

153 107

9 10 10

107

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ปริญญานิพนธ์

ของ

รวิวรรณ อังคนุรักษ์นันท์

13 ส.ค. 2532

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สิงหาคม 2531

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

10 10806

167531

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบ ได้นิยามาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน
(รศ. อังคณา สายยศ)

..... กรรมการ
(รศ. ชุติ วงศ์วิริยะ)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รศ. อังคณา สายยศ)

..... กรรมการ
(รศ. ชุติ วงศ์วิริยะ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อจ. อารุณ วัฒนสิน)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร. สมพร บัวทอง)

วันที่ เดือน พ.ศ.

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก รร.สาธิต "นิมิตบำเพ็ญ"
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน
ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ อังคณา สาขยศ รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตน และอาจารย์อาวุธ วัฒนสิน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ชี้คิดเห็น ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.โชติ เพชรชื่น ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารมณ เพชรชื่น อาจารย์ ดร.ปรีชา วงศ์ศิริ และอาจารย์ ชรรค์ชัย คงเสน่ห์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ รัตนวิชัย ที่ได้กรุณาตรวจบทคัดย่อภาษาอังกฤษ และอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนแนวคิด เพื่อสนับสนุนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาด้วยดี

ขอขอบพระคุณ สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา ที่ให้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และศูนย์บริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่ให้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ คณะอาจารย์และนักเรียนโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ตลอดจนครอบครัวและทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา ที่ให้กำลังใจ แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	2
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	3
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	7
	การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	11
	งานวิจัยในประเทศ	13
	งานวิจัยในต่างประเทศ	15
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	18
	ประชากร	18
	กลุ่มตัวอย่าง	18
	✓วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	19
	✓เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	22
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	30
	วิธีจัดกระทำข้อมูล	30
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	32
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	32
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	32
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	33
	ตอนที่ 1 การทดสอบครั้งที่ 1	33
	ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 2	48
	ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 3	49

บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	58
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	58
กลุ่มตัวอย่าง	58
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	58
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	59
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	59
อภิปรายผล	61
ข้อเสนอแนะ	63
บรรณานุกรม	64
ภาคผนวก	70

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยแยกตามโรงเรียน	19
2	ค่าความร่วมมือกัน ค่าไอแกน ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนและค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน สะสมของแบบทดสอบ จากผลการสอบครั้งที่ 1	33
3	แบบแผนองค์ประกอบของข้อสอบจากผลการสอบครั้งที่ 1	36
4	ข้อสอบในแต่ละองค์ประกอบที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไป	44
5	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของข้อสอบในแต่ละองค์ประกอบที่ได้	45
6	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจากการทดสอบครั้งที่ 2	48
7	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจากการทดสอบครั้งที่ 3	50
8	ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	51
9	ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	52
10	ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ	53
11	วิธีการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ	54
12	เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	57
13	ลักษณะการเรียงข้อคำถามในแบบทดสอบ	73
14	จำนวนข้อและค่าน้ำหนักองค์ประกอบขององค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 1	75
15	เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	77
16	ผลการวิเคราะห์รายตัวเลือกของแบบทดสอบ จากการทดสอบครั้งที่ 2	100
17	ผลการวิเคราะห์รายตัวเลือกของแบบทดสอบ จากการทดสอบครั้งที่ 3	103

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงลำดับขั้นของการสร้างแบบทดสอบ	20
2 การขยายขอบเขตของคะแนน โดยวิธีการนำคะแนนดิบและคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจัด กราฟเป็นคู่ ๆ	56

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญอย่างยิ่ง มนุษย์เกือบทั่วโลกต้องมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง โดยใช้วิทยาศาสตร์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของชีวิตให้ดีขึ้น มีความสุขและสะดวกสบายมากขึ้น วิทยาศาสตร์มิได้หมายถึงความรู้เพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ที่มีระบบ อันจะนำไปสู่ขอบข่ายอันกว้างขวางของการเรียนรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับโลกที่อาศัยอยู่ ความรู้และการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการพัฒนาชีวิตและประเทศชาติ (ทพวงมหาวิทยาลัย, 2525 : 58) ดังนั้นการที่จะใช้วิทยาศาสตร์ให้เป็นประโยชน์ในการพัฒนาประเทศ ประชาชนต้องได้รับการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเป็นอย่างดี การให้การศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและเหมาะสมทำให้คนเรามีความสามารถในการปรับตัวให้ทันกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ สามารถปรับปรุงคุณภาพชีวิต รู้จักค้นหาหาเหตุผล สามารถแก้ปัญหา โดยนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ทั้งยังช่วยพัฒนาทัศนคติที่ถูกต้อง

หลักสูตรระดับมัธยมศึกษา ปีพุทธศักราช 2518 , 2521 และ 2524 ได้ระบุวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ในวัตถุประสงค์ เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2525 : 27-43) โดยที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รับผิดชอบในการวางแผนและดำเนินการสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย เน้นถึงความสำคัญของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้อย่างเด่นชัด ดังจะเห็นได้จากจุดมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ข้อ 4 ระบุไว้ว่า "...เพื่อให้มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์..." (นิดา สะเพียรชัย, 2520 : 5)

นักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเห็นว่า การจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ควรเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) มากกว่าการสอนตัวเนื้อหาความรู้ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่น ซันด์ และ โทรวริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1967 : 93-95) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพิจารณาให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนมี 5 ทักษะ ต่อมา เลวิส (Lewis. 1970 : 16; citing Livermore. 1964 : 271-282) กล่าวว่า การเรียนวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทักษะเป็นขั้น ๆ 14 ทักษะ ส่วนแอล อี คลอฟเฟอร์ ได้จำแนกพฤติกรรมในการเรียนรู้สำหรับวิชา

วิทยาศาสตร์ไว้ โดยเฉพาะขั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งไว้ 4 ขั้นใหญ่ แยกเป็นทักษะย่อย 21 ทักษะ (Bloom and others. 1971 : 562-563) โอเค และ ฟิเอล (Okey and Fiel. 1973: 1-10) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมคุณลักษณะที่สำคัญเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 10 ทักษะ ส่วนสมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science, 1970 : 33-176) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ โดยแบ่งเป็นทักษะเบื้องต้น 8 ทักษะ ทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ สำหรับในประเทศไทย (นิพนธ์ จิตต์ศักดิ์, 2517 : 30-33) กล่าวว่า ทักษะที่จำเป็นในการส่งเสริมให้เกิดแก่ผู้เรียนมี 6 ทักษะ ในปีเดียวกัน (พจน์ สะเพียรชัย, 2517 : 49-51) กล่าวว่า ทักษะที่จำเป็นและควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนมี 9 ทักษะ สำหรับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2524 : 1-16) และ (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525 : 58-129) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ เช่นเดียวกับของสมาคม AAAS

เนื่องจากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเด่นชัด รวมทั้งแนวความคิดต่าง ๆ ดังกล่าว เน้นการที่จะพัฒนาให้นักเรียนให้คิดเป็นและแก้ปัญหาได้จำเป็นต้องอาศัยความสามารถหลายประการเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ ผู้วิจัยเห็นด้วยกับแนวคิดดังกล่าว ในการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพในโรงเรียน รวมทั้งศึกษาองค์ประกอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะใดบ้างที่มีความสำคัญ ซึ่งจำเป็นในการวัดและประเมินผลว่า นักเรียนสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายในเรื่องดังกล่าวมากน้อยเพียงใด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านก่อนแล้วจึงนำไปหาคุณภาพด้านต่างๆ ซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้ทราบว่าทักษะด้านต่างๆ เหล่านั้นมีกี่ด้านที่เป็นอิสระจากกันจริง มีด้านใดบ้างที่มีส่วนซ้ำซ้อนกับด้านอื่นและมีการจับกลุ่มทักษะด้านต่างๆ กันอย่างไร เพื่อให้ผู้สอนมีเครื่องมือในการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเชื่อมั่น และมีความเที่ยงตรงในการตัดสินใจหรือบ่งชี้ความสามารถของนักเรียนและวางแผนการสอนซ่อมเสริมตลอดจนปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
3. เพื่อหาเกณฑ์ปกติ (Norm)

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ได้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ และทราบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยองค์ประกอบทักษะด้านใดบ้าง สามารถนำไปใช้ในการวัดและประเมินผล ปรับปรุงการเรียนการสอนให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของหลักสูตร และเป็นเครื่องมือในการคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ได้เหมาะสมยิ่งขึ้น ตลอดจนเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ จำนวน 10 โรงเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 1,618 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ จำนวน 1,095 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติ และการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ ประกอบด้วย 13 ทักษะ ดังนี้ คือ

1.1 การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

1.2 การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

1.3 การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือ ความสัมพันธ์ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปสวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างมิติ 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

1.5 การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

1.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับจัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

1.7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

1.8 การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ นำหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

1.9 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน หรือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้จะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

1.10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

1.11 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ คือ สิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิฉะนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

1.12 การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1.12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

ก. วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ข. อุปกรณ์ และ / หรือ สารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

1.12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

1.12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

1.13 การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดพฤติกรรมความสามารถที่แสดงออกในลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามนิยามข้อ 1

3. ความยากของข้อสอบ (Difficulty) หมายถึง สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง วิเคราะห์โดยใช้เทคนิค 27% และเปิดตารางของ จุง เตห์ ฟาน

4. อำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนที่ตอบถูกและตอบผิดออกจากกลุ่มผู้สอบทั้งหมด วิเคราะห์โดยใช้เทคนิค 27% และเปิดตารางของ จุง เตห์ ฟาน

5. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้คงที่แน่นอน คำนวณโดยใช้สูตร Kuder Richardson (KR-20)

6. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ (Validity) หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ จะหาความเที่ยงตรงเชิงหน้า (Face Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science)

7. เกณฑ์ปกติ หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติ ที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการสอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นคะแนนตัวแทนที่จะบอกระดับการสอบของผู้สอบว่าอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร โดยแสดงลงในตาราง ซึ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบกับคะแนนมาตรฐานที่ปกติ (Normalized T-score) ที่แปลงมาจากคะแนนดิบ

8. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีคุณวุฒิทางวิชาการวัดผลการศึกษา และสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีประสบการณ์ในการทำงานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยในประเทศ
4. งานวิจัยในต่างประเทศ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนนั้นจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน (นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิศวะธีรานนท์, 2525 : 48)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525 : 59) ส่วนสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระบุว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (สสวท. 2524 : 1-16)

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกาหรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science, 1970 : 33-176) ระบุว่า ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนไม่ควรจะรับเอาแต่ความจริงหรือหลักการเท่านั้น แต่ควรจะได้เรียนรู้ถึงกระบวนการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์ด้วย และได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ โดยแบ่งเป็นทักษะเบื้องต้น (Basic Process Skill) และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skill)

ทักษะเบื้องต้น (Basic Process Skill) แบ่งออกเป็น 8 ทักษะดังนี้

1. การสังเกต ✓
2. การวัด ✓
3. การใช้จำนวนเลข ✓
4. การจัดจำพวก ✓
5. การสื่อความหมาย ✓
6. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติและเวลา ✓
7. การสรุปอ้างอิง ✓
8. การทำนาย ✓

ทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skill)

1. การให้นิยามปฏิบัติการ ✓
2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร ✓
3. การสร้างสมมติฐาน ✓
4. การประมวลผลและตีความหมายข้อมูล ✓
5. การออกแบบการทดลอง ✓

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2524 : 1-16) และ (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525 : 58-129) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ เช่นเดียวกับของสมาคม AAAS ดังนี้

1. การสังเกต
2. การวัด
3. การจำแนกประเภท
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
5. การคำนวณ
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. การพยากรณ์
9. การตั้งสมมติฐาน
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

12. การทดลอง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สสวท. ได้ระบุความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะทั้ง 13 ทักษะ ดังนี้ คือ

1. การสังเกต

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้อุปกรณ์สัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกลักษณะต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกลักษณะต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติ

4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้

- ระบุนิยาม 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

- เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงวัตถุ (3 มิติ) ที่เห็นได้

กำเนิดเงา

- เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น

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

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่งได้

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ

5.1 การนับ ได้แก่

- นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
- ตัดสินว่าของกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่

- บอกวิธีคำนวณได้
- คิดคำนวณได้ถูกต้อง
- แสดงวิธีคิดคำนวณได้

5.3 การหาค่าเฉลี่ย

- บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย
- หาค่าเฉลี่ย
- แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือ

ประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์

การพยากรณ์ทั่วไป

8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ

8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน

หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง

12.1 ออกแบบการทดลองโดย

- กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

- ระบุอุปกรณ์ และ / หรือสารเคมีที่จะใช้ในการทดลองได้

12.2 ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

13.2 บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอยู่ในข้อมูล

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ซันด์ และพิคาร์ด (Sund and Picard. 1972 : 31-25) ได้กล่าวถึง การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าต้องศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละทักษะเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินดูว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ หรือไม่

หน่วยทดสอบและประเมินผลสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (สสวท. 2518 : 5)

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจ่มแจ้งให้ชัดเจน โดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจ่มแจ้งให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวัง และภาคเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นที่ขาดเสียมิได้ในบทหนึ่ง ๆ ควรจะกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดมิได้ ทักษะนั้น และเนื้อหาใดก็ควรจะปรากฏในข้อสอบ

3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะซึ่งมีความมุ่งหมายที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อ จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังจะทราบต่อไปว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีส่วนมากน้อยเพียงใด

4. การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ ควรจะถือหลักว่าจะใช้การสอบแบบใด จึงจะตรวจวัดพฤติกรรมนั้น ๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดจนทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลา และง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

นอกจากนี้ยังได้เสนอลักษณะข้อทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้ (สสวท. 2518 : 10)

1. การสร้างสถานการณ์

1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้น จะเป็นสถานการณ์สมมติ หรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตาม จะต้องมีความง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว

1.3 สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ จะต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล

1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัด จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

1.5 สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กระชับรัด อ่านเข้าใจได้ง่าย แต่ละสถานการณ์ควรใช้สำหรับถามได้มากกว่า 1 ข้อ เพื่อมิให้นักเรียนเสียเวลาในการอ่านมากเกินไปจนจำเป็น

2. การสร้างคำถาม คำถามที่จะให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาจะมีคุณสมบัติดังนี้

2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไม่ถามเรื่องที่เป็นความรู้-ความจำ

2.2 ไม่ถามถึงปัญหา หรือสมมติฐานที่เคยอภิปราย หรือสรุปกันมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำทั้ง ๆ ที่คำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

2.3 ใช้คำถามวัดการ บ่งชี้ว่าจะให้ตอบเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ก็ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยเฉพาะ

2.4 ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่องและกำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรถัดคะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูกและให้ 0 ถ้าตอบผิด

3. การตรวจ

ถ้าเป็นข้อทดสอบแบบให้ตอบสั้นๆ แม้จะตั้งคำถามที่ผู้ถามคิดว่าจำเพาะเจาะจง คำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจจะต้องดูเหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกต้องก็ต้องยอมรับ

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะไม่อิงเนื้อหาในแบบเรียนโดยตรง ยังมีจำนวนน้อยมากในประเทศไทย แบบทดสอบที่ได้ทำการวิจัยโดยตรง คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสร้างโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2518 : 9-14) ลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วยข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 49 ข้อ ข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 7 ข้อ โดยใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 9 ทักษะ ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเห็นว่าจำเป็น ค่าความเชื่อมั่นในส่วนที่เป็นข้อสอบปรนัยเป็น .66 ส่วนข้อสอบอัตนัยมิได้รายงานไว้ ต่อมา (ละเอียด ภิระอนันต์ . 2525 : บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นผสม ประกอบด้วยข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 28 ข้อ วัดทักษะ 5 ทักษะ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็น .82 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบของอนันต์ จันทร์กวี เป็น .74 ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้มีจำนวน 25 ข้อ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกส่วนหนึ่งที่สร้างขึ้นเพื่อการวิจัยเรื่องต่าง ๆ ในระดับประถมศึกษา (ปิยมาภรณ์ พรหมมณี . 2522 : บทคัดย่อ) สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยเรื่องผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่องสัตว์และพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ วัดทักษะ 4 ทักษะ ได้ค่าความเชื่อมั่นเมื่อหาด้วยสูตร KR-20 เป็น .87 ต่อมา (เอี่ยมลักษณ์ เจริมพัคตร์ . 2524 : บทคัดย่อ) สร้างแบบทดสอบขึ้น

เพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัย เรื่องผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในกลุ่ม
สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร
ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ วัดทักษะ 8 ทักษะ ได้ค่า
ความเชื่อมั่นเมื่อหาด้วยสูตร KR-21 เป็น .856 แบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งสร้างขึ้นโดย (วัลภา
ณอมวงษ์ . 2528 : 70-71) เพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัยเรื่องผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนในสังกัดสำนักงานประถมศึกษา จังหวัดตราด ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ
4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ วัดทักษะ 8 ทักษะ ได้ค่าความเชื่อมั่นเมื่อหาด้วยสูตร KR-21 เป็น .82

ในระดับมัธยมศึกษาได้มีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็น
เครื่องมือในการวิจัยเช่นเดียวกัน (เสริม ทัดศรี . 2522 : 23-43) สร้างขึ้นเพื่อการวิเคราะห์
องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1)
ในจังหวัดสงขลา ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 96 ข้อ
วัดความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 12 ด้าน คือ การสังเกต การจำแนก การวัด
การอธิบาย การตั้งปัญหา การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การตีความข้อมูล การสรุป
การนำไปใช้ และการฝึกทักษะ คำนวณค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นแต่ละ
ทักษะดังนี้ .3986 , .3254 , .4369 , .3204 , .4237 , .3238 , .3277 , .3763 ,
.3743 , .3552 , .4558 , .3164 ตามลำดับ และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .8755 และสรุปว่า
ทักษะเหล่านี้จะมี 5 องค์ประกอบ องค์ประกอบที่ 1 ประกอบด้วยความสามารถด้านการสังเกต
องค์ประกอบที่ 2 ประกอบด้วยความสามารถด้านการตีความและการสรุป องค์ประกอบที่ 3
ประกอบด้วยความสามารถด้านการจำแนกและการตั้งปัญหา องค์ประกอบที่ 4 ประกอบด้วย
ความสามารถด้านการพยากรณ์ การตั้งสมมติฐานและการนำไปใช้ องค์ประกอบที่ 5 ประกอบ
ด้วยความสามารถด้านการวัด การอธิบาย การทดลอง และการฝึกทักษะ ส่วนการสร้างขึ้นเป็น
เครื่องมือในการวิจัยเช่นเดียวกัน (มานิช วาทะพุกกะ . 2523 : บทคัดย่อ) สร้างขึ้นเพื่อ
การวิจัยเรื่องสัมฤทธิ์ผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญวัฒนา นครราชสีมา ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย
ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ได้ค่าความเชื่อมั่น .89 ในระดับเดียวกันนี้ (อนันต์
จันทร์ทวี . 2523 : 48) ได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม
(Integrated skill) ขึ้น เพื่อใช้ในการวิจัยเรื่องผลของการใช้คำถามของครู ที่มีต่อทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ.2 และ ม.2

ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ประกอบด้วย ทักษะการจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป การสร้างสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและค่าเงิน การทดลองรวม 28 ข้อ เมื่อคำนวณค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะด้วยสูตร KR-21 มีค่าตามลำดับดังนี้ .3760 , .2258 , .2941 , .4949 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .6695 เมื่อคำนวณด้วยวิธี Split-half จะมีค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะเป็น .3966, .4674, .4109, .5453 ตามลำดับ และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่า .7536 แบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง (ก่อศักดิ์ ศรีน้อย. 2527 : 51) สร้างขึ้นเพื่อทำการวิจัยเรื่องการศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลักษณะข้อสอบเป็นแบบตอบสั้น โดยยึดตามแผนการสอนเรื่อง การขนส่งและการสื่อสารและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ คำนวณค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่น .8211 สำหรับ (วินัย เทียมเมือง. 2529 : 59) สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัยเรื่อง ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคุรุราษฎร์รังสฤษดิ์ อำเภोजอมบึง จังหวัดราชบุรี ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ เกี่ยวกับเรื่อง การขนส่งและการสื่อสาร วัฏจักรกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ค่าความเชื่อมั่นเมื่อคำนวณด้วยสูตร KR-20 เป็น .8124

งานวิจัยในต่างประเทศ

งานวิจัยในต่างประเทศที่ผู้วิจัยใช้ศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายท่านดังเช่น โมลิเตอร์ (Molitor. 1972 : 6241-A-6242-A) ได้พัฒนาแบบทดสอบประเมินผลทักษะด้านการสรุปอ้างอิง (Inference) การทำนาย (Prediction) และการตรวจสอบ (Verification) ให้ชื่อแบบทดสอบว่า Science Process Skills Test (SPST) แบบทดสอบฉบับนี้ใช้ทดสอบนักเรียนโดยการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล จากผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบแนวโน้มที่สามารถนำมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบ ให้มีประสิทธิภาพได้ คือ ข้อสอบที่เน้นใจความเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนคุ้นเคยมาก ๆ จะไม่สร้างแรงจูงใจเท่าที่ควร นักเรียนส่วนใหญ่มีประสบการณ์ด้านการแสดงความคิดเห็นมากกว่าการตรวจสอบความคิดเห็น แบบทดสอบดังกล่าว สามารถนำไปใช้ประเมินผลนักเรียนได้เฉพาะในส่วนที่เป็นการวัดทักษะการสรุป

อ้างอิงและการตรวจสอบ ส่วนแบบทดสอบวัดทักษะการทำงานจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข เนื่องจากมีความเชื่อมั่นต่ำ ต่อมา โรบินสัน (Robinson. 1973 : 1522-A) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะด้านการควบคุมตัวแปร (Controlling variables) และการแปลความหมายจากข้อมูล (Interpreting data) แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ หรือจากได้ทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อแล้ว ได้นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนที่ได้จากการสอบเป็นรายบุคคล (Individual test) ได้ค่าสหสัมพันธ์เป็น .66 แบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง ลูคแมน (Ludeman. 1974 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาแบบทดสอบ Development of Science Process Skills Test แล้วหาค่าความเที่ยงตรงโดยการหาสหสัมพันธ์กับเกณฑ์ภายนอก (External Criterion Referenced Validation) ทักษะที่ Ludeman เลือกมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบมี 4 ทักษะ คือ ทักษะการแปลความหมายจากข้อมูล การควบคุมตัวแปร การสร้างสมมติฐาน และการสร้างนิยามปฏิบัติการ ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ ข้อคำถามส่วนใหญ่สร้างขึ้นจากสถานการณ์ที่เร้าความสนใจ โดยใช้ภาพถ่ายกราฟหรือตารางประกอบสถานการณ์ บางสถานการณ์ใช้สำหรับคำถามมากกว่า 1 ข้อ แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้มีความสัมพันธ์กับเกณฑ์ภายนอก คือ The Individual Competency Measures อยู่ในระดับสูงและแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งที่มีความเชื่อมั่นสูง สามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการทำวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ พีเรซ (Perez. 1978 : 3496-A) สร้างขึ้นสำหรับใช้ในประเทศฟิลิปปินส์ ลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วย ทักษะการสังเกต 11 ข้อ การเปรียบเทียบ 6 ข้อ การหาจำนวน 8 ข้อ การวัด 13 ข้อ การจำแนกประเภท 11 ข้อ การลงข้อสรุป 7 ข้อ การทำนาย 5 ข้อ และการทดลอง 11 ข้อ เมื่อคำนวณค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับด้วยสูตร KR-20 ได้ .87 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย .39 และข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่มีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ มีจำนวน 48 ข้อ

นอกจากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ยังมีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางฉบับ ดังเช่น ดูแรน (Duran. 1978 : 24-25) กล่าวว่า Science Problem Solving Skill Test ของ Diet & George ใช้สำหรับนักเรียนเกรด 1-2-3 ข้อสอบแต่ละข้อประกอบด้วยรูปภาพที่เหมาะสมกับสติปัญญาของเด็กแต่ละระดับ เกณฑ์ที่ใช้วัด คือ ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลและความสามารถในการอธิบายข้อความที่เป็นเหตุเป็นผล แบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา คือ X-35 : Test of Problem Solving ซึ่งสร้างโดย Butts ลักษณะข้อสอบ จัดทำเป็นแบบ A และแบบ B ใช้ประเมินพฤติกรรมการตั้งสมมติฐานในระยะเริ่มแรก

การสร้างการทดลองด้วยตัวแปรที่เป็นจริง การสร้างการควบคุม การทดสอบสมมติฐานที่เที่ยงตรง และความพยายามที่จะตรวจสอบสมมติฐานการวัดพฤติกรรมของนักเรียน ใช้การพิจารณาข้อมูลที่นักเรียนเลือกมาจากชุดข้อมูลในแต่ละปัญหาที่กำหนดให้โดยผู้เชี่ยวชาญ ต่อมาในปี 1985 เบิร์นและคนอื่น ๆ (Burns and others. 1985 : 169) ได้พัฒนาแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งชื่อว่า Development of An Intergrated Process Skills Test : TIPS II โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ลักษณะของแบบทดสอบเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 36 ข้อ หลังจากทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ 19.14 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .86 ความยากเฉลี่ย .53 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย .35 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบแต่ละทักษะกับ TIPS II และ TIPS เป็น .86 และ .90 แบบทดสอบฉบับนี้ทำให้มีข้อสอบรวมในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ในปีเดียวกัน รอสและเมย์เนส (Ross and Maynes. 1985: 325-326) ได้พัฒนาแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบโดยใช้พื้นฐานการเรียนรู้ตามลำดับขั้นที่แตกต่างกัน 7 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การบันทึกและสื่อความหมายการลงความเห็นจากข้อมูล การสรุปและการตีความหมายข้อมูล ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 1,600 คน คำนวณความเชื่อมั่นแบบ Hoyt มีค่าอยู่ระหว่าง .58 - .69 ส่วนความเชื่อมั่นแต่ละทักษะอยู่ระหว่าง .25 - .45 ดูจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ตอบแล้ว แบบทดสอบฉบับนี้ใช้วัดทักษะได้ดีกว่าแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ซึ่งต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมากกว่า

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่เป็นการสร้างแบบอิงเนื้อหาในแบบเรียนของหลักสูตร สำหรับแบบไม่อิงเนื้อหานี้มีน้อยมากในประเทศไทย และไม่เป็นที่แพร่หลายทั่วไป โดยเฉพาะการวิเคราะห์ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะนั้น จัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญได้กี่องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบมีทักษะใดบ้าง ยังไม่เคยมีการวิจัยในลักษณะนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น พร้อมทั้งวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อดูว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ จัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญได้กี่องค์ประกอบ และแต่ละองค์ประกอบมีทักษะใดบ้าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ จำนวน 10 โรงเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 1,618 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ จำนวน 1,095 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ซึ่งมีขั้นตอนในการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($\alpha = .05$) เมื่อเทียบจากตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ควรเลือกจากประชากรแล้ว ต้องใช้กลุ่มตัวอย่าง 383 คน (ลิวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 260 อ้างอิงจาก Yamane. 1967 : 886-887)

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนมาทำการศึกษา โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ จำนวน 29 ห้องเรียน แบ่งเป็นการสอบครั้งที่ 1 จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 275 คน การสอบครั้งที่ 2 จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 304 คน

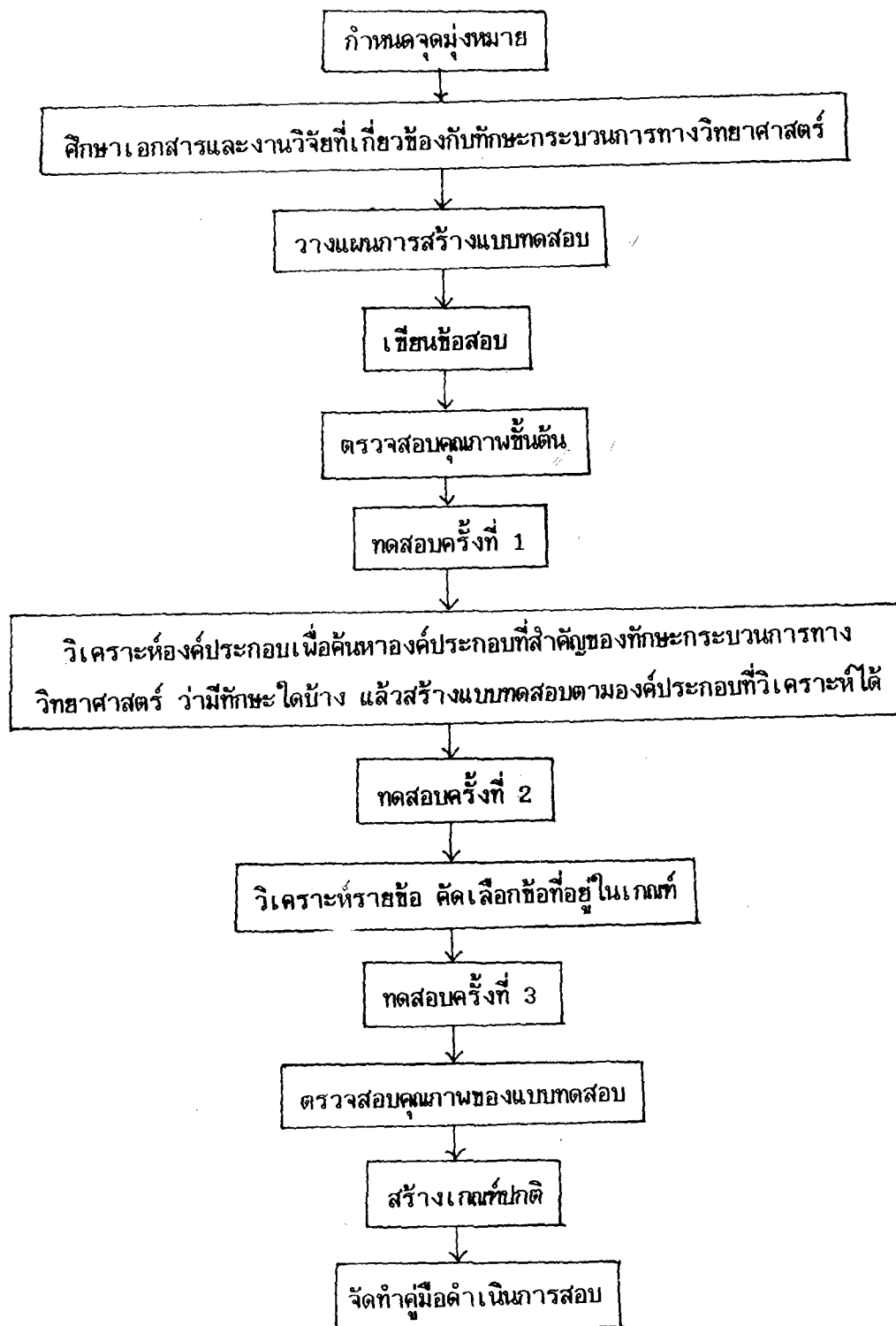
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือและสร้างคะแนนเกณฑ์ปกติ จำนวน 14 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 516 คน ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างแยกตามโรงเรียน

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย	จำนวนนักเรียนที่ได้จากการสุ่ม (คน)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
เกษตรศาสตร์		64(2)	33(1)
ขอนแก่น			48(1)
จุฬาลงกรณ์		105(3)	70(2)
เชียงใหม่			68(2)
รามคำแหง	105(3)		76(2)
ศรีนครินทรวิโรฒ			
บางแสน	90(2)		44(1)
ปทุมวัน		100(2)	49(1)
ประสานมิตร	80(2)		42(1)
ศิลปากร		35(1)	34(1)
สงขลานครินทร์			52(2)
รวม	275(7)	304(8)	516(14)

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้วาง
 โครงการ และมีขั้นตอนการสร้าง ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นตอนตามภาพประกอบ 1 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
 - 1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
 - 1.3 เพื่อหาเกณฑ์ปกติ (Norm) X
- ✓ 2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ
- ✓ 3. วางแผนการสร้างแบบทดสอบ
 - 3.1 ศึกษาการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะของสมาคมวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science) และของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 3.2 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามนิยามเชิงปฏิบัติการในแต่ละทักษะ ทั้ง 13 ทักษะ โดยสร้างทักษะละประมาณ 3-4 ข้อ จำนวน 52 ข้อ
4. การเขียนข้อสอบ
 - 4.1 ลักษณะของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก สถานการณ์ที่สร้างเป็นภาพ ตาราง กราฟ หรือข้อความ สถานการณ์ที่ประสบในชีวิตประจำวัน ในเรื่องเกี่ยวกับการเรียนและเรื่องทั่ว ๆ ไป
 - 4.2 สร้างข้อสอบให้ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ
 - 4.3 การตรวจให้คะแนนตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน
5. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบขั้นต้น | ด้านความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นผู้ที่จบปริญญาโท สาขาการวัดผลการศึกษาและสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน โดยใช้เกณฑ์ 4 ใน 5 บอกว่าใช้ได้ แสดงว่ามีความเที่ยงตรงเชิงพินิจ
6. ทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 275 คน
7. วิเคราะห์ข้อสอบจากการทดสอบครั้งที่ 1 โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อคัดองค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะใดบ้าง แล้วทำการสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมตามองค์ประกอบที่วิเคราะห์ได้ จำนวน 60 ข้อ
8. ทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 304 คน

9. วิเคราะห์ข้อสอบจากการทดสอบครั้งที่ 2 โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27% และเปิดตารางของ จุง เตห์ ฟ่าน (Fan, 1952 : 1-32) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และค่าความยากระหว่าง 0.2-0.8 ไว้ใช้ จำนวน 44 ข้อ

10. ทดสอบครั้งที่ 3 นำข้อสอบที่คัดเลือกจากการสอบครั้งที่ 2 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 516 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

11. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

11.1 วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

11.2 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science)

11.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20

12. สร้างเกณฑ์ปกติ โดยนำคะแนนจากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในครั้งที่ 3 ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ไคล์ (Percentile Rank) แล้วเทียบค่าที่ปกติ (Normalized T-score)

13. จัดทำคู่มือดำเนินการสอบและจัดพิมพ์เป็นเล่ม

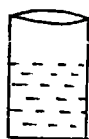
✓ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ทักษะละ 4 ข้อ รวม 52 ข้อ สถานการณ์ที่สร้างเป็นภาพ ตาราง กราฟ หรือข้อความ สถานการณ์ที่ประสบในชีวิตประจำวันในเรื่องเกี่ยวกับการเรียนและเรื่องทั่ว ๆ ไป

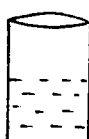
ตัวอย่างข้อสอบในแต่ละทักษะ

1. แบบทดสอบวัดทักษะการสังเกต

(*) น้ำในภาชนะใดมีปริมาตรปานกลาง



1



2



3



4



5

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

2. แบบทดสอบวัดทักษะการวัด

(*) อุปกรณ์ในข้อใดใช้หาความยาวของเชือกเส้นนี้ได้ค่าใกล้เคียงที่สุด



- ก. เส้นด้ายและไม้บรรทัด
 - ข. ไม้เมตรและตลับเมตร
 - ค. สไลด์รูลและสายวัดตัว
 - ง. เส้นเชือกและไม้บรรทัด
 - จ. วงเวียนและไม้โปรแทรกเตอร์
- เฉลย ข้อ ก.

3. แบบทดสอบวัดทักษะการจำแนกประเภท

(*) นักเรียนรู้ใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่งสารข้างล่างนี้

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

- ก. สถานะ
- ข. ปริมาณ
- ค. ความหนาแน่น

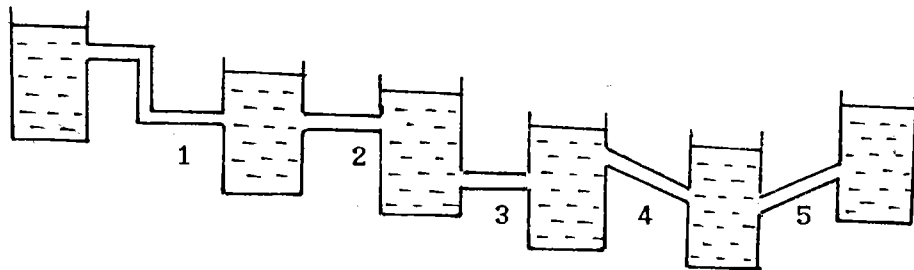
ง. ภาชนะที่บรรจุ

จ. ความสามารถในการละลาย

เฉลย ข้อ ก.

4. แบบทดสอบวัดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

(*) การทดลองลักษณะการไหลของน้ำซึ่งมีภาชนะใส่น้ำ 6 ใบ แต่ละใบมีขนาดเท่า ๆ กัน และมีท่อเชื่อมต่อกันทุกภาชนะ (ดังรูป) ถ้าวางท่อหมายเลขใดกระแสน้ำจะไหลเร็วที่สุด



ก. หมายเลข 1

ข. หมายเลข 2

ค. หมายเลข 3

ง. หมายเลข 4

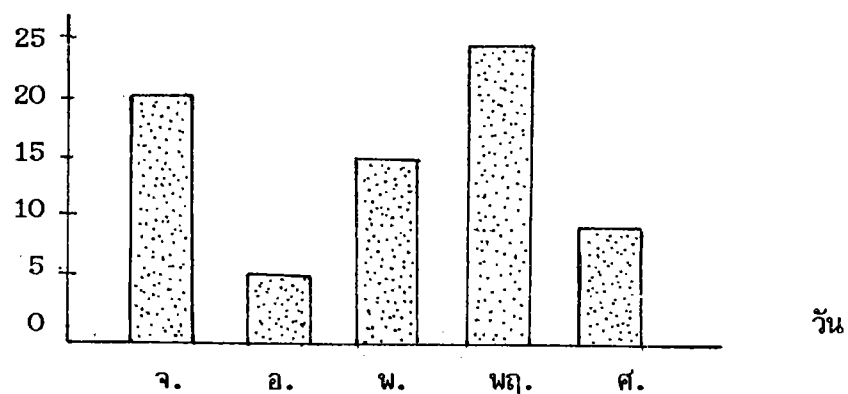
จ. หมายเลข 5

เฉลย ข้อ ก.

5. แบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ

(*) แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนต้นถั่วที่งอกใน 5 วัน

จำนวนต้นถั่ว (ต้น)



ถามว่า ต้นถั่วงอกเฉลี่ยวันละกี่ต้น

ก. 5 ต้น

ข. 10 ต้น

ค. 15 ต้น

ง. 20 ต้น

จ. 25 ต้น

เฉลย ข้อ ค.

6. แบบทดสอบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

(*) เมื่อใช้แว่นขยายส่องดูลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของมดแดง นักเรียนจะบันทึกผลการทดลองในลักษณะใดจึงจะสมบูรณ์และชัดเจน

ก. 1. หัวมีลักษณะ.....

2. ปากมีลักษณะ.....

3. ตามีลักษณะ.....

4. ปีกมีลักษณะ.....

5. ขามีลักษณะ.....

ข.

สัตว์	สิ่งที่สังเกตเห็น
มดแดง	

ค.

ส่วนต่าง ๆ ของมดแดง
หัว _____
ปาก _____
ตา _____
ปีก _____
ขา _____
ท้อง _____

ง.

ส่วนต่าง ๆ ของมดแดง		ลักษณะที่สังเกตเห็น
หัว	ปาก ตา	_____ _____
อก	ปีก ขา	_____ _____
ท้อง	_____	_____

จ.

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

เฉลย ข้อ ง.

7. แบบทดสอบวัดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

(*) ใส่ของเหลว 2 ชนิด ปริมาณเท่ากัน ลงในภาชนะฝาเปิดขนาดเท่ากัน ทั้งไว้ประมาณ 3 ชั่วโมง สังเกตพบว่าของเหลวในภาชนะใบที่ 1 เหลืออยู่น้อยกว่าใบที่ 2 การทดลองนี้อธิบายว่าอย่างไร

- ก. ของเหลว 2 ชนิด มีการระเหย
- ข. ของเหลวจะระเหยได้บริเวณที่มีอากาศร้อนจัด
- ค. ของเหลวชนิดที่ 1 ถูกดูดความร้อนออกไปได้เร็วกว่า
- ง. ของเหลวต่างชนิดกัน การเคลื่อนที่ของโมเลกุลต่างกัน
- จ. ของเหลวชนิดที่ 2 ได้รับความร้อนน้อยกว่าของเหลวชนิดที่ 1

เฉลย ข้อ ง.

8. แบบทดสอบวัดทักษะการพยากรณ์

(*) ถ้าฝนตกโดยไม่หยุดติดต่อกัน 10 วัน นักเรียนจะเดือดร้อนเกี่ยวกับเรื่องใดมากที่สุด

- ก. อาหาร
- ข. ที่อยู่อาศัย
- ค. การเดินทาง
- ง. เครื่องนุ่งห่ม
- จ. การรักษาสภาพ

เฉลย ข้อ ก.

9. แบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐาน

(*) การทดลองปลูกถั่วเขียวรื้อมกัน 2 กระป๋อง โดยควบคุมสิ่งต่าง ๆ ให้เหมือนกัน เช่น ขนาด จำนวน อายุของถั่วเขียว ดิน ภาชนะ และปริมาณน้ำที่รด เป็นต้น กระป๋องใบที่หนึ่งให้ถูกแสง ใบที่สองให้อยู่ในห้องมืดเป็นเวลา 5 วัน การทดลองนี้จะตั้งสมมติฐานอย่างไร

- ก. น้ำมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว
- ข. ชนิดของถั่วเขียวต่างกันทำให้การเจริญเติบโตต่างกัน
- ค. แสงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสร้างอาหารของต้นถั่วเขียว
- ง. ชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวต่างกัน
- จ. น้ำและแสงต่างมีความสำคัญต่อการสร้างอาหารของต้นถั่วเขียว

เฉลย ข้อ ค.

10. แบบทดสอบวัดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

(*) น้ำบริสุทธิ์หมายความว่าอย่างไร

- ก. น้ำที่ใสและรสจืด
- ข. น้ำที่ไม่มีสี กลิ่น และรส
- ค. น้ำที่ใสและไม่มีสิ่งเจือปน
- ง. น้ำที่ไม่มีสี กลิ่น รส และเชื้อโรค
- จ. น้ำสะอาดที่บรรจุในขวดปิดผนึกเรียบร้อยแล้ว

เฉลย ข้อ ง.

11. แบบทดสอบวัดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

(*) ในการทดลองปลูกต้นโหระพา ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอนดังนี้

- 1. เตรียมดิน 2 กระป๋อง กระป๋องที่ 1 ไม้ใส่ปุ๋ย กระป๋องที่ 2 ใส่ปุ๋ย
- 2. ปลูกต้นโหระพาขนาดเท่ากัน กระป๋องละต้น
- 3. วางไว้ในที่มีแสงแดดส่องถึง
- 4. รดน้ำต้นโหระพาทั้ง 2 กระป๋อง ปริมาณเท่า ๆ กันทุกวัน
- 5. บันทึกผลเป็นเวลา 10 วัน

ถามว่า สิ่งใดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจากการทดลองนี้

- ก. ชนิดของดิน
 ข. จำนวน 10 วัน
 ค. ความสูงของต้นโพธิ์
 ง. ปริมาณน้ำที่รดทั้งสองกระป๋อง
 จ. ขนาดและชนิดของกระป๋องที่บรรจุดิน
 เฉลย ข้อ ค.

12. แบบทดสอบวัดทักษะการทดลอง

(*) เมื่อต้องการทำให้สารละลายกรดเจือจางลง ควรปฏิบัติอย่างไร

- ก. ค่อย ๆ รินน้ำใส่กรด
 ข. ค่อย ๆ รินกรดใส่น้ำแล้วคนให้เข้ากัน
 ค. เติมน้ำร้อนลงในกรดแล้วเขย่าให้เข้ากัน
 ง. ค่อย ๆ รินกรดและน้ำร้อน ๆ กันแล้วเขย่า
 จ. ผสมน้ำธรรมดากับกรดอย่างละเท่า ๆ กันแล้วเขย่า
 เฉลย ข้อ ข.

13. แบบทดสอบวัดทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

(*) จากตารางที่กำหนดให้ จงพิจารณาว่าสารใดมีความสามารถในการละลายได้

ดีที่สุด

สาร	ความสามารถในการละลาย $\text{g}/100 \text{ cm}^3$
โซเดียมคลอไรด์	36.0
คอปเปอร์ซัลเฟต	2.0
สารส้ม	7.8
แคลเซียมซัลเฟต	0.21
แคลเซียมคาร์บอเนต	0.0013

- ก. สารส้ม
 - ข. โซเดียมคลอไรด์
 - ค. คอปเปอร์ซัลเฟต
 - ง. แคลเซียมซัลเฟต
 - จ. แคลเซียมคาร์บอเนต
- เฉลย ข้อ ข.

