

การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ปริญญานิพนธ์

ของ

วัณชัย จันทร์วิบูล

๒๓ ส.ค. ๒๕๓๙

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

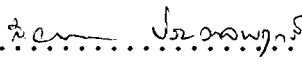
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

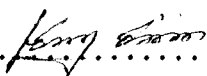
พฤษภาคม ๒๕๓๘

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

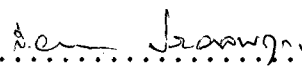
คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

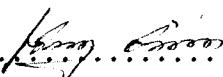
คณะกรรมการควบคุม

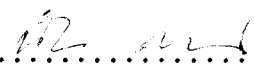
.......... ประธาน
(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤกษ์)

.......... กรรมการ
(ผศ.เชาวนา ขวลิตรารัง)

คณะกรรมการสอบ

.......... ประธาน
(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤกษ์)

.......... กรรมการ
(ผศ.เชาวนา ขวลิตรารัง)

.......... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รศ.นิภา ศรีไพโรจน์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.......... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 8 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2538

ประกาศขอบคุณการ

ผู้วิจัยขอโน้มระลึกถึงพระคุณของคณาจารย์ทุกท่าน แห่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิทยาการแก่ผู้วิจัย และปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วง ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์และความร่วมมือจากผู้มีพระคุณ และผู้เกี่ยวข้องหลายท่าน จึงขอกล่าวนามเพื่อเป็นการขอบคุณไว้เป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประवालพฤกษ์ ได้ให้ความกรุณาได้รับเป็นประธาน คณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และท่านได้ให้คำชี้แจงแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างยิ่ง ทำให้ได้กรอบความคิดในการทำวิจัยที่แจ่มชัด ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชาวนา ขวลิตรารัง ท่านกรุณาได้รับเป็นกรรมการที่ปรึกษา ท่านได้สละเวลา ให้คำปรึกษาแนะนำด้วยความเมตตา และขอกราบขอบพระคุณผู้เกี่ยวข้องชายทั้ง 5 ท่าน (ดังมีรายนามปรากฏในภาคผนวก ค) ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ขอขอบคุณผู้บริหารโรงเรียนทุกโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนทุกคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองแบบทดสอบ และผู้เกี่ยวข้องที่มีส่วนช่วยในการดำเนินการเก็บข้อมูลให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านผู้มีพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่มีส่วนช่วยในงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

วัฒนชัย จันทร์วิบูล

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	นิยามคำศัพท์	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต	8
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา	14
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	16
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับประเภทและลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	19
	ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ	59
	ชนิดของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ	61
	การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ	62
	การตรวจให้คะแนนการทดสอบภาคปฏิบัติ	64
	เอกสารงานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง	66
	เอกสารงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง	67
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	71
	ประชากร	71
	กลุ่มตัวอย่าง	71
	วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	
	ขั้นพื้นฐาน	73
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	76

บทที่	หน้า
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	85
วิธีจัดกระทำข้อมูล	85
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	89
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	89
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	89
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	90
ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบขั้นต้น	90
ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1	91
ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 2	97
ตอนที่ 4 การทดสอบครั้งที่ 3	100
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	127
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	127
กลุ่มตัวอย่าง	127
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	127
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	127
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	128
อภิปรายผล	128
ข้อเสนอแนะ	132
บรรณานุกรม	133
ภาคผนวก	144
ประวัติย่อของผู้วิจัย	202

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 คะแนนเฉลี่ยเทียบ 10 และร้อยละของนักเรียนที่มีผลน่าพอใจด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2532-2535	3
2 การจัดเนื้อหาของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต	10
3 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	72
4 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จากการทดสอบครั้งที่ 1	91
5 ค่าความยากของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จากการทดสอบครั้งที่ 1	92
6 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จากการทดสอบครั้งที่ 2	97
7 ค่าความยากของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จากการทดสอบครั้งที่ 2	98
8 ค่าความยากของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จากการทดสอบครั้งที่ 3	100
9 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จากการทดสอบครั้งที่ 3	101
10 ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ด้วยวิธี Multitrait Multimethod	102
11 ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของแต่ละทักษะและทั้งฉบับ	104
12 วิธีการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนที่ปกติของแบบทดสอบทั้งฉบับ	105
13 เกมที่ปกติของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้งฉบับ	109

14	วิธีการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนที่ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะการสังเกต	110
15	วิธีการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนที่ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะการวัด	111
16	วิธีการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนที่ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะการจำแนกประเภท	112
17	วิธีการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนที่ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะการหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	113
18	วิธีการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนที่ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ	114
19	วิธีการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนที่ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะการจัดกระทำและ สื่อความหมายข้อมูล	115
20	วิธีการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนที่ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะการลงความคิดเห็น จากข้อมูล	116
21	วิธีการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนที่ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะการพยากรณ์	117
22	เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน แต่ละทักษะ	126
23	ลักษณะการเรียงข้อสอบในแบบทดสอบ	147
24	เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้งฉบับ	151
25	เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน แต่ละทักษะ	152

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงลำดับของการสร้างแบบทดสอบ	73
2 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยวิธีการนำคะแนนดิบ และคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจัดกราฟเป็นคู่ ๆ	108
3 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการสังเกต โดยวิธีการนำคะแนนดิบ และคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจัดกราฟเป็นคู่ ๆ	118
4 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการวัด โดยวิธีการนำคะแนนดิบ และคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจัดกราฟเป็นคู่ ๆ	119
5 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการจำแนกประเภท โดยวิธีการนำ คะแนนดิบและคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจัดกราฟเป็นคู่ ๆ	120
6 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับ สเปสและสเปสกับเวลาโดยวิธีการนำคะแนนดิบและคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจัด กราฟเป็นคู่ ๆ	121
7 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการคำนวณ โดยวิธีการนำคะแนนดิบ และคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจัดกราฟเป็นคู่ ๆ	122
8 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล โดยวิธีการนำคะแนนดิบและคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจัดกราฟเป็นคู่ ๆ .	123
9 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล โดยวิธีการนำคะแนนดิบและคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจัดกราฟเป็นคู่ ๆ	124
10 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการพยากรณ์ โดยวิธีการนำ คะแนนดิบและคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจัดกราฟเป็นคู่ ๆ	125

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันการจัดการศึกษาของเรามีการตื่นตัวมากในการปรับขยายการศึกษา เพื่อให้ทันกับความก้าวหน้าและการเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง โดยเฉพาะการจัดการศึกษาระดับประถมศึกษา ได้มีการกำหนดนโยบาย หลักสูตร เพื่อปรับปรุง พัฒนาการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทันกับสภาพสังคมที่กำลังเปลี่ยนแปลง ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงเป็นวิชาที่มีความสำคัญมากวิชาหนึ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งในแง่ที่เกี่ยวกับการพัฒนาสติปัญญา และภาวะความเป็นอยู่ รวมทั้งการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน วิทยาศาสตร์จึงได้รับการบรรจุไว้ในหลักสูตรตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2527 : 1) วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาได้บูรณาการอยู่ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตโดยมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือสามารถวิเคราะห์สาเหตุและเสนอแนวทางแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นกับตนเองและครอบครัวได้อย่างมีเหตุผลด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ.2533 : 1) ซึ่งอาจกล่าวสรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ในระดับประถมศึกษานี้ มุ่งพัฒนาให้นักเรียนคิดเป็น แก้ปัญหาเป็น เป็นสำคัญ ซึ่งการที่นักเรียนจะคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้นั้น จำเป็นจะต้องมีทักษะพื้นฐานที่เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมความสามารถในการลงมือปฏิบัติ มีความรู้ ความเข้าใจ มีความคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ยุพาตันติเจริญ.2531 : 41-42)

การปลูกฝังกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะต้องฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่จะทำให้บุคคลแสวงหาความรู้ใหม่ๆ ได้เสมอ ดังที่นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้กล่าวไว้ คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันคือ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Process of Science) ค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (The Body of Knowledge) ในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skill) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) (วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพันธ์ เดชะคุปต์.2532:คานา) ส่วนอนันต์ จันทร์กวี กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบรวม ของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่เดียวกันก็สามารถนำมาใช้

ในวิชาอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง และสามารถนำไปใช้หลังจากจบโรงเรียนแล้ว (อนันต์ 2523 : 4-5) ในชีวิตประจำวันทุกคนต้องใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า สังเกตสิ่งแวดล้อมรอบตัวในท. หลายมุม รวบรวมข้อมูลได้แล้วอาจแบ่งแยกสิ่งที่สังเกตได้ออกเป็นพวก ตามแต่จะเห็นประโยชน์ (ยุ วีระไวทยะ. 2527 : 1) ดังนั้น เด็กนักเรียนในระดับประถมศึกษาทุกระดับชั้น ควรได้รับการฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จนกลายเป็น ทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) ซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ (จำนง พรายแยมแฆ.2529 : 39) จากผล การวิจัยที่ผ่านมา ได้ยืนยันว่าการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนเป็นสิ่ง จำเป็นมาก เพราะนักเรียนสามารถนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ได้อย่างเหมาะสมกับสิ่ง ที่ต้องการศึกษา หรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมทั้งการแสวงหาความรู้ในสาขาวิชาอื่น ๆ อีกด้วย และ จากผลของการวิจัยของ ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 63-66) พบว่า นักเรียนที่มีทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์สูง จะมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ดีกว่านักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ นอกจากนี้ ผลการวิจัยของ น้อยทิพย์ ศัตร์ศาสตร์ (2522:75-76) พบว่า นักเรียนที่มีทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์สูง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหา และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดีกว่านักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

ด้วยความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องฝึกฝน ให้ให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักแก้ไขปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการ สืบเสาะหาความรู้อย่างมีเหตุผล แต่เนื่องจากการสอนที่ผ่านมายังไม่สอดคล้องกับลักษณะของวิทยาศาสตร์ คือ ครูมักจะมุ่งสอนให้นักเรียนจดจำเนื้อหาความรู้ โดยละเลยในส่วนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งน่าจะให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน โดยทำการศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติจริง เพื่อ ค้นหาตอบด้วยตนเอง จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2532 ของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 37 และเมื่อวิเคราะห์ตามราย สมรรถภาพ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เทียบคะแนนเต็ม 10 พบว่า ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 (รายงานการประเมินคุณภาพนักเรียนระดับประเทศ ชั้นป.2 บ.6 ปีการศึกษา 2532 หน่วยศึกษานิเทศก์สพจ.ปทุมธานี 2533:11)ซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำและโดยเฉพาะ จังหวัดปทุมธานี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีร้อยละของนักเรียนนำพหุปัจจัยมีแนวโน้ม ลดลงทุกปี ดังปรากฏผลดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 คะแนนเฉลี่ยเทียบ 10 และร้อยละของนักเรียนที่มีผลน่าพอใจ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2532 - 2535

ปีการศึกษา	คะแนนเฉลี่ยเทียบ 10	ร้อยละนักเรียนที่มีผลน่าพอใจ
2532	6.04	80
2533	6.43	84
2534	6.29	79
2535	5.71	71

จากการรายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาและการนิเทศของหน่วยศึกษานิเทศก์ ระดับประถมศึกษา พบว่าการประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวส่วนใหญ่ครูจะประเมินด้านความรู้มากกว่าการปฏิบัติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับลักษณะของวิชา เพราะวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้อันเกิดจากการฝึกฝนและได้ปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบเป็นเหตุให้ไม่สามารถตัดสินได้ว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใด ควรต้องปรับปรุงข้อบกพร่องของนักเรียนในทักษะใดบ้าง (นิเชต สุนทรพิทักษ์.2533 : 31) ซึ่งวิธีการวัดผลของครูโดยทั่ว ๆ ไป นิยมใช้ข้อสอบหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการตัดสินผลการเรียน โดยไม่ได้คำนึงถึงธรรมชาติวิชา จุดมุ่งหมายวิชาและการนำวิชานั้นๆ ไปใช้โดยเฉพาะการเรียนการสอนทางด้านปฏิบัติที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ปฏิบัติได้มากกว่าการท่องจำได้ หรือเข้าใจตามทฤษฎีต่าง ๆ เท่านั้น โดยมีได้ทำการปฏิบัติจริง ดังนั้นในการสอบวัด ควรจะให้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ทั้งในด้านความรู้ ความคิด ความรู้สึก และการปฏิบัติ (อนันต์ ศรีโรสภา.2520 : 1) มิใช่จะวัดแต่เฉพาะพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิดเท่านั้นเพราะแบบทดสอบทางด้านนี้สร้างได้ง่ายกว่าและไม่ต้องผ่านกระบวนการที่ยุ่งยากและซับซ้อนมากนัก โดยเชื่อว่าผู้ที่มีความรู้ในเรื่องนั้นแล้วก็สามารถจะปฏิบัติในเรื่องนั้น ๆ ได้ ซึ่งเป็นความเชื่อที่ไม่ถูกต้องนัก (กมล สุตะประเสริฐ.2528 : 41)

การวัดภาคปฏิบัติ จึงเป็นการวัดด้านหนึ่งที่สำคัญ เพราะการเรียนรู้จำเป็นต้องนำไปสู่ถึงการปฏิบัติ และมีการปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ จะก่อให้เกิดความสามารถที่จะนำไปใช้ เพราะมาจากความรู้

ความเข้าใจ การสังเคราะห์ความรู้ลึก ซึ้งในงาน และความคล่องแคล่วในงาน การตรวจสอบการปฏิบัติต้องอาศัยการประเมินที่มีความเชื่อถือได้ปัจจุบันเครื่องมือวัดดังกล่าวในประเทศไทยที่เป็นมาตรฐานยังมีน้อยมาก เพราะเป็นการวัดที่มีโอกาสของความเป็นปรนัย ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงน้อยกว่าการวัดแบบอื่นๆ (เชดสกีดี รมวาสินธุ์.2529 : 16) จึงน่าที่จะศึกษาหาทางปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือวัดด้านนี้ ใให้มีคุณภาพ และมีมาตรฐานยิ่งขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของจังหวัดปทุมธานี เพื่อให้ผู้สอนมีเครื่องมือในการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเชื่อมั่น และมีความเที่ยงตรงในการตัดสินใจหรือบ่งชี้ความสามารถของนักเรียนและวางแผนในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
3. เพื่อหาเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ และของแบบทดสอบแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ได้แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีคุณภาพ ใช้เป็นข้อมูลในการนำไปใช้เป็นพื้นฐาน ในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ใให้มีประสิทธิภาพ และ เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติในเรื่องอื่น ๆ วิชาอื่น ๆ ใให้มีคุณภาพต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี จำนวน 6,262 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2537 ภาคเรียนที่ 2 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) จำนวน 154 คน

3. เนื้อหาที่นำมาสร้างงานแบบทดสอบนี้ เป็นเนื้อหาที่กำหนดขึ้นเพื่อวัดพฤติกรรมให้เหมาะสมกับกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

นิยามคำศัพท์

1. แบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยให้ผู้สอบแสดงการกระทำ หรือการปฏิบัติ

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงความสามารถในการเสาะแสวงหาความรู้ อย่างมีระบบ และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ประการ ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนดขึ้นได้แก่

2.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา จมูก ผิวกาย หู และลิ้น เข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติหรือจากการทดลอง แล้วบอกรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตไปด้วย

2.2 ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือในการวัดอย่างเหมาะสม และใช้เครื่องมือนั้นหาปริมาณ ของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว โดยมีหน่วยกำกับ

2.3 ทักษะการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำค่าที่ได้จากการวัดและการนับ มาจัดการทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการนำตัวเลขมาบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย

2.4 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำพวกวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกัน ไว้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในการจำแนกเป็นพวกนั้น ต้องมีเกณฑ์ในการจำแนก

2.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 3 มิติ กับวัตถุ 2 มิติ ระหว่างตำแหน่งของที่อยู่ และ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

2.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง มาจัดกระทำใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปแบบของตาราง แผนผัง เขียน และบรรยาย

2.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายผลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้เดิม และเหตุผล หรือเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป

2.8 ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบหรือค่าจากข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรจากปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ จากความรู้ที่มีมาก่อน มาช่วยในการสรุป

3. แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดพฤติกรรมความสามารถที่แสดงออก ในลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยผู้สอบลงมือปฏิบัติ และเขียนตอบผลจากการปฏิบัตินั้น

4. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้มีคุณลักษณะอย่างน้อยปริญญาโทสาขาวิศกการศึกษ จำนวน 2 คน และผู้สอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 3 คน

5. ผู้ประเมิน หมายถึง ครู อาจารย์ ที่ทำการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี

6. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบซึ่งได้แก่ ค่าความยากของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

6.1 ความยากของข้อสอบ (Difficulty) หมายถึง สัดส่วนของค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละข้อ ในงานวิจัยนี้ใช้สูตรของ วิทเนย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ในการประมาณค่าความยาก

6.2 อำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) หมายถึง ข้อคำถามนั้นสามารถแบ่งนักเรียนที่เป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนออกจากกันได้ถูกต้อง ในงานวิจัยนี้ใช้สูตรของ วิทเนย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ในการประมาณค่าอำนาจจำแนก

6.3 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ (Validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ถูกต้อง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ จะหาความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ หาความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ด้วยวิธี Multitrait Multimethod หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบแต่ละทักษะ และของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามสูตรของเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient)

6.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้คงที่แน่นอน ซึ่งหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยการใช้สัมประสิทธิ์ แอลฟา (α Coefficient)

6.5 เกณฑ์ปกติ (Norm) หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากการสอบแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นคะแนนที่จะบอกตำแหน่งของผู้สอบว่าอยู่ในระดับใดของกลุ่ม แสดงลงในตารางซึ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบกับคะแนนมาตรฐานที่ปกติ (Normalized T-Score) โดยนำคะแนนที่ปกติมาสร้างกราฟแล้วอ่านคะแนนดิบจากกราฟเป็นเกณฑ์มาตรฐาน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า แยกตามหัวข้อได้ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับประเภทและลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ
6. ชนิดของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ
7. การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ
8. การตรวจให้คะแนนการทดสอบภาคปฏิบัติ
9. เอกสารงานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง
10. เอกสารงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเป็นกลุ่มประสบการณ์กลุ่มหนึ่งใน 5 กลุ่ม ของหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) เป็นกลุ่มประสบการณ์ที่ว่าด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของชีวิตและสังคม โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในด้าน อนามัย ประชากร การเมือง การปกครอง ศาสนา วัฒนธรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ โดยมุ่งให้ผู้เรียนรู้ถึงสภาพปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา และสามารถนำประสบการณ์เหล่านี้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ ต่อการดำรงชีวิตจึงมีการปลูกฝังให้มีคุณลักษณะ ดังนี้ คือ

1. มีความเข้าใจพื้นฐานและปฏิบัติตนให้ถูกต้องในด้านสุขภาพอนามัยทางร่างกาย และจิตใจ ทั้งส่วนบุคคลและส่วนรวม
2. มีความรู้และทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับสังคมและธรรมชาติ มีนิสัยใฝ่หาความรู้อยู่เสมอ
3. สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง

4. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

5. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

6. มีความเข้าใจ เลื่อนมาใช้ในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

7. เข้าใจหลักการของการอยู่ร่วมกันในสังคม โดยตระหนักในหน้าที่ ความรับผิดชอบ ปฏิบัติในขอบเขตแห่งสิทธิเสรีภาพ

8. มีความภาคภูมิใจในความเป็นไทย และความเป็นเอกราชของชาติ เทิดทูนสถาบันของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ (กระทรวงศึกษาธิการ.2533 : 25)

การจัดเนื้อหาของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

เนื้อหาของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตนั้น ได้รวมวิชาวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา และ สุขศึกษา ของหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2503 ไว้ด้วยกัน แล้วเพิ่มเติมความรู้ที่จำเป็นอื่น ๆ เช่น การเมือง การปกครอง ประชากรศึกษา อนามัย ฯลฯ เนื้อหาของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตนั้น แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ลักษณะแรก คือ เนื้อหาที่เกี่ยวกับชีวิตโดยตรง ได้แก่ สุขภาพอนามัย สิ่งแวดล้อม ทางธรรมชาติและสังคม การทํามาหากิน ฯลฯ ส่วนลักษณะที่สอง เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับสิ่งที่มีอิทธิพลต่อสิ่งที่มีชีวิตและจิตใจของเรา เช่น ในเรื่องเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เทคโนโลยี จักรวาลและอวกาศ พลังงานและสารเคมี เป็นต้น (สุมน อมรวิวัฒน์. 2526 : 15) โดยแบ่งออกเป็น 3 หมวดใหญ่ ๆ คือ

1. หมวดที่เกี่ยวข้องกับตัวเรา ได้แก่ เนื้อหาที่ว่าด้วยการรักษาความสะอาดและการดูแลสุขภาพ อวัยวะต่าง ๆ ของตัวเรา อาหาร สุขนิสัยในการรับประทานอาหารและการขับถ่าย การออกกำลังกาย และการพักผ่อน อุบัติเหตุและการป้องกัน ตลอดจนการใช้เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค และการรู้จักช่วยตัวเอง (วิชาสุขศึกษาเดิม)

2. หมวดที่เกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ เนื้อหาที่ว่าด้วย พืช สัตว์ โลกที่เราอาศัยอยู่ ประกอบด้วย ดิน หิน แร่ น้ำ อากาศ และแม่เหล็กไฟฟ้า การรู้จักใช้สารเคมี วิธีเก็บรักษา วิธีป้องกันอันตรายและป้องกันมลพิษรวมทั้งเรื่องราวที่ทางไกลออกไปในจักรวาลและอวกาศ (วิชาวิทยาศาสตร์เดิม)

3. หมวดที่เกี่ยวกับสังคมและวัฒนธรรม ได้แก่ เนื้อหาที่ว่าด้วย ชีวิตในบ้าน ความสัมพันธ์ภายในครอบครัวและชุมชน อาชีพการทํามาหากิน ทรัพยากรธรรมชาติและ การอนุรักษ์ การนับถือศาสนา ขนบธรรมเนียมประเพณี จริยธรรม คุณธรรม ความจงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ รวมทั้ง การเมืองการปกครอง และเรื่องราวที่น่าสนใจของประเทศเพื่อนบ้าน (วิชาสังคมศึกษาเดิม) (จํานง พรายแยมแฉ.2529 : 2)

เนื้อหาในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตได้จัดไว้เป็นหน่วยโดยเริ่มจากเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียน และขยายกว้างออกไปสู่ชุมชน ชาติ ประเทศเพื่อนบ้าน โลก และจักรวาล โดยกำหนดเนื้อหาออกเป็น 12 หน่วย และแบ่งระยะเวลาในการเรียนออกเป็น 3 ช่วงระดับชั้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 โดยสรุปมาจาก หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2533 : 26-52)

ตาราง 2 การจัดเนื้อหาของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยย่อย	ช่วงระดับชั้น		
		ป.1 - 2	ป.3 - 4	ป.5 - 6
1	สิ่งมีชีวิต	*	*	*
2	ชีวิตในบ้าน	*	*	*
3	สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา	*	*	*
4	ชาติไทย	*	*	*
5	การคมนาคม		*	*
6	พลังงานและสารเคมี		*	*
7	จักรวาลและอวกาศ		*	*
8	ประเทศเพื่อนบ้าน			*
9	ประชากรศึกษา			*
10	การเมืองและการปกครอง			*
11	ข่าว เหตุการณ์ วันสำคัญ	*	*	*

จากตาราง 2

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 2 เรียนหน่วยที่ 1 - 4 และหน่วยที่ 11

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 - 4 เรียนหน่วยที่ 1 - 7 และหน่วยที่ 11

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 - 6 เรียนหน่วยที่ 1 - 11

โครงสร้างและแนวคิดสำคัญของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

โครงสร้างของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต มีลักษณะเฉพาะที่เห็นได้ชัดเจน 4 ประการคือ

1. เป็นหน่วยที่ผสมผสานเนื้อหาสาระต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เริ่มต้นจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว ค่อย ๆ ขยายขอบข่ายให้ได้ทั้งส่วนลึกและส่วนกว้างออกไปทีละน้อย ๆ ตามทักษะและประสบการณ์ของนักเรียนที่เป็นอยู่ในชีวิตประจำวัน

2. เน้นการสร้างเสริมทักษะและกระบวนการที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต คือ นักเรียนจะได้รับการฝึกฝน เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญต่อการแก้ปัญหาของชีวิต รวมทั้งทักษะทางสังคม ได้แก่ การปรับตัว การเลือก การวินิจฉัย ความถูกต้อง และการตัดสินใจ เพื่อให้เป็นคนที่มีความสามารถ คิดเป็น คือ คิดดี คิดถูก และนำไปปฏิบัติได้จริง

3. เน้นความเป็นพลเมืองดี ให้ความสำคัญเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ มีวินัยในตนเอง เป็นคนมีน้ำใจที่จะเป็นผู้ให้มากกว่าผู้รับ มีความรู้ ความสนใจ ว่าควรจะทำอะไรให้แก่ชาติบ้านเมือง จึงจะทำให้เราอยู่ร่วมกันได้อย่างสงบสุข มีเจตคติที่ดีต่อตนเอง ต่อสังคม และความเป็นคนไทย และต้องการปลูกฝังให้มีความจงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์

4. เน้นการสร้างสุขนิสัยที่ดี ให้มีสุขภาพอนามัยสมบูรณ์ รวมทั้งการช่วยดูแลรักษากันในเมืองให้สะอาด อนุรักษ์ธรรมชาติและสภาพแวดล้อม เพื่อป้องกันและกำจัดมลพิษที่จะเกิดต่อตนเองและต่อส่วนรวม (จ้านง พรายแยมแซ.2529 : 7)

แนวคิดสำคัญของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต มีดังนี้ คือ

1. แนวคิดเกี่ยวกับการบูรณาการ มีผู้กล่าวถึงการบูรณาการไว้หลายความหมาย ได้แก่

1.1 ในความหมายทั่วไป บูรณาการ หมายถึง การนำสิ่งที่แยกกันอยู่อย่างกระจัดกระจาย มารวมเข้าให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันอย่างครบถ้วนสมบูรณ์

1.2 ในความหมายที่เกี่ยวกับหลักสูตร บูรณาการ หมายถึง การนำเนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตมารวมเข้าด้วยกันให้ได้สัดส่วนและผสมผสานกลมกลืนอย่างเหมาะสม ต่อผู้เรียนตามสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง

1.3 ในความหมายที่เกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนของครู บูรณาการ หมายถึง การจัดกระบวนการเรียนการสอนให้เกิดการผสมผสานกลมกลืน ด้วยวิธีการเชื่อมโยงประสบการณ์ต่าง ๆ ให้สอดคล้องสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง และในขณะเดียวกัน ก็ต้องบูรณาการสื่อการเรียนการสอนด้วยการใช้สื่อผสม ช่วยก่อให้เกิดความคิดรวบยอด ให้เป็นภาพรวมของสถานการณ์ ปัญหา และแนวทางแก้ไข เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (จ้านง พรายแยมแซ.2529 : 7-8)

2. แนวคิดเกี่ยวกับการสอน ได้มีผู้เสนอแนวคิดในการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตไว้ดังนี้ คือ

2.1 ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

2.2 สอนให้สัมพันธ์วิชาในกลุ่มสร้างเสริมลักษณะนิสัย และกลุ่มการทำงานและพื้นฐานอาชีพ

2.3 เน้นคุณธรรมด้านต่าง ๆ ตามที่หลักสูตรต้องการ ในทุกเนื้อหาที่สอน

2.4 ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ให้มากที่สุด ตามวัยและความสามารถที่จะทำกิจกรรมนั้นได้

2.5 ให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติควบคู่ไปกับเนื้อหาอื่น ๆ เท่าที่สามารถจะทำได้ โดยใช้กิจกรรมฝึกฝน เช่น ฝึกทักษะ อ่าน เขียน ทดลอง

2.6 ฝึกฝนให้ผู้เรียนมีนิสัยที่ดีในการรักษาสุขภาพอนามัย โดยจัดให้มีการตรวจสุขภาพอนามัยในตอนเช้าทุกวันเป็นประจำอย่างน้อยวันละ 1 คาบ รวมกับการเขียนข่าว เหตุการณ์ การตรวจสุขภาพอนามัยนี้ อาจจะตรวจในเวลาอื่นที่ครูเห็นว่าเหมาะสมก็ได้

2.7 ฝึกฝนให้ผู้เรียนมีความสนใจ รู้จักวิเคราะห์ข่าว เหตุการณ์ประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ทันสมัย เห็นสิ่งที่ผิดและถูก สิ่งที่ควรเชื่อไม่ควรเชื่อ เพื่อจะได้ดำเนินสิ่งที่ดีไปปฏิบัติตาม โดยจัดให้มีการเล่าข่าวและเหตุการณ์ประจำวัน รวมทั้งการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน ในตอนเช้าทุกวันอย่างน้อยวันละ 1 คาบ รวมกับการตรวจสุขภาพอนามัย

2.8 ผู้สอนสามารถยืดหยุ่นเวลาเรียนได้ตามความสนใจของผู้เรียน และความเหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาวิชา แต่ละเรื่องแต่ละตอน (เสนอ อินทรสุทธศรี, 2524 : 26-32)

แนวคิดเกี่ยวกับการสอนนี้ สอดคล้องกับลักษณะการจัดกิจกรรมที่ สุนน อมรวิวัฒน์ (2526: 330) กล่าวไว้ดังนี้

1. กิจกรรมขั้นนำ จัดห้องเรียนให้มีป้ายนิเทศหรือโต๊ะนิทรรศการ อาจเชิญวิทยากร หรือนักเรียนศึกษาจากสถานที่ มีการสนทนาซักถามและทดสอบก่อนเรียน

2. กิจกรรมขั้นสอน จัดกิจกรรมประเภทค้นคว้า แล้วให้รายงานเสนอผลงาน มีการฝึกฝน เช่น ฝึกทักษะการอ่าน การเขียน การทดลอง ฝึกกิจกรรมการฟัง การสังเกต กลุ่มสัมพันธ์ การรวบรวมข้อมูลและประเมินผล

3. กิจกรรมขั้นสรุป จัดให้มีการแสดงผลงานของนักเรียน สรุปผลงานและเรื่องที่เรียน มีการวัดและประเมินผลด้วยการทดสอบ

3. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ แนวคิดเกี่ยวกับคิดเป็นนี้ หมายถึง การคิดอย่างมีระบบ และกอร์ปด้วยจริยธรรม และคุณธรรมที่ดีงาม คือการคิดที่จะแก้ปัญหาใด ๆ ใ้สำเร็จโดยไม่ทำให้ผู้อื่นเดือดร้อน และคำนึงถึงผลประโยชน์ และการสร้างสรรค์เพื่อส่วนรวมเป็นสำคัญ (จำนง พรายเข้มแข. 2529 : 9) การคิด เป็นสมรรถภาพสำคัญขั้นสูงสุดของบุคคลที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปสมรรถภาพ (Capabilities) ของบุคคลที่เกิดจากความสำเร็จของการเรียนรู้มีอยู่ 5 ประการ คือ

1. ทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) เป็นสมรรถภาพพื้นฐานที่สำคัญของการเรียนรู้ เช่น ทักษะในการใช้ภาษา ทักษะในการอ่าน การเขียน อย่างมีระบบ เริ่มจากทักษะง่าย ๆ ไปสู่ทักษะที่ยากและซับซ้อนยิ่งขึ้น

2. ข้อมูลทางภาษา (Verbal Information) เป็นสมรรถภาพที่จะรู้และเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราว หรือข้อเท็จจริง แล้วจำไว้ในรูปแบบของภาษา เช่น ชื่อคน ชื่อสถานที่ วัน เดือน ปี และสิ่งของต่าง ๆ

3. เจตคติ (Attitudes) เป็นสมรรถภาพในด้านความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อบุคคล ต่อเหตุการณ์ สถานที่ หรือวัตถุ

4. ทักษะการเคลื่อนไหว(Motor Skills) เป็นสมรรถภาพที่จะใช้อวัยวะทุกส่วนของร่างกาย ทำงานต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง และคล่องแคล่วว่องไว รวมทั้งมีทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ อีกด้วย

5. บุทธศาสตร์ในการคิด (Cognitive Strategies) เป็นสมรรถภาพที่สำคัญขั้นสูงสุดของบุคคล เพราะเป็นสมรรถภาพในการควบคุมการเรียนรู้ เกี่ยวกับการจำ การคิด อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้แก้ปัญหาต่าง ๆ และคิดสร้างสรรค์สิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ ดังนั้นการพัฒนาสมรรถภาพของบุคคลในด้านนี้ จึงนับว่าเป็นเป้าหมายที่สำคัญประการหนึ่ง (จำนง พรายเข้มแข. 2529 : 9-10)

จากเอกสารที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่ากลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต มีเนื้อหาครอบคลุมทั้ง ปัญหาความต้องการของชีวิต ธรรมชาติแวดล้อม วัฒนธรรม เทคโนโลยี เศรษฐกิจ และการปกครอง โดยมีโครงสร้างและแนวคิดสำคัญคือ เน้นการเสริมทักษะกระบวนการที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต คือนักเรียน จะได้รับการฝึกฝน เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่จะช่วยฝึกฝน ให้เกิดการคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา

จุดประสงค์การเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต คือ หน่วยสิ่งมีชีวิต สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา การทำมาหากิน พลังงานและสารเคมี จักรวาลและอวกาศ สรุปได้ ดังนี้

1. เข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีในชีวิตประจำวัน
2. มีความรู้ทักษะในวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. นำประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต
4. รู้จักคิด วิเคราะห์ ตัดสินอย่างมีเหตุผล มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. มีความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
6. มีนิสัยและรู้จักวิธีการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม (สมจิต สวชนไพมูลย์.2526 : 31-32)

จุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา

วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่จัดไว้ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตนี้ มีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวของธรรมชาติ เป็นจุดเริ่มต้นที่จะให้นักเรียนหันมาสนใจกับธรรมชาติ หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติที่แวดล้อมตัวเราอยู่ และให้ได้ตระหนักว่า ความจริงของชาตินั้นไม่ใช่สิ่งลึกลับ ไม่ใช่สิ่งที่เกิดขึ้นแล้วเปลี่ยนแปลงไปตามอำนาจหรือการดลบันดาลของใคร แต่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล มีความแน่นอน เชื่อถือได้ และสามารถที่จะสืบเสาะหาความรู้ของธรรมชาติด้วยตัวเองได้ด้วย

การสอนวิทยาศาสตร์ นอกจากจะมุ่งหวังให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติแล้ว จุดหมายปลายทางอีกอย่างหนึ่ง ที่ได้จากการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การส่งเสริมให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยรู้จักนำหลักสูตร และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ความสามารถเช่นนี้จะเกิดขึ้นได้ก็โดย การเน้นการเรียนการสอน ให้นักเรียนได้ค้นพบความคิดรวบยอด และหลักการด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยผ่านกิจกรรมซึ่งนักเรียนได้มีส่วนร่วมโดยตรง

การสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา มุ่งหวังที่จะให้นักเรียนมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ พอเป็นพื้นฐานแก่การดำรงชีวิต ความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานเป็นความรู้เบื้องต้นที่นักเรียนจะนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อความหมาย และการปรับปรุงแก้ไขความเป็นอยู่ของตนให้ดีขึ้น หรือใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาขั้นสูงต่อไป ได้แนวความคิดหลัก พอเป็นพื้นฐานสำหรับการนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

2. ให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสอนวิทยาศาสตร์นอกจากจะให้นักเรียนได้มีความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติที่แวดล้อมแล้ว จะต้องพัฒนาความคิดของนักเรียนด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ ที่จะนำไปสู่การหาความรู้ใหม่ และการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าครูปลูกฝังให้นักเรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะช่วยให้นักเรียน คิดเป็น ทาเป็น และแก้ปัญหาเป็น

3. ให้นักเรียนนำความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต

3.1 นำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โดยตรง

3.2 นำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้แก้ปัญหาในวิชาอื่น ๆ ได้

3.3 นำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้กับงานต่างๆในชีวิตประจำวัน

4. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเป็นสิ่งที่เกี่ยวกับจิตสำนึก ความเชื่อ ความสนใจ ค่านิยม ท่าทีการแสดงออกจนเป็นนิสัย และความรู้สึกทางจิตใจ ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะต้องปลูกฝังคุณลักษณะนิสัยดังกล่าว มีดังนี้

4.1 มีความกระตือรือร้น อยากรู้อยากเห็น และเฝ้าหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ

4.2 มีความเชื่อแบบวิทยาศาสตร์ เป็นผู้รู้จักคิดวิจารณ์ และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

4.3 เป็นคนใจกว้าง และเคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น และเปลี่ยนความคิดได้ เมื่อพบข้อเท็จจริงใหม่ ซึ่งให้เหตุผลดีกว่าของเดิม

4.4 มีความสุขุม และความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน

4.5 มีความซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น

4.6 ตระหนักในคุณค่าของการอนุรักษ์ธรรมชาติและสภาพแวดล้อม (สมจิต สวชนไพบุลย์.

2526 : 32-35)

จากเอกสารที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษานั้น มุ่งเน้นที่จะให้นักเรียน มีความรู้ ความเข้าใจ วิทยาศาสตร์เพื่อเป็นพื้นฐานแก่การดำรงชีวิต มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และรู้จักนำหลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต

เอกสารที่เกี่ยวกับความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต มีโครงสร้างและแนวคิดที่สำคัญคือ เน้นการเสริมทักษะกระบวนการที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต คือนักเรียนจะได้รับการฝึกฝนเพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญที่จะช่วยฝึกฝนให้นักเรียนเกิดความคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ (จานง พรายแยมแซ. 2529 : 7) และการที่นักเรียนจะพัฒนาเป็นคนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยความสามารถหลายประการ เช่น ความสามารถในการสังเกต การจำแนก การคำนวณ การวัด การจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมาย การลงความคิดเห็นจากข้อมูล และการลงข้อสรุป เป็นต้น ซึ่งความสามารถเหล่านี้รวมเรียกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (มุสดี ตามไท. 2527 : 30)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานเป็นขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละขั้นตอนจะประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลว ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน (นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิสวธีรานนท์. 2525 : 48)

คำว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" นั้น มีนักการศึกษาและผู้สนใจทั้งของประเทศไทยและต่างประเทศ ได้ให้ความหมายและแสดงความคิดเห็นไว้หลายประการ ดังนี้

กาเย่ (Gagne. 1965 : 3) ได้กล่าวเน้นถึงลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางด้านสติปัญญา และเป็นทักษะกระบวนการทางปัญญาเฉพาะ นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ
2. แต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำแนกได้จากพฤติกรรม ของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้กระบวนการนี้ได้ เพื่อจะได้มีความสามารถในการหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์
3. แต่ละกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถถ่ายโอนจากวิทยาศาสตร์ไปยังสาขาอื่น ๆ ได้ และสามารถนำไปใช้เป็นหลักในการคิดอย่างมีเหตุผลในการแก้ปัญหาที่ประสบในชีวิตประจำวันได้

กูสเลน และ สโตน (Kuslan and Stone. 1968 : 229) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

เนย และคนอื่น ๆ (Nay and others 1971:201 - 203) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการลำดับกิจกรรม หรือลำดับการปฏิบัติการซึ่งทำให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมีกระบวนการต่าง ๆ ในการจัดเรียงลำดับขั้นตอนของการทำงาน"

คอปเฟอร์ (Klopper.1971 : 568 - 573) กล่าวว่า"ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

ปีเตอร์สัน (Peterson. 1978 : 153) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า "เป็นปฏิบัติการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปหาพิพจน์ การสรุปหลักเกณฑ์ การสื่อความหมาย และการนำไปใช้ประโยชน์"

พจน์ สะเพียรชัย (2517:45 - 51) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า "พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านทักษะการสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูล และการสื่อความหมาย การจัดกระทำข้อมูล การสร้างสมมติฐาน การออกแบบ และการดำเนินการทดลอง การคิดคำนวณ และทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ"

ประยัต จันทรขมภู และประสพสันต์ อักษรมัต (2518:23-24) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคล่องแคล่ว ชำนิชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะสำคัญ คือ ทักษะในการทำหรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการแก้ปัญหา หรือขบปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญา และการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง มีเหตุผล

ประณิต วิบูลย์พันธ์ (2521 : 46) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักวิทยาศาสตร์ได้ปฏิบัติกัน ซึ่งได้จากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีมานานแล้ว ทักษะดังกล่าวจำเป็นต้องใช้การสังเกต การอธิบาย การตั้งสมมติฐาน การค้นคว้าทดลอง การบันทึกข้อมูล และการสรุป เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าความรู้ใหม่ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหามในชีวิตประจำวันได้ทุกโอกาส

อนันต์ จันทรกี (2525 : 13) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า "เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิด และวิธีปฏิบัติ อย่างมีระบบ ซึ่งก่อให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญาและการแก้ปัญหา การค้นคว้าและแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้"

ศศิเกษม ทองยงค์ และ ลีลา สีนานุเคราะห์ (2524 : 76) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้า ทดลอง เพื่อหาความจริง และพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง ซึ่งในขณะที่ทำการค้นคว้า ทดลอง นั้น ผู้ทำการทดลอง ย่อมต้องใช้ทักษะในด้าน การปฏิบัติ และความนึกคิดควบคู่กันไปด้วย

โชติ เพชรจีน (2527 : 16) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง "...ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิด และการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่อาจเห็นได้ เช่น การสังเกต การเลือกเครื่องมือ การประมาณค่า การสร้างสมมติฐาน การหาข้อยุติหรือลงความเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์..."

ปรีชา วงศ์ศิริ (2527 : 249) กล่าวว่า "...ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์..."

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2527 : 20) กล่าวว่า "...ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการได้ฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีเหตุผล และมีระบบ พฤติกรรมนี้จะสะสมขึ้นในตัวผู้เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่นได้อย่างกว้างขวาง..."

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิสวธีรานนท์ (2525 : 48) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนนั้น จะประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลว ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น สามารถฝึกฝนให้มีขึ้นได้"

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2531 : 1) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ทําวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ"

จากความหมายและความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่นักการศึกษาได้อธิบายไว้ข้างต้น พอสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในการเสาะแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะหลาย ๆ อย่างประกอบกัน ซึ่งเกิดจากการได้ฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีเหตุผลนั่นเอง

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้เกิดขึ้นในตัวเด็ก จึงเป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญทางการศึกษา เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบร่วมของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่เด็กก็สามารถนำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง ฉะนั้นจึงควรปลูกฝังให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเขาเหล่านั้นจะได้เป็นคนช่างสังเกต รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีระบบ และรู้จักการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทําให้เขาอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนได้คิด ได้กระทำ ได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง อยู่เสมอจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวชนไพพลย์. 2526:23) ดังนั้น เด็กประถมศึกษาทุกระดับชั้น ควรได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จนกลายเป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) ซึ่งจะเป็นสมรรถภาพพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ (จันทน์ พรายเข้มแข. 2529 : 39)

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับประเภทและลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ซันด์ และทราวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1967 : 93-95) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ทักษะในการแสวงหาความรู้ (Acquisitive Skills) ได้แก่ การฟังอย่างตั้งใจ และถามเมื่อสงสัย การสังเกตอย่างถี่ถ้วน การค้นคว้าหาข้อมูล การสืบเสาะหาความรู้ โดยการสัมภาษณ์หรือถาม การตั้งปัญหา การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ผลการทดลอง

2. ทักษะในการรวบรวม (Organization Skills) ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ การเรียบเรียงข้อมูลไว้เป็นหมวดหมู่ การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง การจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ การเขียนโครงร่าง การประเมินผล หาวิธีแก้ไข และการวิเคราะห์ แล้วย้นำผลที่ได้ไปใช้

3. ทักษะในการสร้างสรรค์ (Creative Skills) ได้แก่ การวางแผนล่วงหน้า การออกแบบความคิดใหม่ การคิดค้นเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ และการสังเกตสิ่งที่มีอยู่มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative Skills) ได้แก่ การใช้และการดูแลรักษาเครื่องมือ การสาธิตแสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ การซ่อมแซม การสร้างเครื่องมืออย่างง่าย ๆ ในการทดลอง และการวัดโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น เทอร์มิเตอร์ เครื่องชั่ง เครื่องจับเวลา เป็นต้น

5. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communicative Skills) ได้แก่ การตั้งคำถาม การอภิปราย การเขียนรายงานผลการทดลอง การวิจารณ์ข้อมูล การเขียนกราฟแสดงผลการทดลอง และการถ่ายทอดความรู้

จาคอบสัน และ เบอร์กแมน (Jacobson and Bergman. 1987 : 382-383) ได้กล่าวว่า ควรที่จะพัฒนาทักษะในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับเด็ก เพราะกระบวนการเหล่านี้มีความสำคัญมากในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. การกำหนดปัญหา (Defining Problems)

2. การวางแผนทางในการค้นคว้า (Design Investigations)
3. การทดลองที่มีการควบคุม (Controlled Experiments)
4. การสังเกต (Observing)
5. การวัด (Measuring)
6. การจำแนก (Classifying)
7. การสรุปลงความเห็น (Inferring)
8. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
9. การรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล (Collecting and Handling Data)
10. การแปลความหมายข้อมูล (Interpreting Data)
11. การค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Literature Search)
12. การเกี่ยวข้องกับทฤษฎี (Relating to Theory)
13. การลงข้อสรุป (Drawing Conclusions)

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา ได้ศึกษาและวิเคราะห์การทำงานหรือกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ซึ่งประกอบด้วย 13 ทักษะ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- ก. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skills)
 1. การสังเกต (Observing)
 2. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Using space /Time relationships)
 3. การจำแนกประเภท (Classifying)
 4. การคำนวณ (Using numbers)
 5. การวัด (Measuring)
 6. การสื่อความหมาย (Communicating)
 7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
 8. การพยากรณ์ (Predicting)
- ข. ทักษะกระบวนการขั้นผสมผสาน (Integrated Process Skills)
 9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables)
 10. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data)
 11. การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis)

12. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)

13. การทดลอง (Experimenting)

(American Association for the Advancement of Science (AAAS.) 1970 : 30-176)

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่า ควรให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน จึงได้ประชุมผู้เชี่ยวชาญ และตกลงใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 9 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะในการเลือกใช้เครื่องมือ
3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย
4. ทักษะในการจัดกระทำข้อมูล
5. ทักษะในการแปลความหมายข้อมูลและสรุป
6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน
7. ทักษะในการออกแบบการทดลอง
8. ทักษะในการคิดคำนวณ
9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2523 : 8-9)

ต่อมา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1-17) ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ของสหรัฐอเมริกา (American Association for The Advancement of Science หรือ AAAS.) มาปรับปรุงภาษาให้เหมาะสม ซึ่งแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ จัดเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skills) จำนวน 8 ทักษะ ประกอบด้วย

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์
๗. ทักษะกระบวนการขั้นผสมผสาน (Integrated Process Skills) จำนวน 5 ทักษะ
 9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 11. ทักษะการตีความข้อมูลและลงสรุปข้อมูล
 12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 13. ทักษะการทดลอง

ทักษะการสังเกต

ธงชัย ชิวปรีชา ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์ (2525 : 60) และ สมจิต สวณไพบูลย์ (2526:91) ได้ให้ความหมายของการสังเกตว่า การสังเกตเป็นกระบวนการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ได้แก่ การดู การฟัง การสัมผัส การดม และการชิม เพื่อรับรู้ข้อมูลหรือสมบัติต่าง ๆ ของสิ่งที่สังเกต ในการสังเกตจะต้อง จับ ลูบ กด เขย่า คม ฯลฯ เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุที่สังเกตให้มากที่สุด การสังเกตมิใช่เกิดจากการดูเพียงอย่างเดียวและข้อที่จะต้องระมัดระวังคือการเลือกใช้ประสาทสัมผัสสังเกต จะต้องแน่ใจว่าวัตถุนั้นไม่เป็นพิษหรือมีอันตราย เช่น ไม่ชิมสารหรือวัตถุใด ๆ เป็นอันตราย ถ้าไม่ทราบว่าจะดูหรือสารนั้นเป็นพิษหรือไม่ และในการชิมนั้น จะใช้สารหรือวัตถุปริมาณเพียงเล็กน้อยแตะที่ลิ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการสังเกตว่า การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป และข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งได้ 3 อย่าง คือ ข้อมูลเชิงลักษณะของสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสอดคล้องกับทบทวนมหาวิทยาลัย (2525 : 59-60) ทำให้ได้ความหมายของการสังเกต หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลทางวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย เพราะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่สังเกต เป็นการอธิบายหรือแปลความหมาย

ของสิ่งที่สังเกตได้ โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมร่วมด้วย ตัวอย่างเช่น เราสังเกต พบว่า มีน้ำนองบนถนนเราจึงลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่สังเกตได้ว่า ฝนตก ขณะเดียวกับคนอื่น ๆ ที่สังเกตได้ ข้อมูลเช่นเดียวกับเรา อาจลงความคิดเห็นแตกต่างออกไป เช่นคงเป็นเพราะมีคนล้างรถตรงนั้น มีรถมา ทำความสะอาดถนน เป็นต้น จะเห็นว่าถ้าไม่มีใครอยู่ในเหตุการณ์ขณะถนนเปียกแล้ว สิ่งที่ทุกคนลงความคิดเห็นจากข้อมูล ก็อาจเป็นได้ทั้งสิ้น

ดังนั้นในการสังเกตต้องระวังอย่านำความคิดเห็นส่วนตัวไปปนกับข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกต เป็นอันตราย เพราะการลงความคิดเห็นของเราในสิ่งที่สังเกตอาจจะผิดก็ได้ ถ้าอยากรู้ว่าข้อมูลที่บันทึกนั้น เกิดจากการสังเกตหรือไม่ ต้องถามตัวเองว่าข้อมูลที่ได้นั้น ได้มาจากการใช้ประสาทสัมผัสส่วนไหน ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย หรือเปล่า ถ้าตอบคำถามว่าใช่ แสดงว่าเป็นการสังเกต ถ้าตอบว่าไม่ใช่ก็เป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ไวซ์ (Weisz, 1965:11) กล่าวว่า "วิทยาศาสตร์เริ่มต้นที่การสังเกต ถ้าปราศจากการสังเกต แล้ววิทยาศาสตร์ก็จะมี" เช่นเดียวกับทรอจคัก (Trojcek, 1979:81) ที่กล่าวว่า "งานวิทยาศาสตร์ ทั้งหมดสร้างขึ้นมาจากทักษะการสังเกตข้อมูลของวัตถุ เหตุการณ์และปรากฏการณ์ทั้งหลาย ที่ได้จากการสังเกต ถ้าปราศจากข้อมูลแล้วงานวิทยาศาสตร์ก็จะดำเนินต่อไปไม่ได้"

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531:168-171) ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตไว้ 4 ลักษณะ คือ การสังเกตเชิงคุณลักษณะ การสังเกตเชิงปริมาณการสังเกตเชิงเปรียบเทียบและการสังเกตการเปลี่ยนแปลง

1. การสังเกตเชิงลักษณะ (Qualitative Observation) ต้องการให้นักเรียนบอกรูปร่าง ลักษณะ และคุณสมบัติประจำตัวของที่สังเกตโดยไม่ต้องบอกปริมาณ เช่น บอกสี กลิ่น รส เสียงและความรู้สึกต่อผิวกาย ในการบอกลักษณะควรจะใช้ประสาทสัมผัสหลายอย่างให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้และควรฝึกให้นักเรียนระบุด้วยว่า ข้อมูลส่วนนั้นได้มาจากประสาทสัมผัสส่วนไหน เช่น

รูปร่าง (เป็นอย่างไร)... ได้มาจากประสาทสัมผัสอะไร...

สี (อะไร)... ได้มาจากประสาทสัมผัสอะไร...

กลิ่น (เป็นอย่างไร)... ได้มาจากประสาทสัมผัสอะไร...

การสังเกตด้วยการชิม พึงควรระวังเพราะถ้าเป็นของมีพิษ ห้ามชิมเป็นอันตราย

2. การสังเกตเชิงปริมาณ (Quantitative Observation) การสังเกตเชิงคุณลักษณะ ทำให้ทราบแต่เพียงรูปร่าง ลักษณะทั่วไปเป็นอย่างไร แต่ไม่ตอบคำถามว่า "เท่าไร" การสังเกตเชิงปริมาณจะตอบคำถามนี้ได้ เช่น ต้นมะนาววันที่ 1 ออกลูก 3 ผล หรือต้นมะม่วงสูง 6 ฟุต 2 นิ้ว เป็นต้น การบอกปริมาณจะเกี่ยวข้องกับความยาว น้ำหนัก ปริมาตร และค่าต่าง ๆ ที่เป็นตัวเลข

3. การสังเกตเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Observation) การสังเกตเชิงเปรียบเทียบจะไม่บอกคุณลักษณะ หรือปริมาณโดยตรง จะบอกแต่เพียงว่าสิ่งนี้เมื่อเทียบกับสิ่งนั้น แล้วเป็นอย่างไร เช่น มะพร้าวลูกนี้หนักกว่ามะพร้าวลูกนั้น หรือ เสาธงสูงประมาณตึก 3 ชั้น เป็นต้น

4. การสังเกตการเปลี่ยนแปลง (Observation of changes) ข้อมูลจากการสังเกตจะละเอียดชัดเจนยิ่งขึ้น ถ้ามีข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงรวมอยู่ด้วย เช่น เกษตรกรจะสังเกตการเจริญเติบโตของต้นไม้เนื่องจากการใช้น้ำ แล้วทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงของต้นไม้ไว้ นอกจากนี้การสังเกตการเปลี่ยนแปลงบางอย่างสามารถกระทำได้ด้วยการทดลอง ซึ่งจะต้องมีการสังเกตอย่างน้อย 2 ระยะขึ้นไป ระยะแรก เป็นการสังเกตในสภาพเดิม คือ ก่อนการทดลอง ระยะที่สอง เป็นการสังเกตภายหลังการทดลอง หรือการสังเกตขณะทำการทดลองได้เริ่มขึ้นแล้ว เพื่อหาข้อมูลว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ต้องสังเกตเชิงคุณลักษณะและเชิงปริมาณเพื่อนำข้อมูลทั้ง 2 ระยะไปเปรียบเทียบกัน ก็จะรู้ว่าอะไรบ้าง

คาร์ตไรท์ และ คาร์ตไรท์ (Cartwright and Cartwright, 1974 : 3) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการสังเกตจะต้องมีการบันทึกผลการสังเกตไว้เป็นหลักฐาน สำหรับอ้างอิงหรือยืนยันต่อไป และการบันทึกการสังเกตจะต้องบันทึกไปพร้อม ๆ กับการสังเกต บันทึกตามความเป็นจริงบันทึกเฉพาะสิ่งที่ผ่านเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้งห้าเท่านั้น โดยไม่ใส่ความคิดเห็นหรือตีความหมายข้อมูลลงไปเป็นอันขาดพึงระลึกไว้เสมอว่าการบันทึกผล เปรียบเสมือนการถ่ายภาพยนตร์ สิ่งที่ปรากฏในฟิล์มนั้น คือของจริงที่มีอยู่ในเหตุการณ์จริง ๆ การดูภาพยนตร์แล้ววิจารณ์ เปรียบได้กับการแปลความหมายข้อมูล ซึ่งมีการใส่ความรู้สึกและความคิดเห็นส่วนตัวลงไป

จากผลการวิจัยของ พันธุ์ทิพย์ ทิมสุภาส (2524:51-52) ซึ่งเปรียบเทียบทักษะการสังเกตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 ของนักเรียนที่เรียนตามโครงการทดลองสอนของ สสวท. กับนักเรียนที่เรียนนอกโครงการทดลองสอนของ สสวท. พบว่า นักเรียนที่เรียนตามโครงการทดลองสอนของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกตสูงกว่านักเรียนที่เรียนนอกโครงการทดลองสอนของ สสวท. ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นางลักษณี เหล่าแสง (2524:48) ที่พบว่า นักเรียนตามโครงการสอนของ สสวท. กับนักเรียนที่เรียนนอกโครงการทดลองสอนของ สสวท. จะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกตไม่แตกต่างกัน และเพศไม่มีผลต่อทักษะการสังเกต กล่าวคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงจะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกตไม่แตกต่างกัน ซึ่งในประเด็นนี้สนับสนุนผลการวิจัยของ พันธุ์ทิพย์ ทิมสุภาส และ สถาพร ศรีสุข (2524 : 47-48) ที่พบว่า เพศไม่มีผลต่อทักษะการสังเกตเช่นกัน

นอกจากนี้ ระดับชั้นมีผลต่อทักษะการสังเกตแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่า จากผลการวิจัยของ พันธุ์ทิพย์ ทิมสุภาส (2524:51-52) นางลักษณี เหล่าแสง (2524:46) และสถาพร ศรีสุข (2524:47-48)

ซึ่งได้ผลสอดคล้องกัน ดังนี้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกตสูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เช่นเดียวกับผลการวิจัยของ เคอร์ (Kaur. 1973:186-A) ที่พบว่านักเรียนเกรด 3 มีทักษะการสังเกตดีกว่านักเรียนเกรด 1 จากผลการวิจัยดังกล่าว จะเห็นว่าคุณภาพของนักเรียนมีผลต่อทักษะการสังเกต

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

กลุ่มที่ 1 เป็นเด็กที่เรียนหลักสูตรมอนเทสซอรี (Montessori) ระดับอนุบาลมา 2 ปี

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

กลุ่มที่ 3 ไม่เคยเรียนหลักสูตรมอนเทสซอรี (Montessori) และหลักสูตร ซาปา (SAPA: Science A Process Approach) ในระดับอนุบาล

จากผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม 1 กับกลุ่ม 2 ไม่แตกต่างกัน ส่วนกลุ่ม 1 กับกลุ่ม 3 และกลุ่ม 2 กับกลุ่ม 3 แตกต่างกัน ผลการวิจัยดังกล่าว จะเห็นว่าการจัดหลักสูตรการเรียนการสอนมีผลต่อทักษะการสังเกต

บาร์ฟูาลดี และ ไดเอตซ์ (Barufaldi and Dietz. 1975:127-132) ได้ทำการศึกษาทักษะการสังเกต และทักษะการเปรียบเทียบเพื่อจำแนกประเภทจากของจริง (มองเห็นเป็น 3 มิติ) ภาพถ่ายและภาพวาด (มองเห็น 2 มิติ) โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับเด็กเกรด 1, 2, 4 และ 6 พบว่า เด็กเกรด 1, 4, และ 6 ได้คะแนนจากการจำแนกประเภทจากของจริงมากกว่าจากภาพถ่าย และจากภาพถ่ายมากกว่าภาพวาด แต่เด็กเกรด 2 ได้คะแนนจากการจำแนกประเภทจากภาพวาดมากกว่าภาพถ่ายและจากภาพถ่ายมากกว่าของจริง จากผลการวิจัยดังกล่าว จะเห็นว่า ประเภทของอุปกรณ์มีอิทธิพลต่อการสังเกต และทักษะการจำแนกประเภทของเด็กทุกระดับ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1) ได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการสังเกตไว้ดังนี้

1. ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการจับประสาธสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ
3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

จากความหมายของการสังเกตดังกล่าว สรุปได้ว่า การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้ 3 อย่างคือข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ และ ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง การบันทึกการสังเกต ต้องบันทึกตามความเป็นจริง ตรงไปตรงมา รับรู้อย่างไรก็บันทึกลงไปอย่างนั้น การบันทึกผลที่ดี ควรจะกระทำทันทีในขณะที่กำลังทำการสังเกต การสังเกตเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นมาก จนอาจจะกล่าวได้ว่า การสังเกตเป็นบ่อเกิดของความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ถ้าปราศจากการสังเกต ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ตลอดจนวิทยาการด้านอื่น ๆ ก็ยากที่จะเกิดขึ้น

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับทักษะการสังเกต พบว่า หลักสูตรการจัดการเรียนการสอน วุฒิภาวะ และประเภทของอุปกรณ์มีผลต่อทักษะการสังเกต กล่าวคือ นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น หลักสูตร ซาปา(SAPA: Science A Process Approach) หรือ หลักสูตร สสวท.แนวเน้นนักเรียนจะมีทักษะการสังเกตสูงกว่าการเรียนในโรงเรียนที่สอนตามหลักสูตรเดิม นอกจากนี้ นักเรียนที่เรียนอยู่ในชั้นที่สูงกว่าจะมีทักษะการสังเกตดีกว่านักเรียนที่อยู่ในชั้นที่ต่ำกว่า แต่เพศไม่มีผลต่อทักษะการสังเกต ไม่ว่าเพศชายหรือเพศหญิง จะมีทักษะการสังเกตไม่แตกต่างกัน

ทักษะการวัด

การวัดเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เพราะลำพังการสังเกตอย่างเดียวทำให้นักวิทยาศาสตร์ทราบ เฉพาะรูปร่าง ลักษณะและสมบัติทั่ว ๆ ไป ของวัตถุเท่านั้น ยังไม่สามารถบอกรายละเอียดที่แน่นอนลงไปได้ ดังนั้น ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 62 อ้างถึง Kelvin 1979 : 16) กล่าวว่า "เมื่อศึกษาสสารหรือวัตถุใดก็ตาม ถ้าไม่สามารถทำการวัด หรือแสดงออกมาเป็นตัวเลขได้ก็แทบจะไม่มีแนวความคิดที่จะนำข้อมูลไปศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้" ถึงแม้ว่าการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ บางครั้งอาจไม่จำเป็นต้องทำการวัด เพราะข้อมูลที่ต้องการเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตามข้อความนี้เป็นจริงอยู่มากทีเดียว เพราะสิ่งที่เราสังเกตได้โดยผ่านประสาทสัมผัสของเรานั้น บางครั้งเชื่อถือไม่ได้และไม่ถูกต้อง ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือต่าง ๆ ทำการวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการสังเกต

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 174-176) ได้ให้ความหมายของการวัดว่า การวัด เป็นกระบวนการ

ที่ใช้เครื่องมือสำหรับวัดไปทำการวัดหาปริมาณที่แน่นอนของสิ่งที่เราสังเกต หรือสิ่งที่เราต้องการวัดออกมาเป็นเลขจำนวนที่มีหน่วยเปรียบเทียบได้ และในการวัดจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ

1. เครื่องมือที่ใช้วัด เช่น ไม้เมตร เครื่องชั่ง ฯลฯ
2. ค่าที่ได้ออกมา เป็นตัวเลขที่แน่นอนไม่ใช้การแปรปรวน
3. ตัวเลขจากการวัดจะต้องเป็นหน่วยเปรียบเทียบกันได้โดยตรง ซึ่งอาจเป็นหน่วยมาตรฐาน (standard unit) เช่น เมตร กรัม ฟุต ปอนด์ หรือหน่วยสมมติ (arbitrary unit) เช่น ใช้นิ้ว ความยาวของปากกาวัด หรือความสูงของคนคนหนึ่ง เป็นต้น การบอกว่าสิ่งนั้นมีปริมาณมากน้อย ขนาดใหญ่ ขนาดเล็ก เหล่านี้ ไม่ถือว่าเป็นหน่วยวัด เพราะขาดหน่วยที่จะเปรียบเทียบได้

การเลือกใช้เครื่องมือให้ถูกต้องกับสิ่งที่วัดมีความสำคัญมากเพราะถ้าใช้เครื่องมือไม่เหมาะสมแล้ว ค่าที่ได้จะไม่ถูกต้องแม่นยำตามสภาพที่เป็นจริง ดังนั้น การเลือกใช้เครื่องมือสำหรับวัด ขึ้นอยู่กับรูปร่างของสิ่งที่วัด การเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่วัด และเทคนิคการวัด ซึ่งในการวัดแต่ละครั้งผู้วัดจะต้องถามตัวเอง 4 คำถาม ได้แก่ จะวัดอะไร จะวัดไปทำไม จะใช้เครื่องมืออะไรวัด และจะวัดอย่างไร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 2) และสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2530 : 139) ได้ให้ความหมายของการวัดคล้ายคลึงกันว่า เป็นการเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม และถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ในเรื่องหน่วยของการวัด (units of measurement) ธงชัย ชิวปรีชา และ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2525 : 85) ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับหน่วยของการวัดว่า การวัดทุกครั้ง จะต้องต้องมีหน่วยกำกับเสมอ จะพูดลอย ๆ เฉพาะตัวเลขไม่ได้ หน่วยสำหรับวัดนี้ ถ้าเป็นหน่วยที่กำหนดขึ้นเอง เรียกว่า หน่วยสมมติ (arbitrary unit) เช่น ความยาวของห้องเรียน เท่ากับ 10 ก้าวของนายแดง หรือ เท่ากับ 20 ดินสอ เป็นต้น แต่หน่วยสมมติจะมีข้อจำกัดและข้อบกพร่องอยู่หลายประการ เช่น ขาดความแน่นอน ขนาดไม่ได้มาตรฐาน เป็นหน่วยที่วัดค่าได้หยاب ๆ ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการคิดหน่วยมาตรฐานขึ้นใช้เพื่อจะได้สร้างเครื่องมือสำหรับวัดให้ใช้เปรียบเทียบกันได้ทั่วโลก หรือ ยอมรับกันโดยทั่วไป หน่วยมาตรฐานที่นิยมใช้มีอยู่ 3 หน่วย คือ หน่วย CGS หน่วย FPS และหน่วย SI

หน่วยมาตรฐานตามระบบ CGS

ระบบ CGS คือระบบ Centimeter-Gram-Second เป็นหน่วยการวัดตามระบบเมตริก หรือระบบของฝรั่งเศส

ความยาว วัดค่าออกมาเป็น เซนติเมตร

มวลสาร วัดค่าออกมาเป็น กรัม

เวลา วัดค่าออกมาเป็น วินาที

หน่วยมาตรฐานตามระบบ FPS

ระบบ FPS คือระบบ Foot-Pound-Second เป็นหน่วยวัดตามระบบอังกฤษ

ความยาว วัดค่าออกมาเป็น ฟุต

มวลสาร วัดค่าออกมาเป็น ปอนด์

เวลา วัดค่าออกมาเป็น วินาที

หน่วยมาตรฐานตามระบบ SI

หน่วย SI นี้ ปริมาณมูลฐาน 3 อย่าง ใช้ระบบเมตริกเช่นกัน แต่ขนาดหน่วยให้ใหญ่ขึ้นจาก CGS เป็น MKS คือ Meter-Kilogram-Second

ความยาว วัดค่าออกมาเป็น เมตร

มวลสาร วัดค่าออกมาเป็น กิโลกรัม

เวลา วัดค่าออกมาเป็น นาฬิกา

การวัดปริมาณทั่วโลกนั้น ถ้ามีหลายระบบก็จะก่อให้เกิดความยุ่งยาก ไม่สะดวก ฉะนั้นในวงการวิทยาศาสตร์จึงพยายามที่จะใช้หน่วยมาตรฐานอย่างเดียวกัน ในระยะเริ่มแรกกำหนดใช้หน่วยมาตรฐานตามระบบ CGS และต่อมาได้มีแนวโน้มที่จะใช้ระบบ SI (System International Units) หรือหน่วย SI เป็นหน่วยสากลใช้ระหว่างประเทศ

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 2) ยังได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการวัด ดังนี้

1. เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด
2. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
3. บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
4. ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อณูภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
5. ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

สรุปได้ว่าการวัดหมายถึงการเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งของต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ซึ่งหน่วยสำหรับวัดนี้ ถ้าเป็นหน่วยที่เรากำหนดขึ้นเอง เรียกว่า หน่วยสมมติ (arbitrary unit) แต่ถ้าเป็นหน่วยที่ใช้กันทั่วโลก

หรือยอมรับกันทั่วไปเรียกว่า หน่วยมาตรฐาน (standard unit)

เนื่องจากหน่วยสมมติเป็นหน่วยที่ขาดความแน่นอน วัดค่าได้หยاب ๆ จึงมีการคิดหน่วยมาตรฐาน ขึ้นใช้ เพื่อจะได้เครื่องมือสำหรับวัดค่าให้ใช้เปรียบเทียบกันได้ทั่วโลก หรือยอมรับกันโดยทั่วไป ซึ่งหน่วยมาตรฐานที่นิยมมี 3 หน่วย คือ หน่วย CGS หน่วย EPS และหน่วย SI

หน่วยมาตรฐานตามระบบ CGS คือ ระบบ Centimeter-Gram-Second เป็นวัดตามระบบเมตริก หรือระบบของฝรั่งเศส

หน่วยมาตรฐานตามระบบ EPS คือ ระบบ Foot-Pound-Second ซึ่งเป็นหน่วยวัดตามระบบอังกฤษ

หน่วยมาตรฐานตามระบบ SI เป็นหน่วยสากลสำหรับใช้ระหว่างประเทศ ซึ่งมีปริมาณมูลฐาน 3 อย่าง ในระบบเมตริก เช่นกัน แต่ขยายหน่วยให้ใหญ่ขึ้นจาก CGS เป็น MKS คือ Meter-Kilogram-Second

การเลือกใช้เครื่องมือให้ถูกต้องกับสิ่งที่วัด มีความสำคัญมาก เพราะถ้าใช้เครื่องมือไม่เหมาะสมแล้ว ค่าที่ได้จะไม่ถูกต้องตามสภาพที่เป็นจริง ดังนั้น การวัดจะถูกต้อง แม่นยำ เพียงใด ขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของสิ่งที่วัด การเลือกใช้เครื่องมือสำหรับวัดความสามารถของผู้วัด และในการวัดแต่ละครั้งผู้วัดจะต้องถามตนเองก่อนว่า จะวัดอะไร จะวัดไปทำไม จะใช้เครื่องมืออะไรวัด และจะวัดอย่างไร

ทักษะการคำนวณ

จากกล่าวที่ว่า คณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือของวิทยาศาสตร์นั้นเป็นความจริง เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกสาขาจะเกี่ยวกับตัวเลขและการคำนวณทั้งสิ้น ถ้าขาดความรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ก็จะไม่ก้าวหน้า การจะพามนุษย์อวกาศไปลงบนดวงจันทร์ก็ทำไม่ได้ ถ้ามนุษย์ไม่สามารถคำนวณระยะทางจากโลกไปดวงจันทร์ และคำนวณตำแหน่งต่าง ๆ ของดวงจันทร์ โดยสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของโลกได้ (สุวัณห์ นิยมคำ. 2531 : 179)

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 63) ได้ให้ความหมายของการคำนวณว่า หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการนับ บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสองหรือถอดราก เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายในการแปลความหมายหรือสรุปผลต่อไป

ทวีศักดิ์ จินดาอนุรักษ์ และ ธงชัย ชิวปรีชา (2525 : 128) ได้ให้ความหมายของการคำนวณว่า หมายถึง การใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การแก้สมการ การหาค่าเฉลี่ย การเขียนกราฟ ฯลฯ มาใช้แก้ปัญหาหรือช่วยในการค้นคว้าได้อย่างเหมาะสม

อาณาจ เจริญศิลป์ (2526 : 39) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับทักษะการคำนวณว่า หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณ หรือ แปลความหมายของจำนวนต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ(2530 : 157) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการคำนวณว่า หมายถึง กระบวนการขั้นหนึ่งที่ใช้อยู่เสมอในการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งเป็นการนำเอาจำนวนมาทำการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรือค่าต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการตีความหมาย และลงข้อสรุป หรือใช้ในกระบวนการขั้นอื่น ๆ ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้ให้ความหมายของการคำนวณว่า หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรืออื่น ๆ นอกจากนี้ ยังได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการคิดคำนวณ ไว้ดังนี้

1. นับจำนวนของสิ่งของได้ถูกต้อง
2. ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
3. บอกวิธีคำนวณ คิดคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณได้
4. บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย หาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีหาค่าเฉลี่ยได้

จากความหมายของการคำนวณดังกล่าว สรุปได้ว่า การคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการวัด การสังเกต การทดลอง มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก การลบ การคูณ การหาร หาค่าเฉลี่ย ฯลฯ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความหมาย ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ในการตีความหมาย และลงข้อสรุปต่อไป

ทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภทเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้หลักการจำแนกประเภทไปประกอบในการศึกษาค้นคว้าเป็นประจำ เช่น การจัดธาตุ

เป็นหมวดหมู่ในตารางธาตุ เป็นตัวอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงความพยายามของนักเคมี ในการจัดแบ่ง ธาตุออกเป็นหมวดหมู่ ซึ่งในปัจจุบัน นักเคมีได้ใช้ประโยชน์จากตารางธาตุมากมาย นอกจากนี้การจำแนก ประเภทยังนำไปใช้กับสาขาวิชาอื่น ๆ และในชีวิตประจำวันได้ มีใช้เฉพาะในวงการวิทยาศาสตร์เท่านั้น เช่น ห้องสมุด ซึ่งจะต้องจัดแบ่งหนังสือออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกในการค้นหาและหยิบใช้ การจัด ตู้เสื้อผ้า การจัดกระเป๋าเดินทาง ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ เป็นผลงานจากทักษะการจำแนกประเภททั้งสิ้น

ทวิศักดิ์ จินดาบุรุษ และ ชงชัย ชิวปรีชา (2525 : 69) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจำแนก ประเภทว่า เป็นลักษณะหนึ่ง ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ในการทำงาน แม้แต่ในชีวิตประจำวันของกรรมการ ผู้ใช้แรงงาน ก็ยังต้องใช้ทักษะนี้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปลูกฝังทักษะการจำแนกประเภทให้เกิดขึ้น ในตัวเด็ก

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531:182) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการจำแนกประเภทว่าเป็นกระบวนการ ที่จะจัดวัตถุ หรือเหตุการณ์ประเภทต่าง ๆ (พวก กลุ่ม หมู่ เหล่า ชนิด สกุล) ตั้งแต่ 2 ประเภท ขึ้นไป ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งนี้ อาจถือตามลักษณะแห่งความเหมือน ความสัมพันธ์ภายใน หรือประโยชน์ใช้สอยอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นหลัก เช่น วัสดุรูปร่าง ขนาด พื้นที่ น้ำหนัก สถานะ สี รส กลิ่น คุณสมบัติทางฟิสิกส์ คุณสมบัติทางเคมี เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับทบทวนมหาวิทยาลัย (2525 : 66) ที่ได้ให้ความหมายของการจำแนกประเภทว่า เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์จำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการศึกษาและจดจำสิ่งเหล่านี้ โดยอาศัย เกณฑ์บางอย่าง ในการจำแนกประเภท

สำหรับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 3) ได้ให้ความหมาย เกี่ยวกับทักษะการจำแนกประเภทว่า หมายถึงการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุของสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว่า อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ นอกจากนี้ สสวท.ยังได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการจำแนกประเภท ดังนี้

1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้
2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่กำหนดเอง
3. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

จากผลการวิจัยของ รัชต์ ต้นศิริ (2514:27-28) ซึ่งได้ศึกษาถึงพัฒนาการของเด็กนักเรียน สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัด ในด้านการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสี และรูปร่าง พบว่า อายุมีความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ใช้จำแนกการจำแนกกล่าวคือเด็กนักเรียนอายุ 6 ปี จะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสี เป็น เกณฑ์

ส่วนเด็กอายุ 7 ปี จะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีและรูปร่างเป็นเกณฑ์ ไม่ต่างกัน แต่ในอายุ 7-12 ปี จะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยรูปร่างเป็นเกณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับ สุกชัย ตันศิริ (2520 : 86) และ มุสเซน (Mussen. 1964 : 32) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจับคู่สิ่งของของนักเรียน พบว่า เด็กอายุ 2-3 ปี จะจับคู่สิ่งของโดยอาศัยรูปร่าง ส่วนอายุ 3-6 ปี จะจับคู่โดยอาศัยสี แต่เมื่ออายุ 6 ปี ขึ้นไป จะจับคู่สิ่งของโดยอาศัยรูปร่าง อีกครั้งหนึ่ง

ผลการวิจัยของ โชค ตันศิริ (2514 : 27-28) ยังพบว่า พัฒนาการของเด็กชายและเด็กหญิง ในการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยรูปร่างมากกว่าเด็กชาย ในทางกลับกัน เด็กชายก็มีแนวโน้มในการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีเป็นเกณฑ์ มากกว่าเด็กหญิง ซึ่งไม่ตรงกับผลการวิจัยของลี (Lee. 1965 : 245) ที่พบว่า เด็กชายจะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์รูปร่างมากกว่าสี

สำหรับ ชุคแมน และ ทราบาสส์โซ (Suchman and Trabasso. 1966 : 177-178) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความพอใจในการจำแนกสิ่งของ โดยอาศัยสีและรูปร่างของเด็กในทวีปยุโรป ที่มีอายุ 3-6 ปี พบว่า เด็กอายุ 3-4 ปี จะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีเป็นเกณฑ์มากกว่ารูปร่าง ส่วนเด็กที่อายุมากกว่านี้จะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยรูปร่างเป็นเกณฑ์ ต่อมาชุคแมน (Suchman. 1966 : 3-10) ได้ศึกษาเพิ่มเติมกับเด็กในทวีปแอฟริกา ซึ่งมีอายุ 3-15 ปี พบว่า เด็กทุกระดับอายุ จะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีมากกว่ารูปร่าง จากผลการวิจัยจะเห็นว่า เด็กในทวีปยุโรปซึ่งมีความเจริญด้านอุตสาหกรรม จะสนใจจำแนกสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์สีและรูปร่าง ส่วนเด็กในทวีปแอฟริกา ซึ่งมีสภาพสังคมล่าหลัง จะสนใจจำแนกสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์สีอย่างเดียว ส่วน ยอร์จ และ ไดเอตซ์ (George and Dietz. 1971 : 277-283) พบว่า นักเรียนเกรด 2 และเกรด 3 ทั้งในเมืองและชนบท ซึ่งได้รับการศึกษาในโรงเรียนมากกว่านักเรียนเกรด 2 จะจำแนกหมวด โดยอาศัยเกณฑ์ความสูงของหมวดมากกว่ารูปร่าง ดังนั้น จะเห็นว่าสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการจำแนกของเด็กเป็นอย่างยิ่ง

เซอปเปิล (Serpell. 1969 : 1-8) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพอใจในการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีและรูปร่าง พบว่า เด็กที่เข้ารับการศึกษานในโรงเรียนจะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยรูปร่างเป็นเกณฑ์ตามระดับอายุที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ผู้ที่ไม่ได้เข้ารับการศึกษานในโรงเรียนจะจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีมากกว่ารูปร่าง ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยอร์จ และ ไดเอตซ์ (George and Dietz. 1971 : 277-283) ที่ได้ศึกษาการจำแนกประเภทของนักเรียนเกรด 1-3 ซึ่งเป็นนักเรียนในเมือง และในชนบท พบว่านักเรียนเกรด 2 และเกรด 3 ทั้งในเมืองและในชนบท ซึ่งได้รับการศึกษานในโรงเรียนมากกว่านักเรียนเกรด 1 จะจำแนกหมวด โดยอาศัยเกณฑ์ความสูงของหมวดมากกว่ารูปร่าง

จากความหมายของการจำแนกประเภทดังกล่าว สรุปได้ว่า การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก หรือเรียงลำดับของวัตถุ หรือสิ่งที่ย่อยปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ซึ่งอาจจะใช้เกณฑ์ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นหลัก เช่น รูปร่าง ขนาด สี รส กลิ่น เป็นต้น

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับทักษะการจำแนกประเภท พบว่าเพศไม่มีผลต่อทักษะการจำแนกประเภท ไม่ว่าเพศชายหรือหญิง จะมีทักษะการจำแนกประเภทไม่ต่างกัน แต่เพศชายจะมีแนวโน้มในการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีเป็นเกณฑ์มากกว่าเพศหญิง ซึ่งเพศหญิงมีแนวโน้มในการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยรูปร่างเป็นเกณฑ์มากกว่าเพศชาย

ซึ่งจะเห็นว่า อายุ สภาพแวดล้อม การศึกษามีผลต่อทักษะการจำแนกประเภท กล่าวคือนักเรียนที่มีอายุมากกว่า อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความเจริญทางด้านอุตสาหกรรม และได้รับการศึกษาในโรงเรียน จะจำแนกสิ่งของโดยใช้รูปร่างเป็นเกณฑ์มากกว่าใช้สีเป็นเกณฑ์ สำหรับนักเรียนที่มีอายุน้อยกว่า หรืออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ยังไม่เจริญ หรือไม่ได้รับการศึกษาในโรงเรียน จะจำแนกประเภทสิ่งของโดยใช้สีเป็นเกณฑ์มากกว่าใช้รูปร่างเป็นเกณฑ์

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 4) ได้ให้ความหมายของคำว่า สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ตัวอย่างเช่น เมื่อตัดทรงกระบอกในลักษณะทแยง จะเกิดพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงรี ถ้าตัดตามขวางจะเกิดเป็นรูปวงกลม ถ้าตัดตามยาวจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และความสัมพันธ์ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ตัวอย่างเช่น เสาธงอยู่หน้าอาคารเรียนบอกได้ว่า เสาธงอยู่ทางทิศไหนของอาคารเรียน หรืออาคารเรียนอยู่ทางทิศไหนของเสาธง เป็นต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา ตัวอย่างเช่น เรือลำหนึ่งแล่นด้วยความเร็ว 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ไปทางทิศใต้ หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา ตัวอย่างเช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนไปในเวลา 1 สัปดาห์ เป็นต้น

ดังนั้น การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและเวลา จึงเป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูป 1 มิติ 2 มิติ และ 3 มิติ รวมทั้งความสามารถในการระบุรูปทรงต่าง ๆ ขนาด

ตำแหน่ง และทิศทางเคลื่อนที่ของวัตถุที่เวลาต่างกัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นพื้นฐานของการศึกษาเรื่องอื่น ๆ เช่น การบอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุเมื่อเทียบกับสิ่งอื่น ๆ การศึกษาความสัมพันธ์ของสัตว์และพืช การศึกษาภาคตัดขวาง และภาคตามยาวของเซลล์สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในวิชาชีววิทยา การศึกษาเกี่ยวกับผลึกของสารต่าง ๆ ในวิชาเคมี สิ่งเหล่านี้ ล้วนอาศัยทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลาทั้งสิ้น (วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพ์พันธ์์ เดชะคุปต์. 2532 : 96)

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 4) ยังได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ดังนี้

1. ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 2 มิติ ที่กำหนดมาให้ได้
2. วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดมาให้ได้
3. บอกชื่อของรูป และรูปทรงเรขาคณิตได้
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้
 - 4.1 ระบुरुป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ
 - 4.2 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ)

ที่เป็นต้นกำเนิดของเงา

- 4.3 เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น
- 4.4 บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
5. บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้
6. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศของอีกวัตถุหนึ่ง
7. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้าย หรือขวาของกันและกันได้

8. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
9. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

จากความหมายของ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลาสรุปได้ว่า สเปสของวัตถุใด หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะ เป็นรูปร่างลักษณะ เช่นเดียวกับวัตถุนั้น

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การสื่อความหมายเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญ ไม่ว่าเฉพาะแต่ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่เป็นกระบวนการที่สำคัญในทุกกิจกรรม การสื่อความหมายที่สั้นแต่แจ่มชัด ครบถ้วนไม่กำกวมเป็นรากฐานที่สำคัญในทางด้านวิทยาศาสตร์ แนวความคิดหรือผลการค้นคว้าต่าง ๆ จะมีคุณค่าน้อยมาก ถ้าผู้คิดหรือผู้ทดลองกันคิดว่า เข้าใจแต่เพียงผู้เดียว แต่ไม่สามารถสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ หรือปฏิบัติตามได้ (ทวิศักดิ์ จินตานุรักษ์ และ ธงชัย ชิวปรีชา. 2525 : 146)

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 191) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับสื่อความหมาย ว่าเป็น การนำข้อมูลมาจัดการทำใหม่ เช่น จัดเรียงใหม่ จัดทำเป็นตารางความถี่ จัดจำแนกประเภทเป็นหมวดหมู่ มีการคำนวณหาค่าบางอย่าง แล้วจึงเลือกสื่อ หรือรูปแบบที่จะถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว การสื่อความหมายในรูปแบบใดก็ตาม ควรจะต้องคำนึงถึงความชัดเจนสมบูรณ์ ความถูกต้องแม่นยำ ความไม่กำกวมและความกระชับรัด

ทพวงมหาวิทยาลัย (2525 : 70) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการสื่อความหมาย คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง จากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น จนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป ซึ่งคล้ายคลึงกับ สมชัย ภิรมล และคนอื่นๆ (2525 : 175) ที่ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการสื่อความหมายว่า เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง มาจัดกระทำใหม่โดยวิธีการต่าง ๆ แล้วจึงเสนอหรือแสดงให้ผู้อื่นเข้าใจ การสื่อความหมายที่ดีจะต้องสั้นและเข้าใจง่าย

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2530 : 164) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 8) ได้ให้ความหมายของการสื่อความหมายคล้ายคลึงกันว่า หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ เขียนและบรรยาย ซึ่งสอดคล้องกับ วรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2532 : 60) ได้ให้ความหมายของทักษะการสื่อความหมายนี้ เป็นทักษะพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของการสื่อความหมาย แสดงการสื่อความหมายโดยวิธีต่าง ๆ เช่น บรรยาย แผนภาพ แผนผัง ใดอะแกรม ตาราง วงจร สมการ กราฟ ได้จนเป็นความชำนาญหรือเป็นทักษะ

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 8-9) ยังได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ดังนี้

1. เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
2. บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้
3. ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
4. บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระหัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

สำหรับ สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 192-195) ได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ดังนี้

1. สามารถบรรยายรูปร่างลักษณะ และคุณสมบัติของวัตถุได้ จนผู้ฟังสามารถชี้ หยิบ จับ หรือ บอกวัตถุนั้นได้ถูกต้อง
2. สามารถบรรยายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ รดยาให้นักเรียน ทำกิจกรรมอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ แล้วให้นักเรียนสังเกต แล้วเขียนบรรยายเพื่อคนอื่นที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรม อ่านแล้วเข้าใจ
3. สามารถเขียนแผนผัง แผนที่ วงจรของวัตถุ เครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบของการทำงานของสิ่งต่าง ๆ ได้
4. มีความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลและเลือกสื่อ เพื่อเสนอข้อมูล ให้อยู่ในรูปแบบใหม่ ที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลมาจัดกระทำใหม่ แล้วนำเสนอข้อมูลนั้น ๆ ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ วงจร กราฟ เขียนบรรยาย ฯลฯ เพื่อสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจชัดเจน รวดเร็วยิ่งขึ้น

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

การทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั้น วิถีเส้นสุดอยู่ที่การมีข้อมูลหรือข้อเท็จจริงเท่านั้น แต่จะมีการกระทำทางความคิดที่อยู่เลยข้อมูลขึ้นไปอีกขั้นหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อการหาความหมายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และข้อสรุปต่าง ๆ ซึ่งเรียกว่า การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ซึ่งการลงความคิดเห็นจากข้อมูลเป็นการกระทำที่อยู่เหนือข้อมูล กล่าว อยู่เหนือข้อมูลนี้ หมายความว่า ไม่ใช่เป็นแต่เพียงการสังเกต แต่เป็นการใช้ปัญญาองความหมายต่าง ๆ (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531 : 200)

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และ ธงชัย ชิวปรีชา (2525 : 165) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการลงความคิดเห็นจากข้อมูลสอดคล้องกันว่า หมายถึง การอธิบาย หรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเข้ามาช่วย ซึ่งสอดคล้องกับ วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เตชะกุบต์ (2532 : 11) ที่กล่าวถึง การลงความคิดเห็นจากข้อมูลว่าเป็น การอธิบายผลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้เดิม ประสบการณ์เดิมและเหตุผล หรือเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไปด้วย เป็นการตอบเกินข้อมูล ที่ได้จากการสังเกต ซึ่งมีความแตกต่างจากการสังเกตโดยชัดเจน กล่าวคือ การสังเกตเป็นเพียงใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เข้าไปสัมผัสกับวัตถุหรือเหตุการณ์เท่านั้น การลงความคิดเห็นจากข้อมูลอาจถูกหรือผิด ขึ้นกับเงื่อนไข ต่อไปนี้

1. ปริมาณและความกว้างของข้อมูล
2. ความถูกต้องของข้อมูล
3. ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความเห็น
4. ความสามารถในการมองเห็น

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 200) ยังได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ทำให้เกิดความสับสนมีอยู่ 2 กระบวนการ คือ การสังเกตกับการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ซึ่งการสังเกตนั้นมีจุดมุ่งหมายที่จะค้นหาข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นการค้นหาเนื้อหาสาระของวิทยาศาสตร์ในระดับที่ 1 ส่วนการลงความคิดเห็นจากข้อมูลนั้น มีจุดมุ่งหมายที่จะค้นหาความหมายของข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ ซึ่งเป็นการค้นหาเนื้อหาสาระของวิทยาศาสตร์ในระดับที่ 2 และความคิดที่ได้ออกมานั้น จะไม่ก้าวเลยไปถึงสิ่งที่คิดว่าจะเกิดมาในอนาคต เพราะถ้าก้าวเลยไปถึงอนาคต การคิดเช่นนี้จะกลายเป็นการพยากรณ์ และการอธิบายข้อมูลต่าง ๆ เพื่อลงความคิดเห็นจากข้อมูลนั้น มิใช่การเดาสุ่ม (Guess) เพราะการเดาสุ่มนั้นเป็นการคิดอย่างไม่มีหลักการ ขาดเหตุผลและหลักฐานสนับสนุน แต่การลงความคิดเห็นจากข้อมูลจะต้องใช้เหตุผลอธิบาย และอ้างอิงโดยยึดหลักการทางวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์เดิมที่เคยผ่านมาแล้ว นอกจากนี้ ธีระชัย บุรณชิต (2517 : 47) ยังได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการสังเกตและการลงความคิดเห็นจากข้อมูลในลักษณะเดียวกันอีกว่า การสังเกตนั้นเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ไปสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการศึกษาแล้วได้ข้อเท็จจริงปลีกย่อย หรือรายละเอียดของสิ่งนั้นขึ้นมา ส่วนการลงความคิดเห็นจากข้อมูลนั้น ไม่ได้ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 แต่อย่างใด แต่เป็นการใช้ความคิดและประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องไปมองดูข้อมูลนั้นว่า ให้ความหมายอะไรแก่เราบ้าง

เกกา (Gega.1977 : 53-54) ได้จำแนกการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การลงสรุปจากข้อมูล
2. การบอกสาเหตุเป็นนัย ๆ หรือการชี้แนะทางอ้อม
3. การพยากรณ์ข้อมูล

สำหรับ วูดเบิร์น และ โอเบิร์น (Woodburn and Oburn, 1965 : 37) ได้พูดถึงการลงความคิดเห็นจากข้อมูลว่า การลงความคิดเห็นจากข้อมูลนั้นมีตั้งแต่ง่ายที่สุด คือการเชื่อมโยงความคิดเห็นหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน จนถึงระดับการตั้งสมมติฐาน การหาความสัมพันธ์ เป็นกฎหรือหลักการ จนกระทั่งถึงการพยากรณ์จากสิ่งที่รู้แล้วไปหาสิ่งที่ยังไม่รู้

ในเรื่องการลงความคิดเห็นจากข้อมูลนั้น สมชัย ภิรมล และคนอื่นๆ (2525 : 235-236) ได้ให้ข้อสังเกต 4 ประการดังนี้

1. ในการลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกัน คนสังเกตคนเดียวกัน อาจจะมีความคิดเห็นได้หลายอย่าง เช่น เราตื่นนอนแล้วมองไปนอกหน้าต่าง เห็นสนามหญ้าเปียก ตามต้นไม้ใบหญ้ามีหยดน้ำค้าง เกาะ หยดน้ำมาจากไหน เราอาจจะลงความคิดเห็นว่า เมื่อคืนนี้ฝนตก (แต่เราไม่รู้เพราะนอนหลับหรือคนงานรดน้ำสนามหญ้า แต่เราก็ไม่เห็น) ซึ่งความคิดแต่ละอย่างมีโอกาที่จะเป็นไปได้นั้น

2. การลงความคิดเห็นชุดเดียวกัน แต่หลายคน อาจจะมีความคิดเห็นแตกต่างกันเช่น เห็นรถยนต์จอดอยู่ แล้วมีคน 2 คน เปิดกระโปรงรถดู บางคนอาจจะลงความเห็นว่ายเครื่องยนต์คงจะเสีย บางคนคิดว่าเพื่อต้องการจะโชว์เครื่องยนต์ให้ดู เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นว่าข้อมูลชุดเดียวกันแต่ก็ไม่จำเป็นต้องมีความเห็นเหมือนกัน ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญมากของนักวิทยาศาสตร์ คือ การเป็นผู้มีใจกว้าง ยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่น และระลึกเสมอว่า ความคิดเห็นของคนอื่นอาจมีส่วนถูกไม่น้อยไปกว่าความคิดเห็นของตนเอง

3. การลงความคิดเห็นจากข้อมูลเป็นสิ่งที่ยังไม่มั่นใจ อาจถูกหรือผิดก็ได้ การลงความคิดเห็นจากข้อมูลเป็นกระบวนการคิดหาคำตอบของปัญหาที่สงสัยเท่านั้น ไม่มีการทดลองหรือพิสูจน์ว่าคำตอบนั้นเป็นจริง ถูกต้องหรือไม่ ซึ่งต่างจากข้อสรุป จะน่าเชื่อถือกว่า เพราะการลงข้อสรุปมีพื้นฐานมาจากข้อมูลซึ่งได้จากการทดลอง สามารถยืนยันคำตอบของปัญหาที่สงสัย (สมมติฐาน) ได้ และผลที่ได้จากการทดลองหรือทดสอบก็จะกลายเป็นข้อสรุปที่เชื่อถือได้

4. การสังเกตหลาย ๆ ครั้ง สังเกตอย่างละเอียดถี่ถ้วน ยิ่งได้ข้อมูลมากและกว้างขวางเท่าใด ก็ยิ่งทำให้การลงความคิดเห็นจากข้อมูลนั้นน่าเชื่อถือหรือถูกต้องยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 209) ยังให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่เชื่อถือได้นั้น ขึ้นอยู่กับเงื่อนไข 4 ประการ คือ

1. ความถูกต้องของข้อมูล ถ้าข้อมูลไม่ถูกต้อง การลงความคิดเห็นจากข้อมูลก็จะไม่ถูกต้องด้วย
2. ความกว้างของข้อมูล ถ้าเรามีข้อมูลมาก หลักฐานเพียงพอ โอกาสของการลงความคิดเห็นจากข้อมูลก็จะถูกต้องยิ่งขึ้น
3. ประสบการณ์เดิมของการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ถ้าประสบการณ์เดิมเคยพบเหตุการณ์นั้น ๆ มาหลายครั้ง และน่าเชื่อถือ โอกาสที่จะลงความคิดเห็นจากข้อมูลถูกต้องก็มาก
4. ความสามารถในการมองเห็นของผู้ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ซึ่งจะสามารถใช้หลักฐานที่เห็นให้เป็นประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใด และสามารถล่วงความจริงจากหลักฐานนั้นได้มากน้อยเพียงใด จะเห็นว่า การลงความคิดเห็นจากข้อมูลของแต่ละบุคคลก็จะแตกต่างกันออกไป และการลงความคิดเห็นจากข้อมูลของผู้ใด จะเป็นที่น่าเชื่อถือมากที่สุดก็ขึ้นอยู่กับเงื่อนไข 4 ประการ ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น

จากความหมายและข้อเสนอแนะดังกล่าว สรุปได้ว่า การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมเข้าช่วย การลงความคิดเห็นจากข้อมูลเป็นสิ่งที่ยังไม่มั่นใจ อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ แต่ละคนอาจลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันต่างกัน เนื่องจากมีประสบการณ์และความรู้เดิมมาต่างกัน แต่จะต้องเป็นไปอย่างสมเหตุสมผลกับข้อมูลที่สังเกตได้

ทักษะการพยากรณ์

เราทราบมาแล้วว่า การลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นการหาความหมายของข้อมูลโดยมองจากปัจจุบัน (ผล) ย้อนกลับไปหาอดีต (เหตุ) จากปรากฏการณ์ที่พบเห็น เพื่อว่ามันมีสาเหตุมาจากอะไร แต่การพยากรณ์นี้ตรงกันข้าม เพราะเป็นการมอง (ข้อมูล) จากปัจจุบันไปสู่สิ่งที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต (ผล) ตัวอย่างเช่น ชาวนาสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าว่า เมื่อต้นฤดูหนาว ถ้าลักษณะดินฟ้าอากาศเป็นอย่างนี้แล้ว ผลการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะเป็นอย่างไร การที่ชาวนาสามารถพยากรณ์ผลผลิตได้ ก็เพราะว่าชาวนามีประสบการณ์เกี่ยวกับดินฟ้าอากาศ และผลผลิตมาเป็นเวลาหลายปี มองเห็นลักษณะและแนวโน้มระหว่างปริมาณน้ำฝนกับผลผลิตว่า เกี่ยวข้องกันอย่างไร และใช้ลักษณะการนี้เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์

ทพวงมหาวิทยาลัย (2525 : 74) และสมชัย รัตต และคนอื่น ๆ (2525 : 210) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการพยากรณ์สอดคล้องกันว่า หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้น ๆ มาช่วย การทำนายอาจทำได้ 2 แบบคือ

การทำนายภายในขอบเขตข้อมูล (Interpolating) และการทำนายภายนอกของขอบเขตข้อมูล (Exterpolating) วรวิภา รอดแรงคำ และ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2532 : 79) ได้กล่าวลักษณะของการพยากรณ์ไว้ คือ การพยากรณ์นั้นมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ตลอดเวลา ตัวอย่าง เช่น การพยากรณ์อากาศจากวิทยุโทรทัศน์ และหนังสือพิมพ์ การพยากรณ์ในเรื่องเศรษฐกิจ การเมือง และการปกครอง ซึ่งความหมายของการพยากรณ์คือ การทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือข้อมูลจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ในเรื่องนั้นหรือข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ หรือจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความจริง หลักการ กฎ ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ การพยากรณ์ที่แม่นยำเป็นผลจากการสังเกตที่รอบคอบ การวัดที่ถูกต้อง การบันทึก และการจัดกระทำข้อมูลอย่างเหมาะสม การพยากรณ์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูล หมายถึง การคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่อยู่ภายในขอบเขตของข้อมูลที่สังเกตหรือวัดได้
2. การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูล หมายถึง การคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่มีมากกว่าหรือน้อยกว่าขอบเขตของข้อมูลที่สังเกตหรือวัดได้

การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล จะเชื่อถือได้มากกว่าและมีความผิดพลาดน้อยกว่าการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูล

แสตฟฟอร์ด และคนอื่น ๆ (Stafford and others 1977:5) ได้ให้ความหมายของการพยากรณ์ไว้ว่า เป็นการคาดคะเนล่วงหน้า โดยอาศัยกฎเกณฑ์หรือรูปแบบที่มีอยู่แล้ว เป็นเครื่องมือเช่นเดียวกับสุวัณท์ นิยมกำ (2531 : 233) ที่ให้คำนิยามของการพยากรณ์ว่า การพยากรณ์เป็นการคาดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่พบในปัจจุบันเป็นตัวบอกเหตุ และใช้หลักการทั่วไปหรือประสบการณ์เดิมที่เคยพบเห็นมาแล้ว เป็นเครื่องมือในการคาดเหตุการณ์

อนันต์ จันทร์ทวี (2525 : 177) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการพยากรณ์ว่า หมายถึง การคาดคะเนคำตอบ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้ศึกษามาแล้ว หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กัน ผลการทำนายจะถูกต้อง แม่นยำเพียงใด เป็นผลมาจากการสังเกตอย่างรอบคอบ และการวัดที่ถูกต้องด้วย

เอ็กเกน และคนอื่น ๆ (Eggen and others 1979:24) ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการพยากรณ์ว่า จะต้องใช้หลักการทั่วไปเป็นเครื่องมือ การพยากรณ์นั้นจะดูจากเหตุการณ์หรือการสังเกตกรณีเฉพาะอย่างครั้งเดียวเท่านั้น แล้วก็สามารถคาดการณ์ว่า สิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาจะเป็นอะไร การพยากรณ์จะเชื่อถือได้นั้น ขึ้นอยู่กับหลักการทั่วไปที่ใช้เป็นเครื่องมือ

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 11) ได้ให้ความหมายของการพยากรณ์ว่า เป็นการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำให้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับ การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ และยังได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการพยากรณ์แล้ว ดังนี้

1. การพยากรณ์ทั่วไป พยากรณ์ผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่ได้
2. การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ
 - 2.1 พยากรณ์ผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
 - 2.2 พยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

การพยากรณ์ที่จะให้ผลแม่นยำที่สุด คือ การพยากรณ์ที่ตัวแปรอื่น ๆ ถูกควบคุมให้คงที่หมด ให้เปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเท่านั้น และถือว่าการพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลมีพื้นฐานในการพยากรณ์ เชื่อถือได้มากกว่าการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล และการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลนั้น ยิ่งห่างจุดที่สังเกตสุดท้ายมากเท่าไร ก็จะเชื่อถือได้น้อยลงเท่านั้น อย่างไรก็ตาม การพยากรณ์ทั้ง 2 แบบนี้ จะมีความถูกต้องแม่นยำก็ต่อเมื่อความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกตได้เป็นระบบระเบียบแน่นอน

การพยากรณ์มีประโยชน์มากในทางวิทยาศาสตร์ การที่นักวิทยาศาสตร์พยายามหากฎเกณฑ์หรือหลักการของธรรมชาตินั้น วัตถุประสงค์ก็เพื่อนำไปพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น เพื่อที่จะได้ทำการควบคุมและป้องกันอันตรายจากธรรมชาติได้

จากความหมายของการพยากรณ์ดังกล่าว สรุปได้ว่า การพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนเหตุการณ์ล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูล หลักการ กฎ ทฤษฎี และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ซึ่งมีการคาดคะเนทั้งการพยากรณ์ภายในและภายนอกขอบเขต ซึ่งการพยากรณ์ภายในขอบเขตจะผิดพลาดน้อยและมีความเชื่อมั่นสูงกว่าการพยากรณ์ภายนอกขอบเขต

ทักษะการตั้งสมมติฐาน

สมมติฐานเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูลประเภทหนึ่ง ซึ่งข้อแถลงจะอยู่ในรูปของข้อสรุปรวมเชิงหลักการทั่วไป ข้อแถลงนี้ยังไม่สามารถนำไปพยากรณ์ได้ และยังไม่ใช้หลักการวิทยาศาสตร์ เพราะมันยังไม่ผ่านการทดสอบยืนยัน สภาพของมันจึงเป็นเพียงหลักการวิทยาศาสตร์ชั่วคราวที่ยกสร้างขึ้น เพื่อ

รอกการทดสอบต่อไป ดังตัวอย่างของข้อแกลงชุดที่ 1 และชุดที่ 2

ชุดที่ 1 พืชสีเขียวต้องการแสงแดด และอากาศในการดำรงชีวิต

ชุดที่ 2 ต้นมะม่วงต้องการแสงแดด น้ำ และอากาศในการดำรงชีวิต

จากตัวอย่างชุดที่ 1 ข้อแกลงจะพูดถึงสิ่งทั่ว ๆ ไป ไม่เจาะจงว่าจะเป็นรายหนึ่งรายใด อยู่ในรูปของข้อสรุปรวมเชิงหลักการทั่วไป อาจจะจริงหรือไม่ก็ได้ เพราะยังไม่มีทดสอบยืนยัน

สำหรับชุดที่ 2 ข้อแกลงจะพูดถึงสิ่งจำเพาะราย ซึ่งอาจจะจริงหรือไม่ก็ได้ เพราะยังไม่มีทดสอบเช่นกัน อย่างนี้ไม่จัดเป็นสมมติฐาน (ถ้าเป็นก็เป็นสมมติฐานที่เริ่มตั้งไว้ก่อน เพื่อจะได้ขยายขอบเขตให้กว้างขวางออกไป) เพราะฉะนั้นคุณสมบัติหลักของสมมติฐานก็อยู่ที่ความเป็นข้อสรุปเชิงหลักการทั่วไปของข้อแกลงนั้น

ฟิชเชอร์ (Fischer.1975 : 47) ให้ความหมายเกี่ยวกับสมมติฐานว่า เป็นเพียงข้อสรุปทั่วไปอันหนึ่ง (Generalized concept) ซึ่งมีหลักฐานสนับสนุนอยู่บ้างเพียงเล็กน้อยและมันต้องการทดสอบหาความจริงต่อไป เช่นเดียวกับ ทรอจคัก (Trojcek.1979 : 166) ซึ่งได้ให้ความหมายของการตั้งสมมติฐานไว้ว่า สมมติฐานจะเป็นข้อแกลงทั่ว ๆ ไป ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบต่าง ๆ ในเหตุการณ์นั้น ๆ ข้อแกลงเชิงหลักการทั่วไปนี้จะครอบคลุมถึงเหตุการณ์ทุกอย่างในลักษณะเดียวกัน แม้ว่าบางเหตุการณ์เราจะไม่ได้สังเกตเห็นก็ตาม ถ้าตัวอย่างที่เราพบเห็นมีมากเท่าใด ก็จะสามารถสร้างสมมติฐานได้หนักแน่นขึ้นเท่านั้น สมมติฐานยังเป็นเรื่องของการตั้งเพื่อเลือกอยู่ และต้องการจะทดสอบความจริงต่อไป ส่วน เอ็กเกน และคนอื่น ๆ (Eggen and others 1979:27) ก็ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับสมมติฐานในตนเองเดียวกันว่า โดยรูปแบบแล้วสมมติฐานเป็นส่วนหนึ่งของการลงความคิดเห็นเชิงหลักการทั่วไป สมมติฐานจะต่างกับการลงความเห็นข้อมูลเชิงหลักการทั่วไปตรงที่การสร้าง เพราะการลงความเห็นเชิงหลักการทั่วไปมีข้อมูลเพียงพอแล้วส่วนสมมติฐานสร้างจากข้อมูลที่มีอยู่ยังไม่เพียงพอ แต่ก็ยังพอมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในข้อมูลนั้น และต้องการทดสอบต่อไป เมื่อทดสอบได้ว่าถูกต้องแล้ว สมมติฐานนั้นก็จะกลายเป็นหลักการทั่วไป

สำหรับ สุวัณท์ นิยมคำ (2531 : 217-218) ได้ให้คำจำกัดความของสมมติฐานคล้ายคลึงกับที่กล่าวมาแล้วว่า สมมติฐานนั้นเป็นข้อแกลงแบบสรุปรวมเชิงหลักการทั่วไป เพื่ออธิบายปัญหาที่เราต้องการหาคำตอบ ข้อแกลงนั้นคาดว่าจะแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์นั้น ๆ ด้วยการสร้างขึ้นมาบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีอยู่เพียงเล็กน้อย ในปัญหาหนึ่ง ๆ อาจจะมีสมมติฐานได้หลายอย่าง ซึ่งจะต้องทำการทดสอบเพื่อยืนยันความเป็นจริงต่อไป

ในทางวิทยาศาสตร์ สมมติฐานมีความสำคัญมาก เพราะมันจะช่วยชี้แนะว่าควรจะทำการศึกษาทดลอง

อย่างไร จะค้นหาข้อมูลอะไร ถ้าปราศจากสมมติฐานแล้ว การค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็จะอยู่ในความมืด

การตั้งสมมติฐาน มีใช้ตั้งท่ามกลางความว่างเปล่า สมมติฐานจะต้องตั้งจากการมีข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องนั้นอยู่บ้างพอเป็นเค้า เหมือนกับที่ กูด (Good.1972 : 57) ได้กล่าวว่า "นักวิทยาศาสตร์จะรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต แล้วใช้วิธีอุปมานสร้างสมมติฐานขึ้น" ดังนั้น สมมติฐานไม่ใช่สิ่งที่เดาขึ้นลม ๆ แล้ง ๆ แต่จะต้องมีข้อมูลพอเห็นเป็นแนวทางพอสมควร ถึงแม้ว่าข้อมูลจะไม่เพียงพอก็ไม่ใช่ไร และการตั้งสมมติฐานนั้นจะต้องอยู่ในวงแคบหรือกว้างก็ได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษาและกลุ่มตัวอย่าง (Sample) ที่เรานำมาใช้ว่าจะเป็นตัวแทนของประชากร (Population) เพียงใดถ้าเราต้องอยู่ในวงแคบเฉพาะเจาะจง เพียงแต่สิ่งที่เราต้องศึกษา ข้อสรุปที่ได้ก็จะอยู่ภายในวงจำกัด ซึ่งเรามักจะตั้งสมมติฐานให้อยู่ในวงกว้างเพื่อที่จะได้ข้อสรุปเป็นหลักการทั่วไป หรือหลักการใหญ่ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พยายามจะศึกษาหลักการทั่วไปมากกว่าความรู้เฉพาะสิ่ง

สำหรับ สมชัย โกลล และคนอื่นๆ (2525 : 257) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง เป็นข้อสันนิษฐานที่คาดคะเนว่าปัญหานั้นน่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร หรือเป็นการคาดคะเนว่า ผลการวิจัยจะออกมาในรูปใด หรืออาจจะกล่าวได้ว่า การตั้งสมมติฐานก็คือ การเดา การทายเหตุของปัญหาและผลที่จะได้รับจากการวิจัย

นอกจากนี้ ควินน์ และ ยอร์จ (Quinn and George.1975 : 289-296) ได้ทำการวิจัยเพื่อที่จะประเมินผลวิธีการสอน การสร้างสมมติฐานของเด็กในระดับประถมศึกษา พบว่า

1. นักเรียนได้รับการสอนการสร้างสมมติฐาน จะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานที่มีคุณภาพดีกว่าพวกที่ไม่ได้รับการสอน
2. สมรรถภาพทางสังคม สติปัญญา คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการอ่าน และเพศ มีผลต่อการตั้งสมมติฐาน กล่าวคือ นักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดี จะมีทักษะการสร้างสมมติฐานดีกว่านักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ และนักเรียนที่มีสติปัญญาดี มีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูง มีความสามารถในการอ่านสูง จะมีทักษะการสร้างสมมติฐานดีกว่านักเรียนที่มีสติปัญญาไม่ดี คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีความสามารถในการอ่านน้อย และยังพบว่า นักเรียนหญิงที่มีสถานภาพทางสังคมต่ำ จะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานต่ำกว่านักเรียนชาย แต่นักเรียนหญิงที่มีสถานภาพทางสังคมสูงจะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานดีกว่านักเรียนชาย

จากความหมายของการตั้งสมมติฐานดังกล่าว สรุปได้ว่า การตั้งสมมติฐานก็คือ การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

คำตอบที่เกิดไว้ล่วงหน้า ไม่จำเป็นต้องถูกต้องเสมอไป อาจจะเป็นจริงทั้งหมด หรืออาจเป็นจริงบางส่วน หรือไม่เป็นจริงทั้งหมดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้าน สมมติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนสมมติฐานจะเขียนเป็นข้อความประโยคบอกเล่า ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ถ้าเรามีปัญหาว่า "การเจริญเติบโตของพืชต้องการปุ๋ย น้ำ และแสงแดด จริงหรือไม่" เรา จึงตั้งสมมติฐานขึ้นเพื่อหาคำตอบของปัญหานี้ว่า "ปุ๋ย น้ำ และแสงแดด ทำให้พืชเจริญงอกงาม" สมมติ ฐานนี้สามารถแยกได้ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเหตุ (Cause) ได้แก่ ปุ๋ย น้ำ และแสงแดด ส่วนที่เป็นผล (Effect) คือ การเจริญงอกงามของพืช ส่วนที่เป็นเหตุนี้เป็นตัวที่เราคาดว่าจะมีผลกระทบต่อส่วนที่ เป็นผล และเป็นตัวที่เราต้องการจะดูอิทธิพลของมัน เราเรียกตัวเหตุทั้งหลายนี้ว่า ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ส่วนที่เป็นผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของตัวแปรอิสระนั้น เรียกว่า ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หรือ Responding Variable) ในที่นี้ก็คือ การเจริญงอก งามของพืช ถ้าจะทำการทดสอบสมมติฐานที่กล่าวข้างต้น ก็ต้องหาพืชมาหลาย ๆ ชนิด ชนิดละหลาย ๆ ต้น และแบ่งพืชออกเป็น 2 พวกเท่า ๆ กัน และเหมือนกัน นำมาปลูกในลักษณะเดียวกัน สมมติว่า ต้องการดูผลกระทบของปุ๋ยเสียก่อนก็จะหาดังนี้

กลุ่มที่ 1 ปุ๋ย + น้ำ + แสงแดด

กลุ่มที่ 2 น้ำ + แสงแดด (ขาดปุ๋ย)

กลุ่มที่ 1 เรียกว่ากลุ่มทดลอง เพราะต้องการดูผลทดลองของปุ๋ย ส่วนกลุ่มที่ 2 เรียกว่ากลุ่ม ควบคุม (ไม่ใช่ตัวแปรที่ถูกควบคุม) ในที่นี้ น้ำและแสงแดด เป็นตัวแปรที่ถูกควบคุม (ไว้ชั่วคราว) ส่วนปุ๋ย เป็นตัวแปรอิสระ เมื่อผลการทดลองผ่านไป ปรากฏว่า ต้นไม้ในกลุ่มทดลองเจริญงอกงามกว่า ก็ สรุปได้ว่า ปุ๋ยมีผลกระทบต่อความเจริญเติบโตของต้นไม้

สมชัย ภิรมล และคนอื่น ๆ (2525: 287) และทบทวนมหาวิทยาลัย (2525 : 79) มีความเห็น พ้องกันเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของตัวแปร ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรตาม (Independent Variable) คือตัวแปรที่เป็นต้นเหตุ เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่ามันจะส่งผลให้เกิด เหตุการณ์นั้น ๆ จริงหรือไม่

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวที่ขึ้นกับตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้นเมื่อตัวแปรต้นมีค่าเปลี่ยนไป ตัวแปรตามก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย

3. ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) คือตัวแปรต้นอื่น ๆ ที่เรายังไม่สนใจที่จะศึกษาซึ่งอาจจะมีผล ต่อตัวแปรต้นในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมไว้คงที่ไว้ชั่วคราวก่อน ทั้งนี้เพราะต้องการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นเพียงชนิดเดียวเท่านั้น

นอกจากนี้ สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 240) ยังได้เพิ่มเติมตัวแปรที่ 4 อีกตัวหนึ่ง นั่นคือตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrolled Variable) ซึ่งมีผลต่อการทดลองเช่นกันแต่ไม่มากนัก และเราไม่สามารถควบคุมได้ เช่น คุณภาพของเครื่องมือ

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2530 : 193) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 14) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร ดังนี้

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่ เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่ เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้น อาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรอิสระที่จะทำให้เกิดผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

จากความหมายเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปรที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม ในสมมติฐานหนึ่ง รวมถึงการควบคุมปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรอิสระที่จะทำให้เกิดผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นกระบวนการขั้นสุดยอดหรือขั้นสุดท้ายของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทดลองใด ๆ แม้ว่าจะออกแบบการทดลอง ทำการทดลองอย่างรัดกุม ได้ข้อมูลจากการทดลองอย่างละเอียด แต่ถ้าขาดกระบวนการขั้นนี้ ก็จะไม่สามารถสรุปผลการทดลองตอบรับหรือตอบปฏิเสธสมมติฐานได้ เพราะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป เป็นการมองข้อมูลในทุกแง่มุม การพิจารณาถึงความหนักแน่นของหลักฐานที่สนับสนุนหรือขัดแย้ง การตั้งเอาประสบการณ์ ความรู้ และหลักการคิดหาเหตุผลมาเป็นเครื่องมือในการตีความหมาย แล้วจึงลงเป็นข้อสรุปต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 16) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งการตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ แล้วจึงสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2530 : 202-205) ได้กล่าวถึงวิธีการลงข้อสรุป 2 วิธี คือ การลงข้อสรุปโดยการอุปมาน และอนุมาน

1. การลงข้อสรุปโดยวิธีอุปมาน เป็นการพิจารณาข้อมูลซึ่งเป็นข้อความจริงปลีกย่อย ว่าเป็นความสัมพันธ์ มีแนวโน้มไปทางเดียวกันหรือไม่ ถ้าขัดแย้งกันก็สรุปเป็นหลักการทั่วไปไม่ได้ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองใส่เนื้อสัตว์ในขวดหลเปิดฝา ดังนี้

ขวดที่ 1 เนื้อวัว (เน่า) แผลงวันมาเกาะ มีตัวหนอนเกิดขึ้น

ขวดที่ 2 เนื้อปลา (เน่า) แผลงวันมาเกาะ มีตัวหนอนเกิดขึ้น

ขวดที่ 3 เนื้อหมู (เน่า) แผลงวันมาเกาะ มีตัวหนอนเกิดขึ้น

ข้อมูลนี้ในความจริงปลีกย่อย ดังนี้

แผลงวันมาเกาะที่เนื้อวัว (เน่า) มีตัวหนอนเกิดขึ้น

แผลงวันมาเกาะที่เนื้อปลา (เน่า) มีตัวหนอนเกิดขึ้น

ข้อสรุปคือ มีตัวหนอนเกิดขึ้นที่ก้อนเนื้อเน่าเมื่อมีแผลงวันมาเกาะ

ข้อสรุปดังกล่าว เป็นเพียงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวหนอน แผลงวันและก้อนเนื้อเท่านั้น ยังไม่แน่ชัดว่าอะไรเป็นสาเหตุของการเกิดหนอน ต่อมาจึงสังเกตเห็นว่าตัวหนอนมีที่ก้อนเนื้อเท่านั้น เกิดจากไข่ของแผลงวันจึงสรุปเป็นหลักการได้ว่า "ตัวหนอนที่เกิดขึ้นที่ก้อนเนื้อเน่า เกิดจากไข่ของแผลงวัน"

จากหลักการที่ได้นี้ ยังเป็นข้อสรุปที่แคบ สามารถอุปมานเป็นหลักการในระดับกว้าง ดังนี้

ตัวหนอนเกิดจากไข่แผลงวัน ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิต

ปลาตัวเล็ก ๆ เกิดขึ้นจากไข่ปลา ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิต

ข้อมูลนี้ให้ความจริงบลิ๊กย่อย ดังนี้

ตัวหนอน ปลา ต่างก็เป็นสิ่งมีชีวิต สรุปลงเป็นหลักการทั่วไปได้ว่า "สิ่งมีชีวิต ย่อมเกิดจากสิ่งมีชีวิตด้วยกัน" การสรุปเป็นหลักการทั่วไป โดยอุปมานี้ก่อให้เกิดความรู้ใหม่ ความรู้ที่เกิดจากการอุปมานี้ หวังว่า ข้อความจริงบลิ๊กย่อยนั้น เป็นความจริงที่ยอมรับหรือใหม่ เพราะถ้าไม่จริงแล้วข้อสรุปที่ได้ แม้จะสมเหตุสมผลก็หลอยไปจริงไปด้วย และกลุ่มตัวอย่างที่นำมาสู่การสรุปมีจำนวนมาก ถ้าอยากทำให้ค่าความน่าจะเป็นนี้เชื่อถือได้มากที่สุด กลุ่มตัวอย่างจะต้องขยายวงออกไปที่มีจำนวนมากพอ

2. การลงข้อสรุปโดยวิธีอุปมาน เป็นการพิจารณาข้อเท็จจริงบลิ๊กย่อย โดยอาศัยหลักการทั่วไปเป็นหลักอ้างอิง และในการพิจารณาข้อเท็จจริงบลิ๊กย่อยนั้น มีอะไรสอดคล้องกับหลักการทั่วไปบ้าง ถ้าสอดคล้องมันจะต้องเป็นสิ่งที่อยู่ภายในขอบเขตของหลักการทั่วไป ดังนั้น การสรุปโดยวิธีอุปมาน เป็นการสรุปแบบพาดพิง เช่น

สิ่งมีชีวิต ต้องเกิดจากสิ่งมีชีวิต (หลักการทั่วไป)

มดแดงเป็นสิ่งมีชีวิต (ข้อเท็จจริงบลิ๊กย่อย)

ดังนั้นข้อสรุปคือ มดแดงต้องเกิดจากสิ่งมีชีวิต

การลงข้อสรุปโดยวิธีอุปมานนี้ ข้อสรุปที่ได้จะถูกตั้งแน่นอน เพราะเป็นข้อสรุปที่อยู่ภายใต้หลักการทั่วไปที่ยอมรับแล้ว

สมชัย โภมล และคนอื่น ๆ (2525: 319) ได้แบ่งขอบเขตของการลงข้อสรุปออกเป็น 2 ระดับ คือ

1. การสรุปในระดับแคบ (Conclusion) เป็นการสรุปให้อยู่ในเฉพาะกลุ่มตัวอย่าง หรือสิ่งที่นำมาศึกษาเท่านั้น ข้อสรุปที่ได้จะถูกตั้ง น่าเชื่อถือ

2. การสรุปในระดับกว้าง (Generalization) เป็นการสรุปเลยขอบเขตของกลุ่มตัวอย่าง เป็นการขยายกว้างไปสู่ประชากร ซึ่งข้อสรุปแบบนี้ จะให้ค่าความเชื่อถือได้น้อยกว่าการสรุปแบบแคบ

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1976 : 43) ได้แบ่งประเภทของการลงข้อสรุปได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. ลงข้อสรุป เพื่อหาหน้าที่เฉพาะของหน่วยใดหน่วยหนึ่ง ในระบบอันหนึ่ง (Unit Explanation)

2. ลงข้อสรุป เพื่อหากระบวนการทำงาน และรูปแบบของระบบอันหนึ่ง (Pattern Explanation)

3. ลงข้อสรุปเพื่อหาการจัดประเภทใหม่ของสิ่งต่าง ๆ (Classification)
4. ลงข้อสรุปเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ (Correlation)
5. ลงข้อสรุปเพื่อหาความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลต่อกัน (Causal Explanation)

จากความหมาย การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปดังกล่าวแล้ว สรุปได้ว่าการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ แล้วสรุปเป็นหลักการ โดยอาศัยความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งบางครั้งต้องใช้ทักษะการสังเกต หรือการกำหนดช่วย การลงข้อสรุปใหญ่ ๆ มี 2 วิธี คือ ลงข้อสรุปโดยวิธีอุปมานและอนุมาน การลงข้อสรุปแบบอนุมานถูกต้องแน่นอนกว่าวิธีอุปมาน เนื่องจากการลงข้อสรุปแบบอนุมาน เป็นการสรุปพาดพิงถึงหลักการทั่วไป

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ในการใช้ภาษาสื่อความหมาย ไม่ว่าจะเป็นภาษาพูดหรือเขียนก็ตาม ข้อความบางตอนเขียนไม่ชัดเจน กวากวม เข้าใจได้หลายประเด็น ในวงการศึกษามหาวิทยาลัยต่าง ๆ เช่น สังคมศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ฯลฯ ต่างก็มีคำศัพท์เฉพาะสาขาวิชานั้น ๆ ซึ่งคำศัพท์เหล่านั้นบางครั้งอยู่ในสาขาวิชาเดียวกัน ก็เข้าใจไม่ตรงกัน จึงจำเป็นต้องกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำศัพท์ให้ชัดเจนและเข้าใจตรงกัน โดยเฉพาะในวงการวิทยาศาสตร์ คำศัพท์เฉพาะ จะต้องเขียนให้ชัดเจน ไม่กำกวม จะต้องไม่ให้ตีความหมายได้หลายแง่หลายมุม คำที่ใช้ในวิทยาศาสตร์ จะต้องมีความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง (Reliability & Validity) เช่น สมมติฐานที่ว่า "การเจริญเติบโตของต้นไม้ต้องการแสงแดด" คำว่า "การเจริญเติบโต" หมายถึงอะไร ความสูงของต้นไม้ หรือการผลิดอกออกผล ซึ่งต่างก็เข้าใจไม่ตรงกัน เพื่อให้เข้าใจตรงกันได้มากที่สุด จึงจำเป็นต้องมีนิยามเชิงปฏิบัติการ (สุวัณณ์ นิยมคำ.2531 : 242-243)

แอนเดอร์สัน (Anderson.1976 : 64) ได้แบ่งการกำหนดนิยามออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การกำหนดนิยามเชิงหลักการ (Conceptual Definition) ซึ่งเป็นนิยามเชิงนามธรรม
2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Definition) ซึ่งเป็นการนิยามที่ระบุการกระทำที่เป็นรูปธรรม ซึ่งเราสามารถสังเกตได้ ส่วนสมชัย โทม และคนอื่นๆ (2525 : 341) ได้แบ่งการกำหนดนิยามออกเป็น 2 ประเภทเช่นกัน คือ

2.1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Definition) ซึ่งเป็นการให้ความหมายของคำต่าง ๆ ชัดเจน สามารถสังเกตและทดสอบได้ เช่น "ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ช่วยให้ไฟติด

เมื่อนำก้อนไม้ขีดที่จุดแดงอยู่แห่งลงไปในก๊าซนั้นแล้ว ก้อนไม้ขีดจะลุกเป็นเปลวไฟ" จากนิยามนี้จะเห็นว่า ระบุสาระสำคัญ 2 ประการ คือ

ประการแรก บอกการกระทำที่จะทดลองเพื่อทดสอบก๊าซนี้ โดยการนำก้อนไม้ขีดติดไฟ จุดแดงอยู่แห่งลงไปในก๊าซนั้น

ประการที่สอง ระบุสิ่งที่สามารถสังเกตเห็น คือ ก้อนไม้ขีดจะลุกเป็นเปลวไฟ

2.2 การกำหนดนิยามไม่ใช่เชิงปฏิบัติการ (Nonoperational Definition) เป็นการให้ความหมายขอบเขตของคำต่าง ๆ ในลักษณะทั่ว ๆ ไปให้เข้าใจตรงกัน แต่ไม่ชัดเจน จนสามารถสังเกตและทดสอบได้ เหมือนนิยามเชิงปฏิบัติการ เช่น "ออกซิเจนเป็นธาตุที่มีจำนวนอะตอม (Atomic Number) 8 และมีมวลอะตอม (Atomic Weight) 16" จะเห็นว่าการนิยามเช่นนี้ ทุกคนเข้าใจตรงกัน แต่ขาดคุณสมบัติ 2 ประการ คือ ไม่ระบุการกระทำเพื่อทดสอบ และไม่บอกสิ่งที่สังเกตได้จากการทดลอง

กีกา (Gega. 1977 : 50) กล่าวว่า "นิยามเชิงปฏิบัติการเป็นการให้คำจำกัดความโดยการบรรยายให้เห็นการกระทำที่จะทดลองได้" เช่นเดียวกับทอมมัส (2525 : 78) ที่ได้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการว่า จะต้องมียุทธศาสตร์ 2 ประการ คือ ระบุสิ่งที่สังเกต และ ระบุการกระทำที่ได้จากการวัดทดสอบหรือทดลอง ถ้านิยามใดไม่มีคุณสมบัติ 2 ประการนี้ถือว่าไม่ใช่คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

นอกจากนี้ พิสาล สร้อยธรรมา (2525 : 229) ยังได้กำหนดสาระสำคัญ 2 ประการ ของการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ

1. จะทำการทดสอบอย่างไร (บรรยายให้เห็นวิธีทดสอบในคำนิยาม)
2. จะสังเกตอะไรจากการทดสอบ (บอกสิ่งที่สังเกตไว้ตามคำนิยาม)

จากความหมายของการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ดังกล่าว สรุปได้ว่า การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติงานต้องใช้ภาษาที่รัดกุม ชัดเจน และระบุการกระทำในการที่จะทดสอบ และสิ่งที่สามารถสังเกตได้

ทักษะการทดลอง

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นตั้งอยู่บนรากฐานของการสังเกต เพื่อจะได้ข้อมูลที่จะนำไปสร้างเป็นความรู้ ซึ่งการได้ข้อมูลนั้นอาจจะได้หลายทาง เช่น จากการสังเกตปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติโดยตรงอีกทางหนึ่งอาจจะได้จากการสังเกตจากการทดลอง ฉะนั้นการทดลองจะเป็นการกระทำอย่างหนึ่ง

ที่หาให้เราได้ข้อมูลที่มีความเชื่อมั่นได้ ซึ่งข้อมูลนี้จะนำไปใช้ในการสังเคราะห์เป็นความรู้วิทยาศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2530:195) และสมชัย ภิรมล และคนอื่นๆ (2525 :366) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการทดลองที่สอดคล้องกันว่า การทดลองเป็นกระบวนการพิสูจน์เพื่อยืนยันความจริงในสิ่งที่สงสัย หรือในสิ่งที่อยากรู้คำตอบ หรือเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะเป็นจริงหรือไม่ โดยรวมเอากระบวนการต่าง ๆ มาผสมผสานกัน นับตั้งแต่การสังเกต การวัด การคำนวณ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การสื่อความหมาย การลงความคิดเห็น การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นต้น เช่นเดียวกับ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 80) ซึ่งได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการทดลอง สอดคล้องกันว่าเป็นกระบวนการที่รวมเอากระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์และการดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าเป็นจริงหรือไม่ ก่อนการทดลองนั้นจะต้องมีปัญหาก่อนแล้วจึงแยกตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหามีอะไรบ้าง จึงจะเลือกตัวแปรที่เกี่ยวข้องมาตั้งสมมติฐาน แล้วจึงออกแบบการทดลองเพื่อควบคุมตัวแปรเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม แล้วดำเนินการทดลอง

เบสท์ (Best.1970 : 140) ได้ให้ความหมายของการทดลองว่า "การทดลองเป็นวิธีการทำงานอย่างมีระเบียบและหลักการ หรือเพื่อหาคำตอบของคำถามที่ว่า ถ้าทำอย่างนี้ภายในเงื่อนไขที่ควบคุมเช่นนี้แล้วจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ผู้กระทำการทดลองจะได้ตัวแปรที่ต้องการดูผลกระทบของมันลงไปหรือไม่ก็จะจัดสภาพสิ่งแวดล้อมมาหมด แล้วสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงของวัตถุที่ถูกกระทำ หรือสังเกตดูสภาพการณ์ที่เปลี่ยนไป" ซึ่งตรงกับ คาริน และ ซันด์ (Carin and Sund.1975 : 220) ที่ให้ความหมายเกี่ยวกับการทดลองไว้ว่า "การทดลองจะต้องเป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง ซึ่งสภาพการณ์จะต้องมีการตั้งสมมติฐานขึ้น แล้วจึงมีการทดสอบสมมติฐานโดยแบ่งการทดสอบออกเป็นกลุ่มควบคุมกับกลุ่มตัวแปร นอกจากนี้ สแตฟฟอร์ด และคนอื่นๆ (Stafford and others 1977:57)ยังได้ให้ความหมายของการทดลองที่คล้ายคลึงกันอีกว่า การทดลองเป็นการสร้างเหตุการณ์หรือสถานการณ์จำลองขึ้นอย่างหนึ่งเพื่อจะได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นภายใต้การควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ หรือเพื่อทดสอบสมมติฐาน รูปแบบ หรือโมเดลที่คิดไว้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล นอกจากนี้ยังได้แบ่งประเภทของการทดลองออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การทดลองเพื่อสำรวจหาข้อมูลภายใต้การควบคุมเงื่อนไขโดยไม่ต้องมีการแบ่งกลุ่ม ควบคุมเปรียบเทียบ ซึ่งจะมีตั้งแต่การทดลองที่ง่าย ๆ ไปจนถึงยุ่งยากซับซ้อน

- 1.1 การทดลองแบบ 3 ขั้นตอน (Three-Step Attack Experiment) เช่น "น้ำแข็งจะลอยบนน้ำร้อนที่เดือดหรือไม่"

ขั้นที่ 1 ตั้งปัญหา

ขั้นที่ 2 ทำการทดลองแล้วสังเกตผล

ขั้นที่ 3 สรุป

1.2 การทดลองเพื่อสำรวจค้นหามโนคติ (Observational Investigation) และการสำรวจค้นหาการจำแนกประเภท (Classification Investigation) เช่น การหามโนคติของเซลล์ก็ให้นักเรียนดูเซลล์ของพืชหลาย ๆ ชนิด ด้วยกล้องจุลทรรศน์ แล้วบันทึกข้อมูล ก็สามารถสรุปคุณสมบัติของเซลล์ได้ หรือถ้าอยากทราบว่าพืชดอกแบ่งเป็นกี่ชนิด ก็ให้นักเรียนดูพืชดอกหลาย ๆ ชนิด สังเกตความแตกต่างแล้วจัดเข้ากลุ่มที่เหมือนกัน ก็สามารถจำแนกประเภทของพืชดอกได้

2. ทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยมีการแบ่งกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบ การทดลอง แบบนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (Control Group) กับกลุ่มทดลอง (Experimental Group) กลุ่มทดลองนี้เป็นกลุ่มที่เราใส่ตัวแปรเข้าไปเพื่อดูผลกระทบ ส่วนกลุ่มควบคุมมีไว้สำหรับเปรียบเทียบและทั้ง 2 กลุ่ม จะต้องจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมดทุกอย่างตลอดจนการทดลอง ถ้าผลการทดลองทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกัน ก็สรุปได้ว่าตัวแปรนั้นมีผล

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2530 : 196 – 197) และสมชัย ภิรมล และคนอื่น ๆ (2525 : 266) ได้แบ่งประเภทของการทดลองออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ คือ

1. การทดลองแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error Experiment) เป็นการทดลองที่ผู้ทดลองไม่มีทิศทางที่แน่นอนว่าจะหาคำตอบของปัญหานี้โดยวิธีใด อย่างไร จึงลองทำไปเรื่อย ๆ แก้ไขปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้คำตอบหรือมองเห็นวิธีการที่ถูกต้อง

2. การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ (Controlled Experiment) การทดลองนี้จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เปรียบเทียบซึ่งกันและกัน คือ

2.1 กลุ่มควบคุม (Control Group) กลุ่มนี้มีหน้าที่เปรียบเทียบกับกลุ่มทดลอง กลุ่มนี้เราสามารถควบคุมให้อยู่ในภาวะปกติทุกประการ

2.2 กลุ่มทดลอง (Experiment Group) เป็นกลุ่มที่จัดให้เหมือนกันกับกลุ่มควบคุมทุกอย่าง ผิดกันแต่เราใส่ตัวแปรที่ต้องการจะดูผลของมันเข้าไปเท่านั้น ส่วนขั้นตอนการทดลองก็จะเริ่มตั้งแต่การกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ควบคุมตัวแปร ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปว่า ยืนยันหรือคัดค้านสมมติฐานและปรับปรุงแก้ไขสมมติฐานใหม่ ถ้าผลการทดลองไม่ยืนยันสมมติฐาน

3. การทดลองแบบไม่มีการแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ (Noncontrolled Experiment) การทดลองแบบนี้มีกลุ่มทดลองเดียว เป็นการทดลองง่าย ๆ ที่จำเป็นจะต้องมีอีกกลุ่มอื่นคอยเปรียบเทียบ

ผลการทดลอง เป็นการหาคำตอบของสิ่งที่ต้องการจะรู้ โดยไม่จำเป็นต้องตั้งสมมติฐาน เช่น น้ำมีจุดเดือดกี่องศา เป็นต้น

สำหรับ สุวัณห์ นิยมคำ (2531 : 248-250) ได้สรุปประเภทของการทดลองออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การทดลองวิทยาศาสตร์ (Experiment) เป็นการทดลองที่นักเรียนยังไม่รู้คำตอบมาก่อน สิ่งที่จะสำรวจค้นหาในคืออะไร เป็นอย่างไร และจะค้นหาอย่างไร ทุกอย่างนักเรียนต้องเป็นคนค้นคิด และดำเนินการด้วยตัวเองทั้งหมด ตั้งแต่การตั้งปัญหา ทิศวิธีแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล และตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งการทดลองเช่นนี้จะฝึกให้นักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ ฝึกความอดทน อดทน และใฝ่รู้

2. การทดลองเชิงฝึกหัด (Laboratory Exercise) เป็นเพียงการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลอง และการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์เท่านั้น นักเรียนจะเป็นผู้ทำกิจกรรมตามขั้นตอน และวิธีการต่าง ๆ ที่ครูกำหนดและอธิบายไว้แล้ว เป็นการทดลองที่ทำตามคู่มือครูเป็นสิ่งที่โรงเรียนใช้กันมาก เพราะสะดวกต่อการสอน แต่ขัดกับปรัชญาวิทยาศาสตร์

3. การทดลองเชิงจำกัดการแนะแนวทาง (Guided Experiment) เป็นการทดลองที่อยู่ระหว่างกลาง สามารถนำมาใช้ในโรงเรียนได้ คือ การออกแบบการทดลองบางส่วนจะมาจากครู และบางส่วนจะมาจากนักเรียน ส่วนการปฏิบัติการทดลอง นักเรียนจะเป็นผู้ทำการทดลองเองทั้งหมด

สำหรับการที่จะนำมาใช้สอนนักเรียนนั้นได้ใช้สอนได้ทั้ง 3 ลักษณะ แต่ควรเน้นการทดลองเชิงวิทยาศาสตร์ให้มาก และข้อสำคัญกิจกรรมการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 2 ขั้นตอน คือ

1. กิจกรรมการออกแบบการทดลอง (Experiment Planning)
2. กิจกรรมการปฏิบัติการทดลอง (Experiment Performance) โดยเฉพาะการปฏิบัติการทดลองจะขาดไม่ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 15) ได้กำหนดกิจกรรมการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง ซึ่งเป็นการวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง และอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง
2. การปฏิบัติการทดลอง
3. การบันทึกผลการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

นอกจากนี้ยังได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการทดลอง ดังนี้ คือ

1. การกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม ปลอดภัยถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย
2. ระบุนอุปกรณ์และสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้
3. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม
4. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

จากความหมายของการทดลองดังกล่าว สรุปได้ว่า การทดลอง หมายถึง การพิสูจน์เพื่อยืนยันความจริงในสิ่งสงสัย หรือในสิ่งที่อยากจะรู้คำตอบ หรือเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองวิทยาศาสตร์ จะประกอบด้วยกิจกรรมการออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง การทดลองแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ แบบไม่มีกลุ่มเปรียบเทียบ และแบบลองผิดลองถูก

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นทั้ง 13 ทักษะนั้นผู้วิจัยได้เลือกมาสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ 8 ทักษะ ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับได้ระดับประถมศึกษาที่ต้องเน้น และสอดคล้องกับของ สสวท. ที่เห็นว่า 8 ทักษะนั้น เป็นทักษะพื้นฐานสำหรับการที่จะเรียนรู้ในระดับสูงต่อไป ผู้วิจัยจึงได้สรุปความหมาย และความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการ ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
1. การสังเกต (Observation)	การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งเป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ	1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติ ของวัตถุได้โดยการใช้อุปกรณ์สัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง 1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการประมาณ 1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
2. การวัด (Measurement)	และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมิทวนเวียนกับเสมอ	2.1 เลือกเครื่องมือ ให้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ 2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ให้ถูกต้อง 2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้
3. การคำนวณ (Using Measurement)	การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรืออื่น ๆ	3.1 การนับ ได้แก่ - นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง - ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ 3.2 การคำนวณ ได้แก่ - บอกวิธีคำนวณได้ - แสดงวิธีคำนวณได้ - คิดคำนวณได้ถูกต้อง
4. การจำแนกประเภท	การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์	4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
	ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา	จะเกิดขึ้น - บอกรูปทรงของรอยเกิด (2 มิติ) ที่เกิดจากการเคลื่อนวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน 5.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้ 5.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศของอีกวัตถุหนึ่ง 5.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ 5.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ 5.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจรกราฟ สมการ เขียนและบรรยาย เป็นต้น	6.1 เลือกรูปแบบที่จะนำเสนอข้อมูลให้เหมาะสม 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะนำเสนอข้อมูลได้ 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ ที่เข้าใจง่ายขึ้นได้ 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งางสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระทั่งรู้จักสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ 6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย	อธิบายหรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
8. การพยากรณ์ (Predictive)	การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้า ก่อนการทดลองโดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุปการพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือ กราฟ ทำได้ 2 แบบคือการพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่	S.1 ทำนายผลที่เกิดขึ้น จากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่ได้ การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ S.2 ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณ ที่มีอยู่ได้ S.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่อยู่ได้

ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้หลายท่าน ดังนี้

มาร์แชล และลอยด์ (Marshall and Loyde, 1971:135) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวหรือการตอบสนองที่เป็นการกระทำของผู้ถูกสอบ โดยปกติแล้วการทดสอบจะเกิดขึ้นได้ต้องจัดให้ผู้ถูกทดสอบได้อยู่ในสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือคล้ายของจริง ใ้มากที่สุดแต่ไม่ใช้การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบเขียนตอบ (Paper and Pencil Tests) นอกจากนี้ยังสามารถจัดรูปแบบทดสอบประเภทนี้ไว้ 3 ความหมาย คือ

1. แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมอง ทางด้านความคิด ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการสอบทักษะด้านภาษา ทางการฟัง การพูด และการกระทำที่เกี่ยวข้องกับความคิด เช่น แบบทดสอบของ Stanford Binet Tasks of Performance Test และแบบทดสอบ Raven's Progressive Matrices

2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่ทดสอบความสามารถในการใช้เครื่องจักร และเครื่องมือต่าง ๆ ประกอบในการทำงานสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ประสบความสำเร็จ เช่น แบบทดสอบของ Benneff Hand Tool Dexterity Tests

3. แบบทดสอบภาคปฏิบัติในความหมายนี้ อาจรวมไปถึงการเข้ารับการเขียนตอบบนกระดาษได้ด้วย เพราะหมายถึงแบบทดสอบที่ได้กำหนดให้เกิการทำงานจากสถานการณ์จำลอง เช่น การให้เขียนตัวเลข การพิมพ์ดีด เป็นการทำงานที่ต้องอาศัยทักษะ SRA Typing Skill

ธอร์นไดค์ (Thorndike. 1971 : 238) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบภาคปฏิบัติ บางครั้งก็ถูกนำมาใช้ให้ความหมายของแบบทดสอบอาชีพ (Trade Test) แบบทดสอบจะถูกใช้เพื่อที่จะประเมินความสามารถทางอาชีพของช่างฝีมือ (Skilled Worker) หรือกึ่งฝีมือ (Semiskilled Worker) อย่างเช่น ช่างเครื่องยนต์ (Machinist) ช่างก่ออิฐ (Bricklayer) หรือช่างต่อประปา (Plumber)

สแตนลีย์ (Stanley. 1975 : 186) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ว่าเป็นแบบทดสอบ เพื่อพิจารณาการกระทำในการประเมินผลวิธีปฏิบัติงานและผลผลิตของงาน

เมห์เร็นส์ และเลห์แมน (Mehrens and Lehmann 1984 : 206) ก็ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้อย่างกว้าง ๆ ว่า แบบทดสอบภาคปฏิบัติโดยทั่วไปจะเป็นแบบทดสอบ 1 ใน 3 ของประเภทต่อไปนี้

1. แบบทดสอบภายใต้ภาวะการที่จำลองขึ้นมา (Tests Under Simulated Conditions) เช่น การฝึกหัด (Training) ของนักบินภายใต้อุปกรณ์ฝึกภาคสนามสำหรับนักบิน (Link Trainer)

เป็นตัวอย่างของแบบทดสอบชนิดนี้ ข้อจำกัดของวิธีดำเนินการของแบบทดสอบชนิดนี้ ก็คือ พฤติกรรม สถานการณ์ที่จำลองขึ้นมา บางที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ที่เป็นจริง ดังนั้นผลที่ได้จากประเมินการปฏิบัติจึงมีความถูกต้องน้อย

2. แบบทดสอบตัวอย่างงาน (Work Sample Tests) เป็นแบบทดสอบที่เชื่อถือได้และสมเหตุสมผลมากที่สุด เพราะว่าผู้เข้าสอบจะกระทำการผลิตบางสิ่งบางอย่างแท้จริง

3. แบบทดสอบการจำได้ (Recognition Tests) ความหมายของแบบทดสอบชนิดนี้ก็คือแบบทดสอบที่จะวัดความสามารถของผู้เข้าสอบเกี่ยวกับความสามารถในการจำลักษณะเฉพาะ (Characteristics) ของผลผลิต (Products) และการปฏิบัติได้หรือไม่ หรือความสามารถในการจำแนกแยกแยะ (Identify) ตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับพืชบางชนิด

สมบูรณ์ ชิตพงษ์ (2525 : 18) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติว่า เป็นแบบทดสอบที่มีจุดประสงค์ที่ต้องการให้ผู้สอบได้ปฏิบัติ การทดสอบแบบนี้ต้องการวัดวิธีการ (Process) หรือดูผลงาน (Product) ในการปฏิบัติ เช่น การทดสอบภาคปฏิบัติในวิชาศิลปะ งานช่าง อุตสาหกรรม สุขศึกษา และพลศึกษา

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 89) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การวัดผลงานภาคปฏิบัติ คือความสามารถในการปฏิบัติ เป็นการวัดที่ให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมด้วยการกระทำ โดยถือว่าการปฏิบัติเป็นความสามารถในการผสมผสานหลักการ วิธีการ ต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมาให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะของผู้เรียน

สุนันท์ สลโกสม (2527 : 85) ได้กล่าวว่า การทดสอบภาคปฏิบัติเป็นการทดสอบเพื่อพิจารณาการกระทำ หรือความสามารถในการจัดการ (Manipulate Objective) ทำงานได้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด หรือพิจารณาประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่เกิดขึ้นจากการสนองกับสถานการณ์ที่กำหนดให้

เชิดศักดิ์ วัฒนาสินธุ์ (2529 : 16) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่ออกแบบเพื่อวิเคราะห์และวัดทักษะของนักเรียนในด้านการปฏิบัติหรือการกระทำ ที่ให้เลือกปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขที่ควบคุมไว้อย่างดี

เปียน ไชยสร (2529 : 37) ได้ให้ความหมายของการวัดผลงานภาคปฏิบัติว่า เป็นการวัดความสามารถของบุคคลในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยบุคคลนั้นได้ลงมือปฏิบัติการจัดการกระทำ (Manipulate) ซึ่งมีการเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่ยู่ในลักษณะของรูปธรรม (Materials or Physical Objects) โดยทางกาย หรือการรับรู้ทางประสาทสัมผัส

ส.วาสนา ประवालพฤษย์ (2535 : 8) ได้ให้ความหมายของการวัดผลการปฏิบัติงานแห่งของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การให้ผู้สอบทำงานในกลุ่มตัวอย่างของงานที่จำเป็นในงานหนึ่ง โดยจะกำหนดลักษณะของงานหรือเครื่องมือ หรือผลผลิตที่จะวัดซึ่งจะวัดในรูปของทักษะในการดำเนินงาน หรือการสร้างงาน

จากความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติที่กล่าวมาทั้งหมด พอสรุปได้ว่า แบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผู้ถูกสอบได้แสดงการกระทำออกมาในขณะที่ทดสอบในสถานการณ์ที่จัดขึ้น โดยจะวัดทั้งวิธีการ (Process) และผลงาน (Product) ที่ได้จากการปฏิบัติ

ชนิดของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

มาร์แชล (Marshall.1971 : 139-141) ได้จำแนกแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ออกเป็น 3 ชนิด

1. แบบทดสอบในการจำแนกแยกแยะ (Identification Test) จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะก็คือ เพื่อที่จะวัดความสามารถของนักเรียนในการจำแนกวัตถุ (Object) หรือชุดของวัตถุ (Set of Objects) จำแนกระหว่างความถูกต้องและไม่ถูกต้องในกระบวนการ (Procedures) และวิธีปฏิบัติ (Practices) จำแนกปัจจัยสำคัญในตอนเบื้องต้นของกระบวนการ หรือเพื่อที่จะจำส่วนประกอบของผลผลิตได้

ความแตกต่างระหว่างการให้จำแนกแยกแยะของแบบทดสอบภาคปฏิบัติและแบบทดสอบทางภาษา (Verbal Tests) บางครั้งก็ไม่ชัดเจน ถ้าให้นักเรียนระบุชื่อและส่วนต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ดีดโดยทั่ว ๆ ไป ก็จะเรียกว่า แบบทดสอบภาคปฏิบัติ อย่างไรก็ตามก็เป็นความจริงว่านักเรียนที่สามารถระบุส่วนต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ดีดได้อย่างถูกต้อง ก็ไม่ได้เป็นหลักประกันว่านักเรียนจะมีความสามารถในการพิมพ์ การทำความสะอาดเครื่องพิมพ์ดีดหรือเปลี่ยนผ้าหมึก แบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะไม่สามารถที่จะวัดประสิทธิภาพของผลงานในขั้นสุดท้ายของบุคคลได้เพราะว่า ทักษะในการปฏิบัติงาน และ/หรือคุณภาพของผลงานในขั้นสุดท้าย เราสามารถที่จะทำการวัดได้โดยตรง

แบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะ มักจะเกี่ยวข้องกับการท่องจำของนักเรียน ดังนั้น การจำแนกแยกแยะงาน (Identification Task) ก็ควรจะทำให้เกิดการโต้ตอบ (Reflex) ในการผสมผสานกันของทักษะ และกระบวนการทางสมอง (Mental Processes)

2. แบบทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ (Simulated Situations Test) ในการทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ กิจกรรมที่จำเป็นเกี่ยวกับงาน ซึ่งอาจจะเป็นสถานการณ์ในชีวิตที่เคยประสบมา บางครั้งผู้เข้าสอบมีความสามารถที่จะใช้เครื่องมือ ซึ่งถูกสร้างขึ้นโดยเฉพาะเพื่อที่จะฝึกหัด (Training) :

และวัตถุประสงค์ในการทดสอบโดยพื้นฐานแล้วแบบทดสอบจำลองสถานการณ์ ต้องการที่จะทำการคัดเลือกกิจกรรมที่จำเป็นที่สุด ที่จะเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติกิจกรรมที่เคยคัดเลือกมาก็มีความมุ่งหมาย เพื่อที่จะทำการจำลอง (Duplicating) หรือการทำเลียนแบบ (Simulating) ในกิจกรรมเหล่านี้ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของการปฏิบัติจริงที่เป็นการเลียนแบบ

3. แบบทดสอบตัวอย่างงาน (Work Sample Test) เป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างงานหลาย ๆ ชนิด เช่น ครูขอเลขให้ทำแบบฝึกหัดตัวอย่างงาน เมื่อครูให้นักเรียนเขียนตัวอย่างตัวอักษรที่บอก แล้วทำการนับจำนวนของความผิดพลาดที่นักเรียนแต่ละคนทำบันทึกไว้

สุภรณ์ ลิ้มบริบูรณ์ (2535 : 10-11) ได้จำแนกแบบทดสอบภาคปฏิบัติออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. แบบทดสอบโดยการให้แสดงการรู้จัก (Recognition Test) เป็นการทดสอบโดยกำหนดงานให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนระบุ จำแนก หรือ บอกวิธีการ บอกเครื่องมือ ที่ใช้ในการปฏิบัติงานนั้น

2. แบบทดสอบในสถานการณ์จำลอง (Simulated Performance) เป็นการให้นักเรียนปฏิบัติในสถานการณ์ที่จำลองขึ้นมาให้เหมือนสถานการณ์จริงมากที่สุด

3. แบบทดสอบในสถานการณ์จริง เป็นการกำหนดงานให้ทำ (Work Sample Test) เป็นการทดสอบโดยมอบงานให้ทำ หรือให้ปฏิบัติในสถานการณ์จริงซึ่งผู้เรียนจะต้องแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติ

จากที่นักการศึกษาทั้งสองท่านได้แบ่งชนิดของแบบทดสอบภาคปฏิบัติขึ้นลักษณะการแบ่งจะเหมือนกัน คือจะมีแบบทดสอบในสถานการณ์จำลอง แบบทดสอบสถานการณ์จริง ส่วนที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ๆ ก็คือ มีแบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะกับแบบทดสอบโดยการให้แสดงการรู้จัก

การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

ในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติมีขั้นตอนในการสร้างอยู่หลายขั้น ได้มีผู้เสนอขั้นตอนในการสร้างไว้หลายท่าน ดังนี้

เบรดฟิลด์ (Bradfield. 1957 : 341) ได้เสนอขั้นตอนทั่วไปในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ 5 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

1. เขียนรายงานกิจกรรมทั้งหมดในการปฏิบัติที่แบบทดสอบจะทำการวัด
2. เลือกกิจกรรมที่จะบรรจุลงในแบบทดสอบ
3. ปรับปรุงงานหรือชุดของงานที่กิจกรรมเหล่านั้นให้เป็นตัวคน (Incorporates) และมีติดต่าง ๆ ให้ปรากฏชัดเจน

4. ปรับปรุงรูปแบบการสังเกตที่จะทำการวัดกิจกรรมมาให้อยู่ในรูปของมิติ (Dimensions) ที่สำคัญ

5. ปรับปรุงคำสั่ง คำชี้แจง ตลอดจนแผนกำกับการดำเนินการสอบ

ทักแมน (Tuckman. 1975 : 180-185) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ โดยทั่วไปไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ของการปฏิบัติที่ชัดเจน คำสั่งชี้การกระทำ (Action Work) ที่ใช้ประจำ คือ แสดง หรือสาธิต (Demonstrate) และสร้าง (Construct)

2. กำหนดสถานการณ์ของแบบทดสอบที่ชัดเจน ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวนี้จะเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการที่จะบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ อันได้แก่ การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน การกำหนดคำสั่งในการปฏิบัติงาน

3. กำหนดเกณฑ์ในการประเมินผลวิธีการ (Process) และผลงาน (Product) อย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้เป็นการตัดสินที่มีความเป็นปรนัยมาก

4. การสร้างแบบประเมิน ในการให้คะแนนการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นการนำเกณฑ์ในการประเมินงานปฏิบัติได้จัดทำขึ้นในข้อ 3 มาเรียบเรียงลำดับก่อนหลังตามข้อคำถาม แล้วกำหนดน้ำหนักคะแนนเกณฑ์ แล้วแต่ความสำคัญในวิธีการปฏิบัติงาน ผู้ประเมินพิจารณาว่าการปฏิบัติของนักเรียนตรงตามเกณฑ์ที่ระบุไว้หรือไม่ ถ้าตรงก็ให้คะแนนเต็ม แต่ถ้าไม่ตรงก็จะไม่ให้คะแนน

สุรพันธ์ ลีมบริบูรณ์ (2535 : 15-17) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ คือจุดประสงค์ที่ระบุว่าการทำให้นักเรียนทำอะไรได้ เพื่อประเมินว่า นักเรียนมีพฤติกรรมตามที่กำหนดหรือไม่

2. กำหนดลักษณะของการประเมิน

3. กำหนดพฤติกรรมจากการพิจารณาในข้อ 2 มากำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด

4. สร้างเครื่องมือ รวบรวมรายการหรือพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในข้อ 3 มาสร้างเครื่องมือ

5. กำหนดเกณฑ์การประเมิน คือ การกำหนดว่า ผู้เรียนจะต้องทำได้ที่ไหน เพียงใด

ผู้วิจัยได้รวบรวมขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติของทั้ง 3 ท่าน มาเป็นแบบอย่างในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัตินี้ โดยพิจารณาความเหมาะสม และความเป็นไปได้ที่นำมาใช้ว่าส่วนใดเหมาะสมกับลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การตรวจให้คะแนนการทดสอบภาคปฏิบัติ

การเลือกรูปแบบในการให้คะแนนการสอบภาคปฏิบัตินั้น เราควรทำก่อนที่จะออกข้อสอบ จะต้องคำนึงถึงวิธีการที่มีประสิทธิภาพ และมีความเชื่อมั่นสูงมาใช้ในการตรวจให้คะแนน (เชาวนา ชวลิตธารง, 2534 : 45-50) ได้กล่าวถึงการตรวจให้คะแนนของการทดสอบ ดังนี้

1. การตรวจให้คะแนนการทดสอบการจำแนก เป็นการตรวจให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบถูก-ผิด จับคู่ เลือกตอบ เติมคำ หรือบรรยายตามชนิดของข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ สำหรับเด็กเล็ก ๆ หรือผู้สอบที่เขียนหนังสือมาไม่ได้ก็จำเป็นต้องใช้แบบปากเบลา ในกรณีเช่นนี้ ขณะดำเนินการสอบ ครูหรือผู้ดำเนินการสอบ จะต้องบันทึกคำตอบนักเรียนแต่ละคำตอบของนักเรียนแต่ละคนลงไปในกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้

การให้คะแนน ถ้านักเรียนตอบโดยบันทึกคำตอบในแต่ละข้อด้วยข้อความหนึ่ง หรือประโยค ก็ให้คะแนนโดยวิธีเดียวกับการให้คะแนนแบบบรรยายสั้น ๆ ซึ่งอาจจะให้คะแนนเป็นถูก 1 ผิด 0 หรือ ถูกต้องสมบูรณ์ 2 ถูกไม่สมบูรณ์ 1 ผิด 0 เป็นต้น การกำหนดคะแนนเต็มในแต่ละข้ออาจไม่เท่ากันก็ได้ ขึ้นอยู่กับน้ำหนักความสำคัญและความเหมาะสม

2. การตรวจให้คะแนนการทดสอบสถานการณ์จำลอง และตัวอย่างงาน วิธีการให้คะแนน "กระบวนการทำงาน" หรือ "ผลงาน" เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากต่อการแปลผลการทดสอบการปฏิบัติ ให้ได้ความหมายที่ถูกต้อง จึงจำเป็นต้องเลือกใช้/สร้างเครื่องมือ ด้วยความระมัดระวัง การสร้างเครื่องมือจะต้องพิจารณาถึงความเชื่อมั่นในการวัด ความสะดวกสำหรับครูผู้ใช้ และความเหมาะสมของชิ้นงาน เครื่องมือที่ใช้กันมากในการให้คะแนน ได้แก่ แบบตรวจสอบ (Checklists) มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scales) และแบบบันทึกย่อย (Anecdotal Forms)

การให้คะแนนโดยใช้แบบตรวจสอบ และมาตรฐานประมาณค่า อยู่ในรูปของมาตราวัด (Scales) แบบต่าง ๆ ดังนี้

1. มาตราการวัดเชิงปริมาณ (Quantitative Scales) เป็นการให้คะแนนในรูปความถี่ของพฤติกรรมที่ปรากฏออกมา ครูผู้ให้คะแนนจะต้องสังเกตพฤติกรรมในกระบวนการทำงาน หรือผลงานของนักเรียน และบันทึกความถี่แบบฟอร์มที่จัดเตรียมไว้สำหรับงานนั้น ๆ มาตราการวัดส่วนใหญ่ จะมีระหว่าง 2 ถึง 5 ระดับ

2. มาตรารวัดเชิงคุณภาพ (Qualitative Scales) เป็นการพิจารณาพฤติกรรมของนักเรียนในรูประดับคุณภาพของงานว่า ดีมากน้อยเพียงใด มักนิยมใช้ 3 หรือ 5 ระดับ

3. มาตรารวัดสถานภาพ (Status Scales) เป็นการพิจารณาในรูป "ความดี" ของพฤติกรรมของนักเรียน เปรียบเทียบกับกลุ่มอ้างอิง แล้วตัดสินว่า "สูงกว่า" หรือ "ต่ำกว่า" ระดับเฉลี่ยในกลุ่มอ้างอิงโดยทั่วไปนิยมใช้ 2 หรือ 5 ระดับ

4. มาตรารวัดเชิงพรรณนา (Descriptive Scales) เป็นการให้คะแนนตามระดับการปฏิบัติงาน หรือลักษณะของงานตามที่บรรยายไว้

5. มาตรารวัดผลงาน (Product Scales) เป็นการให้คะแนนผลงานของนักเรียนโดยนำไปเทียบกับผลงานที่เป็นเกณฑ์ในแต่ละระดับ

ในการกำหนดมาตรฐานการประเมินผลการปฏิบัติงานนี้ จะต้องมีการกำหนดเกณฑ์หรือมาตรฐานที่จะใช้เป็นหลักในการพิจารณาตัดสิน การกำหนดมาตรฐานไม่ได้ดูเพียงแต่ละลักษณะ เนื้อหาของกิจกรรม จะต้องดูที่อายุของนักเรียนและจุดประสงค์ของวิชาด้วย ในการนิยามมาตรฐานการปฏิบัติงานมีสิ่งตีพิมพ์จำนวนมากที่ช่วยในการกำหนดมาตรฐานได้อย่างเที่ยงตรง เช่น หนังสือแบบเรียน ตำราต่าง ๆ คู่มือครู และเอกสารที่จัดพิมพ์โดยสมาคมอาชีพนั้น ๆ สิ่งเหล่านี้สามารถนำมาประกอบในการกำหนดเกณฑ์ให้ได้มาตรฐานแน่นอน

เอกสารงานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศที่ผู้วิจัยใช้ศึกษาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบในครั้งนี้มีหลายท่าน เช่น มอริเตอร์ (Moliter.1972 : 6241-A-6242-A) ได้พัฒนาแบบทดสอบประเมินผลทักษะด้านการสรุปอ้างอิง (Inference) การทำนาย (Predicter) และการตรวจสอบ (Verification) ใช้ชื่อแบบทดสอบว่า Science Process Skills Test (SPST) แบบทดสอบฉบับนี้ใช้ทดสอบนักเรียนโดยการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล จากผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบแนวโน้มที่สามารถนำมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบให้มีประสิทธิภาพได้ คือ ข้อสอบที่มีใจความเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนคุ้นเคยมาก ๆ จะไม่สร้างแรงจูงใจเท่าที่ควร นักเรียนส่วนใหญ่มีประสบการณ์ด้านการแสดงความคิดเห็นมากกว่าการตรวจสอบความคิดเห็น แบบทดสอบดังกล่าว สามารถนำไปใช้ประเมินผลนักเรียนได้เฉพาะในส่วนที่เป็นการวัดทักษะการสรุป อ้างอิงและการตรวจสอบ ส่วนแบบทดสอบวัดทักษะการทำนายจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข เนื่องจากมีความเชื่อมั่นต่ำ ต่อมา โรบินสัน (Robinson.1973 : 1522-A) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะด้านการควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) และการแปลความหมายจากข้อมูล (Interpreting Data) แบบทดสอบสองฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบหรือจากการได้ทำการวิเคราะห์เป็นรายชื่อแล้ว ได้นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนที่ได้จากการสอบเป็นรายบุคคล (Individual Test) ได้ค่าสหสัมพันธ์เป็น .66 แบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง ลูคแมน (Ludeman.1974 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาแบบทดสอบ Development of Science Process Skills Test แล้วหาค่าความเที่ยงตรงโดยหาสัมประสิทธิ์กับเกณฑ์ภายนอก (External Criterion Referenceed Validation) ทักษะที่ Ludeman เลือกมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบมี 4 ทักษะ คือ ทักษะการแปลความหมายจากข้อมูล การควบคุมตัวแปร การสร้างสมมติฐาน และการสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ ข้อคำถามส่วนใหญ่สร้างขึ้นจากสถานการณ์ที่เร้าความสนใจ โดยใช้ภาพถ่ายหรือตารางประกอบสถานการณ์ บางสถานการณ์ใช้สำหรับคำถามมากกว่า 1 ข้อ แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้มีความสัมพันธ์กับเกณฑ์ภายนอกคือ The Individual Competency Measures อยู่ในระดับสูงและแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งที่มีความเชื่อมั่นสูงสามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการท้าวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของ 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 เมื่อคำนวณค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับ ด้วยสูตร KR-20 ได้ .87 ค่าความยาก

ง่ายเฉลี่ย.39 และข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ที่มีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ มีจำนวน 48 ข้อ นอกจากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ยังมีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บางฉบับ ดังเช่น ดูเรน (Duren. 1978 : 24-25) กล่าวว่า Science Problem Solving Skill Test ของ Diet และ George ใช้สำหรับนักเรียนเกรด 1-3 ข้อสอบแต่ละข้อประกอบด้วย รูปภาพที่เหมาะสมกับสติปัญญาของเด็กแต่ละระดับ เกมที่ใช้วัด คือ ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และความสามารถในการอธิบายข้อความเป็นเหตุเป็นผล แบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง เกี่ยวกับการแก้ปัญหา คือ X-35:Test of Problem Solving ซึ่งสร้างโดย Butts ลักษณะข้อสอบ จัดทำเป็นแบบ A และ แบบ B ใช้ประเมินพฤติกรรม การตั้งสมมติฐาน ในระยะเริ่มแรกการสร้างแบบทดสอบด้วยตัวแปรที่เป็นจริง การสร้างการควบคุม การทดสอบสมมติฐานที่เที่ยงตรงและความพยายามที่จะตรวจสอบสมมติฐาน วัดพฤติกรรมของนักเรียน ใช้การพิจารณาข้อมูล ที่นักเรียนเลือกมาจากชุดข้อมูลในแต่ละปัญหาที่กำหนด ให้โดยผู้เชี่ยวชาญ ต่อมาปี 1985 เบิร์น และคนอื่นๆ (Burns and others 1985:169) ได้พัฒนาแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งชื่อว่า Development of a Intergrated Process Skills Test : TIPS 2 โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ ตอนปลาย ลักษณะของแบบทดสอบ จำนวน 36 ข้อ หลังจากทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ 19.14 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .86 ความยากเฉลี่ย .53 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย .35 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบแต่ละทักษะกับ TIPS 2 และ TIPS เป็น .86 และ .90 แบบทดสอบฉบับนี้ทำให้มีข้อสอบร่วมในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ในปีเดียวกัน รอส และ เมเนส (Ross and Maynes. 1985 : 325-326) ได้พัฒนาแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบโดยใช้พื้นฐานการเรียนรู้ตามลำดับขั้นที่แตกต่างกัน 7 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การบันทึกและการสื่อความหมาย การลงความเห็นจากข้อมูล การสรุปและการตีความหมายข้อมูล ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 1,600 คน คำนวณความเชื่อมั่นแบบ Hoyt มีค่าอยู่ระหว่าง .58-.69 ส่วนความเชื่อมั่นแต่ละทักษะอยู่ระหว่าง .25 ถึง .45

เอกสารงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะไม่อิงเนื้อหาแบบเรียนโดยตรง ยังมีน้อยมากในประเทศไทย แบบทดสอบที่ใช้ทำการวิจัยโดยตรง คือ เป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ปิยมภรณ์ พรหมมณี (2522: บทคัดย่อ) สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัย เรื่องผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

เรื่องสัตว์และพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ วัดทักษะ 4 ทักษะ ได้ค่าความเชื่อมั่นเมื่อหาด้วยสูตร KR-20 เป็น .87 ต่อมา เยี่ยมลักษณ์ เจริญพัทตร์ (2524 : บทคัดย่อ) สร้างแบบทดสอบขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัย เรื่องผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ วัดทักษะ 8 ทักษะ ได้ค่าความเชื่อมั่นเมื่อหาด้วยสูตร KR-21 เป็น .856 แบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งสร้างขึ้นโดย วัลลาภ วัฒนอมวงษ์ (2528 : 70-71) เป็นเครื่องมือในการวิจัย เรื่องผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดตราด ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ วัดทักษะ 8 ทักษะ ได้ค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตร KR-21 เป็น .82 น้อยทิพย์ ศีตรศาสตร์ (2521 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน กับความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 300 คน เป็นนักเรียนชาย 153 คน นักเรียนหญิง 147 คน เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน แบบทดสอบการแก้ปัญหา และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และคะแนนทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน สามารถพยากรณ์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อีก คือ สาคร รักบำรุง (2528 : 29) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดชุมพร โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เฉลี่ยคิดเป็น ร้อยละ 57.91 โดยมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกตสูงสุด ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 67.49 ส่วนทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลาได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละต่ำสุด คือร้อยละ 41.44 ซึ่งผลการวิจัยนี้ขัดแย้งกับ มารินช วาทะพุททะ (2523 : 70-71) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะด้านปฏิบัติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งแต่ละข้อทดสอบจะประกอบด้วยรูปภาพและ

สถานการณ์ จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 44.28 โดยมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลสูงสุด ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 56.94 รองลงมาได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 50.15 และทักษะการสังเกตต่ำที่สุด ได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 33.77 ซึ่งต่ำกว่าทักษะอื่น เป็นอันมาก ซึ่งผลการวิจัยต่างกับของสาคร รักบำรุง ที่พบว่า นักเรียนในชั้นประถมศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกตสูงสุดกว่าทักษะอื่น ๆ

นอกจากการวิจัย เรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว ยังมีการวิจัยที่สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สร้างเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ เสริม ทัดศรี (2522 : 23-43) สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อต้องการวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 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 ได้ค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะดังนี้ .3986, .3254, .4369, .3204, .4237, .3238, .3277, .3763, .3743, .3552, .4558, .3164, ตามลำดับ และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .8753 สรุปว่า ทักษะเหล่านี้จะมี 5 องค์ประกอบ องค์ประกอบที่ 1 ประกอบด้วย ความสามารถในการสังเกต องค์ประกอบที่ 2 ประกอบด้วย ความสามารถในการตีความและการสรุป องค์ประกอบที่ 3 ประกอบด้วย ความสามารถในการจำแนกและการตั้งปัญหา องค์ประกอบที่ 4 ประกอบด้วย ความสามารถในการพยากรณ์ การตั้งสมมติฐานและการนำไปใช้ องค์ประกอบที่ 5 ประกอบด้วย ความสามารถในการวัด การอธิบาย การทดลองและการฝึกทักษะแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง ของรวิวรรณ อังคนุรักษ์ (2531 : บทคัดย่อ) ศึกษาเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐจำนวน 1,095 คนประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดองค์ประกอบที่สำคัญของ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 องค์ประกอบ คือ การวัดและการคำนวณ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตีความหมายข้อมูล การกำหนดและการควบคุมตัวแปร การนิยามเชิงปฏิบัติการ การลงสรุปข้อมูล การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และการสังเกต ผลการศึกษาพบว่า ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.78 และ 0.20 ถึง 0.85 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตร KR-20 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละ

องค์ประกอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.2290 ถึง 0.5769 และรวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.8383 ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ในช่วง 0.1972 ถึง 0.6202 ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบมีค่าอยู่ในช่วง T_{15} ถึง T_{87}

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น ส่วนใหญ่จะเป็นผลการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และ 5 ตัวเลือก ยังไม่พบว่ามีผู้ใดสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนอกจากจะสอดคล้องกับลักษณะของวิชาวิทยาศาสตร์แล้ว ยังทำให้พบข้อบกพร่องด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอีกด้วย ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อก่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนในระดับประถมศึกษา โดยให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง ๆ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี จำนวน 178 โรงเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 6,262 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี จำนวน 154 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ซึ่งมีขั้นตอนในการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มกลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี ดังนี้

1. สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี มี 7 อำเภอ สุ่มโรงเรียนมาอำเภอละ
- 2 โรงเรียน ได้โรงเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 14 โรงเรียน โดยวิธีการสุ่ม แบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

2. สุ่มห้องเรียนมาทำการศึกษา โดยวิธีการสุ่ม แบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) สุ่มจากโรงเรียน 14 โรงเรียน โดยสุ่มมาโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน ได้ห้องเรียนทั้งหมด 14 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 289 คน

ขั้นที่ 2 จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างในขั้นที่ 1 ได้สุ่มห้องเรียน 14 ห้องเรียน มาทำการศึกษาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเครื่องมือ จำนวน 7 ห้องเรียน แบ่งเป็นการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 55 คน การทดสอบครั้งที่ 2 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 80 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ และสร้างเกณฑ์ปกติ จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 154 คน/ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 3

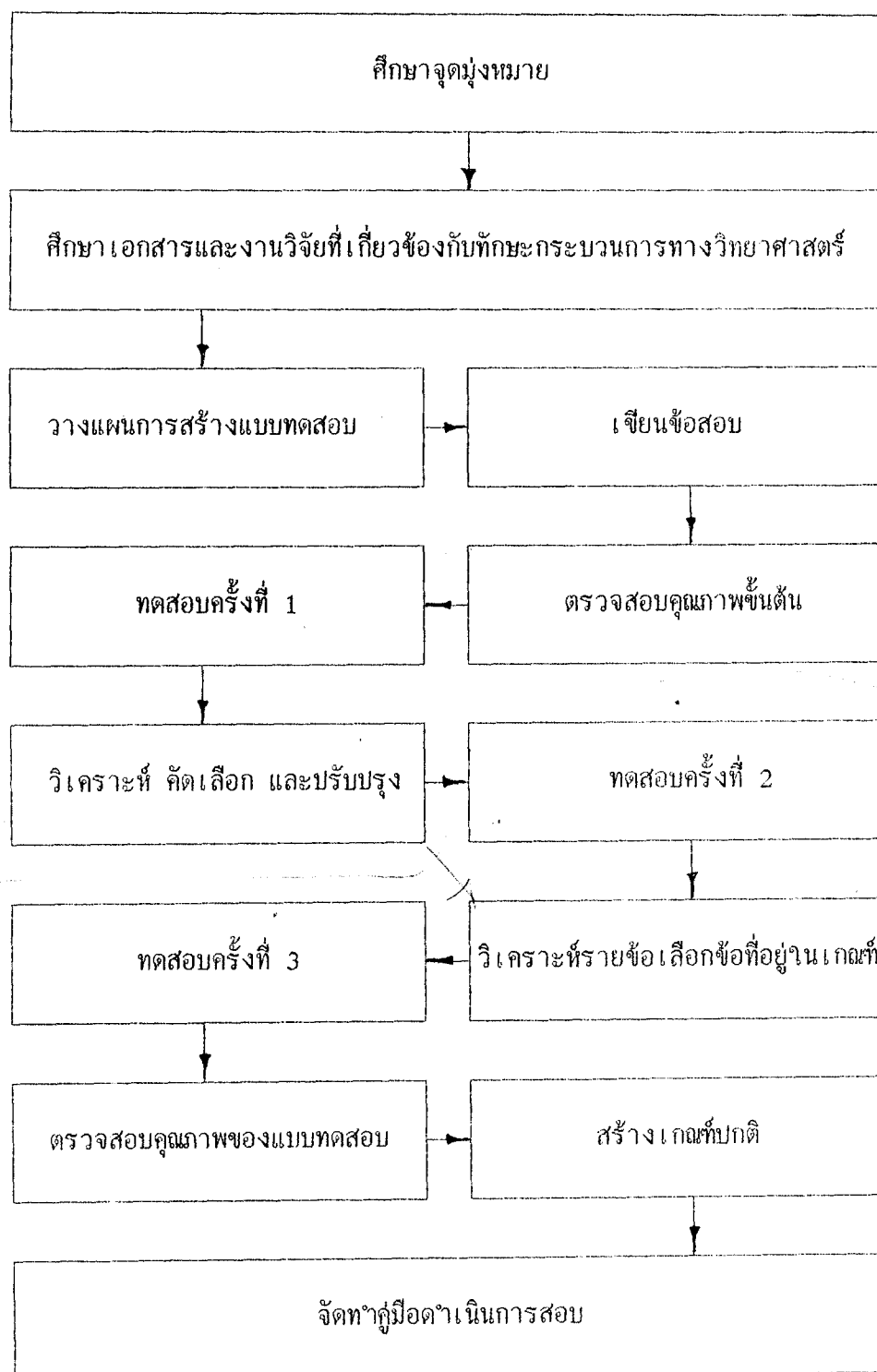
ตาราง 3 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือแยกได้ ดังนี้

โรงเรียน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่ม (คน)		
	กลุ่มทดลองเครื่องมือ		กลุ่มหาคุณภาพ เครื่องมือ
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
1. อำเภอมืองบพูนธานี			
วัดโบสถ์	18	—	—
วัดบางกุ่มทอง	—	—	20
2. อำเภอกลองหลวง			
บางซวดอนุสรณ์	—	—	24
วัดกล้ายุ่ม	—	22	—
3. อำเภอชัยบุรี			
วัดแสงสรรค์	—	—	24
วัดเขียนเขต	—	—	23
4. อำเภอลาดหลุมแก้ว			
บ้านคลองเจ้าเมือง	20	—	—
ชุมชนวัดหน้าไม้	—	—	19
5. อำเภอสามโคก			
ชุมชนวัดไถ่เตี้ย	—	20	—
วัดถั่วทอง	—	14	—
6. อำเภอลำลูกกา			
วัดชัยมงคลาราม	17	—	—
วัดประยูรธรรมาราม	—	—	22
7. อำเภอหนองเสือ			
วัดเจริญบุญ	—	—	22
วัดศรีสโมสร	—	24	—
รวม	55	80	154

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

ผู้วิจัยได้วางโครงการและมีขั้นตอนการสร้าง ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงลำดับของการสร้างแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยได้
ดำเนินขั้นตอนตามภาพประกอบ 1 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

- 1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
- 1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
- 1.3 เพื่อหาเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ และของแบบทดสอบแต่ละทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็น
แนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3. วางแผนการสร้างแบบทดสอบ

3.1 ศึกษาการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ
ของสมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูง ของสหรัฐอเมริกา (American Association For The
Advancement Of Science) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

3.2 สร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานตามทฤษฎี
เชิงปฏิบัติการในแต่ละทักษะ ทั้ง 8 ทักษะ

4. การเขียนข้อสอบ

4.1 ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ทดสอบเป็นรายบุคคล ใช้สถานการณ์
ที่เป็นการกำหนดกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ และเป็นสถานการณ์ที่ประสบในชีวิตประจำวันในเรื่องเกี่ยวกับการ
เรียนและเรื่องทั่ว ๆ ไป

4.2 การเลือกสถานการณ์ที่เป็นตัวแทน โดยผู้วิจัยเสนอสถานการณ์ และข้อสอบของแต่ละ
สถานการณ์ ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเลือกสถานการณ์ที่เป็นตัวแทน และจำนวนสถานการณ์ที่เหมาะสม ซึ่ง
สามารถนำมาวัดได้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม และเหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่จะสามารถ
ปฏิบัติได้

4.3 สร้างข้อสอบให้ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ

4.4 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของข้อสอบแต่ละข้อ และกำหนดระดับของคะแนนที่ถือว่า
นักเรียนมีความรู้ของข้อสอบแต่ละข้อ โดยนำข้อสอบไปให้นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างทำข้อสอบ และ
รวบรวมคำตอบมาให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา (ดูภาคผนวก ค)

4.4 กำหนดแผนบริหารการทดสอบ ได้แก่ คำชี้แจง ข้อแนะนำ แผนงานดำเนินการทดสอบ

5. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบขั้นต้น ด้านความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้จบอย่างน้อยปริญญาโทสาขาวัดผลการศึกษา และผู้สอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต จำนวน 5 ท่าน โดยใช้เกณฑ์ 4 ใน 5 บอกว่าใช้ได้ แสดงว่ามีความเที่ยงตรงเชิงพินิจ

6. ทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 55 คน

7. วิเคราะห์ข้อสอบจากการทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อ

7.1 หาจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องของแบบทดสอบ เช่น การใช้ภาษาในคำชี้แจง ภาษาในข้อสอบ ในคำสั่ง ความเหมาะสมของรูปในแบบทดสอบ เป็นต้น

7.2 กำหนดเวลา (Time Limit) ในการให้นักเรียนทำแบบทดสอบ โดยใช้เวลาที่นักเรียนร้อยละ 90 ทำข้อสอบเสร็จ

7.3 หาข้อบกพร่องในวิธีดำเนินการสอบ รวบรวมเป็นปัญหาไว้เพื่อปรับปรุง แก้ไข ต่อไป

7.4 วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อจากการทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

8. ทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน

9. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ จากการทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เกณฑ์การคัดข้อสอบเช่นเดียวกับการทดสอบครั้งที่ 1

10. ทดสอบครั้งที่ 3 นำข้อสอบที่คัดเลือก และปรับปรุงจากการสอบครั้งที่ 2 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 154 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

11. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

11.1 วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

11.2 ตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา

(: Coefficient)

11.3 ตรวจสอบความเที่ยงตรง โดยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสระบุรี ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีจำนวน 24 ข้อ มีข้อสอบทักษะละ 3 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.768 มาหาความเที่ยงตรงตามโครงสร้างด้วยวิธี Multitrait Multimethod โดยการใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามสูตรของเพียร์สัน กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

11.4 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบแต่ละทักษะ และทั้งฉบับ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามสูตรของเพียร์สัน

12. สร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) โดยนำคะแนนของกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบครั้งที่ 3 ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank) แล้วเทียบหาค่า T-ปกติ (Normalized T-Score) โดยนำค่าที่ปกติที่ได้มาสร้างเป็นกราฟแล้วอ่านคะแนนดิบจากกราฟเป็นเกณฑ์ปกติ

13. จัดทำคู่มือดำเนินการสอบและจัดพิมพ์เป็นเล่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบที่นักเรียนต้องปฏิบัติ และมีการบันทึกผลจากการปฏิบัติ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์การทดลอง 1 สถานการณ์จะมีกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ 1 ข้อ แต่ละทักษะมีข้อสอบ 4 ข้อ ดังนั้นข้อสอบทั้งฉบับมี 32 สถานการณ์ มีข้อสอบให้นักเรียนปฏิบัติทั้งหมด 32 ข้อ สถานการณ์ที่นำมาให้นักเรียนปฏิบัติ เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนประสบในชีวิตประจำวันในเรื่องเกี่ยวกับการเรียนและเรื่องทั่ว ๆ ไป

ตัวอย่างข้อสอบในแต่ละทักษะ

1. แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะการสังเกต

(*) อุปกรณ์ เทียนไข

(#) วิธีการ 1. ให้นักเรียนนักเรียนคนละ 1 เล่ม

2. ให้นักเรียนสังเกตเทียนไข

3. ให้นักเรียนบอกลักษณะของเทียนไขมาให้มากที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนน

- บอกลักษณะของเทียนไขได้ถูกต้อง 6 ลักษณะขึ้นไปโดยไม่ซ้ำกัน 1 ให้ 4 คะแนน
- บอกลักษณะของเทียนไขได้ถูกต้อง 5 ลักษณะ โดยไม่ซ้ำกัน 1 ให้ 3 คะแนน
- บอกลักษณะของเทียนไขได้ถูกต้อง 4 ลักษณะ โดยไม่ซ้ำกัน 1 ให้ 2 คะแนน
- บอกลักษณะของเทียนไขได้ถูกต้อง 3 ลักษณะ โดยไม่ซ้ำกัน 1 ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ 1 ให้ 0 คะแนน

2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะการวัด

(*) อุปกรณ์ เทียนไข ไม้บรรทัด

(#) วิธีการ 1. ให้นักเรียนนักเรียนคนละ 5 เล่ม และไม้บรรทัดคนละ 1 อัน

2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

2.1 ให้นักเรียนนำเทียนไขทั้ง 5 เล่ม มาวางเรียงต่อกันแล้ววัดความยาวของเทียน
ไขนี้ โดยตอบหน่วยเป็นเซนติเมตร

2.2 ให้นักเรียนนำเทียนไขทั้ง 5 เล่ม มาวางเรียงต่อกันแล้ววัดความยาวของเทียน
ไขนี้ โดยตอบหน่วยเป็นนิ้ว

เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละข้อ

- อ่านค่าถูกต้อง หรือคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 1 หน่วย และเขียนหน่วยกำกับได้ถูกต้อง
ให้ 2 คะแนน
- อ่านค่าถูกต้อง หรือคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 2 หน่วย และเขียนหน่วยกำกับได้ถูกต้อง
ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ ให้ 0 คะแนน

3. แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

(*) อุปกรณ์ เทียนไข มีด

(#) วิธีการ 1. ให้นักเรียนแต่ละคนละ 1 เล่ม และมีดคนละ 1 อัน

2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

3.1 พิจารณาเทียนไขเป็นรูปทรงก้นมด

3.2 พิจารณาเทียนไขเป็นรูปทรงอะไร

3.3 ให้นักเรียนตัดเทียนไขตามยาว รอยหน้าตัดจะเป็นรูปอะไร

3.4 ให้นักเรียนตัดเทียนไขแนวเฉียง รอยหน้าตัดจะเป็นรูปอะไร

เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละข้อ

- | | |
|-----------------------------|---------|
| - ตอบได้ถูกต้อง ให้นักเรียน | 1 คะแนน |
| - นอกจากนั้น ให้นักเรียน | 0 คะแนน |

4. แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะการจำแนกประเภท

(*) อุปกรณ์ เทียนไข ขนาดต่าง ๆ สีต่าง ๆ และลักษณะหลาย ๆ ลักษณะ

(#) วิธีการ 1.ให้เทียนไขขนาดต่าง ๆ สีต่าง ๆ และลักษณะหลาย ๆ ลักษณะ คนละ 5 เล่ม
2.ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

4.1 แบ่งเทียนไขโดยใช้สีเป็นเกณฑ์ แบ่งได้กี่ประเภท แต่ละประเภทมีเทียนไขกี่เล่ม

4.2 แบ่งเทียนไขโดยใช้ขนาดเป็นเกณฑ์ แบ่งได้กี่ประเภท แต่ละประเภทมีเทียนไขกี่เล่ม

เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละข้อ

- ตอบได้ถูกต้อง ทั้ง 2 ข้อตอบ ให้ 2 คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง 1 ข้อตอบ ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนั้น ให้ 0 คะแนน

5. แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะการคำนวณ

(*) อุปกรณ์ เทียนไขที่มีความยาวต่าง ๆ กัน ไม่บรรทัด

(#) วิธีการ 1. ให้ความยาวที่มีความยาวต่าง ๆ กัน คนละ 5 เล่ม ไม่บรรทัดคนละ 1 อัน
2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้

5.1 เทียนไขทั้ง 5 เล่ม มีความยาวรวมกันเท่าไร

5.2 เจลี่ยเทียนไขมีความยาวแต่ละเท่าไร

เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละข้อ

- ตอบได้ถูกต้อง หรือคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 1 หน่วย และหน่วยถูกต้อง ให้ 2 คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง หรือคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 2 หน่วย และหน่วยถูกต้อง ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ ให้ 0 คะแนน

6. แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

(*) อุปกรณ์ เทียนไข ที่มีสีต่าง ๆ กัน ความยาวต่าง ๆ กัน ไม้บรรทัด

(#) วิธีการ 1. ให้เทียนไข ที่มีสีต่าง ๆ กัน ความยาวต่าง ๆ กัน คนละ 5 เล่ม

ไม้บรรทัด คนละ 1 อัน

2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม โดยนำข้อมูลจากการวัดเทียนไข 5 เล่ม

มานำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลได้มากที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ชื่อบันทึกของแบบบันทึกข้อมูล

- เขียนได้ถูกต้องและเหมาะสม ๖ ให้ 1 คะแนน

- นอกจากนี้ ๖ ให้ 0 คะแนน

2. ชื่อหัวตารางแสดงผลข้อมูล

- เขียนได้ครบและถูกต้อง ๖ ให้ 1 คะแนน

- นอกจากนี้ ๖ ให้ 0 คะแนน

3. รายละเอียดของรายการต่าง ๆ (10 รายการ)

- ลงรายการถูกต้อง 8 รายการขึ้นไป ๖ ให้ 2 คะแนน

- ลงรายการถูกต้อง 5-7 รายการ ๖ ให้ 1 คะแนน

- นอกจากนี้ ๖ ให้ 0 คะแนน

7. แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

(*) อุปกรณ์ เทียนไข ที่มีขนาดไม่เท่ากัน ไม้ขีด

(#) วิธีการ 1. ไขเทียนไขคนละ 2 เล่ม ที่มีขนาดไม่เท่ากัน ไม้ขีดคนละ 1 กล่อง

2. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม โดยให้จุดเทียนไข แล้วสังเกตเทียนไขขณะที่กำลังลุกไหม้พร้อมทั้งให้เหตุผลด้วยจากผลการสังเกตนั้น

(จุดเทียนไข 1 นาที)

ลักษณะของเทียนไขที่กำลังลุกไหม้	เหตุผล

เกณฑ์การให้คะแนน

- แสดงเหตุผลได้สอดคล้องกับผลการสังเกต 4 ลักษณะขึ้นไป ไขห้ 4 คะแนน
- แสดงเหตุผลได้สอดคล้องกับผลการสังเกตได้ 3 ลักษณะ ไขห้ 3 คะแนน
- แสดงเหตุผลได้สอดคล้องกับผลการสังเกตได้ 2 ลักษณะ ไขห้ 2 คะแนน
- แสดงเหตุผลได้สอดคล้องกับผลการสังเกตได้ 1 ลักษณะ ไขห้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ ไขห้ 0 คะแนน

8. แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะการพยากรณ์

- (#) วิธีการ ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากตารางแล้วตอบคำถามจากการทดลองจุดเทียนไขยาว 10 เซนติเมตรในเวลาที่ต่างกัน ได้ผลการทดลองดังนี้

เวลาที่จุดเทียน (นาทีก)	ปริมาณความยาวที่เหลือ (เซนติเมตร)
5	8
10	6
15	4
20	2

8.1 ถ้าจุดเทียนไข 7 นาที ปริมาณความยาวของเทียนไขที่เหลือกี่เซนติเมตร

8.2 ถ้าปริมาณความยาวของเทียนไขที่เหลือ 9 เซนติเมตร เวลาที่จุดเทียนไขผ่านไบนานกี่นาที

8.3 จุดเทียนไข 10 นาที และ 15 นาที ปริมาณเทียนไขที่เหลือต่างกันกี่เซนติเมตร

8.4 ถ้าเพิ่มความยาวของเทียนไขอีก 4 เซนติเมตร ต้องใช้เวลากี่นาทีเทียนไขจึงจะละลายหมด

เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละข้อ

- ตอบได้ถูกต้อง 1 ข้อ ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนั้น 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง และนัดหมาย วัน เวลา เพื่อนำแบบทดสอบไปสอบ
 2. เตรียมแบบทดสอบ และอุปกรณ์ในการปฏิบัติให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบในแต่ละครั้ง
- วางแผนดำเนินการสอบ รวมทั้งผู้ดำเนินการสอบห้องละ 2 คน ซึ่งผู้ดำเนินการสอบชี้แจงการปฏิบัติในการดำเนินการสอบ ดังนี้

2.1 อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์ และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ

2.2 อธิบายให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจถึงวิธีดำเนินการสอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน วิธีการปฏิบัติ และวิธีตอบ ก่อนที่จะให้ผู้เข้าสอบเริ่มลงมือทำ

3. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

3.1 ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก คัดเลือกข้อที่มีค่าความยากระหว่าง .20-.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และหาเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ

3.2 ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก คัดเลือกข้อที่มีค่าความยากระหว่าง .20-.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และหาเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบไว้ใช้ต่อไป

3.3 ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ และสร้างเกณฑ์ปกติ

วิธีจัดกระทำข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ความยากของข้อสอบ (Difficulty) โดยวิธีสูตรของ วิทเนย์ และซาเบอร์ (Whitney And Sabers.) (โกวิท ประวาลพุกษ์ และสมศักดิ์ สันทรเวชอยู่. 2527 : 277)

$$P = \frac{S_u + S_l - (2N \times \text{Score}_{\min})}{2N (\text{Score}_{\max} - \text{Score}_{\min})}$$

เมื่อ	P	แทน ค่าความยากของแบบทดสอบ
	S_u	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_l	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	N	แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำซึ่งได้จาก 25% ของนักเรียนเข้าสอบทั้งหมด
	$Score_{min}$	แทน คะแนนต่ำสุด
	$Score_{max}$	แทน คะแนนสูงสุด

3. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) โดยใช้สูตรของ วิทเนย์ และซาเบอร์ (Whitney And Sabers.) (โกวิท ประวาลพกษ์ และสมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. 2527 : 277)

$$D = \frac{S_u - S_l}{N (Score_{max} - Score_{min})}$$

เมื่อ	D	แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	S_u	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_l	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	N	แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำซึ่งได้จาก 25% ของนักเรียนเข้าสอบทั้งหมด
	$Score_{min}$	แทน คะแนนต่ำสุด
	$Score_{max}$	แทน คะแนนสูงสุด

4. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) แต่ละทักษะและทั้งฉบับ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2536 : 170) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	d	แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นทั้งฉบับ
	n	แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\sum S_i^2$	แทน ผลรวมความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนของเครื่องมือทั้งฉบับ

5. หาค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ด้วยวิธี Multitrait Multimethod หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบแต่ละทักษะ และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบทั้งฉบับ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2536 : 164) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	r_{xy}	แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบ
	N	แทน จำนวนคนของกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum XY$	แทน ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
	$\sum X$	แทน ผลรวมของคะแนนจากตัวแปร X
	$\sum Y$	แทน ผลรวมของคะแนนจากตัวแปร Y
	$\sum X^2$	แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนจากตัวแปร X
	$\sum Y^2$	แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนจากตัวแปร Y

6. หาดำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank) (สมบูรณ์ ชิตพงษ์. 2524 : 92) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	PR	แทน ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์
	N	แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
	f	แทน ความถี่ของแต่ละช่วงคะแนน
	cf	แทน ความถี่สะสม

7. หาคะแนนเกณฑ์ปกติ (Norm) โดยหาคะแนน ที-ปกติ แบบยืดพื้นที่ได้ไว้คงเป็นหลัก (Area Transformation) จากการหาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank) แล้วนำค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปเปิดตารางสำหรับเปลี่ยนเป็นคะแนนทีปกติ (Normalized T-Score) โดยนำค่าคะแนนทีปกติที่ได้มาสร้างกราฟแล้วอ่านคะแนนดิบจากกราฟเป็นเกณฑ์ปกติ (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2522: 148-153)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้มีความเข้าใจในการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยขอเสนอสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
M	แทน	เวลาที่ใช้ในการสอบ
K	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
X	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
P	แทน	ค่าความยากของแบบทดสอบ
D	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
r	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
X	แทน	คะแนนดิบ
T	แทน	คะแนนที่ปกติ

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นตอน ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบขั้นต้น

1.1 รายละเอียดเบื้องต้นของแบบทดสอบ

1.2 ความเที่ยงตรงเชิงพิพจน์ (Face Validity)

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1

2.1 ค่าสถิติพื้นฐาน

2.2 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและคัดเลือกข้อสอบเพื่อนำมาใช้ทดสอบครั้งที่ 2

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 2

3.1 ค่าสถิติพื้นฐาน

3.2 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและคัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปใช้ทดสอบครั้งที่ 3

ตอนที่ 4 การทดสอบครั้งที่ 3

4.1 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

4.2 ค่าสถิติพื้นฐาน และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

4.3 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบ

4.4 คะแนนเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบขั้นต้น

1.1 รายละเอียดเบื้องต้นของแบบทดสอบ

แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นแบบทดสอบที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติ และมีการบันทึกผลจากการปฏิบัติ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์การทดลอง 1 สถานการณ์ มีกิจกรรมให้ปฏิบัติ 1 ข้อ แบบทดสอบฉบับนี้มี 8 ทักษะ แต่ละทักษะมีข้อสอบ 4 ข้อ ดังนั้นข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 32 สถานการณ์ มีข้อสอบให้นักเรียนปฏิบัติ 32 ข้อ

1.2 ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity)

ในการสร้างแบบทดสอบนี้ ผู้วิจัยได้คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญปรากฏในภาคผนวก) พิจารณาแบบทดสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) ของแบบทดสอบ โดยใช้เกณฑ์ 4 ใน 5 บอกว่าใช้ได้ แสดงว่ามีความเที่ยงตรงเชิงพินิจ โดยผู้วิจัยได้สร้างข้อสอบไว้ทั้งหมด 40 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาทั้ง 5 ท่าน ผลปรากฏว่า ผู้เชี่ยวชาญบอกว่าใช้ได้ 4 ใน 5 จำนวน 32 ข้อ

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1

2.1 ค่าสถิติพื้นฐาน

ในการทดสอบครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาขึ้นต้น จำนวน 32 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 55 คน ได้ข้อมูลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐาน จากการทดสอบครั้งที่ 1

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	N	n	M (นาที)	K	X	S.D.
การสังเกต	55	4	20	16	8.73	3.27
การวัด	55	4	13	16	12.55	2.31
การจำแนกประเภท	55	4	17	16	11.09	3.78
การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส/สเปสกับเวลา	55	4	12	16	12.18	5.18
การคำนวณ	55	4	10	16	10.26	5.54
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	55	4	20	16	7.20	3.81
การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	55	4	16	16	7.78	3.91
การพยากรณ์	55	4	12	16	6.87	3.78
รวมทั้งฉบับ	55	32	120	128	76.57	4.55

จากตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้งหมด 32 ข้อ ใช้เวลา 120 นาที (2 ชั่วโมง) ค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะมีค่าอยู่ในช่วง 6.87 ถึง 12.55 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 76.57 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะมีค่าอยู่ในช่วง 2.31 ถึง 5.54 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 4.55

2.2 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

การตรวจสอบค่าความยากของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ จากการทดสอบครั้งที่ 1 โดยใช้เทคนิค 25 % ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วใช้สูตรของ Whitney and Saebars (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ.2536:187;อ้างอิงมาจาก Edwards.1957:152-155) ปรากฏผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 5

ตาราง 5 ค่าความยากของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จากการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวนผู้สอบ 55 คน

ข้อ	P	D	หมายเหตุ	ข้อ	P	D	หมายเหตุ
1	0.71	0.23	ดี	17	0.86	0.04	ตัดออก
2	0.27	0.10	ปรับปรุง	18	0.34	0.26	ดี
3	0.13	0.14	ตัดออก	19	0.73	0.23	ดี
4	0.34	0.31	ดี	20	0.24	0.15	ปรับปรุง
5	0.24	0.02	ตัดออก	21	0.23	0.20	ดี
6	0.84	0.21	ปรับปรุง	22	0.28	0.23	ดี
7	0.58	0.28	ดี	23	0.40	0.37	ดี
8	0.78	0.18	ปรับปรุง	24	0.18	-0.07	ตัดออก
9	0.41	0.17	ปรับปรุง	25	0.88	0.26	ปรับปรุง
10	0.89	0.13	ตัดออก	26	0.33	0.21	ดี
11	0.70	0.41	ดี	27	0.14	0.06	ตัดออก
12	0.81	0.40	ปรับปรุง	28	0.34	0.45	ดี
13	0.59	0.28	ดี	29	0.27	0.19	ปรับปรุง
14	0.64	-0.06	ตัดออก	30	0.19	0.23	ปรับปรุง
15	0.78	0.21	ดี	31	0.26	0.24	ดี
16	0.58	0.18	ปรับปรุง	32	0.18	-0.03	ตัดออก

จากตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้งหมด 32 ข้อ มีค่าความยากของข้อสอบ อยู่ในช่วง 0.13 ถึง 0.89 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ในช่วง -0.07 ถึง 0.45

ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่ดี ซึ่งมีค่าความยากของข้อสอบอยู่ในช่วง 10 ข้อ คือ ข้อ 2 6 8 9 12 16 20 25 29 และ 30 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดไว้ข้างต้น เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2 โดยมีการปรับปรุงข้อสอบ และกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

การปรับปรุงข้อสอบเป็นรายข้อ

1. ข้อ 2 ทักษะการสังเกต เพิ่มคำสั่งของข้อสอบ โดยให้สังเกตเฉพาะเนื้อแป้ง ไม่ต้องมีการสังเกตกระป๋องแป้ง เพราะคำตอบส่วนใหญ่จะเป็นรายละเอียดของกระป๋องบรรจุแป้งมากกว่ามีการสังเกตเนื้อแป้ง ซึ่งผิดวัตถุประสงค์ของข้อสอบ
2. ข้อ 6 ทักษะการวัด โดยเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ปฏิบัติ จากเดิมใช้หนังสือเรียนเปลี่ยนเป็นสมุดโทรศัพท์ เพราะหนังสือเรียนมีความหนาแน่น ทำให้คำตอบส่วนใหญ่จะถูก เพราะเกณฑ์การให้คะแนนผิดพลาดได้ ± 0.5 หน่วย
3. ข้อ 8 ทักษะการจำแนกประเภท โดยเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้จากเดิมเป็นกระดาษแข็งทั้งหมด เปลี่ยนเป็นกระดาษ 3 ชนิด คือ กระดาษโปสเตอร์ กระดาษวาดเขียน และกระดาษทราย เพราะเวลานักเรียนจำแนกประเภทสามารถใช้ชนิดของกระดาษเป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทได้อีกหนึ่งเกณฑ์
4. ข้อ 9 ทักษะการจำแนกประเภท โดยเปลี่ยนข้อสัณฐานวิทยาบางรายการที่เป็นปัญหาในการจำแนกประเภท เพราะข้อสัณฐานวิทยาบางชนิดนักเรียนไม่สามารถจำแนกประเภทของสัตว์ได้
5. ข้อ 12 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปสและสเปสกับเวลา โดยเปลี่ยนคำที่ใช้ในการปฏิบัติ จากคำว่า BOY เป็น RAT เพราะคำว่า BOY ภาพที่เห็นในกระจกเงาจะไม่ค่อยแตกต่างจากภาพเดิมมากนัก
6. ข้อ 16 และข้อ 20 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปสและสเปสกับเวลา และทักษะการคำนวณ ตามลำดับ จากเดิมในแต่ละข้อมีข้อย่อย 6 ข้อ ตัดเหลือ 4 ข้อ ที่ตัดออก 2 ข้อ เพราะเป็นข้อสอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ทำถูก จึงเป็นข้อสอบที่ไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้
7. ข้อ 25 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล โดยเปลี่ยนวัสดุที่บรรจุลงในกล่องบางรายการ เพราะเมื่อนำไปให้นักเรียนพิจารณาแล้วนักเรียนสามารถลงความคิดเห็นเกี่ยวกับวัสดุได้เป็นส่วนมาก จึงเป็นข้อสอบที่ไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้

8. ข้อ 29 และข้อ 30 ทักษะการพยากรณ์ จากเดิมในแต่ละข้อ จะมีข้อย่อย 5 ข้อ ตัดเหลือ 4 ข้อ เพราะข้อสอบที่ตัดออกนั้นมีคำสั่งไม่ชัดเจน ทำให้นักเรียนสับสนในการตอบคำถาม

เกณฑ์ในการพิจารณาคะแนน

1. ทักษะการสังเกต โดยรวบรวมคำตอบของนักเรียนที่ตอบถูกต้องมาตั้งเกณฑ์ในการพิจารณา คะแนน ซึ่งได้เกณฑ์ในการพิจารณาคะแนน ดังนี้

- บอกลักษณะของอุปกรณ์ที่ทำให้สิ่งเกิดถูกต้อง 8 ข้อ ขึ้นไป โดยไม่ซ้ำกัน 1 ให้ 4 คะแนน
- บอกลักษณะของอุปกรณ์ที่ทำให้สิ่งเกิดถูกต้อง 7 ข้อ โดยไม่ซ้ำกัน 1 ให้ 3 คะแนน
- บอกลักษณะของอุปกรณ์ที่ทำให้สิ่งเกิดถูกต้อง 6 ข้อ โดยไม่ซ้ำกัน 1 ให้ 2 คะแนน
- บอกลักษณะของอุปกรณ์ที่ทำให้สิ่งเกิดถูกต้อง 5 ข้อ โดยไม่ซ้ำกัน 1 ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ 1 ให้ 0 คะแนน

2. ทักษะการวัด เป็นคำตอบที่นักเรียนปฏิบัติแล้วจะได้คำตอบเช่นเดียวกัน และตั้งเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาคะแนน ดังนี้

- อ่านค่าถูกต้อง หรือคลาดเคลื่อน ± 0.5 หน่วย และเขียนหน่วยกำกับได้ถูกต้อง ทั้ง 3 ข้อ 1 ให้ 4 คะแนน
- อ่านค่าถูกต้อง หรือคลาดเคลื่อน ± 0.5 หน่วย และเขียนหน่วยกำกับได้ถูกต้อง ทั้ง 2 ข้อ 1 ให้ 3 คะแนน
- อ่านค่าถูกต้อง หรือคลาดเคลื่อน ± 0.5 หน่วย และเขียนหน่วยกำกับได้ถูกต้อง 1 ข้อ 1 ให้ 2 คะแนน
- อ่านค่าถูกต้อง หรือคลาดเคลื่อน ± 0.5 หน่วย แต่เขียนหน่วยกำกับได้ถูกต้อง หรือไม่เขียนหน่วยกำกับ 1 ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ 1 ให้ 0 คะแนน

3. ทักษะการจำแนกประเภท โดยรวบรวมคำตอบของนักเรียนที่ตอบถูกต้องมาตั้งเกณฑ์ในการพิจารณาคะแนน ซึ่งได้เกณฑ์ในการพิจารณาคะแนน 3 ลักษณะ ดังนี้

3.1 ลักษณะที่ 1

- ในแต่ละข้อ ตอบได้ถูกต้อง 1 ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ 1 ให้ 0 คะแนน

3.2 ลักษณะที่ 2

- แบ่งประเภทและบอกเกณฑ์ได้ถูกต้อง ใ้ 4 คะแนน
- แบ่งประเภทได้ถูกต้อง แต่บอกเกณฑ์ไม่ครบ ใ้ 3 คะแนน
- แบ่งประเภทได้ไม่ถูกต้อง แต่บอกเกณฑ์ได้ถูกต้อง ใ้ 2 คะแนน
- แบ่งประเภทได้ถูกต้อง แต่บอกเกณฑ์ไม่ถูกต้อง ใ้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ ใ้ 0 คะแนน

3.3 ลักษณะที่ 3

- บอกเกณฑ์แต่ละคู่ (1-2, 3-4, 5-6, 7-8) ได้สัมพันธ์กันทั้ง 4 คู่ ใ้ 4 คะแนน
- บอกเกณฑ์แต่ละคู่ (1-2, 3-4, 5-6, 7-8) ได้สัมพันธ์กันทั้ง 3 คู่ ใ้ 3 คะแนน
- บอกเกณฑ์แต่ละคู่ (1-2, 3-4, 5-6, 7-8) ได้สัมพันธ์กันทั้ง 2 คู่ ใ้ 2 คะแนน
- บอกเกณฑ์แต่ละคู่ (1-2, 3-4, 5-6, 7-8) ได้สัมพันธ์กันทั้ง 1 คู่ ใ้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ ใ้ 0 คะแนน

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา เป็นคำตอบที่นักเรียนปฏิบัติแล้วจะได้คำตอบเช่นเดียวกัน มาตั้งเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาคะแนน ดังนี้

- ในแต่ละข้อย่อย ตอบได้ถูกต้อง ใ้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ ใ้ 0 คะแนน

5. ทักษะการคำนวณ เป็นคำตอบที่นักเรียนปฏิบัติแล้วจะได้คำตอบเช่นเดียวกัน มาตั้งเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาคะแนน ดังนี้

- ในแต่ละข้อย่อย ตอบได้ถูกต้อง ใ้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ ใ้ 0 คะแนน

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล โดยรวบรวมคำตอบของนักเรียนที่ตอบถูกต้อง มาตั้งเกณฑ์ในการพิจารณาคะแนน ซึ่งได้เกณฑ์ในการพิจารณาคะแนน ดังนี้

- ตอบได้ถูกต้องในลักษณะรูปแบบที่ 1 (เสนอข้อมูลได้สมบูรณ์ที่สุด) ใ้ 4 คะแนน
- ตอบได้ถูกต้องในลักษณะรูปแบบที่ 2 (เสนอข้อมูลได้สมบูรณ์รองลงมา) ใ้ 3 คะแนน
- ตอบได้ถูกต้องในลักษณะรูปแบบที่ 3 (เสนอข้อมูลได้สมบูรณ์รองลงมา) ใ้ 2 คะแนน
- ตอบได้ถูกต้องในลักษณะรูปแบบที่ 4 (เสนอข้อมูลได้สมบูรณ์น้อยที่สุด) ใ้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ ใ้ 0 คะแนน

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล โดยรวบรวมคำตอบของนักเรียนที่ตอบถูกต้องมาตั้งเกณฑ์ในการพิจารณาคะแนน ซึ่งได้เกณฑ์ในการพิจารณาคะแนน 3 ลักษณะ ดังนี้

7.1 ลักษณะที่ 1

- บอกได้ถูกต้อง 8 ข้อ ให้อ 4 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง 6-7 ข้อ ให้อ 3 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง 4-5 ข้อ ให้อ 2 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง 2-3 ข้อ ให้อ 1 คะแนน
- นอกจากนี้อ ให้อ 0 คะแนน

7.2 ลักษณะที่ 2

- บอกได้ถูกต้อง ครบทั้ง 3 ตำแหน่ง ให้อ 4 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง เพียง 2 ตำแหน่ง ให้อ 3 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง เพียง 1 ตำแหน่ง ให้อ 2 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง แต่ไม่ลำดับเหตุการณ์ ให้อ 1 คะแนน
- นอกจากนี้อ ให้อ 0 คะแนน

7.3 ลักษณะที่ 3

- บอกได้ถูกต้อง 6 ข้อ ขึ้นไป โดยไม่ซ้ำกัน ให้อ 4 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง 5 ข้อ โดยไม่ซ้ำกัน ให้อ 3 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง 4 ข้อ โดยไม่ซ้ำกัน ให้อ 2 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง 3 ข้อ โดยไม่ซ้ำกัน ให้อ 1 คะแนน
- นอกจากนี้อ ให้อ 0 คะแนน

8. ทักษะการพยากรณ์ เป็นคำตอบที่นักเรียนปฏิบัติแล้วจะได้คำตอบเช่นเดียวกัน มาตั้งเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาคะแนน ดังนี้

- ในแต่ละข้อย่อย ตอบได้ถูกต้อง ให้อ 1 คะแนน
- นอกจากนี้อ ให้อ 0 คะแนน

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 2

3.1 ค่าสถิติพื้นฐาน

ในการทดสอบครั้งที่ 2 ได้นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจากการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 24 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 80 คน ได้ข้อมูลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จากการทดสอบครั้งที่ 2

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	N	n	M (นาที)	K	X	S.D.
การสังเกต	80	3	12	12	7.50	2.17
การวัด	80	3	9	12	10.90	1.15
การจำแนกประเภท	80	3	12	12	10.63	2.24
การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส/สเปสกับเวลา	80	3	12	12	8.03	1.68
การคำนวณ	80	3	9	12	9.26	2.46
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	80	3	15	12	8.11	2.28
การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	80	3	12	12	9.80	2.04
การพยากรณ์	80	3	9	12	6.65	2.16
รวมทั้งฉบับ	80	24	90	96	71.88	3.23

จากตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้งหมด 24 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะ มีค่าอยู่ในช่วง 6.65 ถึง 10.90 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 71.88 และ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะ มีค่าอยู่ในช่วง 1.15 ถึง 2.46 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 3.23

3.2 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

การตรวจสอบค่าความยากของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ จากการทดสอบครั้งที่ 2 โดยใช้เทคนิค 25 % ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แลและกลุ่มต่ำ แล้วใช้สูตรของ Whitney and Sabers (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2536:187;อ้างอิงมาจาก Edwards.1957:152-155)ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังตาราง 7

ตาราง 7 ค่าความยากของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จากการทดสอบครั้งที่ 2 จำนวนผู้สอบ 80 คน

ข้อ	P	D	หมายเหตุ	ข้อ	P	D	หมายเหตุ
1	0.68	0.30	ดี	13	0.43	0.35	ดี
2	0.29	0.34	ดี	14	0.74	0.48	ดี
3	0.41	0.62	ดี	15	0.35	0.13	ปรับปรุง
4	0.80	0.19	ปรับปรุง	16	0.41	0.39	ดี
5	0.64	0.31	ดี	17	0.46	0.65	ดี
6	0.74	0.40	ดี	18	0.53	0.74	ดี
7	0.36	0.54	ดี	19	0.81	0.29	ปรับปรุง
8	0.63	0.57	ดี	20	0.37	0.21	ดี
9	0.78	0.34	ดี	21	0.31	0.68	ดี
10	0.64	0.50	ดี	22	0.24	0.16	ปรับปรุง
11	0.81	0.25	ปรับปรุง	23	0.27	0.41	ดี
12	0.53	0.78	ดี	24	0.79	0.73	ดี

จากตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้งหมด 19 ข้อ ที่มีค่าความยากของข้อสอบอยู่ในช่วง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .20 ขึ้นไป มีข้อสอบที่นำมาปรับปรุง จำนวน 5 ข้อ คือ ข้อ 4

11 15 19 และ 22 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดไว้ข้างต้น เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบครั้งที่ 3 โดยมีการปรับปรุงข้อสอบและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

การปรับปรุงข้อสอบเป็นรายชื่อ

1. ข้อ 4 ทักษะการวัด เปลี่ยนอุปกรณ์ในการปฏิบัติ จากเดิมเป็นกล่องนมที่มีความยาวและความหนาใกล้เคียงกัน เปลี่ยนเป็นกล่องนมที่นักเรียนสามารถแยกความกว้าง ความยาวและความหนา ได้สะดวก

2. ข้อ 11 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา โดยปรับปรุงการปฏิบัติบางข้อ คือ จากเดิมให้พิจารณารอยหน้าตัดของรูปทรงกรวยตามแนวขนานกับพื้น เปลี่ยนคำสั่งให้นักเรียนพิจารณารอยหน้าตัดของรูปทรงกรวยเป็นแนวจี๋กับพื้น เพราะถ้าพิจารณาแนวขนานกับพื้น นักเรียนสามารถใช้ฐานของรูปทรงกรวยมาตอบได้เลยโดยไม่ต้องปฏิบัติ

3. ข้อ 15 ทักษะการคำนวณ เปลี่ยนวัสดุที่ให้นักเรียนนับ จากหลอดสี เป็นพลาสติกสี เพราะหลอดสี สีคล้าย ๆ กัน นักเรียนบางคนไม่สามารถแยกสี ทำให้ผลการคำนวณผิดพลาด

4. ข้อ 19 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เปลี่ยนวัสดุที่บรรจุลงในกล่องอีกครั้งหนึ่ง เพราะนักเรียนส่วนมากตอบถูกต้อง ทำให้เป็นข้อสอบที่ง่ายเกินไป

5. ข้อ 20 ทักษะการพยากรณ์ ปรับปรุงคำถามข้อย่อยที่ 2 เพราะเป็นคำถามที่นักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจไม่ตรงกันเกี่ยวกับข้อความ

เกณฑ์ในการพิจารณาคะแนน ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาคะแนนเช่นเดียวกับการทดสอบครั้งที่ 1

ตอนที่ 4 การทดสอบครั้งที่ 3

4.1 การตรวจสอบค่าความยากของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ จากการทดสอบครั้งที่ 3 โดยใช้เทคนิค 25 % ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วใช้สูตรของ Whitney and Sabers (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536:187; อ้างอิงจาก Edwards.1957:152-155)ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ค่าความยากของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จากการทดสอบครั้งที่ 3 จำนวนผู้สอบ 154 คน

ข้อ	P	D	หมายเหตุ	ข้อ	P	D	หมายเหตุ
1	0.62	0.43	ดี	13	0.73	0.30	ดี
2	0.21	0.47	ดี	14	0.59	0.28	ดี
3	0.34	0.62	ดี	15	0.71	0.40	ดี
4	0.66	0.28	ดี	16	0.52	0.35	ดี
5	0.59	0.36	ดี	17	0.61	0.36	ดี
6	0.76	0.23	ดี	18	0.57	0.37	ดี
7	0.69	0.56	ดี	19	0.68	0.41	ดี
8	0.48	0.32	ดี	20	0.64	0.46	ดี
9	0.65	0.38	ดี	21	0.62	0.25	ดี
10	0.71	0.29	ดี	22	0.62	0.37	ดี
11	0.54	0.67	ดี	23	0.39	0.25	ดี
12	0.64	0.25	ดี	24	0.40	0.59	ดี

จากตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้งหมด 24 ข้อ มีค่าความยากของข้อสอบอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.76 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ในช่วง 0.23 ถึง 0.67

4.2 ค่าสถิติพื้นฐาน และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบทดสอบ จำนวน 24 ข้อ จากการทดสอบครั้งที่ 3 มาคำนวณค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นพื้นฐาน จากการทดสอบครั้งที่ 3

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	N	n	K	X	S.D.	α
การสังเกต	154	3	12	6.67	3.72	0.570
การวัด	154	3	12	10.76	1.73	0.438
การจำแนกประเภท	154	3	12	9.61	2.15	0.463
การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส/สเปสกับเวลา	154	3	12	9.28	1.96	0.496
การคำนวณ	154	3	12	9.39	2.94	0.417
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	154	3	12	6.83	3.56	0.489
การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	154	3	12	7.14	2.29	0.453
การพยากรณ์	154	3	12	5.61	3.59	0.521
รวมทั้งฉบับ	154	24	96	65.72	15.18	0.750

จากตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะ มีค่าอยู่ในช่วง 5.61 ถึง 10.76 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 65.72 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบฉบับนี้ แต่ละทักษะมีค่าอยู่ในช่วง 1.73 ถึง 3.72 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 15.18 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับนี้ แต่ละทักษะมีค่าอยู่ในช่วง 0.417 ถึง 0.570 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.750

4.3 ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยใช้คะแนนจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปหาความเที่ยงตรงตามโครงสร้างด้วยวิธี Multitrait Multimethod ใช้คะแนนจากแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดสระบุรี เป็นเกณฑ์โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตามสูตรของเพียร์สัน ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน ด้วยวิธี Multitrait Multimethod จากจำนวนผู้สอบ 154 คน

	แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น								
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1	2	3	4	5	6	7	8	#
แบบทดสอบของจังหวัดสระบุรี									
1 การสังเกต	.641**	.047	-.039	-.241	-.069	.542**	.254	.343	.322**
2 การวัด		.675**	.277	.408**	.294	.160	.326	.394	.502**
3 การจำแนกประเภท			.653**	-.057	.127	.498**	.296	.301	.434**
4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส/สเปสกับเวลา				.572**	.323	-.078	.129	.148	.388**
5 การคำนวณ					.559**	.201	.324	.203	.644**
6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล						.623**	.169	.383	.355**
7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล							.597**	.279	.111**
8 การพยากรณ์								.635**	.330**
# รวมทั้งฉบับ									.793**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001

จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า แบบทดสอบย่อยของทั้งสองฉบับที่วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เดียวกัน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง 0.559 ถึง 0.675 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.793 มีความเที่ยงตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 แสดงว่า แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเหมือน (Convergent Validity) และแบบทดสอบย่อยของสองฉบับที่วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง -0.241 ถึง 0.542 ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำกว่าวัดทักษะเดียวกัน แสดงว่ามีความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) แต่มีค่าความเที่ยงตรงเชิงจำแนก 3 ค่า ที่มีค่าสูง คือความเที่ยงตรงเชิงจำแนกระหว่างทักษะการสังเกตกับทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล, ทักษะการวัดกับทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา และทักษะการจำแนกประเภทกับทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล โดยมีค่าเท่ากับ 0.542, 0.408 และ 0.498 ตามลำดับ

ตาราง 11 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐาน ของแต่ละทักษะ และทั้งฉบับ โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน จำนวนผู้สอบ 154 คน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1	2	3	4	5	6	7	8	#
1 การสังเกต	1.00	.413*	.585*	.611*	.762*	.473*	.775*	.606*	.891**
2 การวัด		1.00	.339*	.292*	.273*	.332*	.339*	.442*	.577**
3 การจำแนกประเภท			1.00	.478*	.596*	.347*	.669*	.675*	.712**
4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส/สเปสกับเวลา				1.00	.807*	.374*	.463*	.517*	.690**
5 การคำนวณ					1.00	.268*	.642*	.609*	.807**
6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล						1.00	.411*	.485*	.617**
7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล							1.00	.605*	.814**
8 การพยากรณ์								1.00	.802**
# รวมทั้งฉบับ									1.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน แต่ละทักษะ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง 0.268 ถึง 0.807 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบทั้งฉบับกับแต่ละทักษะกระบวนการมีค่าอยู่ในช่วง 0.577 ถึง 0.891 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูงมาก แสดงว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้มีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

4.4 คะแนนเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 3 จากแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มาสร้างเกณฑ์ปกติ โดยวิธีการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ (Normalized T-Score) จากจำนวนผู้สอบ 154 คน ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ ของแบบทดสอบทั้งฉบับ

X	f	cf	cf + 1/2f	% ile	T
86	1	154	153.5	99.68	77
85	2	153	152.0	98.70	72
84	2	151	150.0	97.40	69
83	3	149	147.5	95.78	67
82	2	146	145.0	94.16	65
81	5	144	141.5	91.88	64
80	4	139	137.0	88.96	62
79	1	135	134.5	87.34	61
78	5	134	131.5	85.39	61
77	3	129	127.5	82.79	59
76	3	126	124.5	80.84	59
75	2	123	122.0	79.22	58
74	2	121	120.0	77.92	58
73	6	119	116.0	75.32	57
72	6	113	110.0	71.43	56
71	5	107	104.5	67.86	55
70	5	102	99.5	64.61	54
69	8	97	93.0	60.39	53

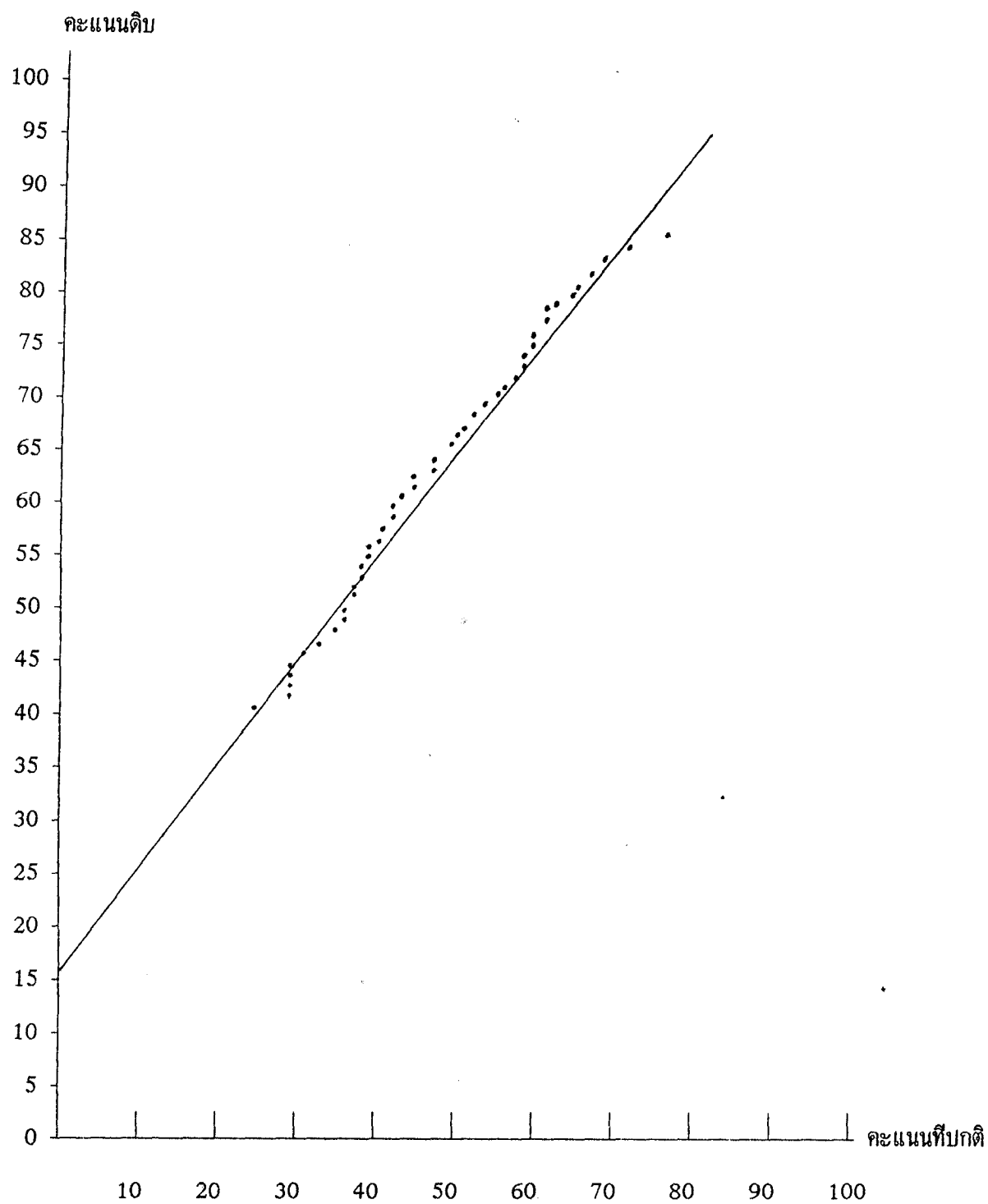
ตาราง 12 ต่อ

X	f	cf	$cf + 1/2f$	% ile	T
68	7	89	85.5	55.52	51
67	10	82	77.0	50.00	50
66	8	72	68.0	44.16	49
65	5	64	61.5	39.94	47
64	6	59	56.0	36.36	47
63	6	53	50.0	32.47	45
62	4	47	45.0	29.22	45
61	7	43	39.5	25.65	43
60	4	36	34.0	22.08	42
59	3	32	30.5	19.81	42
58	2	29	28.0	18.18	41
57	3	27	25.5	16.55	40
56	3	24	22.5	14.61	39
55	2	21	20.0	12.99	39
54	1	19	18.5	12.01	38
53	1	18	17.5	11.36	38
52	2	17	16.0	10.39	37
51	1	15	14.5	9.41	37
50	2	14	13.0	8.44	36
49	1	12	11.5	7.47	36
48	3	11	9.5	6.16	35
47	3	8	6.5	4.22	33
46	2	5	4.0	2.60	31

ตาราง 12 ต่อ

X	f	cf	cf + 1/2f	% ile	T
45	-	3	3.0	1.95	29
44	-	3	3.0	1.95	29
43	-	3	3.0	1.95	29
42	1	3	2.5	1.62	29
41	2	2	1.0	0.65	25

จากตาราง 12 จะเห็นได้ว่า คะแนนจากการทดสอบครั้งนี้ เมื่อแปลงเป็นคะแนนที่ปกติแล้ว ปรากฏว่า มีช่วงคะแนนที่ปกติ ตั้งแต่ T₂₅ ถึง T₇₇ และเนื่องจากคะแนนดิบที่ได้จากการสอบครั้งนี้ มีคะแนนไม่คลุมคะแนนต่ำสุดและคะแนนสูงสุดของแบบทดสอบจึงได้ขยายขอบเขตของคะแนน เพื่อให้คลุมคะแนนได้มากที่สุด แล้วอ่านคะแนนดิบจากเส้นกราฟนั้น เพื่อให้เป็นเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ดังแสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยวิธีการนําคะแนนดิบ และคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจุดกราฟเป็นคู่ ๆ

จากตาราง 12 จะได้เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐาน ทั้งฉบับ ดังตาราง 13

ตาราง 13 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้งฉบับ

X	T	X	T	X	T	X	T	X	T
96	80	77	59	58	41	39	24	20	4
95	79	76	59	57	40	38	23	19	3
94	78	75	58	56	39	37	22	18	2
93	77	74	58	55	39	36	21	17	1
92	76	73	57	54	38	35	20	16	0
91	75	72	56	53	38	34	19	$X = 65.72$ $S.D. = 15.18$ $\alpha = 0.750$ $N = 154$	
90	74	71	55	52	37	33	18		
89	73	70	54	51	37	32	17		
88	72	69	53	50	36	31	16		
87	71	68	55	49	36	30	15		
86	70	67	50	48	35	29	14		
85	69	66	49	47	33	28	13		
84	68	65	47	46	31	27	12		
83	67	64	47	45	29	26	11		
82	65	63	45	44	29	25	10		
81	64	62	45	43	29	24	9		
80	62	61	43	42	29	23	8		
79	61	60	42	41	25	22	7		
78	61	59	42	40	25	21	5		

ตาราง 14 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ ของแบบทดสอบวัดทักษะการสังเกต

X	f	cf	$cf + 1/2f$	% ile	T
12	14	154	147.0	95.46	67
11	14	140	133.0	86.36	61
10	10	126	121.0	78.57	58
9	12	116	110.0	64.94	56
8	17	104	95.5	62.01	53
7	15	87	79.5	51.62	50
6	14	72	65.0	42.21	48
5	19	58	48.5	31.49	45
4	10	39	34.0	22.08	42
3	12	29	25.0	16.04	40
2	8	17	13.0	8.44	36
1	5	9	6.5	4.22	33
0	4	4	2.0	1.63	28

ตาราง 15 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ ของแบบทดสอบวัดทักษะการวัด

X	f	cf	$cf + 1/2f$	% ile	T
12	66	154	121.0	78.77	58
11	35	86	68.5	44.48	49
10	12	51	45.0	29.22	45
9	11	39	33.5	21.75	42
8	8	28	24.0	15.58	40
7	4	20	18.0	11.69	38
6	8	16	14.0	9.09	37
5	5	8	5.5	3.57	32
4	3	7	1.5	0.97	27

ตาราง 16 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ ของแบบทดสอบวัดทักษะการจำแนกประเภท

X	f	cf	$cf + 1/2f$	% ile	T
12	31	154	138.5	89.94	63
11	32	123	107.0	69.48	55
10	21	91	80.5	52.27	51
9	19	70	60.5	39.29	47
8	15	51	43.5	28.25	44
7	11	36	30.5	19.81	42
6	8	25	21.0	13.64	39
5	7	17	13.5	8.77	36
4	6	10	7.0	4.55	33
3	4	4	2.0	1.30	28

ตาราง 17 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ ของแบบทดสอบวัดทักษะการหาความสัมพันธ์
ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

X	f	cf	cf + 1/2f	% ile	T
12	12	154	148.0	96.10	68
11	34	142	125.0	81.17	59
10	26	108	95.0	61.69	53
9	30	82	67.0	43.51	48
8	12	52	46.0	29.87	45
7	13	40	33.5	21.75	42
6	10	27	22.0	14.29	39
5	9	17	12.5	8.12	36
4	8	8	4.0	2.60	31

ตาราง 18 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ ของแบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ

X	f	cf	$cf + 1/2f$	% ile	T
12	56	154	126.0	81.82	59
11	20	98	88.0	57.14	52
10	12	78	72.0	46.75	49
9	10	66	61.0	39.61	47
8	12	56	50.0	32.47	45
7	12	44	38.0	24.68	43
6	14	32	25.0	16.23	40
5	7	18	14.5	9.42	37
4	7	11	7.5	4.87	33
3	4	4	2.0	1.30	28

ตาราง 19 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ ของแบบทดสอบวัดทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

X	f	cf	$cf + 1/2f$	% ile	T
12	17	154	145.5	94.48	66
11	9	137	132.5	86.04	61
10	11	128	122.5	79.55	58
9	10	117	112.0	72.73	56
8	13	107	100.5	65.26	54
7	17	94	85.5	55.52	51
6	18	77	68.0	44.16	49
5	9	59	54.5	35.39	46
4	13	50	43.5	28.25	44
3	13	37	30.5	19.81	42
2	9	24	19.5	12.66	39
1	10	15	10.0	6.49	35
0	5	5	2.5	1.62	29

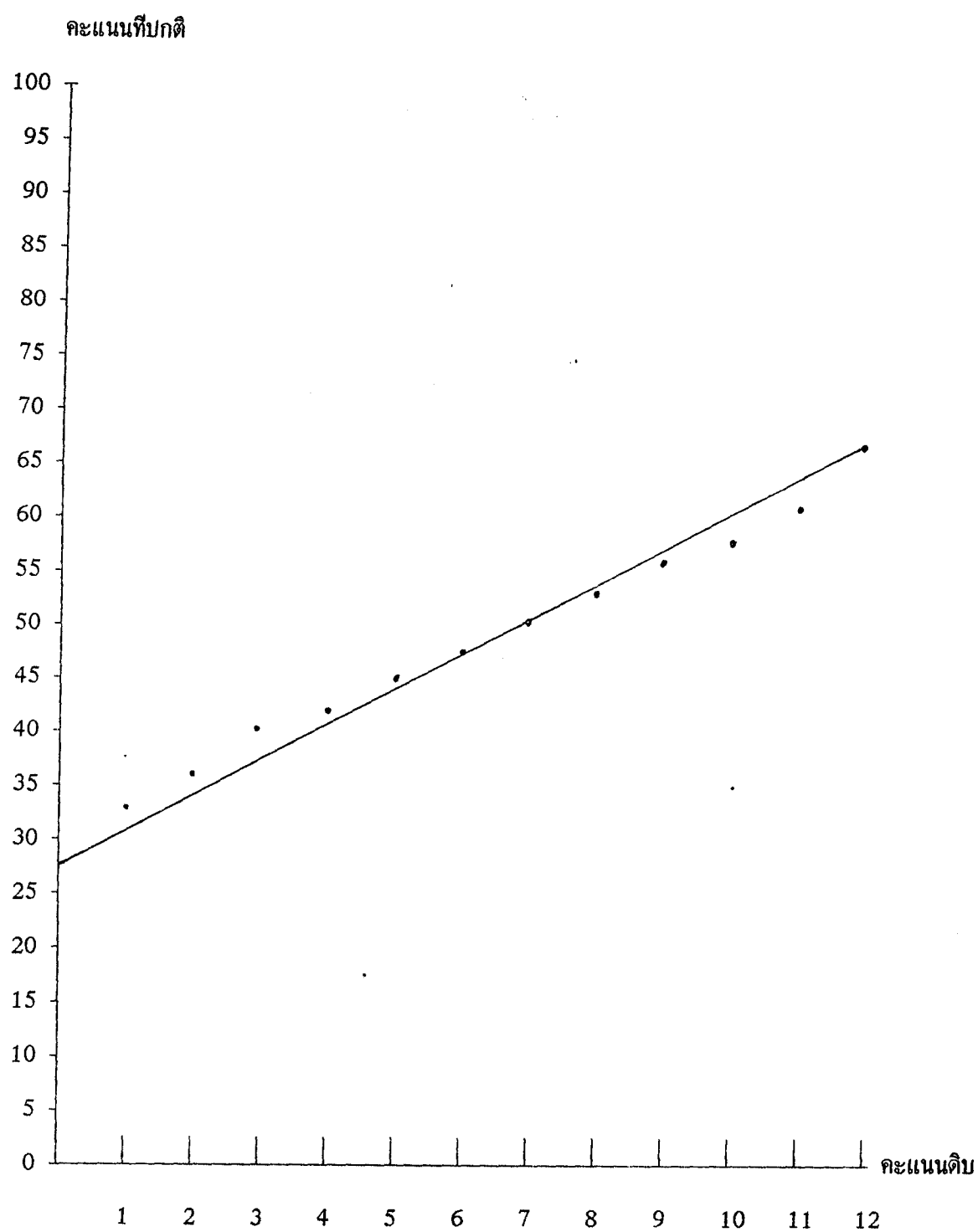
ตาราง 20 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ ของแบบทดสอบวัดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

X	f	cf	$cf + 1/2f$	% ile	T
11	6	154	151.0	98.05	71
10	15	148	140.5	91.23	64
9	25	133	120.5	78.25	58
8	26	108	95.0	61.69	53
7	23	82	70.5	45.78	49
6	18	59	50.0	32.47	45
5	14	41	34.0	22.08	42
4	10	27	22.0	14.29	39
3	8	17	13.0	8.44	36
2	6	9	6.0	3.90	32
1	3	3	1.5	0.97	27

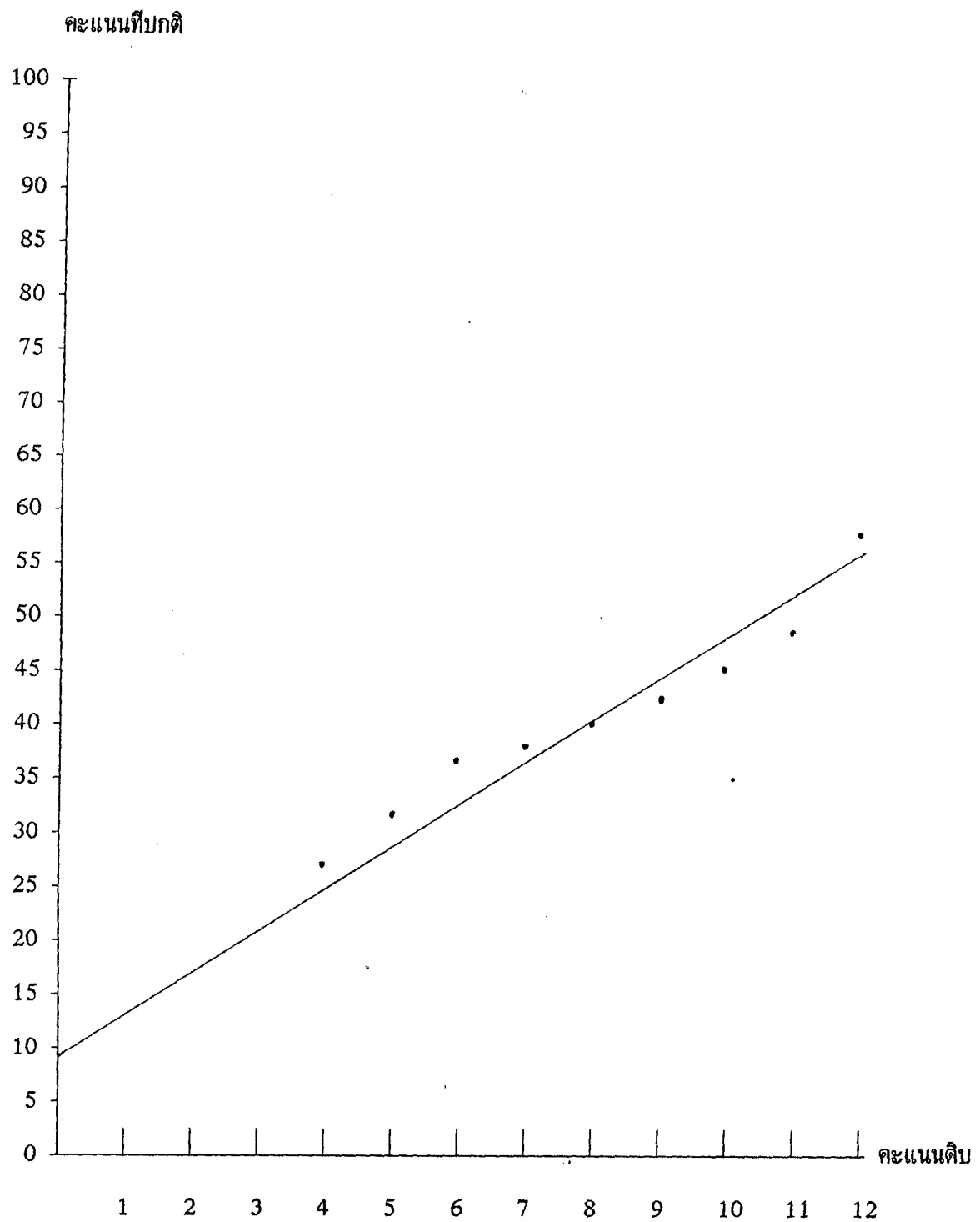
ตาราง 21 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ ของแบบทดสอบวัดทักษะการพยากรณ์

X	f	cf	$cf + 1/2f$	% ile	T
12	8	154	150.0	97.40	69
11	7	146	142.5	92.53	64
10	7	139	135.5	87.99	62
9	6	132	129.0	83.77	60
8	9	126	121.5	78.90	58
7	12	117	111.0	72.08	56
6	10	105	100.0	64.94	54
5	28	95	81.0	52.60	51
4	19	67	57.5	37.38	47
3	14	48	41.0	26.62	44
2	11	34	28.5	18.51	41
1	12	23	17.0	11.04	38
0	11	11	5.5	3.51	32

จากตาราง 14-21 จะเห็นว่าคะแนนจากการทดสอบนี้ เมื่อแปลงเป็นคะแนนที่ปกติแล้วปรากฏว่า คะแนนดิบที่ได้จากการทดสอบทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ไม่คลุมคะแนนต่ำสุดและคะแนนสูงสุดของแบบทดสอบ จึงได้ขยายขอบเขตคะแนนเพื่อให้คลุมคะแนนมากที่สุด จากนั้นจึงอ่านคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติ จากเส้นกราฟนั้น เพื่อให้เป็นเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ ภาควิชาวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทุกทักษะ ดังแสดงในภาพประกอบ 3

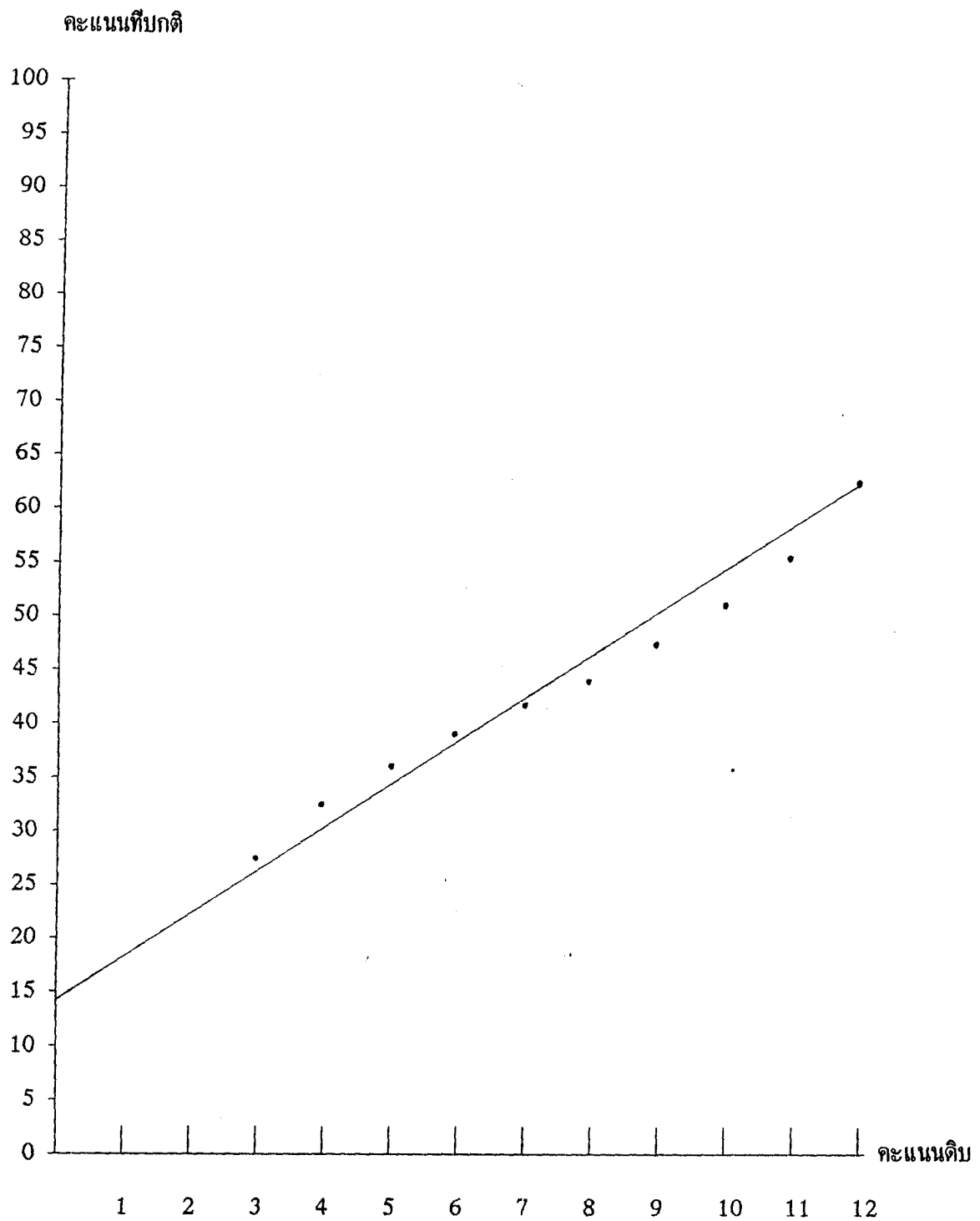


ภาพประกอบ 3 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการสังเกต โดยวิธีการนำ
คะแนนดิบ และคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจุดกราฟเป็นคู่ ๆ

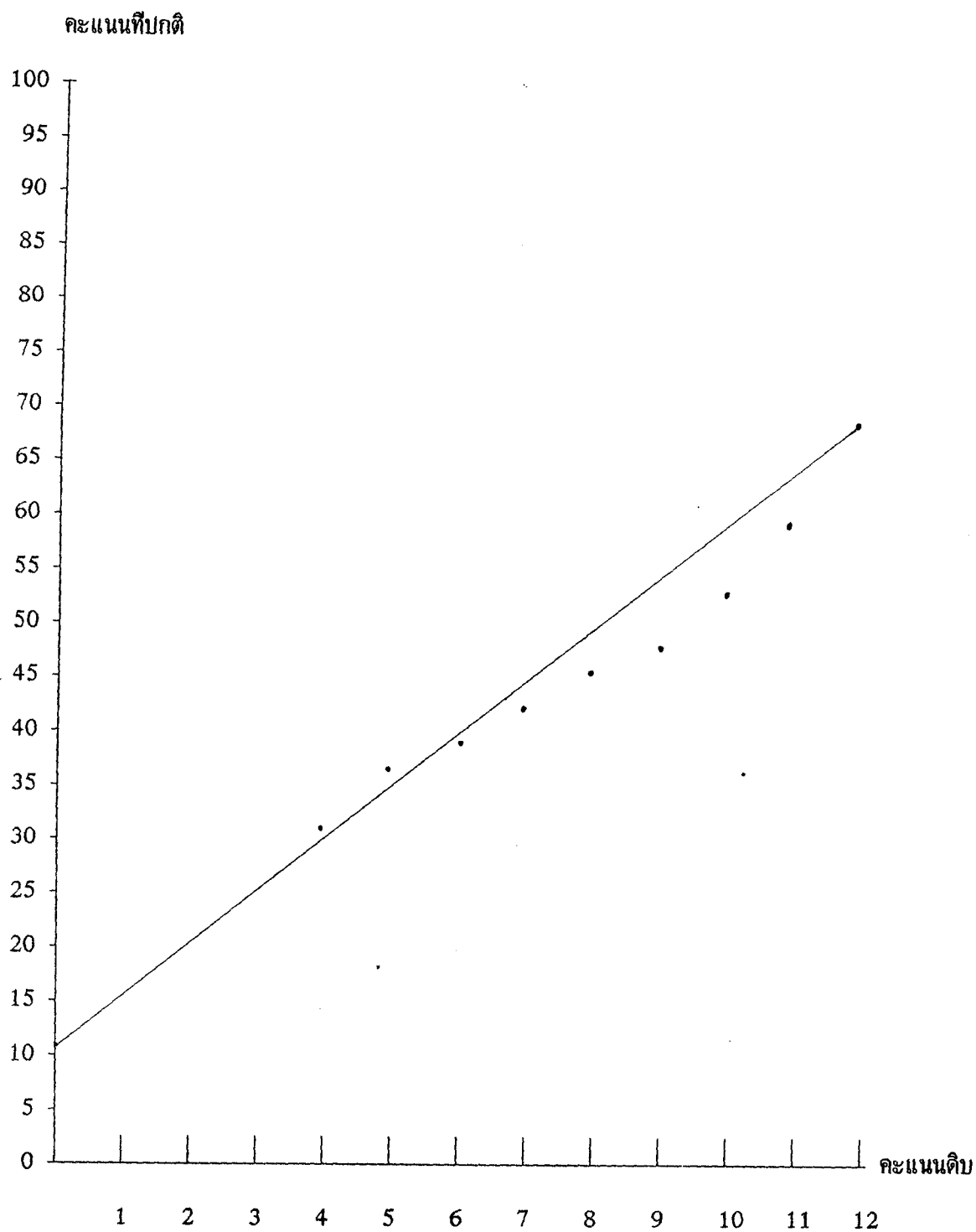


ภาพประกอบ 4 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการวัด โดยวิธีการนำ

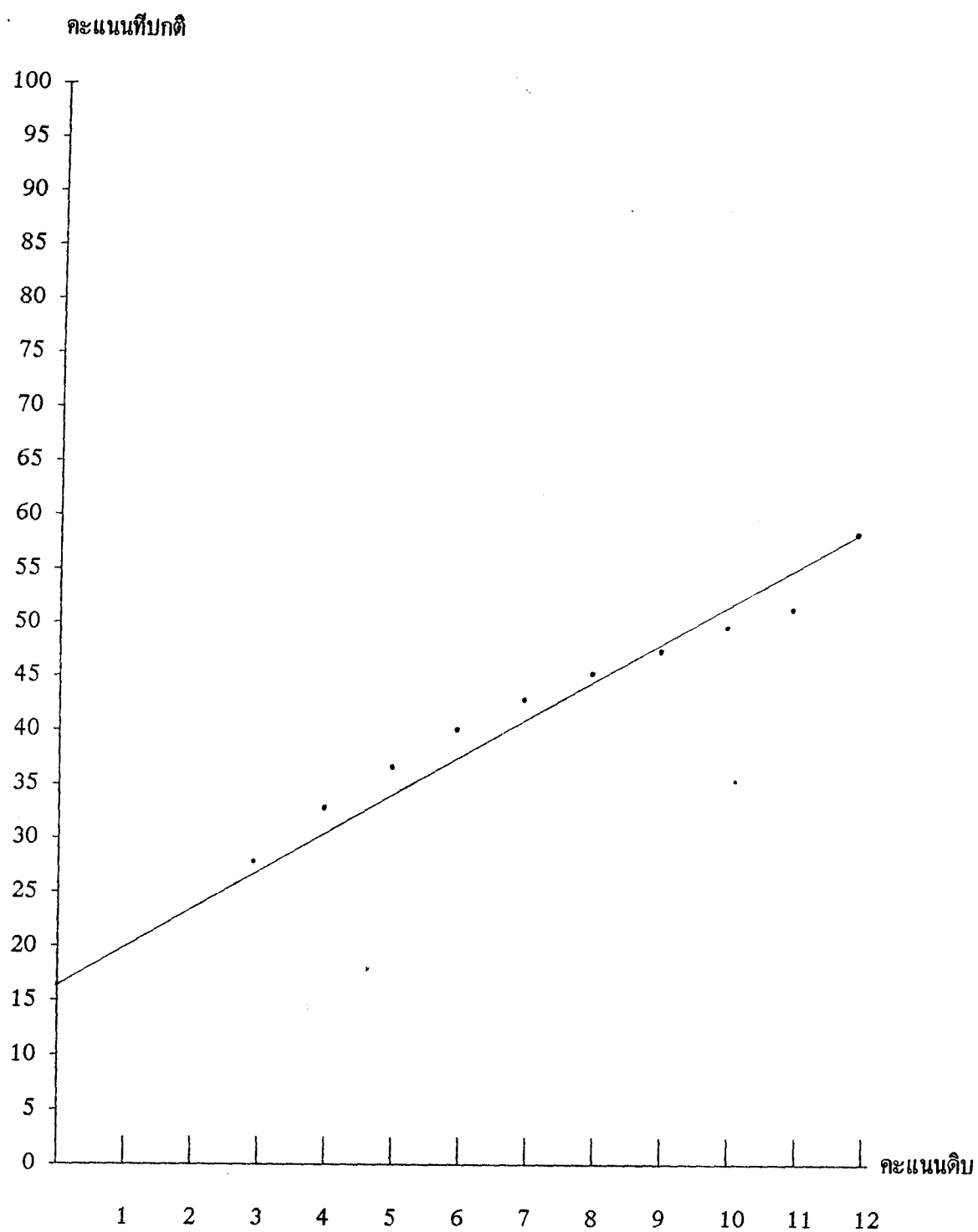
คะแนนดิบ และคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจุดกราฟเป็นคู่ ๆ



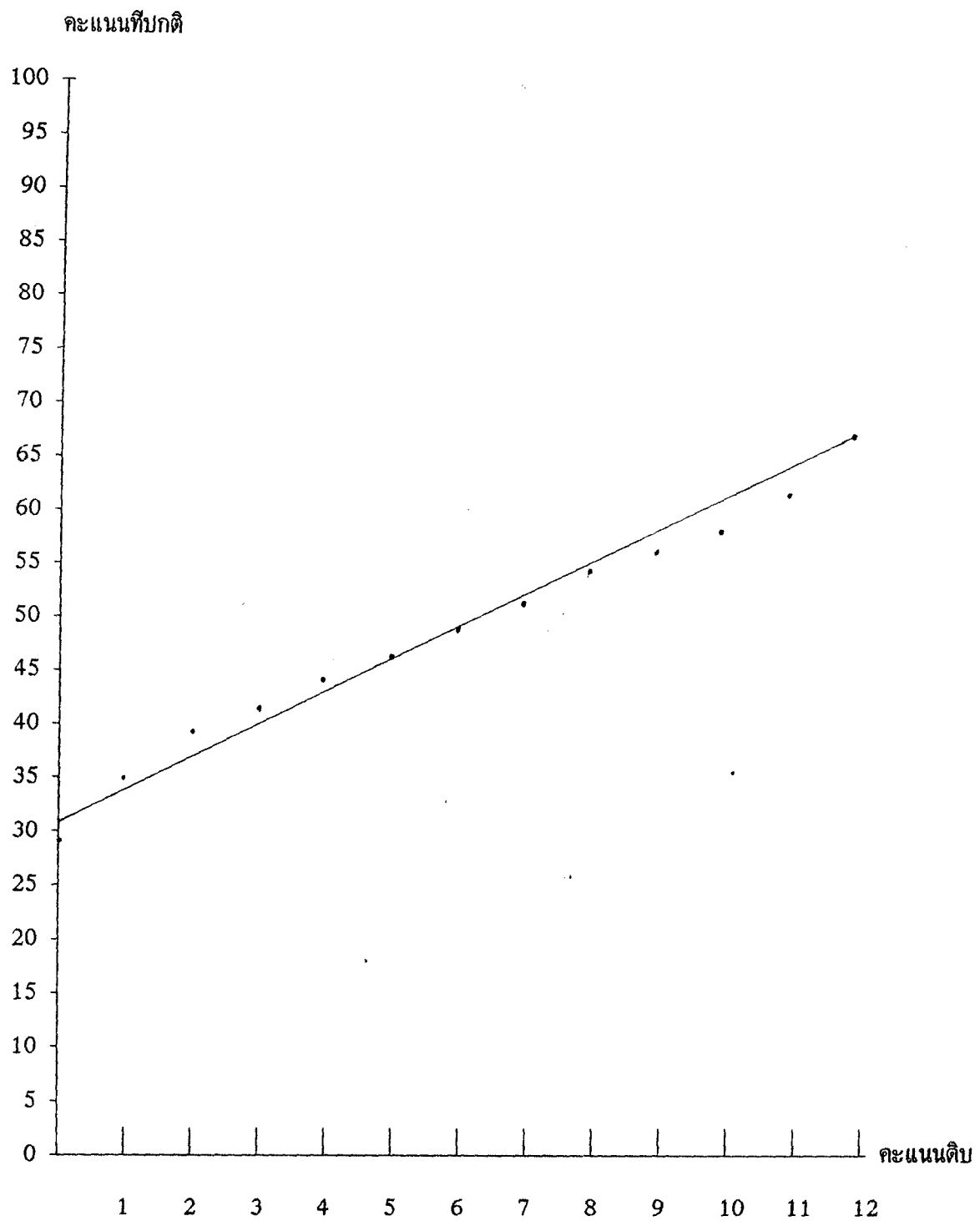
ภาพประกอบ 5 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการจำแนกประเภท โดยวิธีการนำคะแนนดิบ และคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจุดกราฟเป็นคู่ ๆ



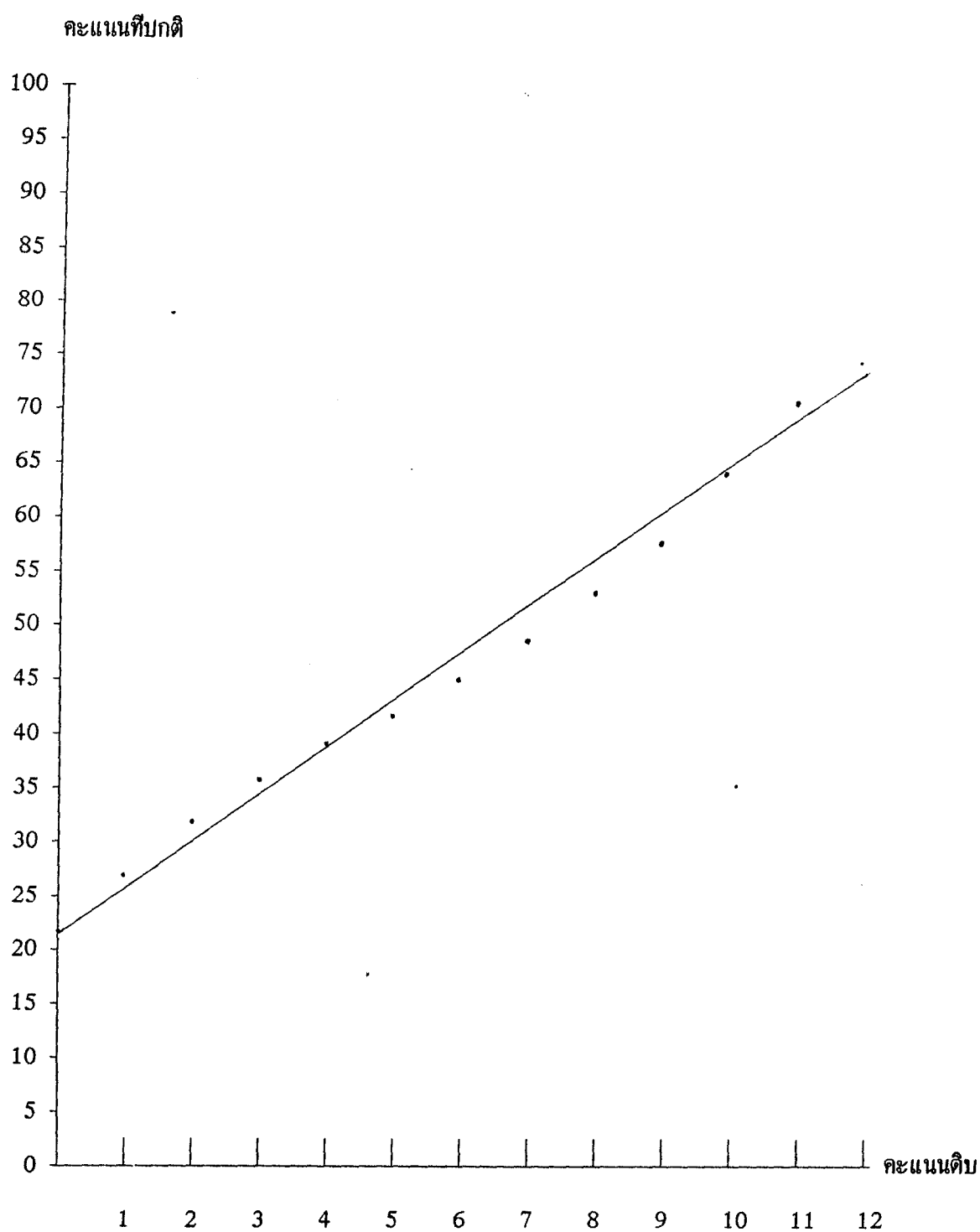
ภาพประกอบ 6 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการหาความสัมพันธ์
ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา โดยวิธีการนำคะแนนดิบ และคะแนนที่ปกติที่
คำนวณได้มาจัดกราฟเป็นคู่ ๆ



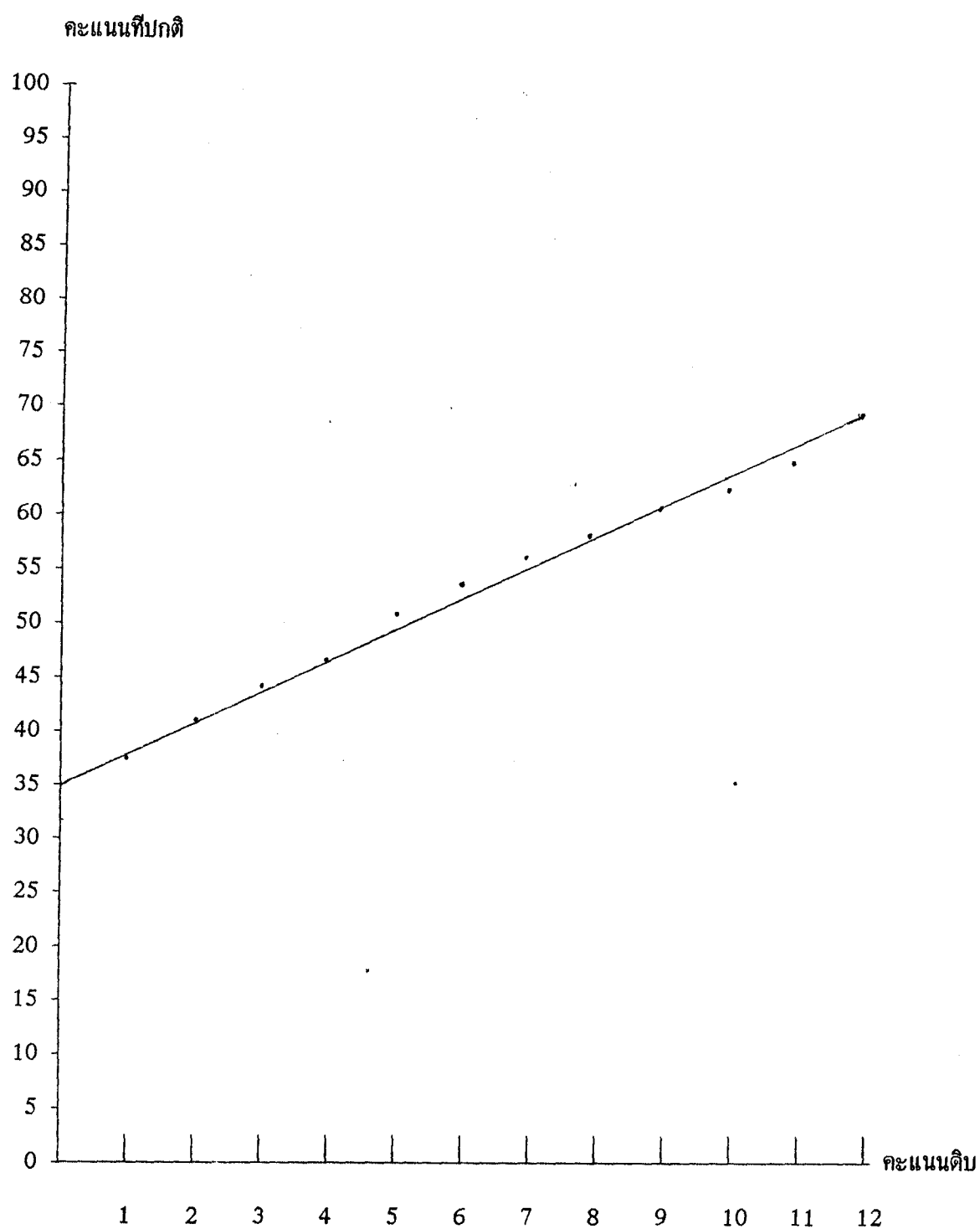
ภาพประกอบ 7 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการคำนวณ โดยวิธีการนําคะแนนดิบ และคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจุดกราฟเป็นคู่ ๆ



ภาพประกอบ 8 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการจัดกระทำและสื่อความ
หมายข้อมูล โดยวิธีการนำคะแนนดิบ และคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจัดกราฟเป็นคู่ ๆ



ภาพประกอบ 9 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
โดยวิธีการนำคะแนนดิบ และคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจัดกราฟเป็นคู่ ๆ



ภาพประกอบ 10 การขยายขอบเขตของคะแนนของแบบทดสอบทักษะการพยากรณ์ โดยวิธีการนำ
คะแนนดิบ และคะแนนที่ปกติที่คำนวณได้มาจุดกราฟเป็นคู่ ๆ

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
3. เพื่อหาเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ และของแบบทดสอบแต่ละทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี จำนวน 154 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติและมีการบันทึกผลจากการปฏิบัติ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์การทดลอง 1 สถานการณ์จะมีกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ 1 ข้อ แต่ละทักษะมีข้อสอบ 4 ข้อ ดังนั้นข้อสอบทั้งฉบับมี 32 สถานการณ์ มีข้อสอบให้นักเรียนปฏิบัติ 32 ข้อ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกับสเปและสเปกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและทักษะการพยากรณ์

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และนัดวัน เวลา เพื่อนำแบบทดสอบไปสอบ
2. เตรียมแบบทดสอบ และอุปกรณ์ในการปฏิบัติให้เพียงพอแก่นักเรียนที่สอบในแต่ละครั้ง

วางแผนดำเนินการสอบ รวมทั้งผู้ดำเนินการสอบห้องละ 2 คน ซึ่งผู้ดำเนินการสอบชี้แจงการปฏิบัติในการดำเนินการสอบ ดังนี้

2.1 ผู้ดำเนินการสอบอธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์ และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ

2.2 ผู้ดำเนินการสอบอธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงวิธีการดำเนินการสอบแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน วิธีการปฏิบัติและวิธีตอบ ก่อนที่จะให้ผู้สอบลงมือทำ

3. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

3.1 ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ และหาเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทดสอบ

3.2 ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ และหาเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทดสอบ ไว้ใช้ต่อไป

3.3 ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ และสร้างเกณฑ์ปกติ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประเมินคุณภาพแบบทดสอบขั้นต้น โดยการหาความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เกณฑ์ 4 ใน 5 ของผู้เชี่ยวชาญ บอกว่าใช้ได้ แสดงว่ามีความเที่ยงตรงเชิงพินิจ ได้ข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาจำนวน 32 ข้อ

2. การทดสอบครั้งที่ 1

2.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบจำนวน 32 ข้อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

2.1.1 เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 120 นาที

2.1.2 ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละทักษะมีค่าอยู่ในช่วง 6.87 ถึง 12.55 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 76.57

2.1.3 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบแต่ละทักษะมีค่าอยู่ในช่วง 2.31 ถึง 5.54 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 4.55

2.2 หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

2.2.1 ค่าความยากของข้อสอบที่คัดเลือกและนำมาปรับปรุงทั้งหมด 24 ข้อ มีค่าอยู่ในช่วง 0.19 ถึง 0.88

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่คัดเลือกและนำมาปรับปรุงทั้งหมด 24 ข้อ มีค่าอยู่ในช่วง 0.10 ถึง 0.45

3. การทดสอบครั้งที่ 2

3.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบจำนวน 24 ข้อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

3.1.1 เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 90 นาที

3.1.2 ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละทักษะมีค่าอยู่ในช่วง 6.65 ถึง 10.90 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 71.88

3.1.3 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบแต่ละทักษะมีค่าอยู่ในช่วง 1.15 ถึง 2.46 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 3.23

3.2 หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

3.2.1 ค่าความยากของข้อสอบ ทั้งหมด 24 ข้อ มีค่าอยู่ในช่วง 0.24 ถึง 0.81

3.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ทั้งหมด 24 ข้อ มีค่าอยู่ในช่วง 0.13 ถึง 0.78

4. การทดสอบครั้งที่ 3

4.1 หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.1.1 ค่าความยากของข้อสอบ ทั้งหมด 24 ข้อ มีค่าอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.76

4.1.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ทั้งหมด 24 ข้อ มีค่าอยู่ในช่วง 0.23 ถึง 0.67

4.2 หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบจำนวน 24 ข้อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.2.1 ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละทักษะมีค่าอยู่ในช่วง 5.61 ถึง 10.76 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 65.72

4.2.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบแต่ละทักษะมีค่าอยู่ในช่วง 1.73 ถึง 3.72 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 15.18

4.2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละทักษะ มีค่าอยู่ในช่วง 0.417 ถึง 0.570 รวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.750

4.3 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบ

4.3.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบด้วยวิธี Multitrait Multimethod มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบที่วัดทักษะเดียวกันและทักษะต่างกันมีค่าอยู่ในช่วง 0.559 ถึง 0.675 และ -0.241 ถึง 0.542 ตามลำดับ

4.3.2 หาความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบ โดยหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบแต่ละทักษะ และของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าอยู่ในช่วง 0.268 ถึง 0.807 และ 0.577 ถึง 0.891 ตามลำดับ

อภิปรายผล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน พร้อมทั้งเกณฑ์ในการประเมินผล การให้คะแนนการวัดภาคปฏิบัติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปขอคำแนะนำและพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อดูความเที่ยงตรงเชิงพิโนจ (Face Validity) ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า ข้อสอบทั้ง 32 ข้อนี้ สามารถวัดได้ตรงตามคุณลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนด
2. จากการทดสอบครั้งที่ 1 ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบไว้ 14 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วงที่เหมาะสมตามเกณฑ์การพิจารณาข้อสอบ และมีข้อสอบ 10 ข้อ ที่พอจะนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบครั้งต่อไป
3. จากการทดสอบครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกใกล้เคียงกับที่ ขวาล แพร่ตกุล (2520:314-317) ได้กำหนดไว้ว่าข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดี แต่จากการทดสอบครั้งนี้ ข้อสอบบางข้อที่คุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อาจเป็นเพราะว่าอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติบางข้อยังไม่เหมาะสม และคำสั่งในข้อสอบบางข้อผู้สอบยังเข้าใจไม่ตรงกัน
4. การทดสอบครั้งที่ 3 ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวน 24 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ทำได้ดี โดยขอแยกกล่าว ดังนี้
 - 4.1 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ อยู่ในเกณฑ์ตามที่ ขวาล แพร่ตกุล (2520:314-317) ได้กำหนดไว้ว่า คือจากการทดสอบครั้งนี้มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.76 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.23 ถึง 0.67 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดีและเหมาะสมทั้งฉบับ

4.2 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละทักษะและรวมทั้งฉบับ โดยการนำสัมประสิทธิ์ แอลฟา (α Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละทักษะมีค่าต่ำ เนื่องจากจากจำนวนข้อของแบบทดสอบมีน้อยจึงทำให้ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบต่ำ ทำให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำ (Mehrens and Lehmann, 1984:101-102) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นปรนัย ของสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสระบุรี ที่มีค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะและทั้งฉบับ มีค่าอยู่ในช่วง 0.204 ถึง 0.684 และ 0.768 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลงานวิจัยที่สร้างขึ้น

4.3 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้หาความเที่ยงตรง ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

4.3.1 ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบ ด้วยวิธี Multitrait Multimethod โดยแบบทดสอบทั้งสองฉบับ ที่วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เดียวกัน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่าที่วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน แต่มีในกรณีที่แบบทดสอบที่วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต่างกันแต่มีค่าสหสัมพันธ์สูง ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลเช่นนี้ สอดคล้องกับ มาช,สมิทและบราเนส (Marsh, Smith and Barnes, 1983; 197) ได้เสนอการวิเคราะห์เพื่อหาความเที่ยงตรงตามโครงสร้างด้วยวิธี Multitrait Multimethod โดยกำหนดหลักการ ดังนี้

1. ถ้าแบบทดสอบต่าง ๆ ต่างวัดลักษณะเดียวกันแล้ว สหสัมพันธ์จากผลการสอบด้วยแบบทดสอบเหล่านั้นจะสูง เรียกลักษณะแบบทดสอบเช่นนี้ว่ามีความเที่ยงตรงเหมือน (Convergent Validity)
2. ถ้าแบบทดสอบต่าง ๆ ต่างวัดลักษณะต่างกันแล้ว สหสัมพันธ์จากผลการสอบด้วยแบบทดสอบเหล่านั้นจะมีค่าต่ำกว่าแบบทดสอบที่วัดลักษณะเดียวกัน เรียกลักษณะของแบบทดสอบเช่นนี้ว่า มีความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity)
3. ถ้าแบบทดสอบที่วัดลักษณะต่างกัน แต่ผลการวัดมีค่าสหสัมพันธ์ค่อนข้างสูง เหตุการณ์เช่นนี้ถือว่าเป็นดัชนีที่ขัดแย้งกับความเที่ยงตรงเชิงจำแนก สิ่งนี้อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากโครงสร้างของสิ่งที่วัดทั้งสองนั้นมิได้แยกจากกันอย่างเด่นชัดนัก

4.3.2 ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง จากการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบแต่ละทักษะ และทั้งฉบับ ได้ค่าสัมประสิทธิ์อยู่ในเกณฑ์สูง และมีความเที่ยงตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของแต่ละทักษะ และทั้งฉบับ ที่ระดับ 0.01 และ 0.001 ตามลำดับ แสดงว่าแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้สามารถวัดได้ตรงตามคุณลักษณะของแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนด

5. คะแนนเกณฑ์ปกติ ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนนที่ปกติ (Normalized T-Score) เพื่อใช้เปรียบเทียบระดับของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้อยู่ในหน่วยเดียวกัน ผลจากการทดสอบครั้งที่ 3 คะแนนดิบของแบบทดสอบ แต่ละทักษะ และทั้งฉบับมีการกระจายของคะแนนยังไม่ครอบคลุมทุกค่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กถ้าจะให้สอดคล้องต้องนำกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ ดังที่ อนันต์ ศรีโรภา (2520 :18)กล่าวไว้ว่าการสร้างเกณฑ์ปกติให้มีคะแนนดิบกระจายครอบคลุมคะแนนที่อยู่ระหว่างคะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุดนั้นต้องนำกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่

ในการประเมินผลการสอบ ถ้าต้องการทราบระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนรายบุคคลว่า สูง-ต่ำ เพียงใดเมื่อเทียบกับกลุ่ม ให้พิจารณาตามเกณฑ์ดังนี้ (ขวาล แพร่ดกุล. 2520: 53)

ตั้งแต่ T ₆₅	ขึ้นไป	แปลว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงมาก
ตั้งแต่ T ₅₅ -T ₆₅		แปลว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง
ตั้งแต่ T ₄₅ -T ₅₅		แปลว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พอใช้
เฉพาะที่ T ₅₀		แปลว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง
ตั้งแต่ T ₃₅ -T ₄₅		แปลว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ
ตั้งแต่ T ₃₅	ลงมา	แปลว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำมาก

ถ้าผู้สอบได้คะแนนตรงจุดแบ่งพอดี คือ T₃₅, T₄₅, T₅₅ และ T₆₅ แล้ว ให้เลื่อนผู้นั้นขึ้นไปอยู่ในกลุ่มที่สูงถัดไปเสมอ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดที่จะเสนอแนะไว้ดังนี้

1. จากการทดสอบถึง 3 ครั้ง ทำให้ได้แนวคิด ว่า ผู้ที่จะนำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ จะต้องคำนึงถึงความพร้อมของอุปกรณ์ สถานที่ในการทดลอง และผู้ประเมิน
2. ควรมีการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ โดยไม่อิงเนื้อหา มาใช้ในชั้นประถมศึกษาและชั้นมัธยมศึกษา
3. ควรมีการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติที่วัดทักษะด้านอื่น ๆ ในระดับชั้นต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เพื่อพัฒนาการวัดผลในการปฏิบัติงานให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล สดุดะเสริฐ. หลักและวิธีการวัดผล. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2528.
- การประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี, สำนักงาน. รายงานการประเมินคุณภาพระดับประเทศ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. หน่วยศึกษานิเทศก์, 2533.
- การฝึกหัดครู, กรม. "คู่มือครูชุดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ," หน่วยที่ 3
เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. 2523.
- รกวิทย์ ประवालพฤษย์ และสมศักดิ์ สินธุระเวชชัย. การประเมินในชั้นเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2527.
- คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. การนิเทศการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต. เอกสาร ศึกษานิเทศก์ ที่ 23/2530
กรุงเทพฯ : รุ่งศิลป์การพิมพ์, 2530.
- จำนง พรายแย้มแข. เทคนิคการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กับการสอนซ่อมเสริม(ตาม-
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์). ไทยวัฒนาพานิช, 2529.
- ชวาล แพรัตกุล. เทคนิคการเขียนข้อสอบ. โรงพิมพ์ทักษิณอักษร, 2520.
- โชค ต้นศิริ. การศึกษาพัฒนาการของเด็กนักเรียนในโรงเรียนสังกัดองค์การบริหารส่วน
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ด้านการงานของโดยอาศัยสีและรูปร่าง. ปริยานิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2514.
- ระพี เพชรชื่น. "การสอนการสอบเพื่อคิดเป็น," การวัดผลการศึกษา. 17(กันยายน -
ธันวาคม) 2527.
- เชิดศักดิ์ งามาสินธุ์. "การทดสอบภาคปฏิบัติ," มิตรครู. กรุงเทพฯ : ฉบับที่ 12.ปีที่ 28.
บักย์หลัง; มิถุนายน 2529.
- เชาวนา ขวลิตรารง. "การตรวจให้คะแนนการทดสอบภาคปฏิบัติ," การวัดผลการปฏิบัติงาน.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน, 2534.
- ทวิศักดิ์ จินดานุรักษ์ และชงชัย ชิวปรีชา. "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2,"
เอกสารการสอนชุดวิทยาศาสตร์ 3 หน่วยที่ 1-5. กรุงเทพฯ : ฝ่ายการพิมพ์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2525.

- ทพวงมหาวิทยาลัย, คณะอนุกรรมการการพัฒนการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.
ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. 3 เล่ม. ม.ป.ท., 2525.
- ธงชัย ชิวปรีชา และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1,"
เอกสารการสอนชุดวิทยาศาสตร์ 3 หน่วยที่ 1-5. กรุงเทพฯ : ฝ่ายการพิมพ์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2525.
- ธีระชัย ปุณณเขตติ. "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่," วารสารวิทยาศาสตร์. 47;กรกฎาคม
2517.
- นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิสวธีรานนท์. "ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์," เอกสารการ-
สอนชุดวิทยาศาสตร์ 3 หน่วยที่ 1-5. สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมมาธิราช, 2525.
- นิเชต สุนทรพิทักษ์. การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับความมั่นคงของชาติ
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2533.
- นางลักษณ์ เหล่าแสง. การเปรียบเทียบทักษะการสังเกตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4
ในจังหวัดเชียงใหม่ ที่เรียนตามโครงการทดลองสอนของ สสวท. กับนักเรียนเรียน
ตามปกติ. วิทยานิพนธ์ ศศ.บ. กรุงเทพฯ : สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, 2524. อดสาเนา.
- น้อยทิพย์ ศัตรศาสตร์. การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น-
พื้นฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: ภาควิชาประถมศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อดสาเนา.
- ประณีต วิบูลย์พันธ์. พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ ในชั้นมัธยมศึกษา (ตอนที่ 1).
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2521.
- ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และ
การคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์.
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อดสาเนา.
- ประหยัด จันทร์ขมภู และประสพสันต์ อักษรมัต. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2518.

- ปรีชา วงศ์ศิริ. "การจัดลำดับเนื้อหาและประสบการณ์," เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์. สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2527.
- ปิยมาภรณ์ พรหมมณี. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สัตว์ และพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522. อัดสำเนา.
- สุสดี ตามไท. การพัฒนาวัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เสริมกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ระดับประถมศึกษา. ข.สสวท. 3:30-32; เมษายน-มิถุนายน 2527.
- เพียน ไชยสร. "การวัดผลภาคปฏิบัติ," วารสารการวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ปีที่ 8.ฉบับที่ 23.กันยายน - ธันวาคม 2529.
- พจน์ สะเพียรชัย. "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," พัฒนาวัดผล. 10:49-51; มกราคม 2517.
- พันธุ์ทิพย์ ทิมสุกใส. การเปรียบเทียบด้านทักษะการสังเกตของนักเรียนตามโครงการทดลองสอนของ สสวท. กับนักเรียนนอกโครงการทดลองสอนของ สสวท. ระดับประถมศึกษาปีที่ 3-4 จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524.อัดสำเนา.
- พิศาล สร้อยชูหระา. "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4," เอกสารการสอนชุดวิชาการวิทยาศาสตร์ 3 หนวนที่ 1-5. กรุงเทพฯ : ฝ่ายการพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมาธิราช, 2525.
- ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2526.
- มานะ วาตะพุทกณะ. สัมฤทธิ์ผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) โรงเรียนบุญวัฒนา นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ:มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อัดสำเนา.
- ยุพา ตันติเจริญ. "การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในชนบท," วารสารคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาสหประชาชาติ. 20:41-42; กรกฎาคม - กันยายน 2531.

ยุพา วีระไวทยะ. เอกสารอ่านประกอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ภาควิชาการ-
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.

เยี่ยมลักษณ์ เจริญพัทธ์. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ในกลุ่ม
สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย
กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
2524.อัดสำเนา.

รวีวรรณ อังคนุรักษ์. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ปรินูณานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536.

_____. สถิติวิทยาทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2.โรงพิมพ์วัฒนาพานิช, 2522.

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์นั้ เดชะคุปต์. กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับครู. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2532.

วัลลภา ถนอมวงษ์. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ในกลุ่ม
สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนันทกิต
สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดตราด. ปรินูณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2528. อัดสำเนา.

ศศิเกษม ทองยงค์ และลีลา สีนานุเคราะห์. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ สรุบน้ำเนื้อหาหลักสูตรใหม่
2522. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2524.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง
พ.ศ. 2533). โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2533.

สุภชัย ดันศิริ. การศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการความคิดรวบยอด ของเด็กนักเรียนในเมือง
และเด็กนักเรียนชนบท ในด้านการจำแนกสิ่งของโดยอาศัยสีและรูปร่าง.
ปรินูณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520.
อัดสำเนา.

ส.วาสนา ประवालพฤษย์. "การวัดผลการเรียนภาคปฏิบัติ," เอกสารประกอบการเรียน
การวัดผลการปฏิบัติขั้นสูง. กรุงเทพฯ : ภาคพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. 2524. อัดสำเนา.
- _____. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สสวท./วท./02/02/31. อัดสำเนา.
- _____. 12 ปี ของการพัฒนาทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2527.
- _____. เอกสารในการอบรมครูวิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2523. อัดสำเนา.
- สถาพร ศรีสุข. การสร้างเครื่องมือวัดทักษะการสังเกต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524. อัดสำเนา.
- สมชัย โภมล และคนอื่น ๆ การสร้างชุดการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.
- สมจิต สวรรณไพฑูรย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- สมบุญ ชิตพงษ์. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.
- สาคร รักบำรุง. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ:มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528. อัดสำเนา.
- สุนันท์ สลโรกสม. "การทดสอบภาคปฏิบัติ," เอกสารประกอบการฝึกอบรม การวัดและประเมิน-ผลการศึกษา. เชียงใหม่ : คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2527.
- สุภรณ์ ลัมบริบูรณ์. "การวัดผลการเรียนภาคปฏิบัติ," สารพัฒนาหลักสูตร. กรุงเทพฯ ฯ : ฉบับที่ 111.ปีที่ 12.กรกฎาคม - กันยายน 2535.
- สุน อมรวิวัฒน์. "ความสำคัญและขอบข่ายของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต," เอกสารการสอนชุดวิชากลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต หน่วยที่ 1. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์ในเต็ดโปรดัดชั่นจำกัด, 2526.

- สุวัฒน์ นิยมคำ. ทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 2 เล่ม.
กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์, 2531.
- สุวิมล เขียวแก้ว. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2527.
- เสนอ อินทรสุขศรี และคนอื่น ๆ. "หลักสูตรประถมศึกษา 2521 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
นั้นเป็นฉันทา," ประชาศึกษา. 3:26-32; ธันวาคม 2524.
- เสริม ทัดศรี. การวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ในจังหวัดสงขลา. ปรินญาพนธ์ กศ.ด.กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- อนันต์ จันทร์กวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์
และทัศนคติของนักเรียน ม.ศ.2 และ ม.2. ปรินญาพนธ์ กศ.ด.กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.
- อนันต์ ศรีโสภ. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2520.
- อำนาจ เจริญศิลป์. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสตร์,
2526.
- American Association for The Advancement of Science. (AAAS.) Science
A Process Approach. New York: Comantary for Teacher. AAAS.
Xerox, 1970.
- Anderson, O.Roger. The Experience of Science : A New Perspective
for Laboratory Teaching. New York : Teacher College Columbia
University, 1976.
- Barufaldi, James P. and M.A. Dietz "Effect of Solid Object and Two
a Process Approach Classes," Journal of Research in Science
Teaching. 12: 407-413 ; April, 1975.
- Best, John W. Research in Education. 2nd ed. New Jersey : Prentice
Hall, 1970.

- Bojtelsmit, John W. "Convergent and Discriminant Validation of
Chartered Life Under Writer (CLU) