวัดซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวิธีการใช้เครื่องมือของผู้วัดแต่ละคน

6. การสื่อความหมาย (Communicating) คือ ความสามารถกระทำในสิ่งต่อไปนี้

- 6.1 อธิบายคุณสมบัติหรือลักษณะของวัตถุใดละเอียดเพียงพอ
- 6.2 อธิบายการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของสารใด
- 6.3 สร้างแผนที่เพื่อแสดงตำแหน่งและขนาดที่สัมพันธ์กันของวัตถุใด และสามารถบ่งชี้วัตถุและระยะทางบนแผนที่ได้
- 6.4 อธิบายความสัมพันธ์และแนวโน้มของตัวแปรบนกราฟใดสามารถอธิบายได้ทั้งกราฟที่มีตัวแปรเป็นค่าต่อเนื่อง เช่น กราฟเส้นตรง กับตัวแปรที่มีค่าไม่ต่อเนื่อง เช่น กราฟแท่ง เป็นต้น

7. การทำนาย (Predicting) คือความสามารถกระทำในสิ่งต่อไปนี้

- 7.1 ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ เมื่อมีข้อมูลอยู่จุดหนึ่งและหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในข้อมูลได้แล้ว ก็จะสามารถทำนายค่าต่าง ๆ ที่ไม่เกินขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ได้
- 7.2 ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ การทำนายทั้งสองแบบนี้จะมีความแม่นยำก็ต่อเมื่อความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกตนั้นเป็นเส้นตรงเท่านั้น ถ้าไม่เป็นสมการเส้นตรงแล้วการทำนายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ และนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ก็เป็นการเดากรรมคานั่นเอง
- 7.3 ทดสอบผลการทำนายได้ คือ การสังเกตซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพราะว่าการทำนายเป็นการคาดคะเนว่าผลการสังเกตในอนาคตจะเป็นเช่นไร การทำนายนี้มีพื้นฐานอยู่บนการสังเกต การวัด และการสรุปอ้างอิง เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกต ดังนั้นการทำนายจะเที่ยงตรงแม่นยำก็ต่อเมื่อสังเกตได้อย่างละเอียดรอบคอบ และมีกระบวนวิธี

8. การสรุปอ้างอิง (Inferring) คือ ความสามารถกระทำในสิ่งต่อไปนี้

8.1 ทำการสรุปอ้างอิงหลาย ๆ แบบจากข้อมูลที่สังเกตมาได้ 1 ชุด

8.2 ชี้บ่งการสังเกตที่สนับสนุนการสรุปอ้างอิงนั้น ๆ

8.3 อธิบายและแสดงให้เห็นการสังเกตเพิ่มเติมเพื่อทดสอบการสรุปอ้างอิง

8.4 บ่งชี้การสรุปอ้างอิงที่ควรยอมรับ ไม่ยอมรับ หรือควรจะปรับปรุงภายหลังจากที่ได้สังเกตเพิ่มเติม

ข. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (The Integrated Process Skills) ไคแก

1. การควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) คือ ความสามารถกระทำในสิ่งต่อไปนี้

1.1 บ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมหรือคุณสมบัติของระบบ

1.2 บ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ ว่าเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตามหรือตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ในการทดลองนั้น ๆ

1.3 สามารถแยกได้ว่าสภาวะการณ์ไหนที่ทำให้ตัวแปรไม่คงที่ และสภาวะการณ์ไหนจะทำให้ตัวแปรไม่คงที่

1.4 สามารถสร้างวิธีการทดสอบหาผลที่เกิดจากตัวแปรอิสระหนึ่งตัวหรือหลายตัว

1.5 บ่งชี้หรือบอกชื่อได้ว่า ตัวแปรไหนที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ในการทดลองนั้น ๆ ถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในแบบเดียวกันในทุก ๆ กรณี หรือกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการสุ่มมาแล้วก็ตาม



2. การแปลความหมายจากข้อมูล (Interpreting Data) คือ  
ความสามารถกระทำสิ่งต่อไปนี้

2.1 อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปต่าง ๆ ได้ เช่น  
กราฟ ตารางข้อมูล รูปภาพ ฯลฯ ใช้ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน พิสัย ได้ และทำนาย  
สรุป อ่างอิง หรือสร้างสมมติฐานจากข้อมูลเหล่านี้ได้

2.2 แยกความสัมพันธ์แบบเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรงได้

2.3 อธิบายข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากความชันของกราฟได้

2.4 ใช้กฎเพื่อหาความชันของกราฟเส้นตรงได้

2.5 บอกชื่อ ตำแหน่ง ของจุดต่าง ๆ ในกราฟสามมิติได้

2.6 สร้างกราฟสามมิติได้ เมื่อกำหนดตำแหน่งของจุดต่าง ๆ ให้

3. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) คือความสามารถ  
กระทำในสิ่งต่อไปนี้

3.1 สร้างสมมติฐานซึ่งเป็นการสรุปรวบยอดจากผลการสังเกตหรือ  
การสรุปอ้างอิงได้

3.2 สร้างและแสดงให้เห็นถึงวิธีที่จะตรวจสอบสมมติฐานได้

3.3 สามารถแยกการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐานและไม่สนับสนุน  
ออกจากกันได้

3.4 สามารถปรับปรุงสมมติฐานได้ภายหลังจากการสังเกตหรือ  
ภายหลังการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้

4. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)  
คือ ความสามารถกระทำในสิ่งต่อไปนี้

4.1 สามารถแยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่นิยาม  
เชิงปฏิบัติการได้

4.2 สามารถบ่งชี้ตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ  
แต่ละครั้ง เมื่อกำหนดสมมติฐาน การสรุปอ้างอิง ปัญหา กราฟ หรือจากตารางข้อมูลได้

4.3 สามารถสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการซึ่งอธิบายถึงวิธีการปฏิบัติ  
 มโนคติของวัตถุหรือสมมติของวัตถุที่ใช้ในกระบวนการนั้นอย่างสมบูรณ์

5. การทดลอง (Experimenting) คือ ความสามารถกระทำในสิ่ง  
 ต่อไปนี้

สามารถตั้งปัญหา บ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ ที่จะต้องควบคุมสร้างนิยาม  
 ปฏิบัติการตามที่ต้องการ สามารถสร้างและแสดงให้เห็นการทดลอง การรวบรวมและ  
 การตีความหมายข้อมูลได้ เมื่อกำหนดสมมติฐานไว้ สามารถเขียนรายงานผลการทดลอง  
 ซึ่งรวมถึงการอภิปรายผลว่าข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่

สสวท (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารโรเนียว :  
 1 - 16) ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการให้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ชั้น  
 ในปี พ.ศ. 2513 ทั้งนี้สถาบันฯ ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์  
 ควรเน้นเนื้อหาวิชาและกระบวนการวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้นหลักสูตรที่ได้รับ  
 การปรับปรุงแล้วจึงนำเอาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน  
 วิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง ประกอบด้วย 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง  
 รวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือ  
 ประสบการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่  
 ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งได้ 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับ  
 ลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้  
 อย่างถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสม  
 ในการวัดด้วย

3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือ  
 สิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าว  
 อาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่หรือกินที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุหนึ่งกับสเปสของอีกวัตถุหนึ่ง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่หน้ากระจกกับเงาว่าเป็นชายขวาของกันและกันอย่างไร

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลาก็คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา เช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนไปเป็นเวลา 10 วัน

5. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณหาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่

การสื่อความหมายข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคาดบลงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การสรุปคาดบลงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยหลักการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็นกฎ และหลักการ

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของตัวแปรหรือค่าต่าง ๆ ให้สามารถหาการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรอิสระ ตัวแปรตามในสมมติฐาน หนึ่ง ๆ

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่ยังไม่ต้องการศึกษา

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง การทดสอบสมมติฐานซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบ การทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การรวบรวม การจัด กระจาย และสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูล หรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้ จากการทดลอง

จากเอกสารที่กล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็น วิธีการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศได้พยายามนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เพื่อฝึกฝนและพัฒนานักเรียนให้มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ แต่ละท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แตกต่างกันออกไป และแบ่ง ออกเป็นหลายทักษะด้วยกัน หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เน้นตามแนวของสมาคม AAAS (The American Association for the Advancement of Science) ซึ่งกำหนดทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสิ่งใหม่ ๆ มีทั้งหมด 13 ทักษะดังกล่าวนำมาแล้วข้างต้น

## เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่าน ได้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

อิงลิช และอิงลิช (English and English. 1958 : 480) ได้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นเจตคติที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้าหรือแสวงหาความจริงยิ่งกว่าที่จะหวังว่าสิ่งใดควรจะเป็นจริง

สสวท (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2517 : 2 - 4) ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความคิดเห็นหรือท่าทีซึ่งจำเป็นต้องใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ประกอบที่แสดงต่อเนื้อหาวิชาและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 55) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่กำหนดการแสดงพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ในกระบวนการแสวงหาความรู้

### ลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่าน กล่าวถึงคุณลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

วิกเตอร์ และจอร์จ (Victor and George. 1975 : 155 - 156) ได้สรุปไว้ว่า ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะมีพฤติกรรมดังต่อไปนี้

1. มีเหตุผล
  - 1.1 เชื่อในคุณค่าของเหตุผล
  - 1.2 มีแนวโน้มที่จะทดสอบความเชื่อเก่า ๆ
  - 1.3 แสวงหาเหตุผลของปรากฏการณ์ธรรมชาติและความสัมพันธ์ของ

สาเหตุนั้น

- 1.4 ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ที่มีเหตุผล
- 1.5 ท้าทายให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง
2. มีความอยากรู้อยากเห็น
  - 2.1 มีความพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม
  - 2.2 ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้ที่สมบูรณ์
  - 2.3 มีความต้องการที่จะหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ
3. มีใจกว้าง
  - 3.1 เค็มใจที่จะทบทวนหรือเปลี่ยนความคิดเห็นและข้อสรุป
  - 3.2 เค็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ
  - 3.3 ยอมรับความคิดเห็นหรือวิธีการแปลก ๆ
4. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง
  - 4.1 สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ
  - 4.2 ไม่น่าสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับ การตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์
  - 4.3 ไม่ยอมให้ความชอบ หรือ ไม่ชอบส่วนตัวมีอิทธิพลเหนือการตัดสินใจ
5. มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ
  - 5.1 ไม่เค็มใจที่จะสรุปผลก่อนที่จะมีหลักฐานเพียงพอ
  - 5.2 ไม่เค็มใจที่จะยอมรับความจริงต่าง ๆ เมื่อไม่มีข้อสนับสนุนมาพิสูจน์ให้เห็นจริง
  - 5.3 หลีกเลี่ยงการสรุปและการตัดสินใจอย่างรวดเร็ว
6. ไม่เชื่อในโชคกลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ โดยไม่ยอมรับความเชื่อเกี่ยวกับโชคกลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ ที่อธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้

แบบยั้งยืน

สสวท (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2517 : 2 - 4)  
ได้แบ่งเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะใหญ่ ๆ 2 ประการ คือ

1. เจตคติที่เกิดจากการใช้ความรู้
2. เจตคติที่เกิดจากความรูสึก

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ ดังนี้

เจตคติทางบวก	เจตคติทางลบ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. กฎเกณฑ์ทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นเพียงการประมาณที่ใกล้ความจริง และอาจเปลี่ยนแปลงได้</li> <li>2. การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในทางวิทยาศาสตร์นั้น ต้องอาศัยการสังเกตทดลองเป็นพื้นฐาน ซึ่งบางครั้งก็ไม่สามารถอธิบายได้</li> <li>3. ผู้ดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์นั้น ต้องมีความซื่อสัตย์ทางปัญญา โดยถือผลการสังเกต ทดลองตามที่เกิดขึ้น โดยปราศจากอคติ ซึ่งไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้อื่น แต่พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นเมื่อมีหลักฐานเพียงพอ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. กฎเกณฑ์ ทฤษฎี และหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงไม่ได้</li> <li>2. การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในทางวิทยาศาสตร์นั้น อยู่ในวิสัยที่จะทำได้ทุกเมื่อ ดังนั้นจึงสามารถให้คำตอบที่ถูกต้องได้ทั้งหมด</li> <li>3. ผู้ดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จะต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับผู้อื่น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ และขอเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์</li> </ol>

เจตคติทางบวก	เจตคติทางลบ
<p>4. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่<sup>จะ</sup>ก่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ คุณค่าสำคัญ<sup>จะ</sup>จึงอยู่<sup>ที่</sup>การสร้างทฤษฎี</p>	<p>4. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์<sup>มุ่ง</sup>พัฒนาเทคโนโลยี คุณค่าสำคัญ<sup>จะ</sup>จึงอยู่<sup>ที่</sup>การประยุกต์<sup>ใช้</sup>ทฤษฎี</p>
<p>5. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์<sup>จะ</sup>มีมากขึ้นถ้าได้รับการสนับสนุนจากคน<sup>ทั่วไป</sup> อันที่จริงคน<sup>ทั่วไป</sup>สามารถเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นจึงควร<sup>ให้</sup>เขาตระหนักถึงลักษณะและกระบวนการวิทยาศาสตร์</p>	<p>5. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์<sup>จะ</sup>มีมากขึ้นเพียงใดหรือไม่นั้น ไม่จำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากคน<sup>ทั่วไป</sup> อันที่จริงคน<sup>ทั่วไป</sup>ไม่สามารถเข้าใจวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึง ไม่จำเป็นต้อง<sup>ให้</sup>เขาตระหนักถึงลักษณะและกระบวนการวิทยาศาสตร์</p>
<p>6. การเป็นนักวิทยาศาสตร์<sup>ที่ดี</sup> หรือการทางาน<sup>ที่</sup>ต้องใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์<sup>ที่ดี</sup> เป็นที่น่าสนใจและมีคุณค่าต่อชีวิต ดังนั้น การทางาน<sup>ที่</sup>ทางานวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่ง<sup>ที่</sup>พึงปรารถนา</p>	<p>6. การเป็นนักวิทยาศาสตร์<sup>ที่ดี</sup> หรือการทางาน<sup>ที่</sup>ต้องใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์<sup>ที่ดี</sup> เป็นที่น่าเบื่อหน่าย งาน<sup>ที่</sup>เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เหมาะสำหรับคนที่<sup>มี</sup>สติปัญญาสูง ซึ่งมีความ<sup>ที่</sup>เต็มใจที่จะใช้เวลา<sup>ที่</sup>ส่วนใหญ่<sup>ที่</sup>เพื่องานนั้น</p>

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์  
ทบวงมหาวิทยาลัย (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 . 55 - 57) กล่าวว่า คุณลักษณะสำคัญ  
ของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. มีเหตุผล
  - 1.1 เชื่อในความสำคัญของเหตุผล

1.2 ไม่เชื่อโชคกลาง คาท่านาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

1.3 แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุ นั้นกับผลที่เกิดขึ้น

1.4 ต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเป็นอย่างไร และทำไม จึงเป็นอย่างนั้น

2. มีความอยากรู้อยากเห็น

2.1 มีความพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม

2.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม

2.3 ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้ที่สมบูรณ์แบบ ยิ่งขึ้น

2.4 { ให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหา สำคัญในชีวิตประจำวัน

3. มีใจกว้าง

3.1 ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์ และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและ ข้อเท็จจริง

3.2 เฝ้ามองที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ

3.3 เฝ้ามองที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น

3.4 ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่คนพบในปัจจุบัน

4. มีความซื่อสัตย์และใจเป็นกลาง

4.1 สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ

4.2 ไม่นาสภาพสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับ การตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

4.3 ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวว่ามีอิทธิพลเหนือการตัดสินใจ  
สิ่งใด ๆ

4.4 มีความมั่นคง หนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์

4.5 เป็นผู้ซื่อตรง ออกทน ยุติธรรม และละเอียดรอบคอบ

5. มีความเพียรพยายาม

5.1 ทำกิจการงานที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์

5.2 ไม่ทอดทิ้งเมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว

5.3 มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้

6. มีความละเอียดรอบคอบก่อนการตัดสินใจ

6.1 ใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ

6.2 ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มีการพิสูจน์

ที่เชื่อถือได้

6.3 หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

แนวทางในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (กระทรวงศึกษาธิการ 2521 : 45) มีการกำหนดจุดประสงค์ข้อหนึ่งว่า "เพื่อให้เกิดเจตคติที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์" เพราะฉะนั้นจึงเป็นหน้าที่โดยตรงของครูวิทยาศาสตร์ที่จะต้องพยายามปลูกฝังให้นักเรียนเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนมีแนวปฏิบัติได้ดังต่อไปนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลอง ให้นักเรียนมีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไปควบคู่ในเวลาเดียวกัน

2. การมอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทุกการทดลองควรให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อฝึกการทำงานร่วมกับคนอื่น พังความคิดเห็น

ของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และขณะที่นักเรียนทำการทดลองนั้น ครูต้องคอยดูแล หรือให้ความช่วยเหลือบางอย่าง เพื่อจะได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ขณะนั้นด้วย

3. การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ก็ เช่น ขณะที่นักเรียนเรียนเรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต ในหัวข้อที่ว่าทำไมจึงต้องมีการย่อยอาหาร ในบทเรียนนี้ครูอาจตั้งคำถามถามนักเรียนว่า ทำไมแพทย์จึงแนะนำให้คนไข้กินอาหารอ่อน ๆ เช่น ข้าวต้ม โจ๊ก นักเรียนเคยเห็นแพทย์ให้กลูโคสทางเส้นเลือดกับคนไข้ไหม ทำไมจึงต้องทำเช่นนั้น

4. ขณะทำการสอนควรนำหลักจิตวิทยาการศึกษามาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์หลาย ๆ ด้าน หรือฝึกประสาทสัมผัสหลาย ๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ เพื่อเร้าใจให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น การให้ความเอาใจใส่จากครู ฯลฯ เหล่านี้จะเป็นพลังสำคัญส่วนหนึ่งต่อการพัฒนาเจตคติได้

5. ในการสอนแต่ละครั้งพยายามสอดแทรกลักษณะของเจตคติแต่ละลักษณะ ตามความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียน และวัยของนักเรียน กับให้มีการพัฒนาลักษณะเจตคตินั้น ๆ ด้วย

6. นำตัวอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นปัญหาสังคม เช่น ปัญหาการจราจรติดขัดในกรุงเทพฯ แล้วให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อหาทางแก้ปัญหาดังกล่าว จากการตั้งข้อสังเกตของนักเรียนเอง หรือนักเรียนอาจจะประมวลจากประกาศของทางราชการ หรือสื่อมวลชนก็ได้ เพื่อฝึกแนวคิดของนักเรียนครูควรเสนอกระบวนการแก้ปัญหา ได้แก่

- ก. กำหนดตัวปัญหา
- ข. ตั้งสมมติฐานหลาย ๆ ข้อ เพื่อหาคำตอบ
- ค. ททำการทดลอง
- ง. รวบรวมข้อมูล

จ. จักกระทำและตีความหมายจากข้อมูล

ฉ. สรุป

หลังจากได้มีการสรุปเรื่องนี้แล้วครูควรอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเห็นว่าทุกชั้นตอนมีลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปพัฒนากับตนเองได้

7. เสนอแนะแบบอย่างของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนอาจศึกษาหรือเลียนแบบอย่างได้ เช่น นักวิทยาศาสตร์ ครู บิคา มรรคา เพื่อนักเรียน ฯลฯ (ทรวงมหาวิทยาลัย 2525 : 57 - 58)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

★ คาห์น (Kahn. 1962 : 115 - 127) ได้ทดลองวิธีสอนที่จะช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 7 และ 8 โดยสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการนำเข้าสู่เหตุการณ์ในปัจจุบัน (Current Events Approach) ให้นักเรียนกลุ่มทดลอง และสอนด้วยวิธีธรรมดาแก่นักเรียนกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่าไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มทดลองมีความต้องการที่จะทดสอบสิ่งต่าง ๆ มากกว่า รู้จักสังเกตรอบคอบมากขึ้นกว่าเดิม ไม่เชื่อโชคลางและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ มีความคิดเห็นส่วนตัวมากขึ้น การสรุปสิ่งต่าง ๆ ต้องมีข้อมูลเพียงพอ

วอลเตอร์ (Walter. 1966 : 994-A - 995-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีต่างกัน นักเรียนกลุ่มทดลองจะเรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับเอกสารคำแนะนำในวิธีการมองปัญหา แก้นปัญหา แต่ไม่มีการบรรยาย ไม่ใช่ตำราเรียน ไม่มีการกำหนดงานเป็นการบ้าน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมจะเรียนโดยวิธีบรรยาย การกำหนดงานมี

การบ้าน มีการให้ทำปฏิบัติการบ้าง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 112 คน จัดกลุ่มโดยการจับคู่ตามเพศ คะแนนเฉลี่ย ความถนัดทางการเรียน ความสามารถในการอ่าน ผลการวิจัยกลุ่มทดลองมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในค่านีมีเหตุผลไม่เชื่อถือโซกลาง สูงกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีทักษะในการเรียน การแก้ปัญหา และการใช้ความคิดเชิงวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีผลสัมฤทธิ์ค่านีเนื้อหาวิชาต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

X แวนเนค (Vanek. 1974 : 1522-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในชนบทระดับเกรด 3 จำนวน 54 คน ระดับเกรด 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยการทำกิจกรรม กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้หนังสือ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

โรลีย์ (Riley. 1975 : 5152-A) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนฝึกหัดครู 2 วิธี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือปฏิบัติการจริง ๆ ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยทฤษฎีวิทยาศาสตร์ทั่วไป หลังจากนั้นให้ตอบแบบสอบถาม 4 ฉบับ เพื่อศึกษาตัวแปร 5 ชนิด คือ ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่ 3 แต่ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

☆ ลูคัส (Lucas. 1975 . 6530-A - 6531-A) ได้ศึกษาผลการอบรมในโปรแกรมการสอนอุทุนิยมวิทยาแก่นักเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์เฟิร์นแบงค์ (Fernbank Science Center) ในแง่เจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยการพิจารณาตัวแปร

7 คิวแปร์ ไคแก คะแนนความรอบรู้ทางวิชาการ (The Scholastic Aptitude) ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อศูนย์วิทยาศาสตร์เฟิร์นแบงค์ เจตคติต่อวิชาอุศุนิยมวิทยา ผลสัมฤทธิ์วิชาอุศุนิยมวิทยา เจตคติของครูต่อวิทยาศาสตร์ และการสอนวิทยาศาสตร์ วิธีการวิจัยใช้แบบกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Pre-test - Post-test Control group design) กับครู 8 คน และนักเรียนเกรด 6 จำนวน 493 คน โดยครูจะเป็นผู้เลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเอง ผลการวิจัยพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ในวิชาอุศุนิยมวิทยาคด้วย นักเรียนที่มีความรู้ทางวิชาการสูงหรือมีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์สูง จะมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงด้วย

⊙ วิคเตอร์ และจอร์จ (Victor and George. 1975 : 157 - 161) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนระดับมัธยมศึกษา กับนักศึกษา มหาวิทยาลัย และครูวิทยาศาสตร์ ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามวิธีของ เทอร์สโตน (Thurstone) โดยสร้างข้อความทั้งเชิงนิเสธและเชิงนิมาน จำนวน 36 ข้อ ไปทำการทดสอบ ผลปรากฏว่า นักศึกษาของมหาวิทยาลัยกับครูวิทยาศาสตร์มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนระดับมัธยมศึกษา กับนักศึกษามหาวิทยาลัย มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แวนนิค (Jacknlcke. 1975 : 3040-A) ได้ศึกษาผลที่เกิดจากการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับเกรด 2 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม สอนวิทยาศาสตร์แก่กลุ่มทดลอง โดยใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบธรรมดา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลอง

ควิน และจอร์จ (Quinn and George, 1975 . 289-296) ได้ทำการวิจัย เพื่อประเมินผลวิธีการสอนการสร้างสรรค์สมมติฐานของนักเรียนระดับประถมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นมาตราส่วนวัดคุณภาพของสมมติฐาน (Hypothesis Quality Scale) สร้างโดยผู้วิจัย เครื่องมือนี้มีความเที่ยงตรง 0.94 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนเกรด 6 ของโรงเรียนคาซอลิก ในเขตที่มีสภาพทางสังคมต่ำ 2 ห้องเรียน และจากโรงเรียนคาซอลิกในเขตที่มีสภาพทางสังคมสูง 2 ห้องเรียน หากการศึกษาโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม แยกเป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้สอนการสร้างสรรค์สมมติฐาน และกลุ่มทดลอง ซึ่งสอนการสร้างสรรค์สมมติฐาน จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนการสร้างสรรค์สมมติฐานจะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานที่มีคุณภาพดีกว่าพวกที่ไม่ได้รับการสอน และความสามารถในการตั้งสมมติฐานมีความสัมพันธ์กับสภาพทางสังคม สติปัญญา คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการอ่าน กล่าวคือ นักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดี จะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานดีกว่านักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ นักเรียนที่มีสติปัญญาดีมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการอ่านสูง จะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานดีกว่านักเรียนที่มีสติปัญญาไม่ดี มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีความสามารถในการอ่านต่ำ

เกเบล และรับบา (Gabel and Rubba, 1977 : 503 - 511) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการสอน และประสิทธิผลการฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยอินเดียนา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ในปีการศึกษา 1975 จำนวน 58 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรับปรุงโดยสมาคม AAAS ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) พบว่า นักศึกษาคณะที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม จะมีผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม จากผล

การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า ครูสามารถฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เหล่านี้ได้ ถ้าได้รับการเน้นหนักทางทักษะในวิชาวิทยาศาสตร์

### งานวิจัยในประเทศ

★ กัญญา สุทธินิเทศก์ (กัญญา สุทธินิเทศก์ 2507 : 75 - 81) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชั้นละ 300 คน ผลการวิจัยพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่า 0.36 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่า 0.57 แสดงว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์น้อย และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ควย

★ สมพงษ์ รุจิรวรรณ (สมพงษ์ รุจิรวรรณ 2516 : 51 - 54) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ พฤติกรรมด้านความเป็นผู้นำ ความตั้งใจเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร โรงเรียนปากช่อง และโรงเรียนรุ่งอรุณวิทยา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 417 คน ผลการวิจัยพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มนักเรียนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

★ สัญญา ทิพย์เสนา (สัญญา ทิพย์เสนา 2517 : 55 - 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการสอนแบบเดิม โดยการทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวน-สอบสวน กลุ่มควบคุม จำนวน

33 คน ใช้วิธีสอนแบบเกม ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2519 : รายงานการวิจัยฉบับที่ 10) ได้ทำการเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนหลักสูตร วิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2503 กับนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ปี พ.ศ. 2518 ที่ สร้างโดย สสวท และเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบของ IEA

(The Internal Association for the Evaluation of Education Achievement) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2518 มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2503 และจากการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อสอบแล้วพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรปี พ.ศ. 2518 มีความสามารถในการคิด การทดลอง การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาได้ก็

ศึกษาลิขน์ มณีพันธุ์ (ศึกษาลิขน์ มณีพันธุ์ 2519 : 58) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการศึกษาเปลี่ยนแปลงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 72 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 36 คน กลุ่มควบคุม 36 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียน กลุ่มทดลองมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่นักเรียน กลุ่มควบคุมมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่เปลี่ยนแปลง

✱ จริญ สวัสดิ์ถาวร (จริญ สวัสดิ์ถาวร 2520 . 59 - 60) ได้ศึกษาผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ในเขตการศึกษา 3 เปรียบเทียบระหว่างเพศ ศาสนา และศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 378 คน เป็นชาย 176 คน หญิง 200 คน ผลการวิจัยพบว่า

เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

นอยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ (นอยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ 2521 : 76) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 300 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน สามารถพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหา และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้

บุญรัตน์ ศิริอาชากุล (บุญรัตน์ ศิริอาชากุล 2522 : 55) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตการศึกษา 6 โรงเรียนรัฐบาล สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยการจับสลากเลือกโรงเรียนตัวอย่างมา 8 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาชั้นละ 713 คน นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีความเชื่อมั่น 0.83 และแบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของ สสวท. ซึ่งมีความเชื่อมั่น 0.66 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยค่าซี (Z-test)

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เอกมาศ วรานุสันติกุล (เอกมาศ วรานุสันติกุล 2523 : 48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามการประเมินของครู ผลการวิจัยพบว่าทักษะ

กระบวนการวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลงานวิจัยของต่างประเทศและของไทยที่กล่าวมาแล้วได้ดังนี้

1. การสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีการทดลอง ให้อำนาจกิจกรรม วิธีสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (Inquiry method) และวิธีสอนแบบแก้ปัญหา (Problem Solving method) ช่วยให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่านักเรียนที่ถูกสอนโดยวิธีบรรยาย
2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กัน
3. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ โดยการนำเข้าสู่เหตุการณ์ในปัจจุบันจะช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

จากข้อสรุปดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์พหุคูณระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบแน่ชัดว่ามีความสัมพันธ์กันแบบใดมากน้อยเพียงใด โดยเฉพาะความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นี้ จะช่วยให้ได้สมการพยากรณ์ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอย่างยิ่ง

### สมมติฐานของการศึกษาครั้งนี้

1. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์กันทางบวก
2. สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสมการเชิงเส้นตรง
3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์กันทางบวก

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 5,300 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 456 คน ซึ่งเทียบจากตาราง Sample Size หน่วยของการสุ่ม (Sample Units) เป็นห้องเรียนโดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 จำแนกโรงเรียนทั้งหมด 29 โรงเรียน ออกเป็นขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก ตามเกณฑ์มาตรฐานโรงเรียนมัธยมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ปี พ.ศ. 2521 กล่าวคือ

โรงเรียนขนาดใหญ่ มีจำนวนนักเรียน 2501 คนขึ้นไป มี 3 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดกลาง มีจำนวนนักเรียน 1501-2500 คน มี 5 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดเล็กมีจำนวนนักเรียนไม่เกิน 1500 คน มี 21 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 สุ่มโรงเรียนแต่ละขนาดออกมาเป็นอัตราส่วน 1 : 2 : 7 ตามลำดับ จะได้โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 10 โรงเรียน

ขั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียนในแต่ละโรงเรียนที่สุ่มได้ในขั้นที่ 2 จะได้ห้องเรียนทั้งสิ้น 13 ห้องเรียน เมื่อรวมจำนวนนักเรียนแล้วจะได้จำนวนนักเรียน 456 คน ดังรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจากแ่กตามอำเภอและขนาดโรงเรียน

โรงเรียน	อำเภอ	จำนวนนักเรียน
<u>ขนาดใหญ่</u> อุดมวิทาลัย	เมือง	83
<u>ขนาดกลาง</u> ท่าเรือ "นิตยานุกุล"	ท่าเรือ	76
บางปะอิน "ราชานุเคราะห์ 1"	บางปะอิน	73
<u>ขนาดเล็ก</u> อุทัย	อุทัย	31
วิเชียรกลิ่นสุคนธ์อุปถัมภ์	วังน้อย	33
มหาราช "ประชานิมิต"	มหาราช	30
บางไทรวิทยา	บางไทร	34
นครหลวง "อุดมรัชต์วิทยา"	นครหลวง	37
ปากกระวานวิทยา	เมือง	25
บางบาล	บางบาล	34
รวม		456

### เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบทดสอบทักษะของ สสวท และ กิ่งฟ้า สิ้นชูวงศ์ โดยดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษานิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะต่าง ๆ ตามแนว สสวท ( ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป : 1 - 16) ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสิ่งใหม่ ๆ 13 ทักษะ

ครั้งนี้ 5 ทักษะ คือ ทักษะการจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็น จากข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลองและทักษะการตีความหมายข้อมูลและ จงข้อสรุป

1.2 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จากหนังสือ และเอกสารต่าง ๆ พร้อมทั้งขอคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ

1.3 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก ทั้ง 5 ทักษะ จำนวน 60 ข้อ

1.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยการ ตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน โดยยึดนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นเกณฑ์

1.5 นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจแก้แล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุชานุสรณ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 137 คน ใช้เวลาทดสอบ  $1\frac{1}{2}$  ชั่วโมง

1.6 การวิเคราะห์แบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบวิเคราะห์รายข้อ (Item analysis) ใช้เทคนิค 27% เป็นกลุ่มสูง ( $P_H$ ) และกลุ่มต่ำ ( $P_L$ ) นำไปเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุงเก้ ฟาน (Fan, 1952 . 1 - 32) เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป จำนวน 37 ข้อ ประกอบ ทักษะต่าง ๆ ดังนี้

1.6.1 ทักษะการจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7 ข้อ

1.6.2 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 8 ข้อ

1.6.3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน 7 ข้อ

1.6.4 ทักษะการทดลอง 8 ข้อ

1.6.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 7 ข้อ

1.7 หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ใช้สูตร Kuder Richardson (KR - 20) ได้ค่าความเชื่อมั่น .8110

### ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (๐) เมื่อต้มน้ำที่ชายหาดบางแสน น้ำเดือดที่อุณหภูมิ  $100^{\circ}\text{C}$  แต่เมื่อต้มน้ำที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ปรากฏว่าน้ำเดือดที่อุณหภูมิ  $95^{\circ}\text{C}$  และต้มน้ำที่ยอดเขาอินทนนท์ปรากฏว่าน้ำเดือดที่อุณหภูมิ  $90^{\circ}\text{C}$  ถ้าท่านอยากทราบว่าจุดเดือดของของเหลวอย่างอื่นนอกจากน้ำจะอยู่ในหลักการเดียวกันหรือไม่ สมมติฐานที่ตั้งขึ้นควรจะเป็นอย่างไร

- ก. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะลดลงจากเดิมแห่งละ  $5^{\circ}\text{C}$
- ข. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะลดลงเมื่อต้มในที่สูงขึ้น
- ค. จุดเดือดของของเหลวอย่างเดียวกันจะลดลงจากเดิมแห่งละเท่า ๆ กัน
- ง. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะลดลงเมื่อความดันของอากาศสูงขึ้น
- จ. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อต้มในที่ต่างกัน

ข้อ (๐๐) ถ้าแรงโน้มถ่วงของโลกลดลงกว่าปัจจุบัน ผลจะเป็นอย่างไร

- ก. วัตถุจะเบาลง
- ข. วัตถุจะตกเร็วขึ้น
- ค. นกจะบินเร็วขึ้น
- ง. ผิวโลกจะมีอากาศมากขึ้น
- จ. คนจะกระโดดจากพื้นได้ต่ำกว่าปกติ

### เกณฑ์การให้คะแนน

ตอบถูกให้คะแนนข้อละ 1 ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้คะแนน 0

2. แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่หน่วยทดสอบและประเมินผลสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างขึ้นโดยอาศัยแนวคิด

ของ Richard W. Moore and Frank X. Suttman (สสวท รายงานการสร้งแบบ  
สอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เอกสารโรเนียว 2517 : 9) แบบสอบถามชุดนี้  
มีข้อความอยู่ 60 ข้อ แบ่งออกเป็น 6 หมวด ๆ ละ 10 ข้อ ในแต่ละหมวดประกอบ  
ด้วยข้อความที่แสดงถึงเจตคติทางบวกและทางลบอย่างละ 5 ข้อ มีความเชื่อมั่น

(Reliability) เท่ากับ .7219 และ .7592 ซึ่งคำนวณโดยวิธี Coefficient  
alpha ( $\alpha$ ) และโดยวิธี Split half ตามลำดับ ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง  
(Construct Validity) มาจากเกณฑ์การพิจารณาความถูกต้อง โดยผู้  
ชำนาญทางวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ของ สสวท

ลักษณะแบบสอบถาม เป็นข้อความที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์  
ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือทำที่และความรู้สึกต่อข้อความนั้น ๆ โดยนักเรียนจะต้อง  
ใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการตอบ

#### ตัวอย่างข้อความ

คำชี้แจง นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย กับข้อความในแต่ละข้อมากน้อย  
เพียงใด

ถ้านักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความนั้นก็ให้เขียน  ล้อมรอบ 1 ใน  
กระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง ① 2 3 4

ถ้านักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นก็ให้เขียน  ล้อมรอบ 2 ในกระดาษคำตอบ  
ดังตัวอย่าง 1 ② 3 4

ถ้านักเรียนไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้นก็ให้เขียน  ล้อมรอบ 3 ในกระดาษ  
คำตอบ ดังตัวอย่าง 1 2 ③ 4

ถ้านักเรียนไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความนั้นก็ให้เขียน  ล้อมรอบ 4 ใน  
กระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง 1 2 3 ④

ข้อ (0) การเรียนวิทยาศาสตร์และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ให้ความ  
พึงพอใจแก่ชาวเรา

ข้อ (00) นักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้

### เกณฑ์การให้คะแนน

สำหรับข้อความที่เป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทางบวก กำหนดให้

<u>เห็นควยอย่างยิ่ง</u>	กับข้อความนั้น	ให้ 4 คะแนน
<u>เห็นควย</u>	กับข้อความนั้น	ให้ 3 คะแนน
<u>ไม่เห็นควย</u>	กับข้อความนั้น	ให้ 2 คะแนน
<u>ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง</u>	กับข้อความนั้น	ให้ 1 คะแนน

สำหรับข้อความที่เป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทางลบ กำหนดให้

<u>ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง</u>	กับข้อความนั้น	ให้ 4 คะแนน
<u>ไม่เห็นควย</u>	กับข้อความนั้น	ให้ 3 คะแนน
<u>เห็นควย</u>	กับข้อความนั้น	ให้ 2 คะแนน
<u>เห็นควยอย่างยิ่ง</u>	กับข้อความนั้น	ให้ 1 คะแนน

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521

(กระทรวงศึกษาธิการ 2520 : 45 - 51) แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 6 (กรมวิชาการ 2524 : 55 - 113) และคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2 (สสวท 2521 : 66 - 125)

3.2 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จากหนังสือและเอกสาร

3.2.1 เทคนิคการวัดผลของ ซวาล แพร์ตกุล (ซวาล แพร์ตกุล 2518 : 183 - 236)

3.2.2 เทคนิคการเขียนข้อสอบปรนัยของ ซวาล แพร์ตกุล (ซวาล แพร์ตกุล 2520 : 11 - 256)

3.2.3 หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่ของ ประวิตร ชูศิลป์ (ประวิตร ชูศิลป์ 2524 : 22 - 55)

3.2.4 เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8 - 15 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาศึกษาศาสตร์ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาศึกษาศาสตร์ 2526 : 289 - 329)

3.3 วิเคราะห์หลักสูตร โดยให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้นำหนักเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรของ สสวท

3.4 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 บทที่ 17 เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 5 คำเลือก วัดเฉพาะด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้จำนวน 90 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบไปหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ คือครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และอาจารย์ผู้สอนวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มศว ประสานมิตร จำนวน 7 ท่าน

3.6 นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุชนานุสรณ์ จำนวน 126 คน ใช้เวลาทดสอบ 2 คาบ

3.7 การวิเคราะห์แบบทดสอบ นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบวิเคราะห์รายข้อ (Item analysis) ใช้เทคนิค 27% เป็นกลุ่มสูง ( $P_H$ ) และกลุ่มต่ำ ( $P_L$ ) นำไปเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Fan, 1952 : 1 - 32) เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป จำนวน 50 ข้อ

3.8 นำข้อสอบที่เลือกไว้วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นใช้สูตร Kuder - Richardson (KR - 20) ได้ค่าความเชื่อมั่น .9151

#### ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (0) กลจักรก๊าซโซลีนโซเชื้อเพลิงชนิดใด

- |                |                     |
|----------------|---------------------|
| ก. น้ำมันก๊าด  | ง. น้ำมันเบนซิน     |
| ข. น้ำมันเตา   | จ. น้ำมันปิโตรเลียม |
| ค. น้ำมันดีเซล |                     |

ข้อ (oo) สาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้โดยสารรถเมล์เอนไปข้างหน้า เมื่อรถหยุดอย่างกะทันหัน

- ก. เพราะรถเมล์มีความเฉื่อย
- ข. เพราะผู้โดยสารรถเมล์มีความเฉื่อย
- ค. เพราะผู้โดยสารรถเมล์มีโมเมนตัม
- ง. เพราะผู้โดยสารรถเมล์มีพลังงานจลน์
- จ. เพราะรถเมล์แล่นด้วยความเร็วสูง

### เกณฑ์การให้คะแนน

ตอบถูกให้คะแนนข้อละ 1 ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้คะแนน 0

### การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. นำหนังสือแนะนำตัวจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ไปติดต่อกับคณาธิการจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและผู้บริหารโรงเรียนต่างๆ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขออนุญาตแบบสอบถามและแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับไปทดสอบพร้อมทั้งนัดวันและเวลาที่จะไปทดสอบ
2. นำแบบสอบถามและแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับไปทดสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และเก็บข้อมูลด้วยตนเองตามวันเวลาที่ได้นัดหมายไว้
3. วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม Multiple Regression Analysis ของ SPSS (Statistical Package for the Social Science)

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หากค่าสถิติพื้นฐาน คือคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) เป็นรายข้อของแบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ใช้เทคนิค 27% ของ จุง เกห์-ฟาน (Fan. 1952 : 1 - 32)

3. หาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ใช้สูตร Kuder Richardson ( $Kr - 20$ ) (Ferguson. 1976 : 428)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum qp}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $n$  แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด  
 $S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากการสอบ  
 $p$  แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในแต่ละข้อ  
 $q$  แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในแต่ละข้อ  
 $\sum pq$  แทน ผลบวกของผลคูณ

4. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใช้สูตรของ Pearson Product Moment Correlation Coefficient (บังอร ภาวภิรมย์ขวัญ 2526 : 13)

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

เมื่อ  $r$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนชุดแรก  
 $\sum Y$  แทน ผลรวมของคะแนนชุดหลัง  
 $\sum XY$  แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนชุดแรกและชุดหลัง  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนชุดแรกแต่ละตัวยกกำลังสอง  
 $\sum Y^2$  แทน ผลรวมของคะแนนชุดหลังแต่ละตัวยกกำลังสอง

5. ทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ใช้ T-test (Edwards, 1954 : 303)

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

เมื่อ  $t$  แทน ค่าการแจกแจงแบบที  
 $r$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง  
 $df$  แทน  $N - 2$

6. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ทาจากสูตร (วิเชียร เกตุสิงห์ 2522 : 62 อ้างอิงมาจาก Nie and others. 1975 : 330)

$$R^2 = \frac{SS_{reg}}{SS_y}$$

เมื่อ  $R^2$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ  
 $SS_{reg}$  แทน ค่าผลบวกกำลังสองของการถดถอย (Sum Squares Regression)  
 $SS_y$  แทน ค่าผลบวกกำลังสองทั้งหมด (Sum Squares Total ใน  $y$ )

7. ทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ใช้ F-test (อังคณา สายยศ 2523 : 161)

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{N - k - 1}{k}$$

โดยมี  $df_1 = k$  และ  $df_2 = N - k - 1$

เมื่อ  $R^2$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ  
 $N$  แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง  
 $k$  แทน จำนวนตัวพยากรณ์

8. ทดสอบความเป็นเส้นตรงของสมการพยากรณ์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งสรุปเป็นตารางดังนี้ (Wert : 1954 : 242)

Source of Variation	df	SS	MS	F
Regression	$k$	$b_1 \sum x_1 y + b_2 \sum x_2 y + \dots + b_n \sum x_n y + a \sum y + (\sum y)^2 / N$	$SS_{reg} / df$	$MS_{reg} / MS_{res}$
Residual	$N - k - 1$	$SS_T - SS_{reg}$	$SS_{res} / df$	
Total	$N - 1$	$\sum y^2 - (\sum y)^2 / N$		

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์และการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายและเพื่อความสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$N$	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
$S.D.$	แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$S.E.b$	แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์
$X_1$	แทน คะแนนทักษะการ จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
$X_2$	แทน คะแนนทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
$X_3$	แทน คะแนนทักษะการตั้งสมมติฐาน
$X_4$	แทน คะแนนทักษะการทดลอง
$X_5$	แทน คะแนนทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
$X_6$	แทน คะแนนแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์
$y$	แทน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นตัวเกณฑ์
$R$	แทน สหสัมพันธ์พหุคูณ
$S.E. est.$	แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
$b$	แทน สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ซึ่งพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
$\beta$	แทน สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ซึ่งพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$\tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \tilde{y}_3, \tilde{y}_4, \tilde{y}_5$  แทน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการพยากรณ์โดยใช้ตัวพยากรณ์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับ

$\tilde{z}_1, \tilde{z}_2, \tilde{z}_3, \tilde{z}_4, \tilde{z}_5$  แทน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานโดยใช้ตัวพยากรณ์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับ

a แทน ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

SS แทน ผลบวกยกกำลังสองของคะแนน

MS แทน ค่าเฉลี่ยของผลบวกยกกำลังสองของคะแนน

F แทน อัตราส่วนวิกฤตที่ใช้พิจารณาในการแจกแจงแบบเอฟ

df แทน ชั้นของความเป็นอิสระ

$Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6$  แทน คะแนนมาตรฐานของ  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$  ตามลำดับ

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวพยากรณ์และตัวเกณฑ์

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวพยากรณ์

3. หาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หาคูณโดยใช้ตัวพยากรณ์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและ เจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. ค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวพยากรณ์และตัวเกณฑ์

จากการนำแบบทดสอบและแบบสอบถามไปทดสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 456 คน ปรากฏว่าได้ค่าสถิติพื้นฐาน คือค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 , จำนวนข้อ คะแนนเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวพยากรณ์และตัวเกณฑ์

ตัวพยากรณ์และตัวเกณฑ์	จำนวนข้อ	$\bar{X}$	S.D.
ตัวพยากรณ์			
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	7	3.1798	1.1185
ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	8	4.5570	1.1809
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	7	2.9145	1.3023
ทักษะการทดลอง	8	3.9781	1.5476
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	7	3.4671	1.4612
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	60	178.7785	11.6815
ตัวเกณฑ์			
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	50	24.5724	6.0782

จากตาราง 2 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่ใช้เป็นตัวพยากรณ์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์พบว่า แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนส่วนมากได้คะแนนสูงกว่าครึ่ง ส่วนแบบทดสอบ

ทักษะการตั้งสมมติฐานนักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนต่ำกว่าครึ่ง และแบบทดสอบที่นักเรียนส่วนมากได้คะแนนครึ่งหนึ่งหรือเกินครึ่ง ได้แก่ แบบทดสอบทักษะการจักรงหาและสื่อความหมายข้อมูล แบบทดสอบทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล แบบทดสอบทักษะการทดลองและแบบทดสอบทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป ซึ่งจัดว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความยากง่ายเป็นกลาง

## 2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวพยากรณ์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวพยากรณ์ในการศึกษาคั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวพยากรณ์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นตัวเกณฑ์ ปรากฏว่าได้ค่าดังแสดงในตาราง 3

## ตาราง 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวพยากรณ์

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	y
$X_1$	-	.4032**	.2339**	.2753**	.1327**	.2088**	.5305**
$X_2$	-	-	.2611**	.3085**	.2501**	.2564**	.5152**
$X_3$	-	-	-	.5727**	.1700**	.1809**	.4021**
$X_4$	-	-	-	-	.2475**	.2948**	.4934**
$X_5$	-	-	-	-	-	.1542**	.3541**
$X_6$	-	-	-	-	-	-	.4116**

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์แต่ละตัว คือ ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล ( $X_1$ ) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ( $X_2$ ) ทักษะการตั้งสมมติฐาน ( $X_3$ ) ทักษะการทดลอง ( $X_4$ ) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ( $X_5$ ) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ( $X_6$ ) มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัว

สำหรับค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์แต่ละตัวกับตัวเกณฑ์ ( $y$ ) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัว ตัวพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับตัวเกณฑ์สูงสุดคือทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ( $X_1$ ) ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์กับตัวเกณฑ์เท่ากับ

.5305

3. หาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน และค่าสหสัมพันธ์หุคูณโดยใช้ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ในการหาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (Score Weight) ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน (Beta Weight) รวมทั้งค่าสหสัมพันธ์หุคูณดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (b,  $\beta$ ) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (S.E.b) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E. est.) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปแบบ คะแนคิบ (a)

ตัวพยากรณ์	b	$\beta$	S.E.b	F
ทักษะการจักกระหาและสื่อความหมายข้อมูล	2.5260	.4649	.2062	150.0440**
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	.1637	.3145	.0198	68.6850**

$$R = .6132$$

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$R^2 = .3761$$

$$S.E. est. = \pm 4.8118$$

$$a = -12.7165$$

จากตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ทักษะการจักกระหาและสื่อความหมายข้อมูล ( $X_1$ ) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ( $X_2$ ) ส่งผลต่อตัวเกณฑ์ (y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์มีค่าเท่ากับ .6132 ตัวพยากรณ์ชุดนี้มีความสัมพันธ์รวมกันกับตัวเกณฑ์ประมาณ 37.61 เปอร์เซ็นต์ และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์เท่ากับ  $\pm 4.8118$  จากความสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์ชุดนี้กับตัวเกณฑ์ จะพบว่าค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์มีค่าสูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์แต่ละตัว การใช้ตัวพยากรณ์พร้อมกันหลาย ๆ ตัวจะสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวเกณฑ์ได้มากกว่าใช้ตัวพยากรณ์เพียงตัวเดียว การสร้างสมการพยากรณ์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อต้องการทราบว่า จะสามารถสร้างสมการพยากรณ์ได้หรือไม่ จึงทดสอบความเป็นเส้นตรงของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ซึ่งได้ค่าดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ ทักษะการจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบความเป็นเส้นตรงของสมการพยากรณ์

Source of Variation	df	SS	MS	F
Regression	2	6321.1962	3160.5981	136.5078**
Residual	453	10488.4156	23.1532	
Total	455	16809.6118		

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ ปรากฏว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าตัวพยากรณ์ชุดนี้สามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ในเชิงเส้นตรงจริง จึงสามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ได้

สำหรับสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งตัวพยากรณ์เป็นทักษะการจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ( $X_1$ ) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ( $X_6$ ) ได้สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\tilde{y}_1 = 2.5260 X_1 + .1637 X_6 - 12.7165$$

และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\tilde{z}_1 = .4649 z_1 + .3145 z_6$$

4. หาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณโดยใช้ตัวพยากรณ์ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ในการหาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ตัวพยากรณ์ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (Score Weight) ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน (Beta Weight) รวมทั้งค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ( $b$ ,  $\beta$ ) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (S.E.b) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E. est.) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)

ตัวพยากรณ์	b	$\beta$	S.E.b	F
ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	2.2571	.4385	.2019	125.0220**
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	.1556	.2991	.0204	58.1730**

$$\begin{aligned}
 R &= .5908 && ** \text{ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ } .01 \\
 R^2 &= .3490 \\
 \text{S.E. est.} &= \pm 4.9148 \\
 a &= -13.5386
 \end{aligned}$$

จากตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ( $X_2$ ) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ( $X_6$ ) ส่งผลต่อตัวเกณฑ์ ( $y$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์มีค่าเท่ากับ .5908 ตัวพยากรณ์ชุดนี้มีความสัมพันธ์ร่วมกันกับตัวเกณฑ์ประมาณ 34.90 เปอร์เซ็นต์ และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์เท่ากับ  $\pm 4.9148$  จากความสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์ชุดนี้ กับตัวเกณฑ์จะพบว่าค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์มีค่าสูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์แต่ละตัว การใช้ตัวพยากรณ์หลาย ๆ ตัวพร้อมกันจะสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวเกณฑ์ได้มากกว่าการใช้ตัวพยากรณ์เพียงตัวเดียว การสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อต้องการทราบว่า จะสร้างได้จริงหรือไม่ จึงทดสอบความเป็นเส้นตรงของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ซึ่งได้ค่าดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบความเป็นเส้นตรงของสมการพยากรณ์

Source of Variation	df	SS	MS	F
Regression	2	5867.1733	2933.5866	121.4460**
Residual	453	10942.4386	24.1555	
Total	455	16809.6119		

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ ปรากฏว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าตัวพยากรณ์ชุดนี้สามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ในเชิงเส้นตรงจริง จึงสามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ได้

สำหรับสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้ตัวพยากรณ์ทักษะการแสดงความคิดเห็นจากข้อมูล ( $X_2$ ) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ( $X_6$ ) ได้สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\tilde{Y}_2 = 2.2571 X_2 + .1556 X_6 - 13.5386$$

และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\tilde{Z}_2 = .4385 Z_2 + .2991 Z_6$$

5. หาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน และค่าสหสัมพันธ์หาคูณโดยใช้ตัวพยากรณ์ทักษะการตั้งสมมติฐานและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ในการหาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ตัวพยากรณ์ทักษะการตั้งสมมติฐานและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (Score Weight) ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน (Beta Weight) รวมทั้งค่าสหสัมพันธ์หาคูณ ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ( $b, \beta$ ) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ( $S.E.b$ ) ค่า  $F$  ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ ( $R$ ) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ( $S.E. est.$ ) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปแบบคะแนนดิบ ( $a$ )

ตัวพยากรณ์	$b$	$\beta$	$S.E.b$	$F$
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1.5811	.3388	.1891	69.8760**
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	.1823	.3503	.0211	74.7020**

$$R = .5295$$

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$R^2 = .2804$$

$$S.E. est. = \pm 5.1675$$

$$a = -12.6182$$

จากตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ทักษะการตั้งสมมติฐาน ( $X_3$ ) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ( $X_6$ ) ส่งผลต่อตัวเกณฑ์ ( $y$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์มีค่าเท่ากับ .5295 ตัวพยากรณ์ชุดนี้มีความสัมพันธ์รวมกันกับตัวเกณฑ์ประมาณ 28.04 เปอร์เซ็นต์ และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์เท่ากับ  $\pm 5.1675$  จากความสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์ชุดนี้กับตัวเกณฑ์จะพบว่าค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์ มีค่าสูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์แต่ละตัว การใช้ตัวพยากรณ์หลาย ๆ ตัวพร้อมกันจะสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวเกณฑ์ได้มากกว่าใช้ตัวพยากรณ์เพียงตัวเดียว การ

สร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อต้องการทราบว่าสร้างได้จริงหรือไม่จึงทดสอบความเป็นเส้นตรงของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ซึ่งได้ค่าดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐานและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบความเป็นเส้นตรงของสมการพยากรณ์

Source of Variation	df	SS	MS	F
Regression	2	4713.1135	2356.5567	88.2504**
Residual	453	12096.4984	26.7031	
Total	455	16809.6119		

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ ปรากฏว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าตัวพยากรณ์ชุดนี้สามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ในเชิงเส้นตรงจริง

สำหรับสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งตัวพยากรณ์เป็นทักษะการตั้งสมมติฐาน ( $X_3$ ) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ( $X_6$ ) ได้สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\tilde{y}_3 = 1.5811 X_3 + .1823 X_6 - 12.6182$$

และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\tilde{z}_3 = .3388 Z_3 + .3503 Z_6$$

6. หาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐานและค่าสหสัมพันธ์พหุคูณโดยใช้ตัวพยากรณ์ทักษะการทดลองและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ในการหาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ตัวพยากรณ์ทักษะการทดลองและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (Score Weight) ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน (Beta Weight) รวมทั้งค่าสหสัมพันธ์พหุคูณดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ( $b, \beta$ ) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (S.E.b) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E. est.) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)

ตัวพยากรณ์	b	$\beta$	S.E.b	F
ทักษะการทดลอง	1.6003	.4075	.1591	101.1460**
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	.1516	.2914	.0211	51.7420**

R = .5666      \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

R<sup>2</sup> = .3210

S.E. est. =  $\pm 5.0196$

a = -8.9045

จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ทักษะการทดลอง ( $X_4$ ) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ( $X_6$ ) ส่งผลต่อตัวเกณฑ์ (y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์มีค่าเท่ากับ .5666 ตัวพยากรณ์ชุดนี้มีความสัมพันธ์รวมกันกับตัวเกณฑ์ประมาณ 32.10 เปอร์เซ็นต์ และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์เท่ากับ  $\pm 5.0196$  จากความสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์ชุดนี้กับตัวเกณฑ์ จะพบว่าค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์ มีค่าสูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์แต่ละตัว การใช้ตัวพยากรณ์หลาย ๆ ตัวพร้อมกันจะสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวเกณฑ์ได้มากกว่าใช้ตัวพยากรณ์เพียงตัวเดียว การสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อต้องการทราบว่า จะสร้างสมการพยากรณ์ได้จริงหรือไม่ จึงทดสอบความเป็นเส้นตรงของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ซึ่งได้ค่าดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์

ทักษะการทดลองและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบความเป็นเส้นตรงของสมการพยากรณ์

Source of Variation	df	SS	MS	F
Regression	2	5395.6995	2697.8497	107.0734**
Residual	453	11413.9124	25.1963	
Total	455	16809.6119		

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์ และคะแนนจากตัวพยากรณ์ ปรากฏว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าตัวพยากรณ์ชุดนี้สามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ในเชิงเส้นตรงจริง จึงสามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ได้

สำหรับสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งตัวพยากรณ์เป็นทักษะการทดลอง ( $X_4$ ) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ( $X_6$ ) ได้สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\tilde{y}_4 = 1.6003 X_4 + .1516 X_6 - 8.9045$$

และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\tilde{Z}_4 = .4075 Z_4 + .2914 Z_6$$

7. หาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณโดยใช้ตัวพยากรณ์ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ในการหาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ตัวพยากรณ์ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (Score Weight) ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน (Beta Weight) รวมทั้งค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ ดังแสดงในตาราง 12 ตาราง 12 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ ( $b, \beta$ ) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (S.E.b) ค่า F ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E. est.) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)

ตัวพยากรณ์	b	$\beta$	S.E.b	F
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	1.2386	.2978	.1706	52.6980 **
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	.1903	.3657	.0213	79.4680 **

$$R = .5059$$

$$R^2 = .2559$$

$$S.E. est. = \pm 5.2545$$

$$a = -13.7364$$

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ลักษณะ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ( $X_5$ ) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ( $X_6$ ) ส่งผลต่อ ตัวเกณฑ์ ( $y$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์มีค่าเท่ากับ .5059 ตัว พยากรณ์ชุดนี้มีความสัมพันธ์รวมกันกับตัวเกณฑ์ประมาณ 25.59 เปอร์เซ็นต์ และมีความ คลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์เท่ากับ  $\pm 5.2545$  จากความสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์ ชุดนี้กับตัวเกณฑ์จะพบว่าค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์มีค่าสูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์แต่ละตัว การใช้ตัวพยากรณ์หลาย ๆ ตัวพร้อมกันจะสามารถ อธิบายความแปรปรวนของตัวเกณฑ์ได้มากกว่าการใช้ตัวพยากรณ์เพียงตัวเดียว การสร้าง สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อต้องการทราบว่า จะสร้างสมการ พยากรณ์ได้จริงหรือไม่ จึงทดสอบความเป็นเส้นตรงของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจาก ตัวพยากรณ์โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ซึ่งได้ค่าดัง แสดงในตาราง 13

ตาราง 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ ลักษณะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบความ เป็นเส้นตรงของสมการพยากรณ์

Source of Variatvon	df	SS	MS	F
Regression	2	4302.2067	2151.1034	77.9098**
Residual	453	12507.4052	27.6102	
Total	455	16809.6119		

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ ปรากฏว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าตัวพยากรณ์ชุดนี้สามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ในเชิงเส้นตรงจริง จึงสามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ได้

สำหรับสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งตัวพยากรณ์เป็นทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป ( $X_5$ ) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ( $X_6$ ) ได้สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\tilde{y}_5 = 1.2386 X_5 + .1903 X_6 - 13.7364$$

และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\tilde{z}_5 = .2978 z_5 + .3657 z_6$$

#### 8. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่าได้ค่าดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	r	t
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	.4116	9.62**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ( $X_6$ ) และผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์กันทางบวก
2. สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสมการเชิงเส้นตรง
3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์กันทางบวก

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2526 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 456 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น

## เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบทดสอบทักษะของ สสวท และ กิ่งฟ้า ลินจุงษ์ โดยยึดนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะต่าง ๆ ตามแนว สสวท ซึ่งกำหนดทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสิ่งใหม่ ๆ 13 ทักษะ แต่ผู้วิจัยเลือกมาศึกษาค้นคว้า 5 ทักษะ คือ

- 1.1 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7 ข้อ
- 1.2 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 8 ข้อ
- 1.3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน 7 ข้อ
- 1.4 ทักษะการทดลอง 8 ข้อ
- 1.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 7 ข้อ

แบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชุดนี้เป็นแบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 37 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .77 มีค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .8110

2. แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่หน่วยทดสอบและประเมินผลสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างขึ้น แบบสอบถามชุดนี้มีข้อความอยู่ 60 ข้อ แบ่งออกเป็น 6 หมวด ในแต่ละหมวดประกอบด้วยข้อความที่เป็นเจตคติทางบวก และทางลบ อย่างละ 5 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .7219 และ .7592 ซึ่งคำนวณโดยวิธี Coefficient alpha ( $\alpha$ ) และโดยวิธี Split - half ตามลำดับ ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างหาจากเกณฑ์การพิจารณาความถูกต้อง โดยผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ของ สสวท

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 บทที่ 17 เรื่องการขนส่งและการสื่อสาร เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ วัดเฉพาะด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .69 มีค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่น .9151

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้งหมด
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวพยากรณ์
3. หาสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หาคูณโดยใช้ตัวพยากรณ์ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

### สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวพยากรณ์ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวพยากรณ์นั้น ปรากฏผลว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์แต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับตัวเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตัวพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับตัวเกณฑ์สูงสุดคือทักษะการ จักกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
  - 1.1 ตัวเกณฑ์หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับตัวพยากรณ์ทักษะการ จักกระทำและสื่อความหมายข้อมูลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ในเชิงเส้นตรงและได้สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบดังนี้
$$\tilde{y}_1 = 2.5260 X_1 + .1637 X_6 - 12.7165$$
 และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้
$$\tilde{z}_1 = .4649 z_1 + .3145 z_6$$

1.2 ตัวเกณฑ์หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับตัวพยากรณ์ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ในเชิงเส้นตรง และได้สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังนี้

$$\tilde{y}_2 = 2.2571 X_2 + .1556 X_6 - 13.5386$$

และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\tilde{z}_2 = .4385 Z_2 + .2991 Z_6$$

1.3 ตัวเกณฑ์หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับตัวพยากรณ์ทักษะการตั้งสมมติฐานและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ในเชิงเส้นตรง และได้สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\tilde{y}_3 = 1.5811 X_3 + .1823 X_6 - 12.6182$$

และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\tilde{z}_3 = .3388 Z_3 + .3503 Z_6$$

1.4 ตัวเกณฑ์หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับตัวพยากรณ์ทักษะการทดลองและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ในเชิงเส้นตรง และได้สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\tilde{y}_4 = 1.6003 X_4 + .1516 X_6 - 8.9045$$

และได้สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\tilde{z}_4 = .4075 Z_4 + .2914 Z_6$$

1.5 ตัวเกณฑ์หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับตัวพยากรณ์ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สามารถพยากรณ์ตัวเกณฑ์ได้ในเชิงเส้นตรง และได้สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\tilde{y}_5 = 1.2386 X_5 + .1903 X_6 - 13.7364$$

และได้สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\tilde{z}_5 = .2978 Z_5 + .3657 Z_6$$

2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### อภิปรายผล

1. การใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ถ้าพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวพากรณ์กับตัวเกณฑ์ ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกตัว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 และถ้าพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์หุคูณระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวพากรณ์แล้ว จะมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า ตัวพากรณ์แต่ละตัวมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จริง ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ รุจี โรจนประศาสน์ (รุจี โรจนประศาสน์ 2523 : 41 - 43) ซึ่งพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่า ถ้านักเรียนมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดีแล้ว นักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ดีด้วย ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ครูผู้สอนควรพยายามฝึกฝนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพื่อให้ได้รับความรู้ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไปพร้อม ๆ กัน ดังที่ นिका สะเพียรชัย (นिका สะเพียรชัย 2520 : 6 - 7) กล่าวว่า วัตถุประสงค์หลักในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นควร จะเน้นทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการถ่ายทอดความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้สะสมไว้ นอกจากนี้การฝึกฝนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน จะเป็นการช่วยพัฒนาความรู้ และความสามารถนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไปใช้ได้อย่างถูกต้องตลอดจนมีเจตคติที่ดีในทางวิทยาศาสตร์ ด้วย

สิ่งสำคัญที่มีบทบาทต่อการฝึกฝนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์คือ วิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเรียนด้วยการปฏิบัติมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การที่นักเรียนมีโอกาสทำการปฏิบัติการหรือทดลองบ่อย ๆ จะช่วยให้เกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังเป็นการเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเพิ่มพูนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อีกด้วย ดังที่ อุทัย ชีวะชนรักษ์ (อุทัย ชีวะชนรักษ์ 2517 : 86 – 87) ได้ศึกษาพบว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหาให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบบรรยาย

1.1 ทักษะการสังเกตและการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงกับตัวแปรที่คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 และเมื่อพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์หาค่า (R = .6132) แสดงว่าตัวแปรทั้งสองนี้สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ประมาณ 37.61 เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ

1.1.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้รับการฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลมาแล้วโดยมุ่งให้นักเรียนคิดค้นหาวิธีการเสนอข้อมูล ผลการทดลองในรูปแบบต่าง ๆ ที่เข้าใจง่ายจากประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับการฝึกคิดอย่างมีระบบ ชี้นำวิธีการคิดในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีความคล่องแคล่วในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

1.1.2 นักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยการทดลองมาากพอสมควร จึงเกิดความรู้ความเข้าใจเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เพียงพอ นั่นคือ มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude toward Science) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญให้นักเรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งยังมีการวัดการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลอยู่ด้วย

ดังนั้นทักษะการ จักกระทำและสื่อความหมายข้อมูลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

1.2 ตัวพยากรณ์ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและเจตคติทาง วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงกับตัวเกณฑ์คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เมื่อพิจารณาค่า สหสัมพันธ์พหุคูณ ( $R = .5908$ ) แสดงว่าตัวพยากรณ์ชุดนี้สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์ได้ประมาณ 34.90 เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนได้รับการฝึกทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลอย่างสม่ำเสมอหลังจากได้ทำการทดลองจึงเกิด ความคิดที่เป็นระบบและมีระเบียบในการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างถูกต้องตามขั้นตอนของวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีเหตุผลในการคิด การอธิบาย และมีใจกว้างที่จะยอมรับ เหตุผลที่ดีกว่าของผู้อื่น ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่เดียวกัน การลงความคิดเห็นจากข้อมูลนักเรียนต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้อธิบาย ข้อมูลหรือประจักษ์พยานนั้น นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่ง เป็นการ ลงความคิดเห็นจากข้อมูลร่วมกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์อันเป็นผลจากการฝึกทักษะการลง ความคิดเห็นจากข้อมูล

ดังนั้นทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึง สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

1.3 ตัวพยากรณ์ทักษะการ ตั้งสมมติฐานและเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความ สัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงกับตัวเกณฑ์คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ ( $R = .5295$ ) แสดงว่าตัวพยากรณ์ชุดนี้สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์ ได้ประมาณ 28.04 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

1.3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ หาความรู้คาบแนวของ สสวท มาแล้ว 3 ปี การเรียนการสอนเน้นการฝึกปฏิบัติโดยให้

นักเรียนมีโอกาสดลงมือทดลองจริง ๆ ขณะทำการทดลองต้องคิดหาคำตอบล่วงหน้า ซึ่งนักเรียนต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชามาสังเคราะห์เป็นปัญหาใหม่ที่ต้องการรู้ต่อไป การฝึกดังกล่าวทำให้เด็กมีความอยากรู้อยากเห็น มีความมานะพยายาม มีความละเอียดรอบคอบในการสังเคราะห์ความรู้โดยเริ่มจากการตั้งสมมติฐาน นอกจากนี้การตั้งสมมติฐานยังเป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงมีความเป็นนามธรรมมาก นักเรียนต้องมีเหตุผล มีใจกว้าง มีความซื่อสัตย์ และมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเป็นอย่างดีจึงจะตั้งสมมติฐานได้

1.3.2 จากวิธีการเรียนการสอนดังกล่าวแล้ว นักเรียนมีโอกาสร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม ๆ มีการปรึกษาหารือกันขณะทำการทดลอง เกิดการระดมพลังสมอง เกิดความสนุกสนาน และพอใจกับกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งจะทำให้เด็กมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นเมื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ จึงทำให้ทักษะการตั้งสมมติฐานและเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1.4 ตัวพยากรณ์ทักษะการทดลองและเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงกับตัวเกณฑ์คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 และเมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ ( $R = .5666$ ) แสดงว่าตัวพยากรณ์ชุดนี้สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ประมาณ 32.10 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

1.4.1 การฝึกทักษะการทดลองทำให้เด็กมีโอกาสได้เคลื่อนไหว การใช้อุปกรณ์ในการทดลองเป็นสิ่งเร้าในการศึกษาหาความรู้ที่นักเรียนสนใจ และทำให้บรรยากาศในการแสวงหาความรู้ไม่น่าเบื่อหน่าย นักเรียนจึงเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบในการเก็บรวบรวมข้อมูลขณะทดลอง มีการตัดสินใจผลการสังเกต การทดลอง และยังเพิ่มพูนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เห็นความ

สัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ เป็นการเรียนรู้โดยการกระทำซึ่งเป็นประสบการณ์ตรง ย่อมทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ จดจำความรู้ต่าง ๆ ได้แม่นยำ และคงทนถาวร

1.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อาจวัดในรูปของการ ทดลอง ไม่โดยทางตรงก็โดยทางอ้อม ทั้งนี้คะแนนผลสัมฤทธิ์ส่วนหนึ่งประกอบด้วย การ ทดลองและอีกส่วนหนึ่งเป็นผลจากการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนมี เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นทักษะการทดลองและเจตคติทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสัมพันธ์ กันเชิงเส้นตรงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1.5 ตัวพยากรณ์ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและเจตคติทาง วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงกับตัวเกณฑ์ คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และเมื่อพิจารณาค่า สหสัมพันธ์พหุคูณ ( $R = .5059$ ) แสดงว่าตัวพยากรณ์ชุดนี้สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิทยาศาสตร์ได้ประมาณ 25.59 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

1.5.1 การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนได้พัฒนา เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นักเรียนต้องใช้ ความรู้ความจำ ความเข้าใจในเนื้อหาและผลการทดลองจึงจะตีความหมายข้อมูลและลง ข้อสรุปได้ นอกจากนี้การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันแสวงหาความรู้และร่วมกันรับ ฝึกชอบในการทดลองทำให้นักเรียนมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้ความเข้าใจ และมีเหตุผลจึงจะตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ถูกต้อง

1.5.2 บุคลิกลักษณะของครูผู้สอน ย่อมมีส่วนทำให้นักเรียนมีเจตคติ ที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญทำให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น ครูเป็นผู้มี เหตุผล มีใจกว้าง มีความอยากรู้อยากเห็น ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ทำให้นักเรียนเกิดพฤติกรรม เลียนแบบอย่างของครู จะส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจและเอาใจใส่บทเรียน คิดค้นหา ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเองอยู่เสมอ

ดังนั้นทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและเจตคติทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3 แสดงว่านักเรียนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงด้วย และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ (กันยา สุทธินิเทศก์ 2507 : 75 – 81 สมพงษ์ รุจิรวรรณ 2516 : 51 – 54 จริญญา สวัสดิ์ถาวร 2520 : 59 – 60 รุจีโรจนประศาสน์ 2523 : 41 – 43 และ แท้ว วาริราพิงเพลิน 2525 : 54 – 57) ซึ่งพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าควรจะได้มีการส่งเสริมและปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนให้มากขึ้น สิ่งสำคัญที่มีบทบาทในการเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนให้มากขึ้นคือ การให้นักเรียนมีโอกาสเรียนวิทยาศาสตร์มาก ๆ ดังที่พิทักษ์ รัชพลเดช (พิทักษ์ รัชพลเดช 2513 : 12) กล่าวไว้ว่า ควรจะเริ่มปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่เมื่อนักเรียนเริ่มเข้าเรียนชั้นประถมศึกษาเป็นต้นมา ทั้งนี้เพราะเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์มาแต่เริ่มแรก นอกจากนี้วิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ก็เป็นอีกส่วนหนึ่งที่จะช่วยเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังที่ รัช (Ruch 1967 . 198 – 200) ได้แสดงความเห็นไว้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการ โดยให้นักเรียนได้ทำงานต่าง ๆ ด้วยตนเอง จะช่วยส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นอย่างดี

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ดังนั้นผู้ที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร และจัดกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ควรตระหนักและเห็นความสำคัญของการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อันจะส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาวิชา และวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง

1.2 ครูผู้สอนควรจะสำรวจพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่าเป็นไปในทางที่จะช่วยเสริมสร้างและพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพียงใด เพราะการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี ให้โอกาสนักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เช่น การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในส่วนที่เป็นเนื้อหาวิชาและกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่ง เพราะนักเรียนสามารถนำไปใช้แสวงหาความรู้ได้ไม่มีที่สิ้นสุด นอกจากนี้ครูผู้สอนจะมองหาโอกาสเข้ารับการอบรมปฏิบัติการการสอนวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ เพื่อจะได้เพิ่มพูนความรู้ในเนื้อหาวิชาและจิตวิทยาการเรียนการสอนอันจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ คือ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดี

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้า

2.1 ควรหาการศึกษาค้นคว้าในเรื่องเดียวกันนี้สำหรับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนในจังหวัดอื่น ๆ ทุกระดับการศึกษาให้ครอบคลุมทั่วประเทศ

2.2 ควรหาการศึกษาค้นคว้าต่อไปว่ามีตัวแปรอื่นใดอีกบ้างที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เช่น อารมณ์ของบิดา-มารดา, ระดับการศึกษาของบิดา-มารดา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และสภาพฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัว เป็นต้น

2.3 ควรศึกษาค้นคว้าต่อไปว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านใดที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุด

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กันยา สุทธินิเทศก์ ความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนระดับมัธยม วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2507,  
112 หน้า อัดสำเนา
- กิ่งฟ้า สินธุพงษ์ และคนอื่น ๆ รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2525,  
169 หน้า
- เจริญ สวัสดิ์ถาวร ความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์-  
มหาวิทยาลัย 2520, 119 หน้า อัดสำเนา
- ชวาล แพร่คกุล เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 6 โรงพิมพ์พัฒนาพานิช 2518,  
434 หน้า
- \_\_\_\_\_ เทคนิคการเขียนข้อสอบ โรงพิมพ์คุรุสภา 2520, 407 หน้า  
ทพวงมหาวิทยาลัย, คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์  
ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ม.ป.ท. 2525, 74 หน้า
- แท้ วาริราพิงเพลิน การเปรียบเทียบผลการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง "การสะท้อนและ  
การหักเหของแสง" ระหว่างการสอนตามลำดับชั้นการเรียนของภาคแยกกับการสอน  
แบบสืบสอบ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525, 195 หน้า อัดสำเนา
- นিকা สะเพียรชัย "การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์" ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอน  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1 : 21 มกราคม 2518
- \_\_\_\_\_ "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์" ข่าวสารสถาบันส่งเสริม  
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 5 : 6 - 7 กรกฎาคม 2520
- นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ "การใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์" ประชาศึกษา  
5 : 30 - 33 ธันวาคม 2517

นอยทิพย์ ศัสตราศาสตร์ การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์  
ขั้นมูลฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สี่ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2521,  
117 หน้า อัดสำเนา

บังอร ภูวภิรมย์ขวัญ การวิเคราะห์สัหสัมพันธ์การถดถอยและความแปรปรวน  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 335 หน้า

บุญญรัตน์ ศิริอาชากุล การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์  
และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียน มศ. 1 และ ม. 1 ในเขต  
การศึกษา 6 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 81 หน้า  
อัดสำเนา

ประวิตร ชูศิลป์ หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่ เอกสารนิเทศการศึกษา  
ฉบับที่ 233 หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู 2524, 104 หน้า

ประหยัด จันทร์ชมภู และประสพสันต์ อักษรมัต วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถม  
โรงพิมพ์คุรุสภา 2518, 63 หน้า

ผกา มาศ วรานุสันติกุล ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามการประเมินผล  
ของครู วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 68 หน้า อัดสำเนา

พจ ละเอียดชัย "การวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์" พัฒนาวิถผล, 10 : 49 -  
51 มกราคม 2517

พิทักษ์ รัชพลเดช นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ สำนักพิมพ์สตรีเนติศึกษา 2513,  
74 หน้า

ฉวน สายยศ และอังกณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2 โรงพิมพ์  
วิถกิจ 2524, 286 หน้า

วิชากร, กรม แบบเรียนวิทยาศาสตร์เล่ม 5 พิมพ์ครั้งที่ 2 โรงพิมพ์คุรุสภา 2522,  
127 หน้า

วิเชียร เกตุสิงห์ องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา  
 ปริญญาโท กศ.จ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 261 หน้า  
 อักสาเนา

ศีกษาสาลินันต์ มณีพันธ์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ  
การเปลี่ยนแปลงเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
 ประสานมิตร 2519, 176 หน้า อักสาเนา

ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521  
 โรงพิมพ์คุรุสภา 2520, 252 หน้า

สุโขทัยธรรมมาจาราช, มหาวิทยาลัย เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์  
 หน่วยที่ 8 - 15 โรงพิมพ์ยูไนเต็ดโปรดักชั่น 2526, 505 หน้า

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ทักษะ  
กระบวนการวิทยาศาสตร์ เอกสารโรเนียว ม.ป.ป. 16 หน้า

หน่วยทดสอบและประเมินผล รายงานการสร้างแบบสอบถามเจตคติทาง  
วิทยาศาสตร์ เอกสารโรเนียว 2517, 9 หน้า

รายงานการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้  
แบบทดสอบ IEM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนตามหลักสูตร 2503 และ  
นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร สสวท ม.ป.ท. 2519, 327 หน้า

คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 โรงพิมพ์คุรุสภา 2520,  
 162 หน้า

สมพงษ์ รุจิรวรรณ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิด  
สร้างสรรค์ พฤติกรรมค่านิยม ความตั้งใจเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัย  
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2516, 83 หน้า อักสาเนา

- สัญญา ทิพย์เสนา การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน - สอบสวนโดยเน้นทักษะ  
กระบวนการวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับ  
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
 ประสานมิตร 2517, 88 หน้า อักสาเนา
- ลีปนันท์ เกตุทัต แนวคิดที่ว่าควยการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนโยบายของ  
วิทยาศาสตร์และการพัฒนาประเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 2515, 38 หน้า
- American Association for the Advancement of Science. Science A  
Process Approach Commentary for Teacher. Washington D.C., AAAS,  
 1970. 683 p.
- Croxton, C.W. Science in the Elementary School Teachers. New York,  
 McGraw Hill, Book Company, Inc., 1973. 454 p.
- English, Horace B. and English Ava Champney. A Comprehensive Dictionary  
of Psychology and Psychoanalytical Terms. New York, Longmans Green  
 and Co., 1968. 594 p.
- Fan, Chung - Teh. Item Analysis Table. New Jersey, Educational Testing  
 Service, Princeton, 1952. 32 p.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education.  
 New York, McGraw Hill, Book Company, 1976. 529 p.
- Gabel, Dorothy L. and Rubba Peter A. "The Effect of Early Teaching  
 and Training Experience on Physics - Achievement Attitude Toward  
 Science and Science Teaching," Science Education. 61 : 503 - 511,  
 October - December 1977.
- Jacknicke, Kenneth Gordon. "A Comparision of Teacher and Student  
 Outcomes of Science - A Process Approach and an Alternative Program  
 in School Grade Two Classroom," Dissertation Abstracts. 36 : 3040-A,  
 November 1975
- Kahn, P. "An Experimental Study of Determine the Effect of a Selected  
 Procedure for Teaching the Scientific Attitudes to Seventh and Eighth  
 Grade Boys Through the Use of Current Events in Science," Science  
Education. 46 : 115 - 127, March 1962.

- Klopfer, Leopold E. "Evaluation of Learning in Science," in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. Benjamin S. Bloom, et. al., New York, McGraw Hill, Co., 1971. 923 p.
- Lucas, Don Horace. "The Effect of Participation in an Instructional Program at Fernbank Science Center has on Upper Elementary School Student's Scientific Attitudes," Dissertation Abstracts International. 35 : 6530-A - 6531-A, April 1975.
- Nelson, Milcs A. and Abraham Eugene C. "Inquiry Skill Measure," Journal of Research in Science Teaching. 10 : 291, April 1973.
- Ney, Marshall A. and Associates. "A Process Approach to Teaching Science," Science Education. 55 : 201 - 203, April - June 1971.
- Quinn, Mary Ellen and George Kenneth D. "Teaching Hypothesis Formation," Science Education. 59 : 289 - 296, July - September 1975.
- Riley, Joseph Phillip. "The Effect of Science Process Training on Preservice Elementary Teacher's Process Skills Abilities Understanding of Science, Attitudes Toward Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts. 35 : 5152-A, February 1975.
- Ruch, Floyd L. Psychology and Life. California, Scott Foreman and Company, 1967. 685 p.
- Sund, Robert B. and Leslie Trowbride. Student Centred Teaching in Secondary School. Columbus, Ohio, Charles E. Merrill, 1975. 631 p.
- Vanek, Eugenia Ann Popparad. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (ESS) and a Textbook Approach on Classifying Skills, Science Achievement and Attitudes," Dissertation Abstracts International. 35 : 1522-A, September 1974.
- Victor, Y. Billeh and George A Zakhariades. "The Development and Application of a Scale for Measuring Scientific Attitude," Science Education. 59(2) : 155 - 156, April - June 1975.
- Walter, Johns Kenneth. "A Comparison of Two Methods of Teaching Eighth Grade General Science - Traditional and Structured Problem - Solving," Dissertation Abstracts. 27 : 994-A - 995-A, October 1966.

Wert, Jame E., Charles O. Neidt and Aharmann J. Stanley. Statistical Method in Educational and Psychological Research. New York, Appleton-Century-Croffts, Inc., 1954. 435 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ตาราง 1 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่ายมาตรฐาน ( $\Delta$ ) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ข้อ	p	r	$\Delta$	ข้อ	p	r	$\Delta$
1	.46	.33	13.4	20	.52	.43	12.8
2	.40	.22	14.0	21	.40	.28	14.0
3	.52	.43	12.8	22	.46	.44	13.4
4	.49	.47	13.1	23	.36	.27	14.4
5	.40	.45	14.1	24	.77	.49	10.1
6	.20	.35	16.4	25	.40	.56	14.1
7	.44	.29	13.6	26	.74	.53	10.4
8	.49	.38	13.1	27	.29	.26	15.2
9	.27	.33	15.5	28	.42	.31	13.8
10	.42	.25	13.8	29	.43	.39	13.8
11	.36	.21	14.4	30	.47	.35	13.3
12	.46	.33	13.4	31	.48	.36	13.2
13	.38	.58	14.2	32	.50	.46	13.0
14	.42	.25	13.8	33	.45	.41	13.5
15	.33	.69	14.8	34	.47	.35	13.3
16	.31	.20	15.0	35	.54	.48	12.5
17	.38	.53	14.2	36	.52	.58	12.8
18	.54	.61	12.6	37	.30	.35	15.1
19	.42	.59	13.8				

ตาราง 2 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่ายมาตรฐาน

( $\Delta$ ) ขว้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อ	p	r	$\Delta$	ข้อ	P	r	$\Delta$	ข้อ	p	r	$\Delta$
1	.30	.41	15.0	20	.45	.38	13.5	39	.20	.29	15.8
2	.65	.72	11.4	21	.28	.37	15.3	40	.47	.67	13.3
3	.25	.20	15.7	22	.43	.42	13.7	41	.48	.50	13.2
4	.24	.58	15.8	23	.43	.33	13.7	42	.58	.79	12.2
5	.41	.68	13.9	24	.65	.72	11.4	43	.40	.56	14.1
6	.50	.63	13.0	25	.47	.41	13.3	44	.40	.56	14.1
7	.38	.43	14.3	26	.45	.36	13.5	45	.40	.56	14.1
8	.37	.52	14.3	27	.31	.31	15.0	46	.56	.72	12.4
9	.60	.77	12.0	28	.42	.59	13.8	47	.43	.33	13.7
10	.62	.65	11.8	29	.56	.63	12.4	48	.69	.83	11.0
11	.44	.63	13.5	30	.22	.55	16.1	49	.22	.55	16.1
12	.56	.72	12.4	31	.20	.20	16.3	50	.41	.68	13.9
13	.42	.51	13.8	32	.23	.42	15.9				
14	.20	.48	16.8	33	.36	.40	14.5				
15	.38	.24	14.2	34	.45	.55	13.5				
16	.47	.58	13.3	35	.59	.68	12.2				
17	.43	.33	13.7	36	.29	.27	15.2				
18	.54	.75	12.6	37	.50	.63	13.0				
19	.62	.65	11.8	38	.52	.50	12.8				

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์  
เรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร

คำชี้แจง จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยขีดเครื่องหมาย X ทับข้อ ก ข ค ง หรือ จ ที่เลือกนั้น ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดที่อธิบายคำว่า "คมนาคม" ได้ดีที่สุด
  - ก. การไปมาหาสู่กัน
  - ข. การส่งข่าวสารกัน
  - ค. การบอกกล่าวเรื่องราว
  - ง. การส่งข่าวสารไปมาหาสู่กัน
  - จ. การไปมาค้าขายไปมาหาสู่กัน
2. การค้าขายผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรควรใช้วิธีใดจึงได้ผลดีที่สุด
  - ก. การสื่อสาร
  - ข. การขนส่ง
  - ค. การคมนาคม
  - ง. การบรรทุกรถยนต์
  - จ. การบรรทุกเรือบิน
3. แรงเสียดทานมีความหมายเหมือนข้อใด
  - ก. น้ำหนักของวัตถุ
  - ข. แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่
  - ค. แรงกดของน้ำหนักที่บรรทุก
  - ง. แรงที่เกิดระหว่างผิวสัมผัส
  - จ. แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เกิดระหว่างผิวสัมผัส
4. ถารถจักรยานที่ไรมีเสียงดังขณะขับขี่ ท่านจะแก้ปัญหาได้อย่างไร
  - ก. ลดแรงเสียดทาน
  - ข. เพิ่มแรงเสียดทาน
  - ค. เพิ่มน้ำหนักที่บรรทุก
  - ง. ลดน้ำหนักที่บรรทุก
  - จ. เลิกใช้เนื่องจากไม่ปลอดภัย
5. เมื่อนำวัตถุวางบนโต๊ะแล้วลากให้เคลื่อนที่ วัตถุใดทำให้เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด
  - ก. กระดาษแข็ง
  - ข. แผ่นยางกิบ
  - ค. ผ้าใบ
  - ง. ไม้อัด
  - จ. โฟม
6. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับแรงเสียดทาน
  - ก. เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่
  - ข. เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่บนของแข็งของเหลว และก๊าซ
  - ค. คำนวณลง เมื่อสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานลดลง

- ง. สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานระหว่าง  
ผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ คงที่
- จ. มีค่าบอยขึ้นอยู่กับแรงกดทับ ลักษณะ  
ผิวสัมผัสและขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส
7. ออกแรงขนาด 25 นิวตัน กระทำต่อวัตถุ  
มีมวล 50 กิโลกรัม จึงเริ่มเคลื่อนที่  
สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานมีค่าเท่าใด
- ก. 0.005
- ข. 0.05
- ค. 0.20
- ง. 0.50
- จ. 5.00
8. ข้อใดต่อไปนี้แสดงว่ามีแรงเสียดทาน  
เกิดขึ้น
- ก. รถจอดอยู่กับที่
- ข. แฉกกระจกวางอยู่บนโต๊ะ
- ค. หนังสือวางอยู่บนโต๊ะแล้วเอียง
- ง. กระจกบทรายเส้นตามพื้นเอียง
- จ. ออกแรงผลักก้อนหินแตกก้อนหินไม่  
เคลื่อนที่

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบ

คำถามข้อ 9 - 10

เมื่อนำแผ่นไม้อัด โฟม ฝา กระจกแข็ง  
และยางคิมขนาดต่าง ๆ กัน กดทับด้วยน้ำหนัก  
แล้วใช้แรงดึงให้เคลื่อนที่ใ้ข้อมูลดังตาราง

วัตถุ	พื้นที่ผิว สัมผัส ( $\text{cm}^2$ )	น้ำหนักที่ กดทับ (g)	แรงดึง (g)
ไม้อัด	25 x 8	300	200
แผ่นฝา	5 x 10	150	140
โฟม	5 x 10	150	130
ไม้อัด	20 x 5	150	105
กระจกแข็ง	5 x 10	150	100
แผ่นยางคิม	5 x 10	150	150
ไม้อัด	5 x 10	150	108

9. แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมากที่สุดเมื่อใช้วัตถุ  
ในข้อใด
- ก. แผ่นฝาขนาด  $5 \times 10 \text{ cm}^2$
- ข. แผ่นยางคิม  $5 \times 10 \text{ cm}^2$
- ค. ไม้อัดขนาด  $10 \times 10 \text{ cm}^2$
- ง. แผ่นโฟมขนาด  $5 \times 10 \text{ cm}^2$
- จ. กระจกแข็ง  $5 \times 10 \text{ cm}^2$
10. จากข้อมูลในตาราง แรงเสียดทานจะเปลี่ยนแปลง  
ขึ้นกับปัจจัยในข้อใด
- ก. ขนาดของผิวสัมผัส
- ข. ชนิดของผิวสัมผัส
- ค. ชนิดผิวสัมผัสและน้ำหนักกดทับ
- ง. แรงดึงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่
- จ. น้ำหนักที่กดและแรงดึงที่ใช้

11. รถแล่นบนถนนที่ฝนตกใหม่ ๆ มักเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย เพราะเหตุใด
- โมเมนต์ค้ำของรถมีมากขึ้น
  - โมเมนต์ค้ำของรถมีน้อยลง
  - จุดศูนย์กลางของรถเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
  - แรงเสียดทานของผิวถนนกับล้อรถมีน้อยลง
  - สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของผิวถนนกับล้อรถมีค่ามากขึ้น
12. "โมเมนต์ค้ำ" มีความหมายตรงกับข้อใด
- มวลของวัตถุคูณหนึ่งหน่วยปริมาตร
  - มวลของวัตถุคูณระยะทางที่ตั้งฉากกับวัตถุนั้น
  - ผลคูณของมวลของวัตถุกับความเร็วนั้น
  - อัตราส่วนระหว่างมวลของวัตถุกับความเร็วนั้น
  - ผลบวกของความเร็วนั้นคูณกับอัตราเร่งของวัตถุ
13. การสร้างภาพเงาในข้อใดที่เป็สิ่งเห็นได้ชัดน้อยที่สุด
- เรือที่หัวแหลม
  - เรือคว่ำท้ายห้องแบน
  - รถที่วิ่งด้วยความเร็ว

- เรือคานารูปสามเหลี่ยม
  - เรือคานารูปทรงกระบอก
- กาชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ประกอบคำตอบคำถามข้อ 14 - 15

ในการทดลองยิงปืนใหญ่ของนายทหารโดยใช้กระสุนขนาดต่าง ๆ ได้ข้อมูลดังตาราง

ปืนใหญ่	น้ำหนักกระสุน (Kg)	ความเร็วของลูกกระสุน (m/s)
A	2	20
B	5	20
C	10	15
D	15	10
E	15	15

14. ปืนใหญ่กระบอกใดที่มีโมเมนต์น้อยที่สุดและมากที่สุดตามลำดับ
- A และ D
  - A และ E
  - B และ C
  - C และ D
  - D และ E

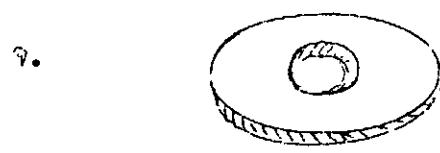
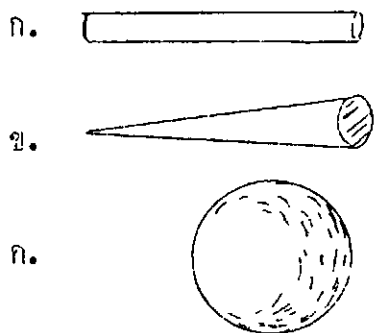
15. เป็นใหญ่ที่ปีวาวจากการทลายเป่าหมาย  
สูงดุ๊กก็บ

- ก. F
- ข. D
- ค. C
- ง. B
- จ. A

16. รถที่มรรทุกสิ่งขงมาก ๆ ต้องผูกสิ่งของ  
เหล่านั้นติดกับตัวรถให้แน่นหนา เพื่อ  
ป้างก็ไม้ให้เก็กอันตรายขณะรถแลน  
อันตรายคังกาวเป็นผลที่เกิดจาก

- ก. สิ่งของปีวาวหนักมากเกินไป
- ข. สิ่งของเหล่านั้นมีพลังงานศักย์
- ค. รถบรรทุกสิ่งของมีความเฉื่อย
- ง. เร็วกหรือโช้ที่มีคคังเกินไป
- จ. สิ่งของเหล่านั้นมีความเฉื่อย

17. วัตถุรูปทรงเรขาคณิตเมื่อวางบนพื้นราบ  
แล้วจุดศูนย์กลางจะอยู่สูงจากพื้นราบ  
เท่ากันเสมอไม่ว่าจะวางในลักษณะใด



18. วัตถุ A, B, C, D และ E มีมวล 25, 20,  
30, 15 และ 40 กิโลกรัม ตามลำดับ  
เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2, 4, 3, 5, 4  
เมตร/วินาที ตามลำดับ จงเรียงลำดับ  
วัตถุที่มีโมเมนตัมจากมากไปหาน้อย

- ก. A - B - C - D - E
- ข. E - C - D - A - B
- ค. C - E - B - D - A
- ง. E - C - B - D - A
- จ. E - D - C - B - A

คำสั่งแจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถาม  
ข้อ 19 - 21

เมขับรถด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง  
ของเห็นชนไม้ขวางทางอยู่กลางถนน จึงยกเท้า  
ขึ้นแตะเบรกใช้เวลาตั้งแต่มองเห็นชนไม้จนกระทั่ง  
แตะเบรก 1.5 วินาที จึงเหยียบเบรกให้เวลาอีก  
2.5 วินาที รถจึงหยุด

19. ระยะทางปฏิกิริยาของรถคันนี้มีค่ากี่เมตร

- ก. 15.0      ข. 25.0      ค. 25.5
- ง. 37.0      จ. 37.5

20. ระยะทางปฏิบัติของรถคันนี้ต่างกับระยะเบรคกี่เมตร

- ก. 15.0                      ข. 25.0
- ค. 25.5                      ง. 37.0
- จ. 37.5

21. ถ้าขณะที่เมมองเห็นขอนไม้ รถอยู่ห่างขอนไม้ 100 เมตร ข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. รถถึงขอนไม้พอดี
- ข. รถต้องชนขอนไม้แน่ ๆ
- ค. รถยังอยู่ห่างขอนไม้อีกมาก
- ง. รถอาจจะปลอดภัยหากหักหลบทัน
- จ. คาตอบที่ถูกต้องไม่ได้ให้ไว้

22. กลจักรกีเซลดีกว่ากาซโซลินในเรื่องต่อไปนี้

1. ใช้น้ำมันดีเซลและเปลี่ยนน้ำมันบ่อย ราคาถูก

2. ทำให้เกิดกาซคาร์บอนมอนอกไซด์น้อย เป็นการลดอากาศพิษ

3. มีขนาดเล็กและทนทาน ข้อที่ถูกต้องที่สุดคือข้อใด

- ก. ข้อ 1
- ข. ข้อ 2
- ค. ข้อ 3
- ง. ข้อ 1 และข้อ 2
- จ. ข้อ 1, 2, 3

23. ส่วนใดของกลจักรกาซโซลินที่ทำหน้าที่เหมือนหม้อแปลง

- ก. คอยล์                      ข. จานจ่าย
- ค. หัวเทียน                      ง. ทองขาว
- จ. แบตเตอรี่

24. "แรงลอยตัว" หมายถึงข้อใด

- ก. แรงดันของของเหลว
- ข. แรงที่เกิดจากน้ำหนักของวัตถุ
- ค. แรงพยุงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ
- ง. แรงที่กระทำเพื่อรักษาสภาพเดิมของวัตถุ
- จ. แรงที่เกิดจากน้ำหนักของวัตถุหายไปของเหลว

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ประกอบารตอบคาถามข้อ 25 - 26

ตารางแสดงระยะทางที่รถหยุดเฉลี่ยเมื่อแล่นด้วยความเร็วแตกต่างกันดังนี้

ความเร็ว (Km/Hr)	ความเร็ว (m/s)	ระยะทางปฏิบัติ (m)	ระยะเบรค (m)	ระยะหยุดรถ (m)
72	20	15	28	43
80	22	18	36	53
88	24	20	45	63
96	26	22	55	75
104	28	22	67	89
112	31	23	81	104

25. จากตารางระยะปฏิบัติการ ระยะเบรค และความเร็วของรถ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

- ก. ความเร็วสูง ระยะปฏิบัติการไกล และระยะเบรคไกล
- ข. ความเร็วสูงระยะปฏิบัติการไกล และระยะเบรคไกล
- ค. ความเร็วสูงระยะปฏิบัติการไกล และระยะเบรคไกล
- ง. ความเร็วต่ำระยะปฏิบัติการไกล และระยะเบรคไกล
- จ. ความเร็วต่ำระยะปฏิบัติการไกล และระยะเบรคไกล

26. ถ้าขับรถด้วยความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีสิ่งกีดขวางอยู่ห่างออกไปข้างหน้า 100 เมตร ควรเบรครถเมื่ออยู่ห่างจากสิ่งกีดขวางเท่าใด จึงจะปลอดภัยมากที่สุด

- ก. 22 เมตร    ข. 45 เมตร
- ค. 55 เมตร    ง. 60 เมตร
- จ. 62 เมตร

27. ข้อมูลข้างล่างนี้แสดงการทำงานของกลจักรไอน้ำ

- 1. ไอน้ำผ่านลิ้น
- 2. ก้านสูบเคลื่อนที่

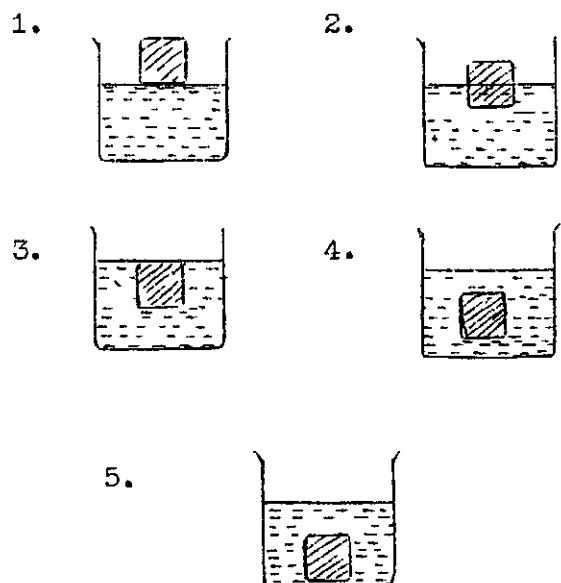
- 3. ล้อคนกำลังหมุน
- 4. ไอน้ำดันลูกสูบเคลื่อนที่
- 5. คมนำให้กลายเป็นไอ

ขอโคเรียงลำดับการทำงานของกลจักรไอน้ำได้ถูกต้อง

- ก. 5 - 3 - 2 - 1 - 4
- ข. 5 - 1 - 4 - 2 - 3
- ค. 5 - 3 - 1 - 4 - 2
- ง. 5 - 2 - 3 - 1 - 4
- จ. 5 - 2 - 3 - 4 - 1

คำสั่งแจง ข้อมูลต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 28 - 29

ไม้ท่อนหนึ่งจมอยู่ในของเหลวชนิดต่าง ๆ ทำให้ท่อนไม้จมอยู่ค้ำรูป





34. กลจักรก๊าซโซลีนและกลจักรดีเซล  
ต่างกันมากที่สุดในเรื่องใด

- ก. การอัดไอดี
- ข. การดูดไอดี
- ค. การจุกระเบิด
- ง. การปล่อยไอเสีย
- จ. การเคลื่อนที่ของลูกสูบ

35. วัตถุอย่างหนึ่ง เมื่อขังในของเหลวชนิด  
หนึ่งหนัก 45 กรัม ของเหลวล้นออกมา  
 $10 \text{ cm}^3$  ถ้าของเหลวนี้มีความหนาแน่น  
 $1.5 \text{ กรัม/cm}^3$  วัตถุนี้มีความถ่วง  
จาเพาะเท่าใด

- ก. 6.5                      ข. 6.0
- ค. 5.5                      ง. 5.0
- จ. 4.5

36. จากข้อมูลในข้อ 35 ถ้านำวัตถุนั้นไป  
ขังในน้ำจะหนักกี่กรัม

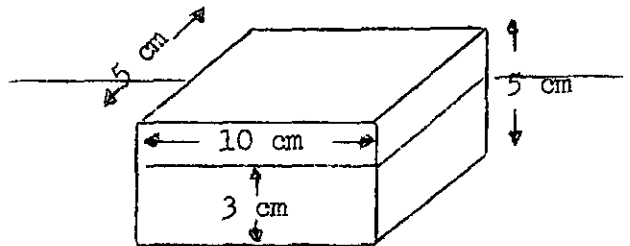
- ก. 35                      ข. 40
- ค. 45                      ง. 50
- จ. 55

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบ

คำถามข้อ 37 - 38

เมื่อนำท่อนไม้ขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร  
ยาว 10 เซนติเมตร และสูง 3 เซนติเมตร  
ไปลอยในอัลกอฮอล์ ซึ่งมีความหนาแน่น

1.5 กรัม ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปรากฏว่า  
ท่อนไม้จมลงไป 3 เซนติเมตร ดังรูป



37. น้ำหนักของท่อนไม้ที่หายไปในอัลกอฮอล์  
หนักกี่กรัม

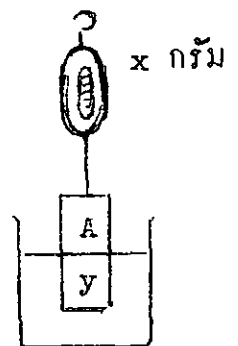
- ก. 375                      ข. 225
- ค. 135                      ง. 75
- จ. 45

(38) ถ้าต้องการให้ท่อนไม้จมลงทั้งท่อนจะต้องใช้  
น้ำหนักวางทับอย่างน้อยที่สุดกี่กรัม

- ก. 45                      ข. 60
- ค. 75                      ง. 135
- จ. 150

39. คินน้ำมันก้อนหนึ่งซึ่งในน้ำอ่านค่าได้  $x$  กรัม  
และคินน้ำมันจมลงไปในน้ำ  $y \text{ cm}^3$  ดังรูป  
อยากรวบรวมว่าคินน้ำมันก้อนนี้  
ซึ่งในอากาศหนักกี่กรัม

- ก.  $A$
- ข.  $y$
- ค.  $x + y$
- ง.  $x + A$
- จ.  $x + A + y$



40. เมื่อของไหลมีความเร็วมากขึ้นจะเกิดผลในข้อใดตามมา

- ก. นาน้ำลดลง
- ข. ความดันเพิ่มขึ้น
- ค. ปริมาตรเพิ่มขึ้น
- ง. ความดันลดลง
- จ. พลังงานจลน์ลดลง

41. ใบพัดของเฮลิคอปเตอร์มีประโยชน์อย่างไร

- ก. ช่วยให้เกิดแรงยก
- ข. ทาหน้าที่เป็นหางเสือ
- ค. ดูดให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า
- ง. ทำให้ความถี่ใบพัดต่ำกว่าความบวม
- จ. ถูกทุกข้อ

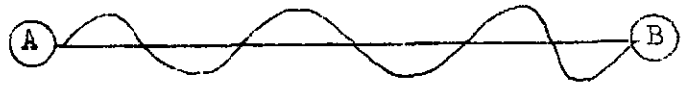
42. ถ้าต้องการไม่เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวด ต้องหาอย่างไร

- ก. นำแม่เหล็กแตะขดลวด
- ข. นำขดลวดต่อกับเซลล์ไฟฟ้า
- ค. นำขดลวดไปวางใกล้ ๆ แม่เหล็ก
- ง. นำขดลวดต่อกับแม่เหล็กไฟฟ้า
- จ. นำขดลวดเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็ก

43. การทำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้าโดยการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดที่พันรอบแกนสารแม่เหล็ก ข้อใดไม่ทำให้อานาจแม่เหล็กเพิ่มขึ้น

- ก. เพิ่มจำนวนขดลวด
- ข. เพิ่มปริมาณกระแสไฟฟ้า
- ค. เพิ่มรัศมีของขดลวดที่ใช้
- ง. แกนใช้สารแม่เหล็ก เช่น เหล็กนิเกิล
- จ. เพิ่มอานาจแม่เหล็กทุกข้อ

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถาม  
ข้อ 44 - 45



คลื่นเสียงมีความยาวคลื่น 2 เมตร เคลื่อนที่

จากจุด A ไปจุด B ใช้เวลา 0.03 วินาที

44. คลื่นเสียงนี้มีความเร็วกี่เมตรต่อวินาที

- ก. 150
- ข. 200
- ค. 250
- ง. 300
- จ. 600

45. คลื่นเสียงนี้มีความถี่กี่เฮิรซ์

- ก. 50
- ข. 75
- ค. 100
- ง. 150
- จ. 300

46. การหมุนปุ่มวิทยุเพื่อหาสถานีตรงกับความหมายในข้อใด

- ก. ปรับคลื่นให้เท่ากัน
- ข. ปรับความถี่คลื่นให้เท่ากัน
- ค. ปรับความยาวคลื่นให้เท่ากัน
- ง. ปรับพลังงานไฟฟ้าให้เท่ากัน

47. จ. ปรึบความยาวคลื่นให้เท่ากับความถี่  
 ความดังของเสียงจากคาร์บอนไมโครโฟน  
 ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบใด  
 ก. ขนาดของคาโพ  
 ข. ขนาดของไส้กินสอ  
 ค. จำนวนกานไฟฉาย  
 ง. ความดังของเสียงที่พูด  
 จ. ความยาวของสายไฟ ดายาวมาก  
 ค้างน้อย

48. ข้อใดถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับไดนามิก  
 ไมโครโฟน  
 ก. ใช้ไส้กินสอคา  
 ข. ใช้ได้กับถ่านไฟฉาย  
 ค. ไม่ต้องใช้สายไฟฟ้า  
 ง. เป็นได้ทั้งลาโพงและไมโครโฟน  
 จ. สามารถสื่อสารกันไ้ระยะทางไกล ๆ

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถามขอ 49 - 50

ก	— . .	บ	— . . . .	โ	— . . .
ข	— . . . .	ค	— . . . .	ภ	. . . . .
ค	— . . .	ด	. . . . .	อ	— . . . .
จ	— . . . .	ก	. . . . .	ั	. . . . .
ฉ	— . . . .	ข	. . . . .	ุ	. . . . .
ช	. . . . .	ค	— . . . .	ู	. . . . .
ฉ	. . . . .	ด	. . . . .	อ	— . . . .

49. ถ้าสัญญาณโทร เลขเป็นดังนี้

— . . / . — . . / . — . . — . / — . . . / — . . . / . . . — . / — . . / — . / — . . / . . — / . — — /  
 — . . /

เมื่อแปลเป็นข้อความตรงกับข้อใด

- ก. กลับบ้านควน                      ข. กลับมาแล้ว                      ค. กลับมาควน  
 ง. เกิดเรื่องใหญ่                      จ. กลับโดยควน

50. "สอบวันนี้" เมื่อเป็นสัญญาณโทรเลขตรงกับข้อใด

ก. .../-...-/-.../-./.../...-./

ข. .../-...-/-.../.- -/.-.-./-.../-.../...-.../

ค. .../-...-/-.../-.../- - -/...-.../

ง. .../-.../...-/-.../.../.../.../

จ. .../-...-/-.../.- -/.-.-./-./-./.../...-.../

-----