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินงานเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง และนัดหมาย วัน เวลา เพื่อนำแบบทดสอบไปสอบ

2. เตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบในแต่ละครั้ง วางแผนการดำเนินการสอบ รวมทั้งหาผู้ช่วยในการดำเนินการสอบ ซึ่งผู้วิจัยชี้แจงการปฏิบัติในการดำเนินการสอบ ดังนี้

2.1 อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์ และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ

2.2 อธิบายให้ผู้สอบทุกคนเข้าใจถึง วิธีการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการตอบก่อนที่จะให้ทุกคนเริ่มลงมือทำ

3. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

3.1 ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบตามด้านที่วิเคราะห์ได้

3.2 ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และค่าความยากระหว่าง 0.2-0.8 ไว้ใช้

3.3 ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของการทดสอบและสร้างเกณฑ์ปกติ

วิธีจัดกระทำข้อมูล

1. คำนวณพื้นฐานของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

2. วิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science) (Jae. On Kim. 1975 : 485)

3. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิค 27% และเปิดตารางของ จุง เตห์ ฟาน (Fan 1952 : 1-32)

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในแต่ละองค์ประกอบ และรวมทุกองค์ประกอบ โดยใช้สูตร Kuder Richardson (KR-20) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530 : 225)

$$r_{kk} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2_u} \right]$$

เมื่อ n แทน จำนวนข้อ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = 1-p

S^2_u แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

5. หาดำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank) โดยใช้สูตร (สมบูรณ์ ชิตนงค์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์, 2524 : 92)

$$PR = \frac{100}{N} \left[cf + \frac{1}{2} f \right]$$

เมื่อ PR แทน ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์

N แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

f แทน ความถี่ของแต่ละช่วงคะแนน

cf แทน ความถี่สะสม

6. หาคะแนนเกณฑ์ปกติ (Norm) โดยหาคะแนนที่ปกติ แบบยึดพื้นที่ใต้โค้งเป็นหลัก (Area Transformation) จากการหาดำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank) แล้วนำค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปเปิดตารางสำหรับเปลี่ยนเป็นคะแนนที่ปกติ (Normalized T Score) (ล้วนสาขยศ และอังคณา สาขยศ, 2522 : 148-153)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้มีความเข้าใจในการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนหลักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
S^2	แทน	ค่าความแปรปรวน
S.E. _{MEAS}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
df	แทน	ขั้นแห่งความเป็นอิสระ

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นตอน ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดสอบครั้งที่ 1

1.1 วิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อค้นหาองค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.2 การรวบรวมข้อสอบเป็นฉบับใหม่

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 2

2.1 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและคัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปใช้ทดสอบ ครั้งที่ 3

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 3

3.1 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

3.2 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.3 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบ

3.4 คะแนนเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1.1 วิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อค้นหาองค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบซึ่งประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 52 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 275 คน การทดสอบครั้งนี้ได้คำนวณค่าความร่วมกัน (Communality) ค่าไอเกน (Eigenvalue) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน (Percentage of Variance) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสม (Cumulative Percentage of Variance) ของแบบทดสอบ และแบบแผนองค์ประกอบ (Factor Pattern) ของข้อสอบ โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบ Principle Components Analysis โดยหมุนแกนแบบออร์ทोगอนอล (Orthogonal Rotation) ชนิดแวนิแมกซ์ (Varimax Rotated) ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าความร่วมกัน ค่าไอเกน ค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน และค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสะสมของแบบทดสอบ จากผลการสอบครั้งที่ 1

VARIABLE	COMMUNALITY	FACTOR	EIGENVALUE	PCT OF VAR	CUM PCT
1	0.7217	1	4.2037	8.1	8.1
2	0.6596	2	2.4815	4.2	12.3
3	0.6161	3	1.7880	3.4	15.7
4	0.6388	4	1.7495	3.4	19.1
5	0.5670	5	1.6776	3.2	22.3
6	0.7242	6	1.6350	3.1	25.5
7	0.6637	7	1.5687	3.0	28.5
8	0.6138	8	1.5226	2.9	31.4
9	0.7394	9	1.4620	2.8	34.2
10	0.6451	10	1.4479	2.8	37.0
11	0.5645	11	1.3843	2.7	39.7

ตาราง 2 (ต่อ)

VARIABLE	COMMUNALITY	FACTOR	EIGENVALUE	PCT OF VAR	CUM PCT
12	0.5252	12	1.3398	2.6	42.2
13	0.6573	13	1.2649	2.4	44.7
14	0.6392	14	1.2048	2.3	47.0
15	0.6259	15	1.1634	2.2	49.2
16	0.5642	16	1.1602	2.2	51.5
17	0.6038	17	1.1390	2.2	53.6
18	0.6317	18	1.1220	2.2	55.8
19	0.5904	19	1.0827	2.1	58.9
20	0.6251	20	1.0602	2.0	59.9
21	0.6626	21	1.0465	2.0	61.9
22	0.6121	22	1.0056	1.9	63.9
23	0.6531	23	0.9766	1.9	65.7
24	0.6397	24	0.9172	1.8	67.5
25	0.5699	25	0.9616	1.7	69.2
26	0.6905	26	0.8759	1.7	70.9
27	0.6771	27	0.8615	1.7	72.6
28	0.6550	28	0.8477	1.6	74.2
29	0.6653	29	0.8202	1.6	75.8
30	0.6499	30	0.7839	1.5	77.3
31	0.6064	31	0.7538	1.4	78.7
32	0.6101	32	0.7460	1.4	80.2
33	0.6221	33	0.6945	1.3	81.5
34	0.6718	34	0.9724	1.3	82.8
35	0.6776	35	0.6610	1.3	84.1
36	0.6498	36	0.6427	1.2	85.3
37	0.5591	37	0.6209	1.2	86.5
38	0.7135	38	0.6712	1.2	87.7

ตาราง 2 (ต่อ)

VARIABLE	COMMUNALITY	FACTOR	EIGENVALUE	PCT OF VAR	CUM PCT
39	0.6068	39	0.5962	1.1	88.8
40	0.5901	40	0.5694	1.1	89.9
41	0.5845	41	0.5375	1.0	90.9
42	0.6208	42	0.5142	1.0	91.9
43	0.7412	43	0.4948	1.0	92.9
44	0.6823	44	0.4828	0.9	93.8
45	0.6569	44	0.4604	0.9	94.7
46	0.6358	46	0.4449	0.9	95.6
47	0.6614	47	0.4319	0.8	96.4
48	0.6369	48	0.4173	0.8	97.2
49	0.5882	49	0.3925	0.8	97.9
50	0.6741	50	0.3833	0.7	98.7
51	0.6686	51	0.3588	0.7	99.4
52	0.6583	52	0.3265	0.6	100.0

จากตาราง 2 พบว่า ค่าความร่วมกันของตัวแปรแต่ละตัว เปลี่ยนแปลงไปโดยมีค่าไอเกนที่มีค่าเกิน 1.0000 นั้น มี 22 องค์ประกอบ คือมีค่าตั้งแต่ 1.0056-4.2037 ซึ่งแสดงว่า หลังจากหมุนแกนแบบออร์โธกอนอล ชนิดแวนแมกซ์แล้ว ได้องค์ประกอบร่วมกันที่เห็นความสัมพันธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบอย่างชัดเจน 22 องค์ประกอบ ดังค่าสถิติที่แสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แบบแผนองค์ประกอบของข้อสอบจากผลการสอบครั้งที่ 1

VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4	FACTOR 5	FACTOR 6
01	0.0238	-0.0037	0.0171	-0.0682	-0.0381	0.0563
02	-0.1274	0.0182	0.0819	0.4428	0.2078	0.0797
03	0.1272	0.1596	0.2770	0.1142	-0.1401	-0.1104
04	-0.1110	0.0456	0.0559	-0.0432	-0.0404	-0.0162
05	0.6777	0.0475	0.0388	-0.1067	-0.0774	0.0672
06	0.0208	0.0110	0.1018	0.0134	0.0973	0.0454
07	0.1531	-0.0955	0.2241	-0.0752	-0.2978	0.2801
08	0.1628	0.2260	0.2373	0.3190	0.0764	-0.0781
09	0.0271	-0.0090	0.0032	0.1306	0.0437	0.0795
10	0.2454	-0.1046	0.1285	0.3212	-0.5190	0.0110
11	0.0486	0.0338	0.0536	-0.0987	-0.0644	0.0157
12	0.1905	0.2514	0.1148	0.0830	0.1282	0.0798
13	0.0214	-0.0086	-0.0381	0.0729	-0.0495	-0.0700
14	0.3703	-0.0045	0.0356	-0.1245	0.3390	-0.1245
15	0.0007	-0.7328	0.1806	0.0522	0.1011	0.0312
16	0.3894	-0.0210	0.2518	-0.0059	0.1078	-0.1555
17	-0.1614	0.2885	-0.0962	0.1148	-0.0849	-0.1947
18	0.0419	-0.0394	0.0388	-0.0633	0.0726	0.0405
19	0.5232	-0.0704	-0.0337	0.2746	0.0030	0.0390
20	0.0961	0.0302	0.3521	0.1031	0.1031	0.0042
21	0.0065	-0.0332	0.0313	0.0117	-0.0159	0.0174
22	0.0790	0.3262	-0.0044	-0.0072	-0.0705	-0.0041
23	0.3179	0.0176	-0.0174	0.0159	0.4087	0.0801
24	0.0679	0.0883	0.0326	0.0482	-0.0254	-0.1756
25	0.1069	0.0522	0.0067	0.0351	0.1681	0.0537
26	0.0821	0.0577	0.0286	0.1045	0.0028	0.0618

ตาราง 3 (ต่อ)

VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4	FACTOR 5	FACTOR 6
27	0.0151	0.0241	0.0561	0.7546	-0.0142	0.0720
28	0.0108	0.6628	0.2603	0.1087	0.1801	0.1200
29	-0.0960	-0.1333	-0.1245	0.1131	0.3787	-0.0545
30	0.3068	0.3114	0.1485	0.1142	0.0796	-0.0402
31	0.1174	-0.0305	0.0979	0.2047	0.2300	-0.0260
32	0.0498	0.0084	0.7255	-0.0287	-0.0036	-0.0751
33	0.1321	0.0844	-0.0172	0.1173	-0.0337	0.1023
34	0.3050	0.0694	-0.0596	0.2803	0.1365	0.3645
35	0.0561	0.0265	0.0478	-0.1245	0.0251	-0.0354
36	0.0007	-0.0654	0.0030	-0.0321	-0.0169	0.1259
37	-0.0552	-0.1878	0.0844	0.0968	0.1564	-0.1658
38	-0.1256	-0.0369	0.1638	-0.2726	0.1815	-0.0240
39	0.1050	0.1780	0.0941	0.1251	0.1918	-0.0650
40	0.5852	0.1403	-0.1280	-0.0945	0.2007	0.5844
41	0.1507	0.1056	-0.1435	0.0140	-0.0728	-0.0568
42	-0.0503	0.0158	0.0399	0.0144	0.7188	0.1389
43	0.0293	0.2276	-0.0387	0.0189	0.0577	-0.1350
44	-0.1737	-0.1993	0.0424	0.0136	0.0730	0.1827
45	0.0991	-0.0956	0.0226	0.1749	-0.0473	0.0013
46	0.1822	-0.2408	0.0206	-0.0080	0.1465	0.1170
47	0.0449	0.0286	0.0158	0.1219	0.0969	-0.0008
48	-0.0423	-0.0623	0.0902	0.1219	-0.0106	0.6948
49	0.1663	0.1499	0.1696	0.1417	0.1048	0.0337
50	-0.0933	-0.0066	-0.0458	0.1463	-0.2398	0.1856
51	0.0302	-0.0543	0.6325	0.1701	0.0387	0.1680
52	0.0502	0.1308	0.0911	-0.1391	0.0122	0.0686

ตาราง 3 (ต่อ)

VARIABLE	FACTOR 7	FACTOR 8	FACTOR 9	FACTOR 10	FACTOR 11	FACTOR 12
01	-0.0175	0.0021	0.0402	0.0497	0.0034	0.0029
02	-0.0818	-0.0388	-0.0213	0.1287	0.0260	0.2879
03	-0.0493	0.3428	0.0555	0.0412	-0.0621	0.2059
04	0.0270	-0.0002	0.0915	0.0297	0.0108	0.0045
05	0.0284	-0.1342	0.0484	0.0482	-0.0817	0.0555
06	-0.0071	-0.0152	0.0081	0.0230	0.7980	-0.1104
07	0.1605	0.1466	0.2816	0.0368	0.2274	0.1077
08	0.2833	0.1000	-0.1005	0.4563	0.0184	0.0100
09	-0.0142	0.0330	-0.0137	-0.0039	-0.0907	-0.0886
10	0.2947	0.2699	0.0005	0.0865	0.1023	-0.0655
11	0.7066	-0.0226	0.0205	-0.0659	0.0037	0.1155
12	-0.1999	-0.1509	-0.0902	0.1698	0.0670	0.0794
13	-0.0216	0.0822	0.7661	0.0929	0.0184	-0.0034
14	-0.0190	-0.0540	-0.1082	0.1973	0.1040	0.1530
15	-0.0847	0.0647	0.0783	0.0461	-0.0129	-0.0241
16	-0.1758	-0.0121	-0.2798	0.0462	0.1662	0.2563
17	0.1731	-0.1530	-0.0221	0.2854	0.1328	-0.0242
18	0.0440	0.0900	0.0531	0.0627	-0.1032	-0.0250
19	-0.0704	0.0680	0.0793	-0.0155	0.2293	-0.0077
20	0.3371	0.0767	0.1702	0.0265	0.1998	-0.0634
21	0.0311	0.0253	0.1106	0.0407	0.0245	0.0724
22	-0.0650	-0.0405	0.3275	-0.0688	0.0336	0.3025
23	0.1030	0.1934	0.1894	-0.0074	-0.0520	0.1033
24	-0.2250	0.0552	-0.0175	-0.0834	-0.0391	-0.0106
25	-0.0446	0.6858	0.0868	0.0440	0.0350	-0.1085
26	0.0981	-0.0174	-0.0672	-0.0442	-0.0031	0.0939

ตาราง 3 (ต่อ)

VARIABLE	FACTOR 7	FACTOR 8	FACTOR 9	FACTOR 10	FACTOR 11	FACTOR 12
27	-0.0237	0.0588	0.0465	0.0059	0.0016	0.1045
28	-0.0704	0.1530	0.1216	0.0076	-0.0012	0.0315
29	0.2125	0.1650	0.0938	0.0355	-0.0059	0.1271
30	-0.0139	0.1343	0.0155	-0.0121	0.1093	-0.2885
31	0.5072	-0.0815	-0.1621	0.0865	0.0132	-0.0460
32	0.0744	-0.0282	-0.0666	0.0002	0.0373	0.1116
33	0.0470	0.0680	-0.0458	0.0524	0.0623	0.0085
34	-0.0237	-0.1355	0.1306	0.1507	0.1244	0.0348
35	-0.0022	-0.0076	0.2433	0.0891	0.2250	0.2196
36	0.0523	-0.0320	0.0262	-0.0596	-0.1116	0.0867
37	-0.1350	0.1535	-0.2404	-0.0584	0.1321	-0.1497
38	-0.0227	0.1733	-0.1186	0.2065	-0.0164	0.2507
39	-0.1032	0.0188	0.1031	0.2659	0.1296	-0.0253
40	0.1584	0.1209	0.0867	-0.0205	0.1063	-0.1280
41	0.2940	0.2719	-0.0063	0.0348	0.4411	0.1960
42	-0.0331	0.1401	-0.0706	-0.0637	0.0878	0.0813
43	0.1486	0.0957	-0.1366	-0.6889	-0.1696	-0.0814
44	-0.0105	-0.2744	-0.0388	-0.5823	0.2665	0.0713
45	-0.0895	0.0369	0.0168	-0.1087	0.2678	0.0210
46	0.0482	0.4540	-0.1323	-0.0364	0.0121	0.1948
47	0.1285	-0.0546	0.0212	-0.0142	-0.0756	0.7575
48	-0.1172	0.0312	-0.2152	-0.0507	-0.0663	0.0664
49	-0.0426	0.1649	-0.1615	-0.1028	0.2438	0.3340
50	0.0661	0.3302	-0.4143	0.2367	0.0722	0.0375
51	0.0340	0.0314	0.0213	0.0731	0.0294	-0.1544
52	0.0846	-0.0044	0.0159	-0.0012	-0.1432	-0.0278

ตาราง 3 (ต่อ)

VARIABLE	FACTOR 13	FACTOR 14	FACTOR 15	FACTOR 16	FACTOR 17	FACTOR 18
01	0.0709	0.0376	-0.0544	0.0142	0.0434	-0.0272
02	-0.1128	0.2642	-0.0508	-0.1993	-0.1156	0.2692
03	-0.2012	-0.1630	0.0547	0.3653	0.0078	0.1102
04	0.1088	-0.0016	0.0054	0.0629	-0.0241	0.7667
05	0.0678	-0.0405	0.0087	-0.0419	0.0841	-0.1174
06	-0.1332	0.0413	0.0048	0.0416	-0.1144	-0.0573
07	-0.0854	-0.0143	0.1674	-0.3674	0.2079	-0.0003
08	0.0964	0.0083	-0.0215	-0.0453	-0.1135	0.0148
09	-0.0203	-0.0820	-0.0622	0.0028	0.0203	0.0596
10	-0.0405	0.0566	0.1009	0.0303	-0.2121	-0.0524
11	0.0201	-0.0121	-0.0226	0.1102	0.0401	0.0018
12	0.1160	0.1090	-0.2079	0.2141	-0.1342	0.1456
13	0.0729	0.0059	-0.0593	-0.0064	0.0162	0.0734
14	-0.1899	0.3148	0.0665	-0.1730	0.1835	0.1084
15	0.0238	-0.0323	-0.0646	0.0466	0.0492	0.0573
16	0.0966	-0.0753	-0.1164	-0.0752	0.0094	0.1808
17	0.0208	0.1873	-0.0362	-0.0189	0.3791	0.1294
18	0.0244	-0.0526	0.0808	0.0887	0.7502	-0.0354
19	-0.1827	0.1229	0.1878	0.0397	-0.1015	0.0747
20	0.2397	0.0386	0.2295	-0.0130	-0.0422	0.0759
21	0.0359	-0.0527	0.0627	-0.1285	0.0404	0.0479
22	-0.0464	0.0690	0.1302	0.3865	0.0311	0.2003
23	-0.1934	0.0877	0.1295	0.0584	-0.2127	0.2470
24	0.0434	-0.0312	0.0289	-0.7049	-0.0987	-0.0103
25	-0.0027	-0.0178	-0.0179	-0.0907	0.0435	-0.0290
26	-0.0283	-0.0388	0.7652	-0.0203	0.1216	0.0564

ตาราง 3 (ต่อ)

VARIABLE	FACTOR 13	FACTOR 14	FACTOR 15	FACTOR 16	FACTOR 17	FACTOR 18
27	0.0190	-0.0543	0.1351	0.0053	-0.0185	-0.0747
28	-0.0665	-0.0087	0.0299	-0.0004	0.0518	0.1232
29	0.2518	-0.0866	-0.2697	-0.1928	0.0783	-0.0795
30	0.3167	-0.0068	0.1516	0.0184	0.1547	0.1964
31	0.0074	0.0605	0.2498	0.0702	0.0702	0.0538
32	-0.0309	-0.0515	0.0981	-0.0219	0.0182	0.1207
33	0.0666	-0.0393	0.1122	0.0036	-0.0273	0.0015
34	0.0771	0.0083	-0.0251	0.0499	0.1508	0.0270
35	0.2440	0.0795	-0.1469	0.1790	-0.0404	-0.4349
36	0.7566	0.0876	0.0012	-0.0447	0.0109	0.0861
37	0.2914	-0.0068	0.1367	0.3034	0.0950	-0.1877
38	0.0914	0.1142	0.3511	-0.0656	-0.1226	-0.0975
39	0.3160	0.1203	0.4496	0.0416	-0.0946	-0.0827
40	-0.0136	-0.0197	0.0683	0.0932	-0.1283	-0.0420
41	0.2209	0.0060	0.0670	-0.0724	0.1043	0.1528
42	0.0246	-0.0231	0.0533	0.0447	0.0923	-0.0734
43	0.0666	0.2430	-0.0727	-0.1233	-0.1018	-0.0728
44	0.1045	-0.1345	0.0569	0.0059	-0.1196	0.0670
45	0.1508	0.6523	-0.0118	0.1058	0.0833	0.0334
46	0.0143	0.2078	0.0076	0.2857	0.2298	0.0581
47	0.0872	-0.0054	0.0832	0.0572	-0.0245	-0.0159
48	0.1239	0.0806	-0.0014	0.0588	0.0655	0.0120
49	-0.0614	-0.0551	0.0498	-0.1578	0.2852	-0.1992
50	0.2338	0.0436	0.0244	-0.0425	-0.2640	0.0714
51	0.0732	0.2583	-0.0802	0.0142	0.0369	-0.1652
52	0.0166	0.7086	0.0195	-0.0234	-0.1246	-0.0425

ตาราง 3 (ต่อ)

VARIABLE	FACTOR 19	FACTOR 20	FACTOR 21	FACTOR 22
01	0.0663	-0.0095	-0.0064	0.8308
02	-0.0535	0.0623	-0.1050	0.2306
03	0.0791	-0.1912	0.0138	0.1515
04	0.0913	0.0722	0.0002	-0.0412
05	0.0416	0.0258	0.1110	0.0721
06	0.0315	-0.1085	0.0358	0.0004
07	-0.0180	-0.0036	-0.0320	-0.0332
08	-0.0572	0.1099	0.0834	0.0986
09	0.0350	0.8241	-0.0128	0.0031
10	-0.0699	-0.2049	-0.1400	0.0321
11	-0.0207	-0.0513	0.0489	-0.0761
12	0.1807	-0.0393	0.2675	-0.1133
13	0.1365	-0.0226	-0.0575	0.0493
14	0.1909	0.0618	0.1002	-0.0363
15	-0.0156	0.0429	-0.0582	-0.0524
16	-0.0438	0.0011	0.0671	0.1855
17	0.0817	-0.0525	0.2313	0.1123
18	0.0418	0.0127	-0.0577	0.0270
19	-0.0232	0.1118	0.1445	-0.1720
20	-0.0687	0.1344	0.2251	0.2919
21	0.7719	0.0642	0.0800	0.0605
22	-0.1393	0.2031	-0.0387	0.0847
23	0.0127	-0.0376	0.2467	0.2143
24	0.1319	-0.0307	0.2467	0.2143
25	-0.0411	0.0581	0.1052	0.0282
26	0.0239	-0.0756	0.1434	-0.0811

ตาราง 3 (ต่อ)

VARIABLE	FACTOR 19	FACTOR 20	FACTOR 21	FACTOR 22
27	0.0669	0.1147	0.1512	-0.1144
28	-0.0695	0.0375	0.0461	-0.0846
29	-0.2650	-0.2342	0.1615	-0.1479
30	0.1728	0.0129	-0.1104	-0.0454
31	0.2874	0.0498	-0.0742	0.1304
32	-0.0356	0.0299	-0.1157	0.0759
33	0.0540	-0.0193	0.7305	0.0028
34	-0.2311	-0.0293	-0.2903	0.1035
35	0.1785	0.3647	-0.0861	-0.0725
36	0.0107	0.0062	0.0716	0.0737
37	-0.0964	-0.0811	0.1584	0.1682
38	-0.4176	0.2421	0.0523	0.0217
39	0.1787	-0.1163	-0.0819	0.0497
40	0.1073	0.1590	0.0494	0.1141
41	0.0298	0.0924	0.1425	0.0637
42	-0.0290	0.0690	-0.0896	-0.0511
43	-0.0394	0.0935	0.0355	-0.0124
44	-0.0923	-0.1325	-0.1325	-0.0465
45	-0.1159	0.1534	0.0274	0.0741
46	0.1184	-0.0467	-0.1311	-0.1695
47	0.0620	-0.1031	0.0175	-0.0290
48	0.0000	0.0015	0.1498	-0.0269
49	-0.0098	0.1511	-0.0544	0.2431
50	0.1366	-0.0363	-0.2180	-0.0252
51	0.1446	-0.0604	0.1657	-0.1179
52	-0.0003	-0.2291	-0.0643	-0.0006

จากตาราง 3 เป็นผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ ทำให้ทราบว่า ข้อสอบทั้ง 52 ข้อ สามารถวัดองค์ประกอบร่วมกันได้ 22 องค์ประกอบ ในแต่ละองค์ประกอบได้พิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไป ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ข้อสอบในแต่ละองค์ประกอบที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไป

องค์ประกอบที่	ข้อที่
1	5 , 14 , 16 , 19 , 23 , 30 , 34
2	15 , 22 , 28 , 30
3	20 , 32 , 51
4	2 , 8 , 10 , 27 , 31
5	14 , 23 , 29 , 42
6	34 , 40 , 48
7	11 , 20 , 31
8	3 , 25 , 41 , 46 , 50
9	13 , 22 , 50
10	8 , 43 , 44
11	3 , 6 , 41 , 51
12	23 , 47
13	30 , 36
14	45 , 52
15	26 , 39
16	3 , 7 , 22 , 24 , 33
17	17 , 18
18	4 , 35
19	21 , 38
20	9 , 35
21	33
22	1

จากตาราง 4 พบว่ามีข้อที่ซ้ำซ้อนอยู่ในหลายองค์ประกอบ เช่น ข้อที่ 23 จะอยู่ในองค์ประกอบที่ 1, 5 และ 12 ส่วนข้อ 23, 30, 31, 33, 34, 35, 41 และ 50 ก็มีลักษณะเช่นเดียวกันซึ่งแสดงว่าข้อสอบข้อเดียวสามารถวัดได้หลายองค์ประกอบ จึงตัดข้อที่มีลักษณะเช่นนี้ออก หลังจากตัดข้อที่มีลักษณะซ้ำซ้อนกันออกแล้ว ได้คัดเลือกข้อที่มีน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ตั้งแต่ 0.4 ขึ้นไป แล้วนำสถานการณ์ของคำถามในข้อสอบแต่ละองค์ประกอบมาพิจารณา เห็นว่าข้อสอบในองค์ประกอบที่ 18 และ 22 ซึ่งมีลักษณะวัดในสิ่งเดียวกัน จึงได้ยุบรวมเข้าเป็นองค์ประกอบเดียวกัน จะได้องค์ประกอบที่ต้องการ 13 องค์ประกอบ ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 คำนวณน้ำหนักองค์ประกอบของข้อสอบในแต่ละองค์ประกอบที่ได้

องค์ประกอบที่	ข้อที่	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ	องค์ประกอบที่	ข้อที่	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ
1	5	0.6777	8	13	0.7661
	18	0.7502		6	0.7980
	19	0.5232		21	0.7719
2	15	0.7328		38	0.4176
	25	0.6858		41	0.4411
	28	0.6628		45	0.6523
3	32	0.7255		47	0.7575
	51	0.6325		52	0.7086
4	27	0.7546	10	33	0.7305
5	42	0.7188		36	0.7566
	43	0.6889	11	26	0.7652
	44	0.5823		39	0.4496
6	40	0.5844	12	24	0.7049
	48	0.6948	13	1	0.8308
7	9	0.8241		4	0.7667
	11	0.7066			

จากตาราง 5 แสดงค่าน้ำหนักองค์ประกอบร่วม (Common factor) หรือเรียกว่า แบบแผนองค์ประกอบ พบว่า หลังจากได้หมุนแกนแบบอโรทอนอล ชนิดแวนแมกซ์แล้ว ทำให้ตัวแปรแต่ละตัวให้ค่าน้ำหนักแก่องค์ประกอบชัดเจนขึ้น จากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากกว่า 0.4 พบว่าแต่ละองค์ประกอบประกอบด้วยข้อสอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ตัวแปรที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ มี 3 ตัวแปร มีค่าตั้งแต่ 0.5232 ถึง 0.7502 คือข้อ 5, 18 และ 19 ซึ่งเป็นทักษะการเลือกใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม และการนำตัวเลขมาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หรือหาร จึงเรียกองค์ประกอบนี้ว่า "การวัดและการคำนวณ"

องค์ประกอบที่ 2 ตัวแปรที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ มี 3 ตัวแปร มีค่าตั้งแต่ 0.6628 ถึง 0.7328 คือข้อ 15, 25 และ 28 ซึ่งเป็นทักษะการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมอย่างมีเหตุผล จึงเรียกองค์ประกอบนี้ว่า "การลงความคิดเห็นจากข้อมูล"

องค์ประกอบที่ 3 ตัวแปรที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ มี 2 ตัวแปร มีค่าเท่ากับ 0.6325 และ 0.7255 คือข้อ 32 และ 51 ซึ่งเป็นทักษะการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าจากข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ โดยการพยากรณ์ภายในหรือภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งอาศัยทฤษฎี หลักการหรือกฎ ที่มีในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการคาดคะเนคำตอบ จึงเรียกองค์ประกอบนี้ว่า "การพยากรณ์"

องค์ประกอบที่ 4 ตัวแปรที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ มี 1 ตัวแปร มีค่าเท่ากับ 0.7546 คือข้อ 27 ซึ่งเป็นทักษะการตีความหมายจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยอาศัยทักษะการสังเกต การคำนวณ และทักษะอื่น ๆ จึงเรียกองค์ประกอบนี้ว่า "การตีความหมายจากข้อมูล"

องค์ประกอบที่ 5 ตัวแปรที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ มี 3 ตัวแปร มีค่าตั้งแต่ 0.5828 ถึง 0.7188 คือข้อ 42, 43 และ 44 ซึ่งเป็นทักษะการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมจากสถานการณ์การทดลองที่กำหนดให้ จึงเรียกองค์ประกอบนี้ว่า "การกำหนดและควบคุมตัวแปร"

องค์ประกอบที่ 6 ตัวแปรที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ มี 2 ตัวแปร มีค่าเท่ากับ 0.5844 และ 0.6948 คือข้อ 40 และ 48 ซึ่งเป็นทักษะการอธิบายขอบเขตความหมายของคำต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกัน โดยสามารถสังเกตหรือวัดได้ จึงเรียกองค์ประกอบนี้ว่า "การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ"

องค์ประกอบที่ 7 ตัวแปรที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ มี 2 ตัวแปร มีค่าเท่ากับ 0.7066 และ 0.8241 คือข้อ 9 และ 11 ซึ่งเป็นทักษะการแบ่งพวกของวัตถุโดยใช้เกณฑ์ความเหมือนหรือความแตกต่าง จึงเรียกองค์ประกอบนี้ว่า "การจำแนกประเภท"

องค์ประกอบที่ 8 ตัวแปรที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ มี 1 ตัวแปร มีค่าเท่ากับ 0.7661 คือข้อ 13 ซึ่งเป็นทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 3 มิติ กับ 2 มิติ จึงเรียกองค์ประกอบนี้ว่า "การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส"

องค์ประกอบที่ 9 ตัวแปรที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ มี 7 ตัวแปร มีค่าตั้งแต่ 0.4176 และ 0.7980 คือข้อ 6, 21, 38, 41, 45, 47 และ 52 ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับเนื้อเรื่องการทดลอง วิธีการทดลอง บันทึกผล หรือสรุปผลการทดลองและเหตุผลในการเลือกใช้อุปกรณ์การทดลอง จึงเรียกองค์ประกอบนี้ว่า "การทดลอง"

องค์ประกอบที่ 10 ตัวแปรที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ มี 2 ตัวแปร มีค่าเท่ากับ 0.7305 และ 0.7566 คือข้อ 33 และ 36 ซึ่งเป็นทักษะการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ หรือประสบการณ์เดิม ซึ่งคำตอบล่วงหน้าจะบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม จึงเรียกองค์ประกอบนี้ว่า "การตั้งสมมติฐาน"

องค์ประกอบที่ 11 ตัวแปรที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ มี 2 ตัวแปร มีค่าเท่ากับ 0.4496 และ 0.7652 คือข้อ 26 และ 39 ซึ่งเป็นทักษะการสรุปความสัมพันธ์จากข้อมูลทั้งหมด จึงเรียกองค์ประกอบนี้ว่า "การลงสรุปจากข้อมูล"

องค์ประกอบที่ 12 ตัวแปรที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ มี 1 ตัวแปร มีค่าเท่ากับ 0.7049 คือข้อ 24 ซึ่งเป็นทักษะการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ แล้วเสนอในรูปตาราง แผนภูมิ หรืออื่น ๆ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น จึงเรียกองค์ประกอบนี้ว่า "การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล"

องค์ประกอบที่ 13 ตัวแปรที่ให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ มี 2 ตัวแปร มีค่าเท่ากับ 0.7667 และ 0.8308 คือข้อ 1 และ 4 ซึ่งเป็นทักษะการใช้ประสาทสัมผัสส่วนหนึ่งส่วนใดจากประสาทสัมผัสทั้งห้า เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุเหตุการณ์ หรือนิยามนามจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป จึงเรียกองค์ประกอบนี้ว่า "การสังเกต"

จากผลการวิเคราะห์ เพื่อค้นหาองค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ปรากฏว่า องค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี 13 องค์ประกอบ

1.2 การรวบรวมข้อสอบเป็นฉบับใหม่

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อสอบจากการทดสอบครั้งที่ 1 เฉพาะข้อที่วัดองค์ประกอบที่สำคัญ 13 องค์ประกอบ ที่ผู้วิจัยเลือกไว้ ซึ่งมีทั้งหมด 31 ข้อ แล้วนำมาสร้างข้อสอบเพิ่มเติมในแต่ละองค์ประกอบ โดยยึดสถานการณ์ของข้อคำถามที่มีอยู่เดิมเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ โดย

สร้างองค์ประกอบละประมาณ 3-4 ข้อ รวมเป็นข้อสอบจำนวน 60 ข้อ และตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 2

ตอนที่ 2 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทำการทดสอบครั้งที่ 2

2.1 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบ จำนวน 60 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดองค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 องค์ประกอบ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 304 คน การทดสอบครั้งนี้ได้คำนวณหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ และเปิดตารางจุด เทร์ ฟาน ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจากการทดสอบครั้งที่ 2

ข้อที่	P	r	หมายเหตุ	ข้อที่	P	r	หมายเหตุ
1	0.51	0.94	ดี	19	0.64	0.76	ดี
2	0.88	0.26	ปรับปรุง	20	0.45	0.45	ดี
3	0.58	1.00	ดี	21	0.23	0.19	ปรับปรุง
4	0.82	0.53	ปรับปรุง	22	0.14	-0.08	ตัดออก
5	0.70	0.77	ดี	23	0.18	-0.07	ตัดออก
6	0.28	0.03	ปรับปรุง	24	0.49	0.60	ดี
7	0.59	0.80	ดี	25	0.50	0.57	ดี
8	0.07	0.00	ตัดออก	26	0.53	0.77	ดี
9	0.69	0.63	ดี	27	0.42	0.83	ดี
10	0.56	0.94	ดี	28	0.19	0.23	ปรับปรุง
11	0.26	0.03	ปรับปรุง	29	0.18	-0.07	ตัดออก
12	0.69	0.75	ดี	30	0.34	0.64	ดี
13	0.64	0.93	ดี	31	0.09	-0.31	ตัดออก
14	0.58	0.83	ดี	32	0.28	0.57	ดี
15	0.40	0.37	ดี	33	0.57	0.68	ดี
16	0.61	0.92	ดี	34	0.52	0.79	ดี
17	0.69	0.81	ดี	35	0.24	-0.09	ปรับปรุง
18	0.36	0.41	ดี	36	0.57	0.85	ดี

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	หมายเหตุ	ข้อที่	P	r	หมายเหตุ
37	0.58	0.77	ด	49	0.56	0.87	ด
38	0.51	0.65	ด	50	0.57	0.87	ด
39	0.58	0.90	ด	51	0.47	0.82	ด
40	0.58	0.94	ด	52	0.55	0.97	ด
41	0.41	0.92	ด	53	0.50	0.68	ด
42	0.42	0.66	ด	54	0.41	0.57	ด
43	0.14	-0.07	ตัดออก	55	0.40	0.37	ด
44	0.17	0.30	ปรับปรุง	56	0.36	0.58	ด
45	0.61	0.80	ด	57	0.39	0.40	ด
46	0.51	0.60	ด	58	0.58	0.71	ด
47	0.19	0.10	ตัดออก	59	0.67	0.85	ด
48	0.33	0.09	ปรับปรุง	60	0.36	0.52	ด

จากตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความยากของข้อสอบอยู่ในช่วง 0.09 ถึง 0.88 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ในช่วง -0.31 ถึง 1.00

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่ดี มีค่าความยากของข้อสอบอยู่ในช่วง 0.28 ถึง 0.69 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ในช่วง 0.37 ถึง 1.00 จำนวน 44 ข้อ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบครั้งที่ 3 ต่อไป

ตอนที่ 3 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่คัดเลือก เฉพาะข้อที่มีคุณภาพมาทดสอบครั้งที่ 3

3.1 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบจำนวน 44 ข้อซึ่งใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 516 คน เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ และเปิดตารางจุด เดย์ ฟาน ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจากการทดสอบครั้งที่ 3

ข้อที่	P	r	หมายเหตุ	ข้อที่	P	r	หมายเหตุ
1	0.52	0.85	๑๑ ๑๑ ๑๑	23	0.58	0.43	๑๑ ๑๑ ๑๑
2	0.67	0.69	๑๑ ๑๑ ๑๑	24	0.59	0.54	๑๑ ๑๑ ๑๑
3	0.78	0.44	๑๑ ๑๑ ๑๑	25	0.61	0.39	๑๑ ๑๑ ๑๑
4	0.53	0.67	๑๑ ๑๑ ๑๑	26	0.47	0.68	๑๑ ๑๑ ๑๑
5	0.46	0.42	๑๑ ๑๑ ๑๑	27	0.65	0.73	๑๑ ๑๑ ๑๑
6	0.38	0.37	๑๑ ๑๑ ๑๑	28	0.58	0.65	๑๑ ๑๑ ๑๑
7	0.76	0.54	๑๑ ๑๑ ๑๑	29	0.51	0.86	๑๑ ๑๑ ๑๑
8	0.77	0.49	๑๑ ๑๑ ๑๑	30	0.37	0.50	๑๑ ๑๑ ๑๑
9	0.53	0.69	๑๑ ๑๑ ๑๑	31	0.59	0.76	๑๑ ๑๑ ๑๑
10	0.28	0.37	๑๑ ๑๑ ๑๑	32	0.44	0.24	๑๑ ๑๑ ๑๑
11	0.62	0.61	๑๑ ๑๑ ๑๑	33	0.66	0.73	๑๑ ๑๑ ๑๑
12	0.77	0.49	๑๑ ๑๑ ๑๑	34	0.58	0.72	๑๑ ๑๑ ๑๑
13	0.46	0.42	๑๑ ๑๑ ๑๑	35	0.21	0.35	๑๑ ๑๑ ๑๑
14	0.48	0.40	๑๑ ๑๑ ๑๑	36	0.56	0.71	๑๑ ๑๑ ๑๑
15	0.28	0.21	๑๑ ๑๑ ๑๑	37	0.55	0.59	๑๑ ๑๑ ๑๑
16	0.41	0.36	๑๑ ๑๑ ๑๑	38	0.44	0.32	๑๑ ๑๑ ๑๑
17	0.39	0.41	๑๑ ๑๑ ๑๑	39	0.29	0.41	๑๑ ๑๑ ๑๑
18	0.36	0.27	๑๑ ๑๑ ๑๑	40	0.38	0.33	๑๑ ๑๑ ๑๑
19	0.41	0.77	๑๑ ๑๑ ๑๑	41	0.47	0.20	๑๑ ๑๑ ๑๑
20	0.40	0.26	๑๑ ๑๑ ๑๑	42	0.44	0.45	๑๑ ๑๑ ๑๑
21	0.23	0.21	๑๑ ๑๑ ๑๑	43	0.76	0.49	๑๑ ๑๑ ๑๑
22	0.58	0.66	๑๑ ๑๑ ๑๑	44	0.45	0.26	๑๑ ๑๑ ๑๑

จากตาราง 7 แสดงว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความยากของข้อสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.78 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.85

3.2 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบทดสอบจำนวน 44 ข้อ จากการทดสอบครั้งที่สาม คำนวณค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผลวิเคราะห์ ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ค่าสถิติพื้นฐาน และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

องค์ประกอบที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	N	n	$\bar{X}$	S.D.	r_{tt}	S.E. _{MEAS}
1	การวัดและการคำนวณ	516	4	2.488	1.2360	0.5769	± 0.8039
2	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	516	2	0.857	0.7390	0.2290	± 0.6488
3	การพยากรณ์	516	4	2.405	1.1010	0.4954	± 0.7820
4	การตีความหมายจากข้อมูล	516	4	2.372	1.1270	0.4098	± 0.8658
5	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	516	2	0.775	0.7420	0.3214	± 0.6112
6	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	516	3	1.112	0.9110	0.2335	± 0.7975
7	การจำแนกประเภท	516	2	0.812	0.8720	0.2708	± 0.7466
8	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส	516	4	2.514	1.2090	0.4837	± 0.8687
9	การทดลอง	516	5	2.711	1.4470	0.5554	± 0.9648
10	การตั้งสมมติฐาน	516	2	1.072	0.7080	0.2338	± 0.6197
11	การลงสรุปจากข้อมูล	516	4	2.043	1.1170	0.4657	± 0.8164
12	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	516	4	1.719	1.1150	0.3121	± 0.9249
13	การสังเกต	516	4	2.120	1.0870	0.3064	± 0.9052
	รวมทั้งฉบับ	516	44	23.2229	7.3052	0.8383	± 0.3370

จากตาราง 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ มีค่าอยู่ในช่วง 0.775 ถึง 2.711 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 23.2229 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละองค์ประกอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.7080 ถึง 1.4470 รวมทั้งฉบับมีค่า 7.3052 ค่าความเชื่อมั่นแต่ละองค์ประกอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.2290 - 0.5769 รวมทั้งฉบับมีค่า 0.8383 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดแต่ละองค์ประกอบมีค่าอยู่ในช่วง ± 0.6112 ถึง ± 0.9648 รวมทั้งฉบับมีค่า ± 0.3370

3.2.1 ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะและรวมทั้งฉบับมาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ t-test ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

องค์ประกอบที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	N	df	r_{tt}	t
1	การวัดและการคำนวณ	516	514	0.5769	16.0128**
2	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	516	514	0.2290	5.3342**
3	การพยากรณ์	516	514	0.4950	12.9305**
4	การตีความหมายจากข้อมูล	516	514	0.4098	10.1861**
5	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	516	514	0.3214	7.6952**
6	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	516	514	0.2335	5.4446**
7	การจำแนกประเภท	516	514	0.2708	6.3776**
8	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกับสเปส	516	514	0.4837	12.5299**
9	การทดลอง	516	514	0.5554	15.1434**
10	การตั้งสมมติฐาน	516	514	0.2338	5.4601**
11	การลงสรุปจากข้อมูล	516	514	0.4657	11.9314**
12	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	516	514	0.3121	7.4482**
13	การสังเกต	516	514	0.3064	7.2983**
	รวมทั้งฉบับ	516	514	0.8383	34.8660**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละองค์ประกอบและรวมทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.3 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง หาโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) พิจารณาจากค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรก (First Factor Loading) ที่ไม่ได้หมุนแกน ผลปรากฏ ดังตาราง 10

ตาราง 10 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ

องค์ประกอบที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ
1.	การวัดและการคำนวณ	0.5322 ^{**}
2.	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	0.3093 ^{**}
3.	การพยากรณ์	0.5618 ^{**}
4.	การตีความหมายจากข้อมูล	0.5094 ^{**}
5.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	0.2157 ^{**}
6.	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	0.4513 ^{**}
7.	การจำแนกประเภท	0.1972 ^{**}
8.	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส	0.4252 ^{**}
9.	การทดลอง	0.6202 ^{**}
10.	การตั้งสมมติฐาน	0.5264 ^{**}
11.	การลงสรุปจากข้อมูล	0.5628 ^{**}
12.	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	0.3752 ^{**}
13.	การสังเกต	0.4357 ^{**}

^{**} มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 แสดงว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 องค์ประกอบมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรก (First Factor Loading) อยู่ในช่วง 0.1972 - 0.6202 แสดงว่า มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.4 คะแนนเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนการทดสอบ ครั้งที่ 3 จากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาสร้างเกณฑ์ปกติ โดยวิธีการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ (Normalized T-Score) ดังแสดงในตาราง 11

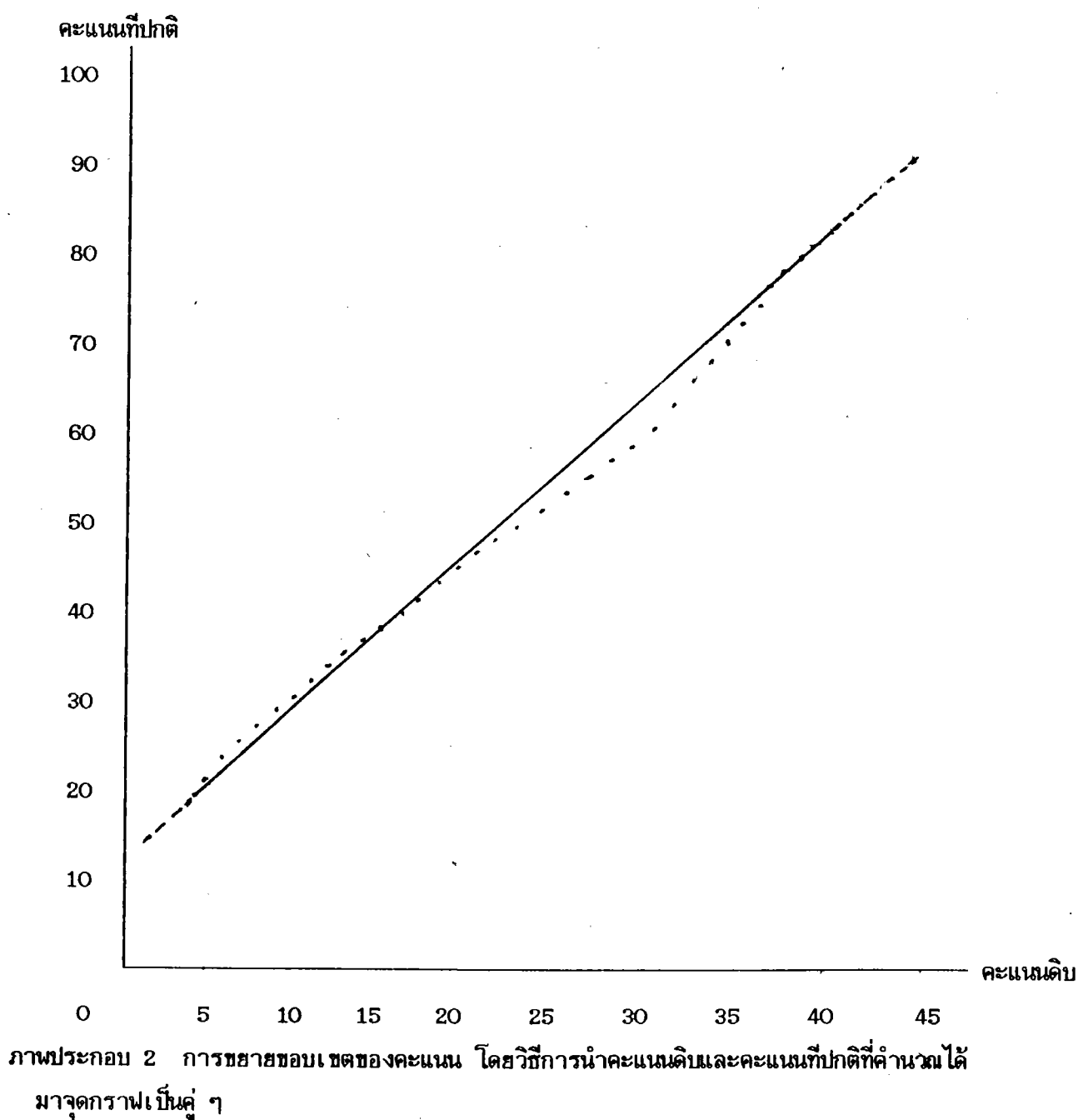
ตาราง 11 วิธีการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ

คะแนนดิบ	ความถี่	ความถี่สะสม	ความถี่สะสม + 1/2 ของความถี่ ชั้นที่ต่ำกว่า	เปอร์เซ็นต์	คะแนนที่ปกติ
41	1	516	515.5	99.90	81
40	-	515	515	99.81	79
39	-	515	515	99.81	79
38	1	515	514.5	99.71	78
37	1	514	513.5	99.52	76
36	6	513	510	98.84	73
35	7	507	503.5	97.58	70
34	5	500	497.5	96.41	68
33	23	495	483.5	93.70	65
32	22	472	461	89.34	62
31	19	450	440.5	85.37	60
30	38	431	412	79.84	58
29	31	393	377.5	73.16	56
28	45	362	339.5	65.79	54
27	16	317	309	59.88	52
26	14	301	294	56.98	52
25	14	287	280	54.26	51
24	15	273	265.5	51.45	50
23	12	258	252	48.84	50

ตาราง 11 (ต่อ)

คะแนนดิบ	ความถี่	ความถี่สะสม	ความถี่สะสม + 1/2 ของความถี่ ชั้นที่ต่ำกว่า	เปอร์เซ็นต์	คะแนนที่ปกติ
22	17	246	237.5	46.03	49
21	38	229	210	40.70	48
20	26	191	178	34.50	46
19	24	165	153	29.65	45
18	18	141	132	25.58	44
17	23	123	111.5	21.61	42
16	15	100	92.5	17.93	41
15	19	85	75.5	14.63	40
14	11	66	60.5	11.72	38
13	10	55	50	9.69	37
12	11	45	39.5	7.66	36
11	13	34	27.5	5.33	34
10	3	21	19.5	3.78	32
9	6	18	15	2.91	31
8	2	12	11	2.13	30
7	3	10	8.5	1.65	29
6	2	7	6	1.16	27
5	3	5	3.5	0.68	25
4	2	2	1	0.19	21

จากตาราง 11 จะเห็นได้ว่าคะแนนจากการทดสอบนั้น เมื่อแปลงเป็นคะแนนที่ปกติแล้ว ปรากฏว่ามีช่วงคะแนนที่ ตั้งแต่ T_{21} ถึง T_{81} และเนื่องจากคะแนนดิบที่ได้จากการสอบครั้งนี้ คะแนนไม่คลุมคะแนนต่ำสุดและสูงสุดของแบบทดสอบจึงได้ขยายขอบเขตของคะแนนเพื่อให้คลุมคะแนนทุกค่า โดยวิธีนำคะแนนดิบและคะแนนที่ปกติที่คำนวณมาจัดกราฟเป็นคู่ๆ แล้วลากเส้นตรงให้ผ่านจุดนั้นให้มากที่สุด จากนั้นจึงอ่านคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติจากเส้นกราฟนั้น เพื่อให้เป็นเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในภาพประกอบ 2



จากตาราง 11 จะได้เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ดังตาราง 12

ตาราง 12 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คะแนนดิบ	คะแนนที่ปกติของแบบทดสอบ	คะแนนดิบ	คะแนนที่ปกติของแบบทดสอบ
44	87*	20	47
43	85*	19	46
42	83*	18	44
41	81	17	42
40	80	16	41
39	79	15	40
38	77	14	38
37	75	13	36
36	73	12	34
35	72	11	33
34	70	10	32
33	68	9	30
32	66	8	28
31	65	7	26
30	64	6	24
29	62	5	23
28	60	4	21
27	59	3	19*
26	57	2	17*
25	56	1	15*
24	54	$\bar{X}$	= 23.2229
23	52	S.E. _{MEAS}	= 0.3370
22	51	S.D.	= 7.3052
21	50	S ²	= 53.3658
		N	= 516

* ส่วนที่ยกยวชบเขต

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
3. เพื่อหาเกณฑ์ปกติ (Norm)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐ จำนวน 1,095 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 44 ข้อ ประกอบด้วย องค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 องค์ประกอบ คือ

1. การวัด และการคำนวณ
2. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
3. การพยากรณ์
4. การตีความหมายจากข้อมูล
5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
6. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
7. การจำแนกประเภท
8. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส
9. การทดลอง
10. การตั้งสมมติฐาน

11. การลงสรุปจากข้อมูล
12. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
13. การสังเกต

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง และนัดหมาย วัน เวลา เพื่อนำแบบทดสอบไปสอบ
2. เตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบในแต่ละครั้ง วางแผนการดำเนินการสอบ รวมทั้งหาผู้ช่วยในการดำเนินการสอบ ซึ่งผู้วิจัยชี้แจงการปฏิบัติในการดำเนินการสอบ ดังนี้
 - 2.1 อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์ และผลประโยชน์ที่ได้รับจากทำแบบทดสอบ
 - 2.2 อธิบายให้ผู้สอบทุกคนเข้าใจถึงวิธีการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการตอบ ก่อนที่จะให้ทุกคนลงมือทำ
3. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้
 - 3.1 ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบตามด้านที่วิเคราะห์ได้
 - 3.2 ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และค่าความยากระหว่าง 0.2 - 0.8 ไว้ใช้
 - 3.3 ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรง และสร้างเกณฑ์ปกติ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบจากการทดสอบครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้คัดเลือกองค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้สร้างเป็นแบบทดสอบ 13 องค์ประกอบ จำนวน 31 ข้อ ทักษะแต่ละด้านประกอบด้วยจำนวนข้อสอบและมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงอย่างมีนัยสำคัญ ดังนี้
 - 1.1 การวัดและการคำนวณ มีจำนวน 3 ข้อ และมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.5232 ถึง 0.7502

1.2 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล มีจำนวน 3 ข้อ และมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งแต่ 0.6628 ถึง 0.7328

1.3 การพยากรณ์ มีจำนวน 2 ข้อ และมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.6325 และ 0.7255

1.4 การตีความหมายจากข้อมูล มีจำนวน 1 ข้อ และมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.7546

1.5 การกำหนดและควบคุมตัวแปร มีจำนวน 3 ข้อ และมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งแต่ 0.5823 ถึง 0.7188

1.6 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีจำนวน 2 ข้อ และมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 0.5844 และ 0.6948

1.7 การจำแนกประเภท มีจำนวน 2 ข้อ และมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.7066 และ 0.8241

1.8 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส มีจำนวน 1 ข้อ และมีค่าน้ำหนัก องค์ประกอบเท่ากับ 0.7661

1.9 การทดลอง มีจำนวน 7 ข้อ และมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.4176 ถึง 0.7980

1.10 การตั้งสมมติฐาน มีจำนวน 2 ข้อ และมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.7305 และ 0.7566

1.11 การลงสรุปจากข้อมูล มีจำนวน 2 ข้อ และมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.4496 และ 0.7652

1.12 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล มีจำนวน 1 ข้อ และมีค่าน้ำหนัก องค์ประกอบเท่ากับ 0.7049

1.13 การสังเกต มีจำนวน 2 ข้อ และมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.7667 และ 0.8308

2. ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ จากการทดสอบครั้งที่ 2 ผลปรากฏว่า ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าอยู่ในช่วง 0.09 ถึง 0.88 และ -0.31 ถึง 1.00 ตามลำดับ

3. ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ จากการทดสอบครั้งที่ 3 ผลปรากฏว่า ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.78 และ 0.20 ถึง 0.85 ตามลำดับ

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ และรวมทั้งฉบับ มีค่าอยู่ในช่วง 0.2290 ถึง 0.5769 และ 0.8383 ตามลำดับ

5. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ในช่วง 0.1972 ถึง 0.6202

อภิปรายผล

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบจากการทดสอบครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบแบบ Principal Components Analysis หมุนแกนแบบออร์ทोगอนอล ชนิดนอร์แมกซ์ ได้องค์ประกอบรวมทั้งหมด 22 องค์ประกอบ หลังจากพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบในแต่ละตัวแปรแล้ว ปรากฏว่ามีข้อสอบบางข้อมีลักษณะซ้ำซ้อนอยู่ในหลายองค์ประกอบ คือ ข้อสอบข้อเดียวสามารถวัดได้หลายองค์ประกอบ จึงตัดข้อที่มีลักษณะเช่นนี้ออก จากนั้นได้นำสถานการณ์ของคำถามในข้อสอบในแต่ละองค์ประกอบมาพิจารณา เห็นว่าข้อสอบในองค์ประกอบที่ 18 และ 22 ซึ่งมีลักษณะที่วัดในสิ่งเดียวกัน จึงได้ยุบรวมเข้าเป็นองค์ประกอบเดียวกัน เหลือองค์ประกอบรวมทั้งเพียง 13 องค์ประกอบ ผู้วิจัยจึงสามารถแปลความหมายและตั้งชื่อองค์ประกอบรวมเหล่านั้นได้ องค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 องค์ประกอบ ดังนี้ คือ การวัดและการคำนวณ การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตีความหมายจากข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร การนิยามเชิงปฏิบัติการ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส การทดลอง การตั้งสมมติฐาน การลงสรุปจากข้อมูล การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และการสังเกต ผลการวิจัยดังกล่าวแตกต่างจากผลงานวิจัยของ (เสวิม ทัดศรี, 2522 : 23-43) ซึ่งได้ทำการศึกษาเพื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 12 ด้าน พบว่าทักษะเหล่านั้นมี 5 องค์ประกอบ ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 ประกอบด้วยความสามารถด้านการสังเกต องค์ประกอบที่ 2 ประกอบด้วยความสามารถด้านการตีความและการสรุป องค์ประกอบที่ 3 ประกอบด้วยความสามารถด้านการจำแนกและการตั้งปัญหา องค์ประกอบที่ 4 ประกอบด้วยความสามารถด้านการพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน และการนำไปใช้ และองค์ประกอบที่ 5 ประกอบด้วยความสามารถด้านการวัด การอธิบาย การทดลอง และการฝึกทักษะ แต่สอดคล้องใกล้เคียงกับที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2524 : 1 - 16) และ (ทวงมหาวิทยาลัย, 2525 : 58 - 129) ซึ่งได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ เช่นเดียวกับของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science. 1970 : 33 - 176) ดังนี้คือ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความ คิดเห็นจากข้อมูลการพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป แสดงว่า

ผลการวิจัยครั้งนี้ได้องค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 องค์ประกอบ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่แท้จริงของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ จากการทดสอบครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เพราะข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกดังกล่าว เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพรายข้อดีและเหมาะสม (ชวาล แพวทิกุล, 2518 : 314 - 317) จากการทดสอบครั้งที่ 2 พบว่าค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.09 ถึง 0.88 และ -0.31 ถึง 1.00 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าความยากบางค่าต่ำกว่า 0.20 และค่าอำนาจจำแนกต่ำจนติดลบ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า แบบทดสอบที่ได้สร้างเพิ่มเติม จากการทดสอบครั้งที่ 1 ซึ่งอาจจะมีข้อบกพร่องจากความกำกวมด้านภาษาเป็นสำคัญ ส่วนการทดสอบครั้งที่ 3 ข้อสอบได้ผ่านการคัดเลือกมาจากการทดสอบครั้งที่ 2 แล้ว และจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนมากขึ้น จึงทำให้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าสูงขึ้น คือ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.78 และ 0.20 ถึง 0.85 ตามลำดับ กล่าวได้ว่าข้อสอบทุกข้ออยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ดี

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละองค์ประกอบและรวมทั้งฉบับ มีค่าอยู่ในช่วง 0.2290 ถึง 0.5769 และ 0.8383 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นบางองค์ประกอบมีค่าต่ำเนื่องจากจำนวนข้อของแบบทดสอบมีน้อย จะทำให้ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบน้อย ซึ่งส่งผลให้ความเชื่อมั่นต่ำ (Mehrens & Lehmann, 1978 : 101 - 102) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสร้างโดย เสริม ทัดศรี มีค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะ ตั้งแต่ 0.3164 ถึง 0.4558 และรวมทั้งฉบับมีค่า 0.8755 (เสริม ทัดศรี, 2522 : 23 - 43) ส่วนแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง ซึ่งสร้างโดย ก่อศักดิ์ ศรีน้อย มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.8211 (ก่อกศักดิ์ ศรีน้อย, 2527 : 51) เมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของต่างประเทศ ซึ่งสร้างโดย เปเรซ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.87 (Perez, 1978 : 3496 - A) และแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง ซึ่งสร้างโดย รอสและเมย์เนส มีค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.45 (Ross and Maynes, 1985 : 325 - 326) จะเห็นว่า แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความเชื่อมั่นใกล้เคียงกับผลงานวิจัยดังกล่าว และมีค่าความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ จากการทดสอบครั้งที่ 3 ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบในการตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งเป็นวิธีการหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่ตรงประเด็นที่สุด เป็นเทคนิคที่ละเอียดสำหรับการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของพฤติกรรมต่าง ๆ (Anastasi, 1968 : 116) ได้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรกที่

ไม่ได้หมายความว่า เป็นค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละองค์ประกอบ มีค่าอยู่ในช่วง 0.1972 ถึง 0.6202 ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. คะแนนเกณฑ์ปกติ ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนนที่ปกติ (Normalized T-Score) เพื่อใช้เปรียบเทียบระดับของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นหน่วยเดียวกัน ผลจากการทดสอบครั้งที่ 3 คะแนนดิบของแบบทดสอบกระจายครอบคลุมคะแนนเกือบทุกตัว ที่อยู่ระหว่างคะแนนสูงสุดและต่ำสุดที่นักเรียนทำได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับ (อันันต์ ศรีโสภา. 2520 : 18) กล่าวว่า การสร้างเกณฑ์ปกติให้มีคะแนนดิบกระจายครอบคลุมคะแนนที่อยู่ระหว่างคะแนนสูงสุดและต่ำสุด ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่

ในการประเมินผลการสอบ ถ้าต้องการทราบระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลว่าสูง-ต่ำเพียงใด ให้พิจารณาตามเกณฑ์ ดังนี้ (ชวาล แพรัตกุล. 2520 : 53)

ตั้งแต่ T_{65} และสูงกว่า	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงมาก
ตั้งแต่ $T_{55} - T_{65}$	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง
ตั้งแต่ $T_{45} - T_{55}$	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พอใช้
เฉพาะที่ T_{50}	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง
ของกลุ่ม		
ตั้งแต่ $T_{35} - T_{45}$	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ
ตั้งแต่ T_{35} และต่ำกว่า	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ควรหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อให้ได้องค์ประกอบที่แท้จริง
2. ควรได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบไม่อิงเนื้อหา โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อค้นหาพฤติกรรมด้านอื่นขององค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่อไป
3. ควรได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบไม่อิงเนื้อหา โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบกับระดับชั้นประถมศึกษา และมีขมศึกษาตอนปลาย
4. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างโรงเรียนสามิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ และโรงเรียนรัฐบาล สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ

مدرسه

บรรณานุกรม

- ก่องศักดิ์ ศรีน้อย. การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้น
บูรณาการ ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินทิเนียนท์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. ชุดการเรียนรู้การสอน
สำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525.
- จำนง พรายยิ้มแซ. เทคนิคการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กับการสอนซ่อมเสริม (ตามกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์). ไทวัฒนาพานิช, 2529.
- จำนง พรายยิ้มแซ และ สงบ แสงบำรุง. เทคนิคการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์. ไทวัฒนาพานิช,
2516.
- ชวาล แพร่ตฤกล. เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ. โรงพิมพ์วิทักษ์อักษร, 2520.
คู่มือดำเนินการสอบแบบทดสอบมาตรฐาน ความถนัดทางการเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
โรงพิมพ์ครูสภา, 2520.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2530.
- นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศว์รัตนนท์. " ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, " เอกสารการสอนชุด
วิชาวิทยาศาสตร์ 3 หน่วยที่ 1-5. สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,
2525.
- นิตา สะเพียรชัย. " ปรัชญา และความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์, " ข่าวสารสถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 5(4) : 3-8 กรกฎาคม 2520.
- นิพนธ์ จิตต์ภักดี. " การใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์, " ประชากรศึกษา. 5(3) :
30-33 ; ธันวาคม 2517.
- ปลัดทบวง, สำนักงาน ทบวงมหาวิทยาลัย. สถิติการศึกษาของโรงเรียนสาธิตในสังกัดทบวง
มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2530. อัดสำเนา.
- ปิยมาภรณ์ พรหมณี. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่องสัตว์และพืช
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ. วิทยานิพนธ์
ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522. อัดสำเนา.
- พจน์ สะเพียรชัย. " การวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์, " พัฒนาวิวัฒนาการ 10 : 49-51
มกราคม 2517.

- นางรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. สำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- นิศาล สร้อยฤทธิ์. ข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2525.
- มานิช วาทะพุกกะ. สัมฤทธิ์ผลด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) โรงเรียนบุญวัฒนา นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อัดสำเนา.
- เยี่ยมลักษณ์ เจริญนักร. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524. อัดสำเนา.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. สถิติวิทยาทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2 วัฒนาพานิช 2522. _____ หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3 วัฒนาพานิช 2528.
- ละเอียด ธีระอนันต์. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการขั้นสูง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.
- วัลลภา วัฒนวงษ์. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานการศึกษา ประถมศึกษา จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2528. อัดสำเนา.
- วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ศรีนครินทรวิโรฒ, มหาวิทยาลัย. คู่มือการเขียนบทนิพนธ์ (รายงาน ภาคนิพนธ์ และปริญยานิพนธ์). ภาควิชาจิตวิทยา, 2530.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. โรงพิมพ์อมรินทร์การพิมพ์, 2523. _____ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. จงเจริญการพิมพ์, 2520.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. "การใช้คำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" แบบเรียนด้วยตนเอง. 13 เล่ม บริษัทประชาชน จำกัด, 2530.

- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
2524. อัดสำเนา.
- เอกสารอบรมครูวิทยาศาสตร์. สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โรงพิมพ์การศาสนา, 2517.
อัดสำเนา.
- รายงานการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. หน่วยทดสอบประเมินผล
5/2518. อัดสำเนา.
- ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หน่วยทดสอบประเมินผล
3(2) : 9-11 มีนาคม 2518.
- รวมบทความอภินิพนธ์ด้านการศึกษาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปี พ.ศ. 2514-2524.
อัดสำเนา.
- สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์. หน่วยที่ 1-7
สาขาศึกษาศาสตร์, 2525.
- เสริม ทัดศรี. การวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ในจังหวัดสงขลา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- อนันต์ ศรีโสภณ. การวัดและการประเมินผลการศึกษา. ไทยวัฒนาพานิช, 2520.
- อำนวย รุ่งรัมย์. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525.
- American Association for Advancement of Science. Science A Process
Approach. Comentary for teacher New York, AAAS Xerox 1970.
- Anastasi, Anne, Psychological Testing. 3rd ed; London The Macmillan
company 1968.
- Burns, Joseph C. and Others. "Development of An Integrated Process
Skill Test : TIPS" Journal of Research in Science Testing. 22
(2) : 169-177 February, 1985.
- Child, Dennis, The Essentials of Factor Analysis. London, Billing &
Sons Ltd., 1976.
- Doran Redney l. "Measuring the Process of Science Objectives" Science
Education. 62(1) : 24-25 January - March, 1978.

- Fan, Chung - teh. Item Analysis Table. New Jersey Education Testing Service Princeton 1952.
- Harman, H.H. Modern Factor Analysis. Chicago, The University of Chicago Press, 1976.
- Jae On Kim. "Factor Analysis" SPSS statistical Package for the Social Sciences. 2nd ed ; Mc Graw-Hill Book Company, New York 1975.
- Kaur, Rajinder "Evaluation of the Science Process Skills of Observation and Classification" Dissertation Abstracts International. 34(1): 186-A, February, 1973.
- Klopfer, Leopold E. "Evaluation of Learning in Science" Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. Benjamin S. Bloom, et al., New York, Mc Graw-hill, Co 1971.
- Lewis, June E. and Irene C Potter. The Teaching of Science in the Elementary School. 2nd ed., New Jersey, Prentice-Hall, inc, 1970.
- Ludeman, Robert R. Development of the Science Process Skills Test. Michigan : Ph.D. Thesis Michigan State University. 1974.
- Marchall, A. Nay and Others. "A Process Approach to Teaching Science" Science Education. 55 : 201-203, April-June, 1971.
- Mehrens, William A. and Irvin Lehmann. Measurement and Evaluation Psychology. 2nd ed., Holt Rinechart and Winston 1978.
- Molitor, Loretta L. "An Investigation to Develop and Instrument to Evaluate the Science Skills of Inference Prediction and Verification of Children in Grade Four, Five and Six." Dissertation Abstracts International. 32(11) : 6241-A-6242-A May, 1972.
- Okey, James R. and Ronald L. Fiel. Basic Process Skills Program. Bloomington, Indiana University, 1973.
- Perez, Carolina V. : "The Development and Evaluation of a Test of Science Process for Use in the Philippines." Dissertation Abstracts International. 39(6) : 3496-A December, 1978.
- Robinson, Richard Wayne "The Development of Item Which Asscess the Process of Controlling Variables and Interpreting Data." Dissertation Abstracts International. 35(3) : 1522-A September, 1974.

Sund, Robert B. and A.J. Picard. Behavioral Objectives and Evaluational Measure : Science and Mathematics. Ohio, Charles E. Merrill, 1972.

Sund, Robert B. and Lelie W. Trobridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio, Charles E. Merrill, 1967.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
คู่มือในการใช้แบบทดสอบ

คู่มือในการใช้แบบทดสอบ

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติ และการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 13 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การวัดและการคำนวณ หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม และการนำตัวเลขมาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หรือหาร
2. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมอย่างมีเหตุผล
3. การพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าจากข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ โดยการพยากรณ์ภายในหรือภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งอาศัยทฤษฎี หลักการ หรือกฎ ที่มีในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการคาดคะเนคำตอบ
4. การตีความหมายจากข้อมูล หมายถึง การตีความหมายจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยอาศัยทักษะการสังเกต การคำนวณ และทักษะอื่น ๆ
5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การขึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมจากสถานการณ์การทดลองที่กำหนดให้
6. การนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การอธิบายขอบเขต ความหมายของคำต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกัน โดยสามารถสังเกตหรือวัดได้
7. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกของวัตถุ โดยใช้เกณฑ์ความเหมือนหรือความแตกต่าง
8. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 3 มิติ กับ 2 มิติ
9. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับชื่อเรื่อง การทดลอง วิธีการทดลอง บันทึกผล หรือสรุปผลการทดลอง และเหตุผลในการเลือกใช้อุปกรณ์การทดลอง
10. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ หรือประสบการณ์เดิม ซึ่งคำตอบล่วงหน้าจะบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม
11. การลงสรุปจากข้อมูล หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์จากข้อมูลทั้งหมด

12. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดประเภท หรือ คำนวณหาค่าใหม่ แล้วเสนอในรูปตาราง แผนภูมิ หรืออื่น ๆ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูล ชัดเจนยิ่งขึ้น

13. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสส่วนหนึ่งส่วนใดจากประสาทสัมผัสทั้งห้า เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือพิจารณาภาพจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยไม่ใช้ความคิด เห็นของผู้สังเกตลงไป

ความมุ่งหมาย

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ว่ามีทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใด เพื่อคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในสายวิทยาศาสตร์ และเป็นประโยชน์ต่อ บิดา มารดา ผู้ปกครอง และครูอาจารย์ ในการที่พัฒนานักเรียนให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต่อไป

โครงสร้างของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างเป็นภาพ ตาราง กราฟ หรือข้อความ สถานการณ์ที่ประสบในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการเรียนและเรื่องทั่ว ๆ ไป ลักษณะ ของข้อสอบเป็นปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 44 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที แบบทดสอบประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 องค์ประกอบ โดยข้อคำถามจะปะปนกันอยู่ไม่ได้บอกว่าแต่ละข้อวัดทักษะด้านใด ดังตาราง 13

ตาราง 13 ลักษณะการเรียงข้อคำถามในแบบทดสอบ

องค์ประกอบที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อ	ข้อที่
1	การวัดและการคำนวณ	4	1, 2, 3, 4
2	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	2	5, 6
3	การพยากรณ์	4	7, 8, 9, 10

องค์ประกอบที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อ	ข้อที่
4	การตีความหมายจากข้อมูล	4	11, 12, 13, 14
5	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	2	15, 16
6	การนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	17, 18, 19
7	การจำแนกประเภท	2	20, 21
8	การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปส	4	22, 23, 24, 25
9	การทดลอง	5	26, 27, 28, 29, 30
10	การตั้งสมมติฐาน	2	31, 32
11	การลงสรุปจากข้อมูล	4	33, 34, 35, 36
12	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	4	37, 38, 39, 40
13	การสังเกต	4	41, 42, 43, 44

ตัวอย่าง

(*) ถ้านักเรียนต้องการวัดอุณหภูมิของน้ำแข็งและน้ำเดือด จะเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่มี
อุณหภูมิช่วงใด

- ก. 0.70°R
- ข. $32-100^{\circ}\text{C}$
- ค. $0-99^{\circ}\text{F}$
- ง. $32-180^{\circ}\text{F}$
- จ. $32-212^{\circ}\text{F}$

การพัฒนาแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ ได้ดำเนินการทดลอง
และปรับปรุงแก้ไข 3 ครั้ง โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชายและหญิง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ จำนวน
1,095 คน แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ครั้ง ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1 ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 275 คน นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อค้นหาองค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบ วัดเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญนั้น สำหรับนำไปใช้ในการทดสอบต่อไป

ตาราง 14 จำนวนข้อและค่าน้ำหนักองค์ประกอบขององค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบครั้งที่ 1

องค์ประกอบที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อ	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ
1.	การวัดและการคำนวณ	3	0.5232 - 0.7502
2.	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	3	0.6628 - 0.7328
3.	การพยากรณ์	2	0.6325 และ 0.7255
4.	การตีความหมายข้อมูล	1	0.7546
5.	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	3	0.5823 - 0.7188
6.	การนิยามเชิงปฏิบัติการ	2	0.5844 และ 0.6948
7.	การจำแนกประเภท	2	0.7066 และ 0.8241
8.	การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปส	1	0.7661
9.	การทดลอง	7	0.4176 - 0.7980
10.	การตั้งสมมติฐาน	2	0.7305 และ 0.7566
11.	การลงสรุปจากข้อมูล	2	0.4496 และ 0.7652
12.	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	1	0.7049
13.	การสังเกต	2	0.7667 และ 0.8308

การทดสอบครั้งที่ 2 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 304 คน ได้นำผลจากการทดสอบมาหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากระหว่าง 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ไว้ใช้ จำนวน 44 ข้อ

การทดสอบครั้งที่ 3 ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 516 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

1. ค่าความยากของข้อสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.78 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.85

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หาโดยใช้สูตร KR-20 มีค่า 0.8383 ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ + 2.8409

3. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง หาโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ได้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรกที่ไม่ได้หมุนแกน อยู่ในช่วง 0.1972 ถึง 0.6202 ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิธีดำเนินการสอบ

วิธีดำเนินการสอบ แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ การเตรียมตัวก่อนสอบ วิธีปฏิบัติการสอบ และเมื่อสอบเสร็จแล้ว มีลำดับขั้นดังนี้

1. การเตรียมตัวก่อนสอบ ควรปฏิบัติดังนี้

1.1 กำหนดวัน เวลา และสถานที่สอบล่วงหน้า และแจ้งให้ผู้สอบทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ

1.2 เตรียมห้องสอบให้เรียบร้อย และมีผู้ดำเนินการสอบ 1 คน กับผู้ช่วย 1 คน

1.3 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอบ ได้แก่ แบบทดสอบ กระดาษคำตอบ ให้มีจำนวนมากกว่าผู้เข้าสอบ ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์

1.4 การเตรียมตัวสำหรับผู้ดำเนินการสอบ ผู้ดำเนินการสอบต้องศึกษาคำชี้แจง

2. วิธีดำเนินการสอบ ปฏิบัติดังนี้

2.1 พูดโน้มน้าวจิตใจผู้สอบ ให้มีความกระตือรือร้นที่จะทำการสอบอย่างเต็มกำลังความสามารถ

2.2 การใช้คำชี้แจง รายละเอียดของคำชี้แจงจะปรากฏอยู่บนแผ่นหน้าของแบบทดสอบทุกฉบับ ผู้ดำเนินการสอบต้องใช้คำชี้แจงจำกัดแต่เฉพาะเท่าที่ปรากฏเท่านั้น โดยอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบให้ผู้เข้าสอบเข้าใจแจ่มแจ้งทุกคน และอย่าให้ผู้เข้าสอบลงมือทำการก่อนเวลา เมื่อลงมือทำแล้ว จับเวลาตั้งแต่ผู้ดำเนินการสอบอนุญาตให้ลงมือทำได้

2.3 การเตือนเวลา ให้เตือนสองครั้งเท่านั้น คือ เตือนเมื่อหมดเวลาครั้งแรก และอีก 2-3 นาทีจะหมดเวลาอีกครั้งหนึ่ง

3. วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลา

3.1 สั่งให้ผู้สอบวางดินสอหรือปากกาหยุดทำทันที แล้วเก็บแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ

3.2 เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบแล้ว ก่อนที่จะให้ผู้สอบออกจากห้องสอบ ผู้ดำเนินการสอบควรกล่าวคำชมเชยผู้สอบ ที่พยายามตั้งใจสอบเป็นอย่างดี เพื่อให้ผู้สอบเกิดความภูมิใจ และไม่เกลียดการสอบ

วิธีการตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ ผู้ตรวจจะต้องยึดหลักการตรวจให้คะแนนดังนี้ คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ ถือว่าผิดให้ 0 คะแนน และไม่มีการหักคะแนนการเดา

คะแนนเกณฑ์ปกติ

คะแนนเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนี้ เป็นเกณฑ์ปกติระดับโรงเรียน (School Norm) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ จำนวน 516 คน คะแนนเกณฑ์ปกตินี้เป็นคะแนนมาตรฐานในรูปของคะแนนที่ปกติ (Normalized T-score) ดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คะแนนดิบ	คะแนนที่ปกติ ของแบบทดสอบ	คะแนนดิบ	คะแนนที่ปกติ ของแบบทดสอบ
44	87*	20	47
43	85*	19	46
42	83*	18	44
41	81	17	42
40	80	16	41
39	79	15	40

ตาราง 15 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนที่ปกติ ของแบบทดสอบ	คะแนนดิบ	คะแนนที่ปกติ ของแบบทดสอบ
38	77	14	38
37	75	13	36
36	73	12	34
35	72	11	33
34	70	10	32
33	68	9	30
32	66	8	28
31	65	7	26
30	64	6	24
29	62	5	23
28	60	4	21
27	59	3	19*
26	57	2	17*
25	56	1	15*
24	54	$\bar{X}$	= 23.2229
23	52	S.E. _{MEAS}	= 0.3370
22	51	S.D.	= 7.3052
21	50	S^2	= 53.3658
		N	= 516

* ส่วนที่ขยายขอบเขต

เกณฑ์ตัดสิน

เนื่องจากการคิดคะแนนเป็นแบบอิงกลุ่ม เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบจึงใช้คะแนนมาตรฐาน
ในรูปคะแนนที่ปกติ การตัดสินผลการสอบตัดสินตามเกณฑ์ดังนี้ (ชวาล แพรัตกุล, 2520 : 53)

ตั้งแต่ T_{85} และสูงกว่า	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงมาก
ตั้งแต่ $T_{55} - T_{85}$	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง
ตั้งแต่ $T_{45} - T_{55}$	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พอใช้
ตั้งแต่ T_{50}	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง
		ของกลุ่ม
ตั้งแต่ $T_{35} - T_{45}$	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ
T_{35} และต่ำกว่า	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำมาก

ถ้าผู้สอบได้คะแนนตรงจุดแบ่งพอดี คือ T_{35} , T_{45} , T_{55} และ T_{85} แล้ว ให้เลื่อนผู้
นั้น ไปอยู่ในกลุ่มที่สูงถัดไปเสมอ

ข้อควรคำนึงในการใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ควรนำไปใช้ร่วมกับการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้ศึกษาเรียนรู้ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง
2. ครู อาจารย์ และผู้เกี่ยวข้องกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรใช้เป็นเครื่องมือวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างและสนับสนุนให้ผู้เรียนให้เป็นผู้ที่ได้ชื่อว่ามีทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์
3. ถ้าต้องการนำแบบทดสอบฉบับนี้ ไปใช้กับนักเรียนระดับอื่นที่ต่างจากประชากรที่ผู้วิจัยใช้
ควรจะหาเกณฑ์ปกติใหม่

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 44 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที บางข้ออาจง่าย บางข้ออาจยาก นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไป
3. การตอบ ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก, ข, ค, ง หรือ จ โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

(*) ข้อใดไม่ใช่การสังเกต

- ก. เทียนไขมีสีขาวขุ่น
- ข. เทียนไขมีเชื้อกลีขาว
- ค. เทียนไขมีรูปทรงกระบอก
- ง. เทียนไขทำจากไขปลาวาฬ
- จ. เทียนไขมีเนื้อละเอียด และผิวเรียบเป็นมัน

เฉลย คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง. แต่นักเรียนเลือกข้อ ข. ให้ขีดเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ (*)

ก	ข	ค	ง	จ
	X			

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย $\equiv$ กับรอยเดิมให้ชัดเจนเสียก่อนทุกครั้ง แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังนี้

ข้อ (*)

ก	ข	ค	ง	จ
	$\equiv$ X		X	

4. นักเรียนควรคิดให้รอบคอบเสียก่อนที่จะตอบ เพราะการเดาไม่ช่วยให้คะแนนดีขึ้นเลย
5. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้

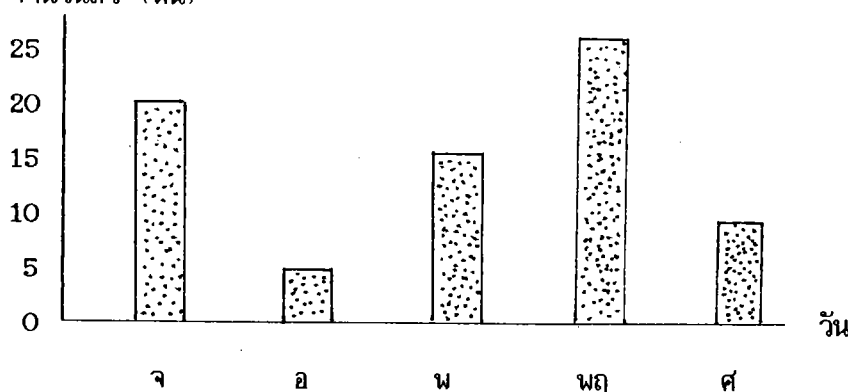
ขอขอบคุณนักเรียนทุกคน

รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์

- ถ้านักเรียนต้องการวัดอุณหภูมิของน้ำแข็งและน้ำเดือดจะเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่มีอุณหภูมิช่วงใด
ก. 0.70°R ข. $32-100^{\circ}\text{C}$ ค. $0-99^{\circ}\text{F}$ ง. $32-180^{\circ}\text{F}$ จ. $32-212^{\circ}\text{F}$
- นักเรียนคนหนึ่งชั่งน้ำหนัก 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 40.0, 40.2, และ 40.7 กิโลกรัม ตามลำดับ น้ำหนักโดยเฉลี่ยเป็นเท่าใด
ก. 40.00 กิโลกรัม
ข. 40.20 กิโลกรัม
ค. 40.03 กิโลกรัม
ง. 40.30 กิโลกรัม
จ. 40.35 กิโลกรัม

- แผนภูมิแสดงจำนวนต้นถั่วที่งอกใน 5 วัน

จำนวนถั่ว (ต้น)



ถามว่าต้นถั่วงอกเฉลี่ยวันละกี่ต้น

- ก. 5 ต้น ข. 10 ต้น ค. 15 ต้น ง. 20 ต้น จ. 25 ต้น
- ถ้าบาโรมิเตอร์ปรอทวางไว้บนยอดเขาแห่งหนึ่ง อ่านระดับปรอทได้ 660 มิลลิเมตร และระดับปรอทจะลดลง 1 มิลลิเมตร ทุก ๆ ระยะความสูง 11 เมตร ที่เพิ่มขึ้นเหนือระดับน้ำทะเลที่มีความดันอากาศปกติ 760 มิลลิเมตร ยอดเขานี้จะสูงเท่าใด
ก. 100 เมตร ข. 650 เมตร ค. 1,100 เมตร ง. 7,150 เมตร จ. 8,360 เมตร
 - รินของเหลว 2 ชนิด ปริมาณเท่ากัน ลงในภาชนะฝาเปิดขนาดเท่ากัน ทั้งไว้ประมาณ 3 ชั่วโมง สังเกตพบว่าของเหลวภาชนะใบที่ 1 เหลืออยู่น้อยกว่าใบที่ 2 การทดลองนี้อธิบายได้ว่าอย่างไร
ก. ของเหลว 2 ชนิด มีการระเหย
ข. ของเหลวจะระเหยได้ดีในบริเวณที่มีอากาศร้อนจัด
ค. ของเหลวชนิดที่ 2 ถูกดูดความร้อนออกไปได้ช้ากว่า
ง. ของเหลวต่างชนิดกันมีการเคลื่อนที่ของโมเลกุลจะต่างกัน
จ. ของเหลวชนิดที่ 1 อุณหภูมิลดลงน้อยกว่าของเหลวชนิดที่ 2

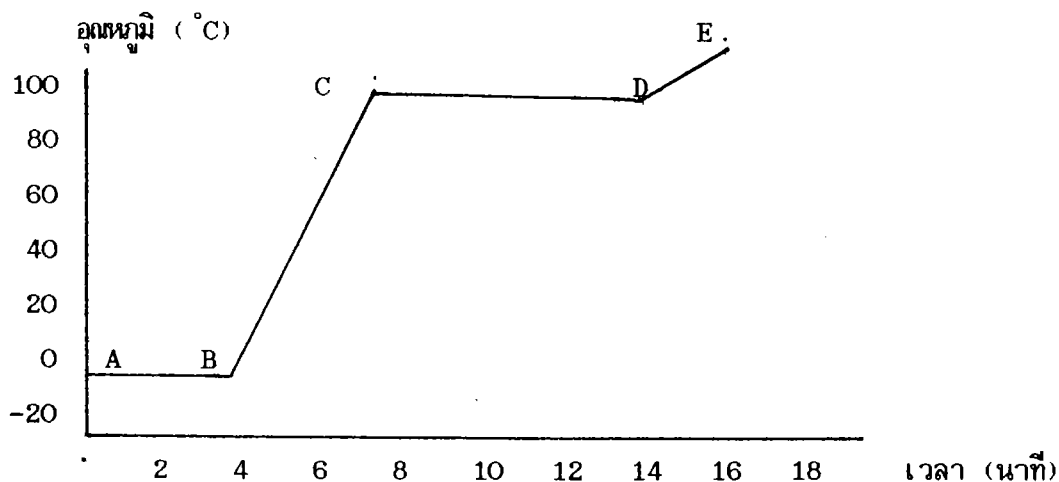
6. การทดลองตามข้อใด ที่นักเรียนคิดว่ามวลของสารไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
- เผาเนฟทาลีนให้กลั่นเห็บและมีเขม่าเกิดขึ้น
 - เผาน้ำตาลทรายให้ก๊าซสีน้ำตาลแดงและเกิดตะกอนสีดำ
 - ใส่ชิ้นสังกะสีเล็ก ๆ ลงในสารละลายกรดเกลือจะเกิดฟองก๊าซ
 - ผสมสารละลายเกิดฟองก๊าซและทำให้น้ำปูนใสที่มีตะกอนสีขาว
 - รินสารละลายลงในน้ำส้มสายชูเกิดตะกอนขาวขุ่น แสดงว่าน้ำส้มสายชูไม่บริสุทธิ์

คำชี้แจง ให้นักเรียนนิยามตารางแสดงอุณหภูมิของอากาศที่ระดับต่างๆ แล้วตอบคำถาม ข้อ 7-9

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

7. ถ้าความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็น 5 km อุณหภูมิของอากาศควรจะอ่านได้เท่าไร
 ก. 0°C ข. -5.5°C ค. 5.5°C ง. 27.5°C จ. -27.5°C
8. ถ้าอุณหภูมิของอากาศลดลงอีกเป็น -38.5°C ณ ที่นั้นจะสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นเท่าใด
 ก. 0 km ข. 4 km ค. 9 km ง. 10 km จ. 12 km
9. ถ้าความสูงต่ำกว่าระดับน้ำทะเล 2 km อุณหภูมิของอากาศจะอ่านได้เท่าใด
 ก. -16.5°C ข. 16.5°C ค. 27.5°C ง. 38.5°C จ. -38.5°C

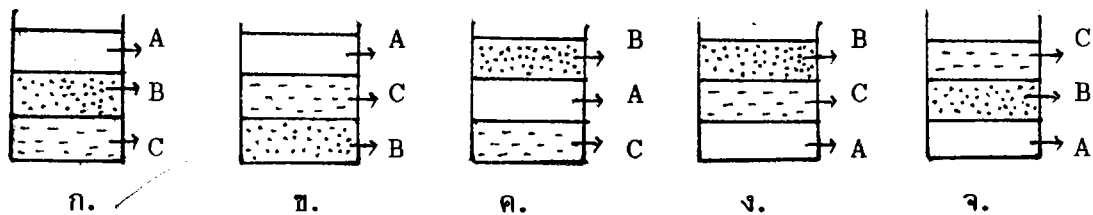
คำชี้แจง ให้ทำเรียนนิจาวรณการนแสดงการเปลี่ยนสถานะของน้ำแล้วตอบคำถามข้อ 10



10. ตั้งแต่น้ำเริ่มเดือดจนกระทั่งน้ำเดือดหมดใช้เวลาเท่าใด

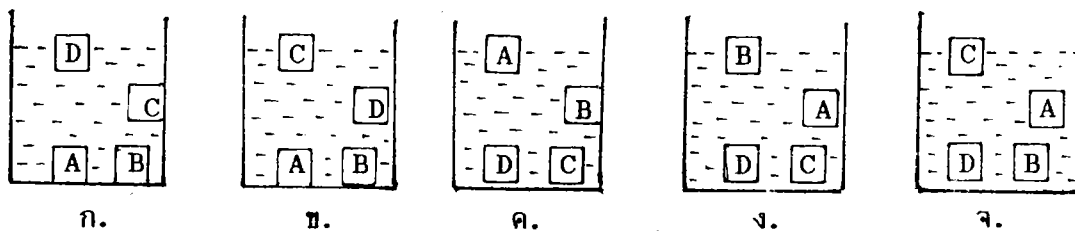
ก. 4 นาที ข. 6 นาที ค. 7 นาที ง. 13 นาที จ. 16 นาที

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

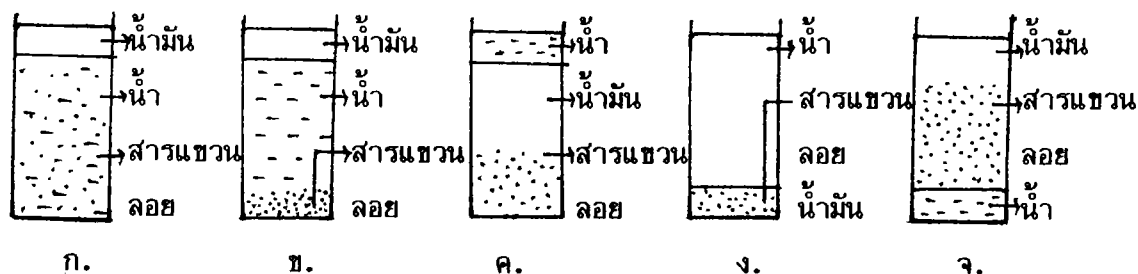


12. เมื่อนำสาร A, B, C และ D มีความหนาแน่น 2.5, 2.0, 1.8 และ 0.7 g/cm^3

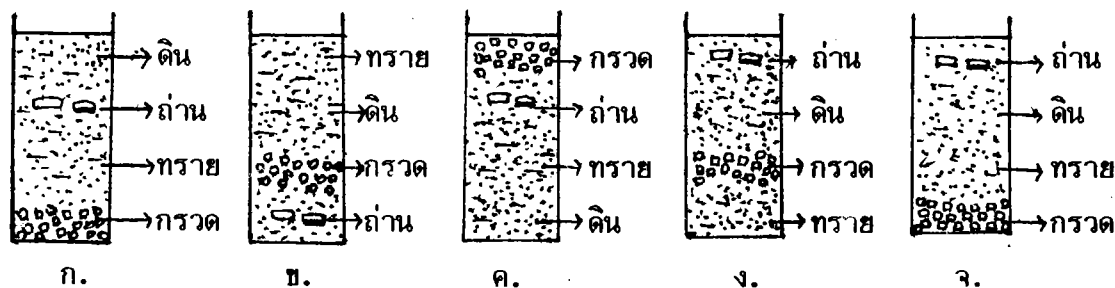
ไปลอยในภาชนะที่ใส่น้ำ จะมีลักษณะดังรูปใด



13. นักเรียนคนหนึ่งเทน้ำมันและน้ำผสมสารแขวนลอย รวมกันในภาชนะใบหนึ่ง ทั้งไว้สักครู่ จะมีลักษณะเป็นรูปใด



14. ครูสาธิตการทดลอง โดยผสมถ่าน ทราช ดิน และกรวด แล้วเทลงในกระบอกน้ำ ทั้งที่เทของผสมหมด จะเห็นลักษณะเช่นใด



คำชี้แจง อ่านข้อความข้างล่างนี้แล้วตอบคำถามข้อ 15

ในการทดลองเพาะเมล็ดถั่วเขียวบนสำลีชุบน้ำ ซึ่งวางอยู่ที่ก้นภาชนะ 2 ใบ หุ้มด้วยกระดาษดำ แต่ละใบใส่เมล็ดถั่วเขียว 25 เมล็ด ใบที่หนึ่งเก็บไว้ในตู้เย็นช่องธรรมดา ใบที่สองวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้น 5 วัน ปรากฏว่าใบที่เก็บไว้ในตู้เย็น เมล็ดถั่วเขียวไม่งอกเลย ส่วนใบที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมล็ดถั่วเขียวงอก 20 เมล็ด

15. สิ่งที่ต้องควบคุมในการทดลองนี้คืออะไร

- ก. ปริมาณแสง น้ำ และอายุถั่วเขียว
- ข. สิ่งแวดล้อม จำนวน ขนาด และอายุถั่วเขียว
- ค. ปริมาณแสง ปุ๋ย จำนวน ชนิด และอายุถั่วเขียว
- ง. สิ่งแวดล้อม ปริมาณแสง น้ำ และจำนวนเมล็ดถั่วเขียว
- จ. สิ่งแวดล้อม ปริมาณ จำนวน ชนิด ขนาด และอายุถั่วเขียว

คำชี้แจง อ่านข้อความข้างล่างนี้แล้วตอบคำถามข้อ 16

วิธีการทดลอง

1. เตรียมดิน 2 กระป๋อง กระป๋องที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย กระป๋องที่ 2 ใส่ปุ๋ย
2. ปลุกดินโหระพาขนาดเท่ากัน กระป๋องละต้น
3. วางไว้ในที่มีแสงแดดส่องถึง
4. รดน้ำดินโหระพาทั้ง 2 กระป๋อง ปริมาณเท่า ๆ กันทุกวัน
5. บันทึกผลเป็นเวลา 10 วัน

16. สิ่งที่ต้องควบคุมในการทดลองนี้คืออะไร

- ก. ปริมาณแสง
- ข. ปริมาณน้ำ และปุ๋ย
- ค. ขนาดของดินโหระพา และสถานที่
- ง. ชนิดของดิน ปริมาณ และภาชนะที่ใส่
- จ. ดิน ปุ๋ย ปริมาณ ภาชนะ ดินโหระพา และน้ำ

17. ข้อความใดใช้อธิบายความหมายของคำว่า "ผลผลิต" ได้ถูกต้อง

- ก. การเพิ่มปริมาณสิ่งของ
- ข. ชิ้นส่วนวัสดุที่ประกอบขึ้น
- ค. ปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ที่ทำขึ้นมา
- ง. คน สัตว์ พืช ผัก และผลไม้ที่มีอยู่
- จ. ผักและผลไม้ที่ให้ผลผลิตตามฤดูกาลต่าง ๆ

18. ข้อความใดอธิบายความหมายของคำว่า "ไฮโดรเจน" ได้ถูกต้อง

- ก. ไฮโดรเจนเป็นภาษาที่เบามาก
- ข. ไฮโดรเจนเป็นภาษาช่วยในการลุกไหม้
- ค. ไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหนึ่งของน้ำ
- ง. ไฮโดรเจนติดไฟได้เองแต่ไม่ช่วยให้ไฟติด
- จ. ไฮโดรเจนทำปฏิกิริยากับโลหะได้สารประกอบไฮโดร

19. ข้อใดใช้อธิบายความหมายของคำว่า "ความดันอากาศ" ได้ถูกต้อง

- ก. แรงดัน ณ ระดับน้ำทะเล
- ข. ความดันอากาศ ณ อุณหภูมิหนึ่ง ๆ
- ค. แรงดันของอากาศต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร
- ง. พลังงานที่เกิดจากอากาศต่อหนึ่งตารางหน่วย
- จ. แรงดันของอากาศที่ลดลงบนพื้นที่ 1 ตารางหน่วย

20. ข้อใดไม่เข้าพวก

- ก. นก ไก่ เป็ด ห่าน
- ข. เข็ม ด้าย กระสวย กรรไกร
- ค. สมุด ดินสอ กบเหลา ยางลบ
- ง. เรือ รถยนต์ รถไฟ เครื่องบิน
- จ. ตะเกียง หลอดแก้ว บัวรดน้ำ แท่งเหล็ก

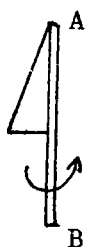
21. ข้อใดจัดเป็นโลหะทั้งหมด

- ก. นีออน อาร์กอน คริปตอน
- ข. ออกไซด์ ซัลไฟด์ คาร์ไบด์
- ค. คลอรีน กำมะถัน แคลเซียม
- ง. ทองแดง ไฮโดรเจน ออกซิเจน
- จ. โซเดียม อลูมิเนียม โพลีเอทิลีน

คำชี้แจง จงตอบคำถาม ข้อ 22-23 โดยใช้ตัวเลือกต่อไปนี้

- ก. พีระมิด
- ข. ทรงกรวย
- ค. ทรงกระบอก
- ง. สี่เหลี่ยมมุมฉาก
- จ. สามเหลี่ยมด้านเท่า

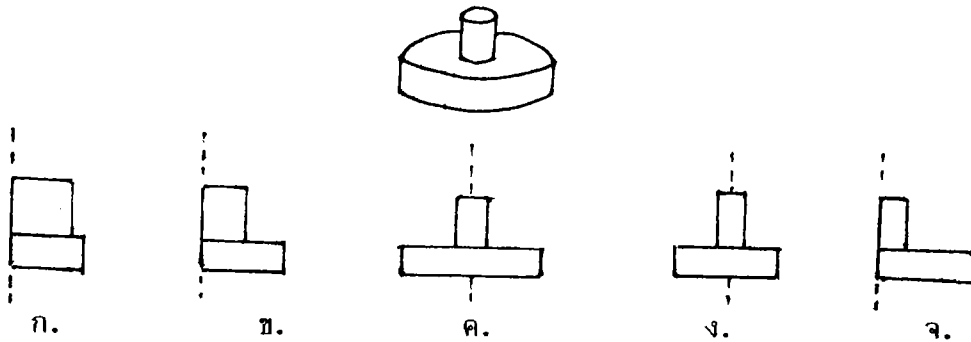
22. ถ้าหมุนแผ่นกระดาษที่ติดกับแกน นี้ อย่างเร็วจะเห็นเป็นรูปใด



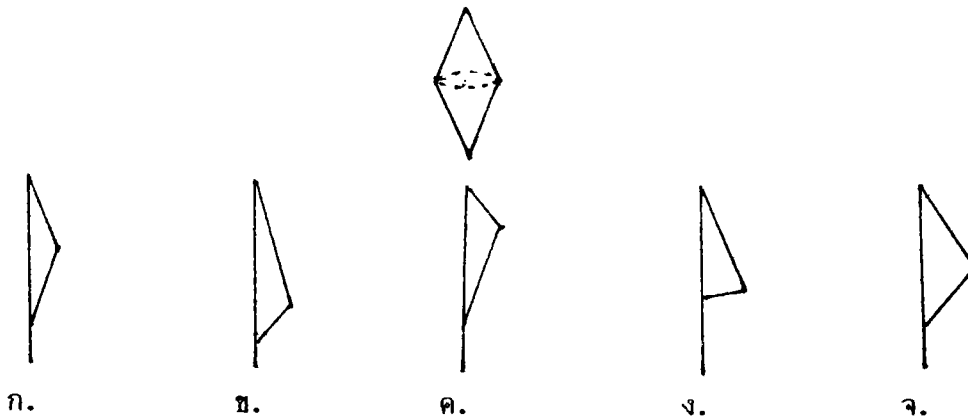
23. ถ้าหมุนแผ่นกระดาษที่ติดกับแกน นี้ อย่างเร็วจะเห็นเป็นรูปใด



24. จากรูปสามมิติที่กำหนดให้เกิดจากการหมุนรูปสองมิติรูปใด



25. จากรูปสามมิติที่กำหนดให้เกิดจากการหมุนรูปสองมิติใด



26. เมื่อใช้แว่นขยายส่องดูลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของมดแดง นักเรียนจะบันทึกผลการทดลองในลักษณะใด

- ก. 1. หัวมีลักษณะ.....
2. ปากมีลักษณะ.....
3. ตามีลักษณะ.....
4. ปีกมีลักษณะ.....
5. ขามีลักษณะ.....
6. ท้องมีลักษณะ.....

ข.

สัตว์	สิ่งที่สังเกตเห็น
มดแดง	

ค.

ส่วนต่าง ๆ ของมดแดง
หัว.....
ปาก.....
ตา.....
ปีก.....
ขา.....
ท้อง.....

ง.

ส่วนต่าง ๆ ของมดแดง		ลักษณะที่สังเกตเห็น
หัว	ปาก	
	ตา	
อก	ปีก	
	ขา	
ท้อง	-	

จ.

ลำดับที่ของการสังเกต	หัว	ปาก	ตา	ปีก	ขา	ท้อง
1						
2						
3						
4						
5						

27. พี่อายุ 14 ปี น้องอายุ 13 ปี ทำการวัดความกว้างของห้อง ๆ หนึ่งได้ผลดังตาราง

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

ผลการวัดของฟังก์ชันน้อยกว่าของน้องเพราะเหตุใด

- ก. น้องอ่านตัวเลขบนไม้เมตรไม่ถูกต้อง
- ข. น้องอ่านค่าตัวเลขที่เป็นส่วนย่อยบนไม้เมตรผิด
- ค. น้องสามารถสังเกตค่าที่อ่านผิดพลาดของน้องได้ง่าย
- ง. น้องอาจวางไม้เมตรเอียงไปทางด้านหนึ่งด้านใดมากเกินไป
- จ. น้องต้องยกไม้เมตรหลายครั้งจึงมีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อน

คำชี้แจง อ่านข้อความข้างล่างนี้แล้วตอบคำถามข้อ 28

ในการทดลองเพาะเมล็ดถั่วเขียวบนสาลี่ชุบน้ำ ซึ่งวางอยู่ที่ก้นภาชนะ 2 ใบ หุ้มด้วยกระดาษดำ แต่ละใบใส่เมล็ดถั่วเขียว 25 เมล็ด ใบที่หนึ่งเก็บไว้ในตู้เย็นช่องธรรมดา ใบที่สองวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้น 5 วัน ปรากฏว่าใบที่เก็บไว้ในตู้เย็น เมล็ดถั่วเขียวไม่งอกเลย ส่วนใบที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมล็ดถั่วเขียวงอก 20 เมล็ด

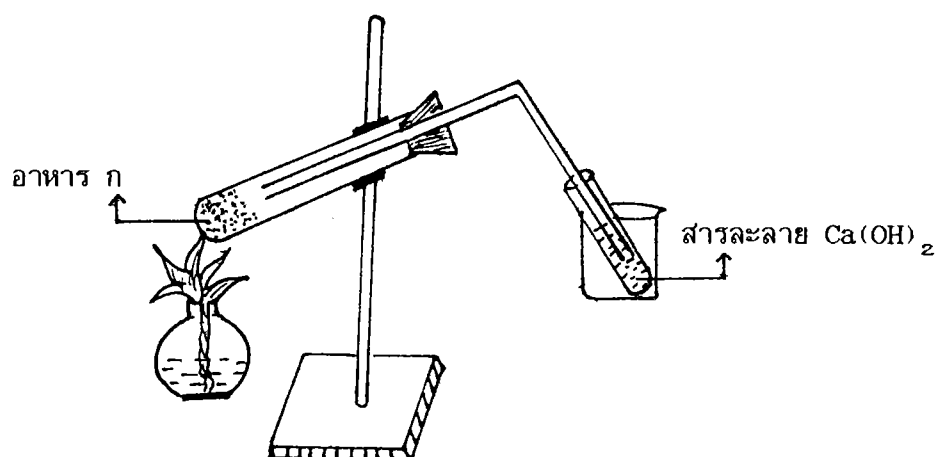
28. การทดลองนี้ต้องการศึกษาอะไร

- ก. อัตราการงอกของเมล็ดถั่วเขียว
- ข. น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการเพาะเมล็ดถั่วเขียว
- ค. แสงเป็นสิ่งจำเป็นในการเพาะเมล็ดถั่วเขียว
- ง. อุณหภูมิที่เหมาะสมจำเป็นในการเพาะเมล็ดถั่วเขียว
- จ. กระดาษดำเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว

29. ถ้านักเรียนอยากทราบว่าของเหลวในปากเกอร์ทั้งสองเป็นสารบริสุทธิ์หรือไม่ จะมีวิธีการทดลองอย่างไร

- ก. หาจุดหลอมเหลวโดยให้ความร้อน 30 วินาที แล้ววัดอุณหภูมิของเหลวโดยอุณหภูมิสูงกว่าก็เป็นสารบริสุทธิ์
- ข. ปล่อยให้ระเหยไปอย่างช้า ๆ จนหมด ของเหลวใดมีการระเหยได้หมดก่อนของเหลวนั้นก็จะเป็นสารบริสุทธิ์
- ค. ทำการกลั่นตามลำดับส่วน นำสารละลายที่กลั่นได้ออกมาก่อน ประมาณครึ่งหนึ่งของหลอดทดลองไปหาจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่อไป
- ง. ทำการกรองด้วยกระดาษกรอง สังเกตดูสารแขวนลอยบนกระดาษกรอง และสีของสารละลายที่ได้ว่าของเหลวใดใสกว่าก็เป็นสารบริสุทธิ์
- จ. หาจุดเดือด โดยให้ความร้อนไปเรื่อย ๆ วัดอุณหภูมิทุก ๆ 30 วินาที จนอุณหภูมิคงที่ของเหลวใดมีอุณหภูมิคงที่ของเหลวนั้นก็จะเป็นสารบริสุทธิ์

คำชี้แจง นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองเผาอาหาร ก. แล้วผ่านก๊าซที่เกิดขึ้นลงในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ Ca(OH)_2 ดังรูป ให้ตอบคำถาม ข้อ 30



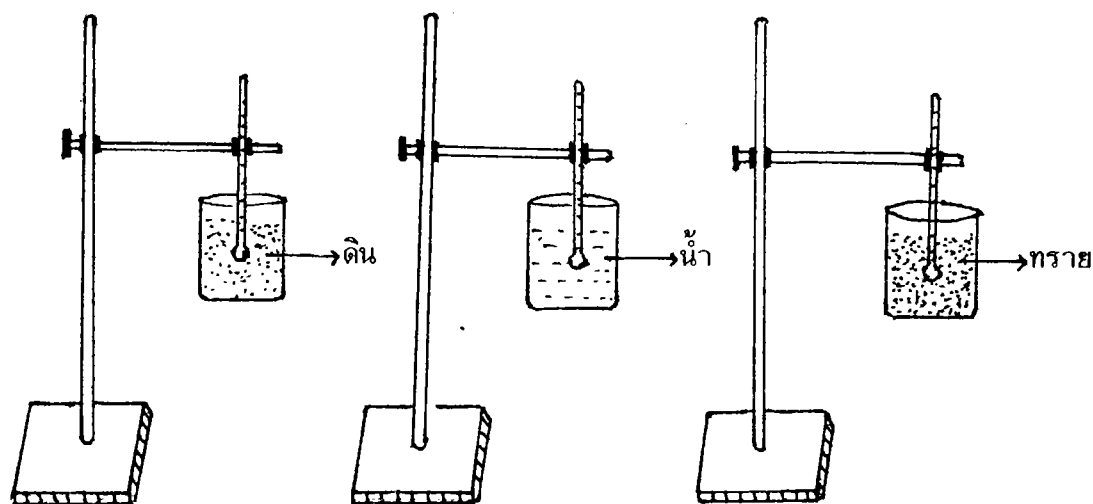
30. การทดลองเรื่องนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร

- ก. การเผาอาหารประเภทโปรตีน
- ข. การวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหาร
- ค. การเผาคาร์โบไฮเดรตจะได้ก๊าซเกิดขึ้น
- ง. ความร้อนทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง
- จ. การเผาอาหารจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

31. การทดลองปลูกถั่วเขียวรุ่มกัน 2 กระป๋อง โดยควบคุมสิ่งต่าง ๆ ให้เหมือนกัน เช่น ขนาด จำนวน อายุของถั่วเขียว ดิน ภาชนะและปริมาณน้ำที่รด เป็นต้น กระป๋องใบที่หนึ่งไว้ได้ต้นไม้ใบที่สองไว้ในห้องมืดเป็นเวลา 5 วัน การทดลองนี้จะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

- ก. น้ำมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว
- ข. ชนิดของถั่วเขียวต่างกันทำให้การเจริญเติบโตต่างกัน
- ค. แสงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสร้างอาหารของต้นถั่วเขียว
- ง. ชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวต่างกัน
- จ. น้ำและแสงต่างมีความสำคัญต่อการสร้างอาหารของต้นถั่วเขียว

32. นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองโดยใส่ดิน น้ำ และทราย ปริมาณเท่า ๆ กัน ลงในภาชนะชนิดเดียวกัน วัดอุณหภูมิแล้วนำไปไว้กลางแดดเป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นวัดอุณหภูมิอีกครั้งหนึ่ง (ดังรูป)



นักเรียนคิดว่า การทดลองนี้ทดสอบสมมติฐานข้อใด

- น้ำ ดินและทราย อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากัน
- น้ำ ดินและทราย ดูดความร้อนไว้เท่ากัน
- น้ำ ดินและทราย ได้รับปริมาณแสงเท่ากัน
- น้ำ ดินและทราย คายความร้อนไว้ไม่เท่ากัน
- น้ำ ดิน และคายความร้อนเร็วกว่าดินและทราย

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลในตาราง แล้วตอบคำถามข้อ 33

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

33. ถ้านำมวลและปริมาตรของดินน้ำมันในตารางมาเขียนกราฟแล้ว ข้อความใดกล่าวสรุปได้ถูกต้อง
- วัตถุที่มีมวลน้อยลงปริมาตรคงที่
 - วัตถุที่มีมวลน้อยลงปริมาตรลดลง
 - วัตถุที่มีปริมาตรเพิ่มขึ้นมวลจะลดลง
 - มวลและปริมาตรของวัตถุสัมพันธ์กัน
 - วัตถุที่มีมวลเพิ่มขึ้นปริมาตรจะเพิ่มขึ้นด้วย
34. การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก เนื่องจากลมพัดพาทำให้ดินแตกกระแหง นักเรียนคิดว่าพื้นที่บริเวณนั้นจะมีลักษณะเป็นอย่างไร
- เป็นวัชพืช
 - เป็นบริเวณทุ่งหญ้า
 - เป็นบริเวณเพาะปลูก
 - เป็นบริเวณที่ไม่มีต้นไม้ใหญ่
 - เป็นที่ว่างไม่มีพืชปกคลุมและแห้งแล้ง
35. ถ้าปริมาณของสิ่งหนึ่งเพิ่มขึ้น แล้วอีกสิ่งหนึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นตาม หรือปริมาณของสิ่งหนึ่งลดลง แล้วปริมาณของอีกสิ่งหนึ่งลดลงตามด้วย ข้อความนี้สอดคล้องกับลักษณะใด
- พลังงาน
 - ธรรมชาติ
 - สิ่งแวดล้อม
 - ระบบนิเวศน์
 - ความสมดุลย์
36. ข้อใดเป็นข้อความที่ถูกต้องตามข้อมูลในตาราง

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

- ที่สูงขึ้นอุณหภูมิจะลดลง
- ที่สูงขึ้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น
- ที่สูงขึ้นอากาศจะเย็นลง
- ที่สูงขึ้นอากาศจะร้อนขึ้น
- ที่สูงขึ้นอากาศจะแปรปรวน

37. เมื่อนักเรียนต้องการออกแบบตารางเพื่อแสดงจำนวนสมาชิกทั้งหญิงและชายในครอบครัวของนักเรียนทุกคนในชั้นเรียน ลักษณะตารางควรเป็นแบบใด

ก.

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

ข.

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

ค.

ลำดับที่	ชื่อผู้หญิง	ชื่อผู้ชาย	รวม
1			
2			

ง.

ลำดับที่	ชื่อ	จำนวนสมาชิก (คน)		
		หญิง	ชาย	รวม
1				
2				

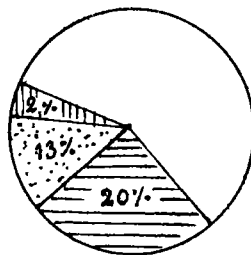
จ.

ลำดับที่	เลขประจำตัว	ชาย	หญิง	รวม
1				
2				

38. ในการทดลองเพื่อดูอัตราการงอกของเมล็ดถั่วชนิดต่าง ๆ 4 ชนิด ผลปรากฏดังตาราง
นักเรียนจะนำเสนอข้อมูลตามความนิยมในรูปแบบใด

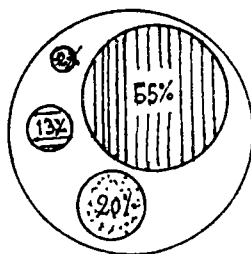
ชนิดของถั่ว	อัตราการงอก (%)
ถั่วเขียว	65
ถั่วลิสง	20
ถั่วแดง	13
ถั่วดำ	2

ก.

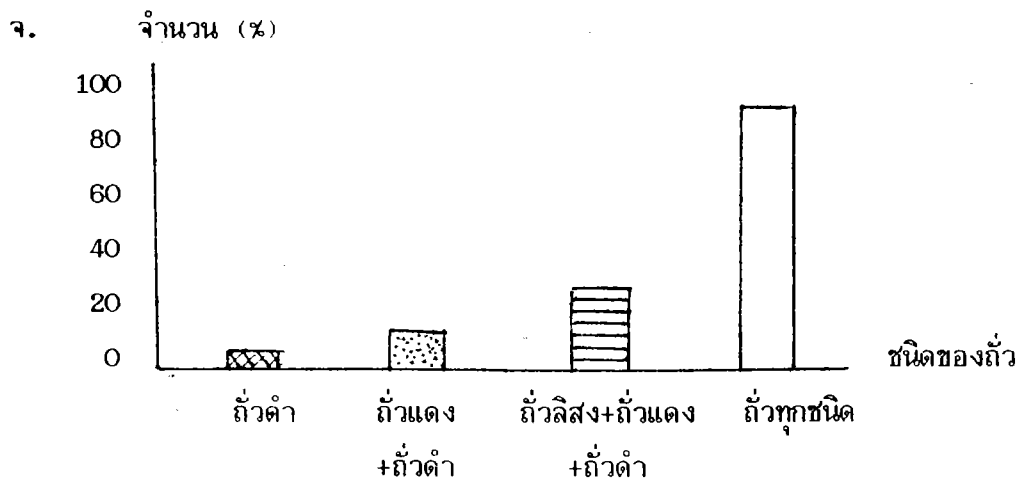
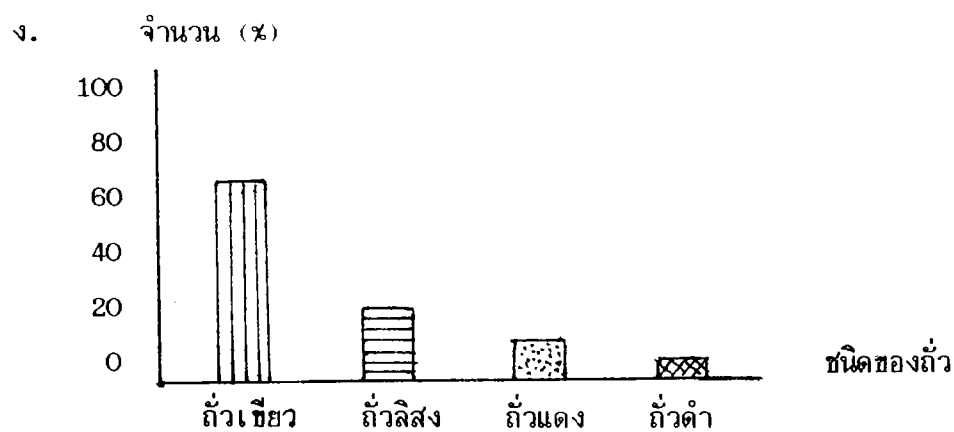
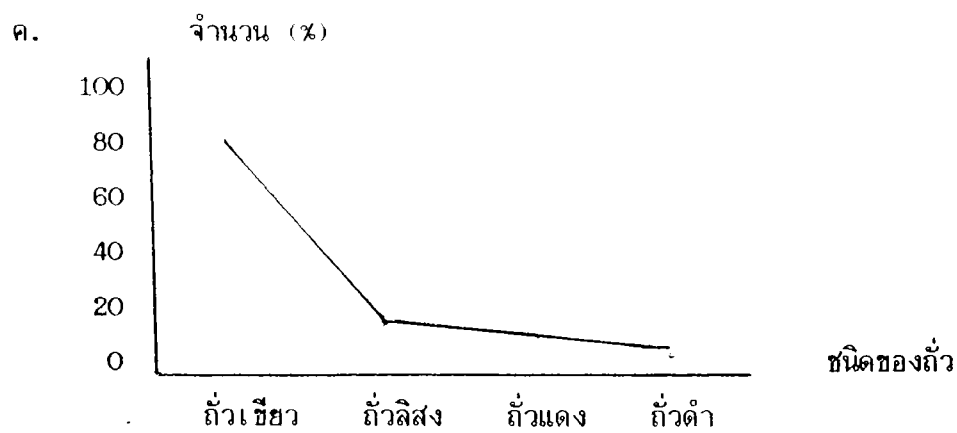


□ : ถั่วเขียว
 ▨ : ถั่วลิสง
 ▩ : ถั่วแดง
 ▪ : ถั่วดำ

ข.



□ : ถั่วทั้งหมด
 ▨ : ถั่วเขียว
 ▩ : ถั่วลิสง
 ▪ : ถั่วแดง
 ▫ : ถั่วดำ



คำชี้แจง จงตอบคำถามข้อ 39-40 โดยใช้ตัวเลือก ก-จ ต่อไปนี้

ก.

วัน เดือน ปี	จำนวน (คน)
รวม	

ข.

วัน เดือน ปี	อุณหภูมิ (°C)

ค.

ลำดับที่	รายการ	อุณหภูมิ (°C)

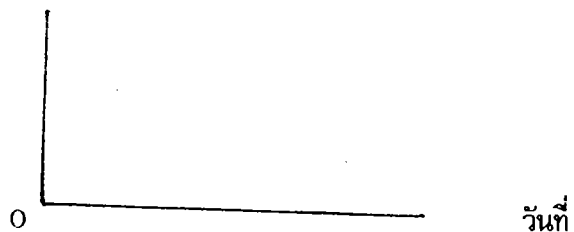
ง.

ปริมาณ (คน)



จ.

ปริมาณ (°C)



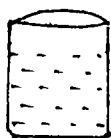
39. ครูให้นักเรียนเสนอผลการบันทึกอุณหภูมิของอากาศที่โรงเรียนในเวลา 7.00 น.

รอบ 1 สัปดาห์ นักเรียนจะเสนอผลรูปแบบใด

40. ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำสถิติการขาดเรียนของเพื่อนในห้องเรียน รอบ 1 เดือน

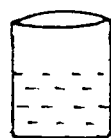
นักเรียนจะเสนอผลรูปแบบใด

41. ของเหลวในภาชนะใดมีปริมาตรปานกลาง



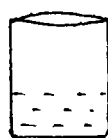
1

ก. 1



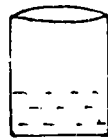
2

ข. 2



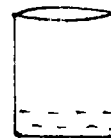
3

ค. 3



4

ง. 4



5

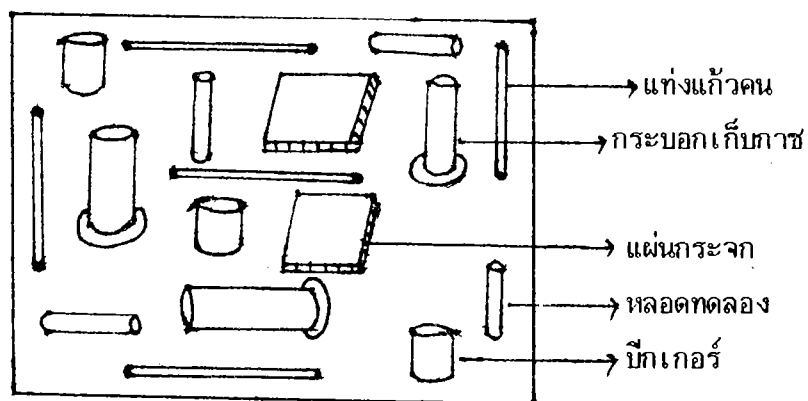
จ. 5

42. เมื่อความยาว กข เป็น 2 หน่วย ความยาว คง จะประมาณกี่หน่วย

ก. _____ ข. _____ ค. _____ ง. _____

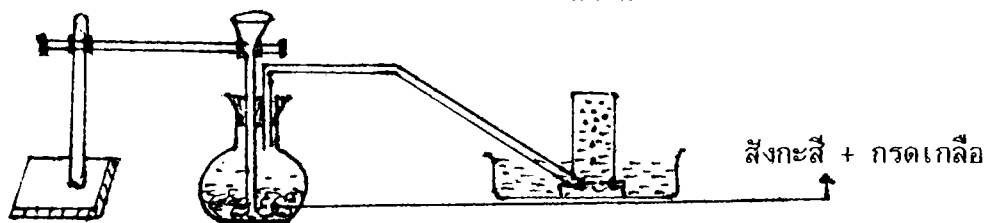
ก. 4 ข. 4.5 ค. 6.5 ง. 8 จ. 10

43. อุปกรณ์ชนิดใดในภาพมีจำนวนมากที่สุด



- ก. บีกเกอร์
- ข. แผ่นกระจก
- ค. แท่งแก้วคน
- ง. หลอดทดลอง
- จ. กระบอกเก็บก๊าซ

44. ข้อใดแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของภาพการทดลองข้างล่างนี้



- ก. มีฟองก๊าซเกิดขึ้น
- ข. ก๊าซที่ได้เบากว่าอากาศ
- ค. ก๊าซที่ได้ไม่รวมตัวกับน้ำ
- ง. เป็นการเตรียมก๊าซคลอรีน
- จ. เป็นการเตรียมก๊าซออกซิเจน

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์รายชื่อของแบบทดสอบ

จากการทดสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์รายตัวเลือกของแบบทดสอบจากการทดสอบครั้งที่ 2

ตัวเลือก ข้อ	ก		ข		ค		ง		จ		ว	
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r
(1)	0.03	0.31	0.10	0.35	0.22	0.48	0.08	0.04	0.51	0.94*	-	-
2	0.01	0.08	0.02	0.12	0.88	0.26*	0.07	0.17	0.02	0.00	-	-
(3)	0.23	0.63	0.08	0.29	0.10	0.27	0.58	1.00*	0.00	0.00	0.01	-
4	0.09	0.31	0.00	0.00	0.05	0.19	0.82	0.53*	0.05	0.19	-	-
(5)	0.10	0.35	0.09	0.31	0.70	0.77*	0.09	0.31	0.01	0.08	-	-
6	0.05	0.19	0.02	0.12	0.61	-0.23	0.28	0.03*	0.02	0.12	0.01	-
(7)	0.08	0.29	0.08	0.29	0.59	0.80*	0.16	0.48	0.08	-0.04	0.01	-
8	0.07	0.00*	0.03	0.17	0.20	0.13	0.65	-0.32	0.03	0.17	0.01	-
(9)	0.07	0.17	0.06	0.24	0.09	0.23	0.69	0.63*	0.09	0.23	-	-
(10)	0.14	0.28	0.11	0.37	0.09	0.31	0.09	0.23	0.56	0.94*	0.01	-
11	0.22	-0.10	0.42	0.09	0.26	0.03*	0.08	0.04	0.02	0.00	-	-
(12)	0.69	0.75*	0.06	0.24	0.10	0.35	0.13	0.33	0.02	0.12	-	-
(13)	0.07	0.26	0.11	0.37	0.11	0.37	0.07	0.26	0.64	0.93*	-	-
(14)	0.08	0.29	0.17	0.24	0.08	0.29	0.58	0.83*	0.09	0.31	-	-
(15)	0.09	0.08	0.13	0.40	0.40	0.37*	0.18	0.00	0.18	0.00	0.02	-
(16)	0.61	0.92*	0.13	0.33	0.15	0.45	0.07	0.26	0.05	0.19	-	-
(17)	0.69	0.81*	0.08	0.29	0.18	0.53	0.02	0.12	0.02	0.12	-	-
(18)	0.32	0.00	0.36	0.41*	0.06	0.24	0.11	0.37	0.15	-0.03	-	-
(19)	0.02	0.12	0.08	0.12	0.14	0.42	0.13	0.33	0.64	0.76*	-	-
(20)	0.06	0.14	0.11	0.30	0.10	0.04	0.27	0.12	0.45	0.45*	-	-
21	0.06	0.24	0.51	-0.48	0.15	0.45	0.06	0.24	0.23	0.19*	-	-
22	0.59	-0.75	0.11	0.30	0.14	-0.28*	0.03	0.17	0.10	0.27	-	-
23	0.17	-0.10	0.18	-0.07*	0.16	0.41	0.24	0.16	0.24	-0.47	0.01	-
(24)	0.06	0.14	0.10	0.27	0.24	0.28	0.11	0.07	0.49	0.60*	-	-

ตาราง 16 (ต่อ)

ตัวเลือก ข้อ	ก		ข		ค		ง		จ		ฉ	
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r
(25)	0.15	0.10	0.11	0.37	0.50	0.57*	0.08	0.12	0.14	0.21	0.02	-
(26)	0.07	0.17	0.17	0.37	0.15	0.17	0.53	0.77*	0.08	0.29	-	-
(27)	0.07	0.17	0.07	0.17	0.31	0.39	0.14	0.28	0.42	0.83*	-	-
28	0.07	0.17	0.16	0.07	0.32	0.36	0.26	-0.34	0.19	0.23*	-	-
29	0.09	0.23	0.11	0.37	0.24	0.16	0.19	-0.07*	0.13	-0.66	-	-
(30)	0.28	-0.09	0.13	0.33	0.13	0.26	0.13	0.26	0.13	0.33*	-	-
31	0.13	0.33	0.06	0.24	0.09	-0.31	0.60	-0.49*	0.13	-0.18	-	-
(32)	0.28	0.57*	0.38	0.09	0.18	0.33	0.08	0.29	0.08	-0.14	-	-
(33)	0.09	0.23	0.57	0.68*	0.05	0.19	0.14	0.42	0.16	0.07	-	-
(34)	0.08	0.29	0.14	0.42	0.52	0.79*	0.22	0.16	0.05	0.19	-	-
35	0.02	0.12	0.07	0.17	0.56	-0.26	0.11	0.00	0.24	-0.09*	-	-
(36)	0.05	0.19	0.10	0.35	0.18	0.40	0.10	0.19	0.57	0.85*	-	-
(37)	0.58	0.77*	0.10	0.35	0.11	0.37	0.03	0.17	0.17	0.17	-	-
(38)	0.07	0.26	0.10	0.35	0.20	0.07	0.51	0.65*	0.10	0.19	0.01	-
(39)	0.03	0.17	0.13	0.40	0.07	0.26	0.19	0.56	0.58	0.90*	-	-
(40)	0.05	0.19	0.13	0.40	0.18	0.47	0.58	0.94*	0.07	0.17	-	-
(41)	0.14	0.42	0.06	0.24	0.27	0.24	0.13	0.26	0.41	0.92*	-	-
(42)	0.15	0.45	0.26	-0.09	0.13	0.40	0.07	0.09	0.40	0.66*	-	-
43	0.14	-0.07*	0.10	0.12	0.49	-0.26	0.06	0.24	0.20	-0.07	0.01	-
44	0.17	0.30*	0.06	0.24	0.52	-0.11	0.10	0.12	0.14	0.14	0.01	-
(45)	0.05	0.19	0.10	0.27	0.61	0.80*	0.09	0.23	0.14	0.35	0.01	-
(46)	0.13	0.40	0.13	0.26	0.51	0.60*	0.07	0.26	0.17	-0.10	-	-
47	0.14	0.07	0.15	0.45	0.44	-0.48	0.19	0.10*	0.08	0.20	-	-
48	0.10	0.19	0.09	0.23	0.32	-0.30	0.33	0.09*	0.15	0.10	0.01	-

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	ก		ข		ค		ง		จ		ว	
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r
(49)	0.07	0.26	0.05	0.19	0.20	0.59	0.13	0.40	0.56	0.90*	-	-
(50)	0.10	0.35	0.11	0.37	0.13	0.40	0.09	0.23	0.57	0.87*	-	-
(51)	0.06	0.24	0.11	0.30	0.16	0.48	0.47	0.82*	0.20	0.07	-	-
(52)	0.55	0.97*	0.09	0.31	0.16	0.27	0.13	0.40	0.08	0.29	-	-
(53)	0.08	0.29	0.19	0.49	0.11	0.07	0.50	0.68*	0.11	0.00	-	-
(54)	0.41	0.57*	0.14	0.35	0.22	0.48	0.20	-0.26	0.03	0.17	-	-
(55)	0.11	0.37	0.40	0.37*	0.18	0.40	0.05	0.19	0.26	-0.40	-	-
(56)	0.36	0.58*	0.14	0.35	0.13	0.40	0.28	-0.27	0.09	0.31	-	-
(57)	0.09	0.23	0.39	0.40*	0.23	0.57	0.27	-0.36	0.01	0.08	0.01	-
(58)	0.11	0.22	0.11	0.30	0.13	0.33	0.58	0.71*	0.07	0.09	-	-
(59)	0.13	0.40	0.07	0.26	0.68	0.85*	0.08	0.29	0.06	0.24	-	-
(60)	0.36	0.52*	0.14	0.07	0.30	-0.06	0.13	0.40	0.08	0.29	-	-

* ตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูก

() ข้อที่คัดเลือกว่าทดสอบครั้งที่ 3

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์รายตัวเลือกของแบบทดสอบจากการทดสอบครั้งที่ 3

ข้อ ตัวเลือก	ก		ข		ค		ง		จ		ว	
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r
1	0.05	0.13	0.17	0.42	0.13	0.35	0.13	0.16	0.52	0.85*	-	-
2	0.09	0.27	0.09	0.28	0.14	0.32	0.67	0.69*	0.01	0.08	-	-
3	0.12	0.35	0.05	0.13	0.78	0.44*	0.03	0.11	0.02	0.00	-	-
4	0.10	0.23	0.11	0.24	0.53	0.67*	0.15	0.20	0.10	0.18	0.01	-
5	0.16	0.19	0.10	0.28	0.21	0.00	0.46	0.42*	0.07	0.07	-	-
6	0.14	0.03	0.15	0.25	0.21	0.12	0.11	0.03	0.38	0.37*	0.01	-
7	0.76	0.54*	0.05	0.18	0.12	0.31	0.05	0.16	0.02	0.10	-	-
8	0.03	0.16	0.05	0.20	0.06	0.22	0.08	0.17	0.77	0.49*	-	-
9	0.12	0.04	0.22	0.40	0.09	0.15	0.53	0.69*	0.04	0.05	-	-
10	0.08	0.09	0.12	0.13	0.28	0.37*	0.15	-0.01	0.36	0.21	-	-
11	0.62	0.61*	0.12	0.26	0.09	0.22	0.04	0.14	0.14	0.23	-	-
12	0.77	0.49*	0.04	0.17	0.14	0.33	0.04	0.10	0.02	0.10	-	-
13	0.18	0.15	0.46	0.42*	0.07	0.18	0.07	0.08	0.21	0.13	-	-
14	0.10	0.15	0.13	0.01	0.09	0.19	0.19	0.16	0.18	0.40*	-	-
15	0.10	0.01	0.12	0.20	0.18	-0.03	0.32	0.06	0.28	0.21*	-	-
16	0.06	0.11	0.17	0.28	0.23	-0.03	0.13	0.10	0.41	0.36*	-	-
17	0.20	0.07	0.09	0.18	0.39	0.41*	0.11	0.03	0.21	0.22	-	-
18	0.21	0.03	0.13	0.26	0.24	-0.02	0.36	0.27*	0.05	0.07	-	-
19	0.11	0.14	0.15	0.34	0.23	0.21	0.10	0.23	0.41	0.77*	-	-
20	0.27	-0.08	0.17	0.19	0.12	0.12	0.05	0.12	0.40	0.26*	-	-
21	0.23	0.11	0.24	0.11*	0.29	-0.05	0.04	0.13	0.18	-0.02	0.01	-
22	0.16	0.26	0.58	0.66*	0.09	0.25	0.05	0.18	0.12	0.18	0.01	-

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก		ก		ข		ค		ง		จ		ว	
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r
23	0.03	0.06	0.08	0.23	0.58	0.43*	0.28	0.18	0.04	0.12	-	-	-	-
24	0.04	0.12	0.06	0.20	0.11	0.20	0.19	0.22	0.59	0.54*	-	-	-	-
25	0.61	0.39*	0.06	0.23	0.03	0.16	0.06	0.17	0.24	0.06	-	-	-	-
26	0.09	0.13	0.13	0.34	0.15	0.12	0.47	0.68*	0.15	0.29	-	-	-	-
27	0.06	0.20	0.10	0.30	0.09	0.30	0.10	0.20	0.65	0.73*	-	-	-	-
28	0.09	0.28	0.09	0.31	0.18	0.23	0.58	0.65*	0.06	0.06	-	-	-	-
29	0.04	0.18	0.11	0.34	0.18	0.32	0.16	0.27	0.51	0.86*	-	-	-	-
30	0.09	0.19	0.26	0.04	0.15	0.27	0.13	0.22	0.37	0.50*	-	-	-	-
31	0.08	0.22	0.09	0.28	0.59	0.76*	0.11	0.24	0.13	0.27	-	-	-	-
32	0.08	0.25	0.14	0.21	0.07	0.14	0.44	0.24*	0.26	0.20	-	-	-	-
33	0.06	0.20	0.09	0.33	0.08	0.28	0.12	0.21	0.66	0.73*	-	-	-	-
34	0.08	0.21	0.08	0.28	0.12	0.33	0.15	0.14	0.58	0.72*	-	-	-	-
35	0.10	0.27	0.15	0.13	0.18	0.37	0.45	0.28	0.12	0.05*	-	-	-	-
36	0.56	0.71*	0.09	0.27	0.16	0.19	0.12	0.28	0.08	0.20	-	-	-	-
37	0.12	0.14	0.16	0.27	0.12	0.25	0.55	0.59*	0.05	0.08	-	-	-	-
38	0.44	0.32*	0.07	0.25	0.14	0.15	0.27	0.12	0.08	0.23	-	-	-	-
39	0.09	0.30	0.29	0.41*	0.14	0.40	0.07	0.12	0.41	0.24	-	-	-	-
40	0.38	0.33*	0.10	0.32	0.06	0.20	0.41	0.12	0.04	0.13	-	-	-	-
41	0.08	0.21	0.47	0.20*	0.06	0.16	0.35	-0.10	0.04	0.10	-	-	-	-
42	0.16	0.09	0.12	0.16	0.22	0.31	0.44	0.45*	0.06	0.04	-	-	-	-
43	0.05	0.14	0.08	0.20	0.76	0.49*	0.09	0.25	0.03	0.09	-	-	-	-
44	0.45	0.26*	0.19	0.12	0.19	0.06	0.10	0.15	0.06	0.11	0.01	-	-	-

* ตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูก

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ

ของ

รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สิงหาคม 2531

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีคุณภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2530 จำนวน 1,095 คน เลือกมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง ดังนี้ ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาองค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ และคัดเลือกเป็นรายข้อ ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ ประกอบด้วย ข้อคำถามที่วัดองค์ประกอบที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 องค์ประกอบ คือ การวัดและการคำนวณ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตีความหมายข้อมูล การกำหนดและควบคุมตัวแปร การนิยามเชิงปฏิบัติการ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส การทดลอง การตั้งสมมติฐาน การลงสรุปจากข้อมูล การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และการสังเกต ผลการศึกษาพบว่า ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.78 และ 0.20 ถึง 0.85 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตร KR-20 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละองค์ประกอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.2290 ถึง 0.5769 และรวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.8383 ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ในช่วง 0.1972 ถึง 0.6202 ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบมีค่าอยู่ในช่วง T_{15} ถึง T_{87}

A CONSTRUCTION OF SCIENCE PROCESS SKILLS TEST

AN ABSTRACT

BY

RAVEEWAN ANGKANURUKBUN

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

August 1988

The purpose of this study was to construct a test to measure science process skills qualified for Mathayom Suksa II students of Demonstration Schools under the Ministry of University Affairs. The samples were 1,095 students in Mathayom Suksa II in the academic year 1987, randomized by the simple random sampling technique. The whole test was try out three times. The first one was to determine the important common factors of science process skills using factor analysis technique. The second one was to analyse the difficulty and the discrimination indices of each item and to select of those test items. The third one was to determine the quality of the test construction.

These test items covered 13 important factors of science process skills : Measurement and Using Numbers ; Inferring ; Prediction ; Interpreting Data ; Identifying and Controlling Variables ; Defining Operation ; Classification ; Space and Space Relationship ; Formulating Hypothesis ; Conclusion Data ; Experimenting ; Organizing Data and Communication and Observation.

The results showed that the difficulty power and the discriminating power in each item of the test ranged from 0.21 to 0.78 and from 0.20 to 0.85 respectively. The reliability of the test determined by KR-20 formula ranged from 0.2290 to 0.5769 and showed 0.8383 for the whole test. The reliability was statistically significant at the .01 level. The construct validity of the test determined by factor analysis , ranged from 0.1972 to 0.6202 , was statistically significant at the .01 level. The norm of the test ranged from T_{15} to T_{87} .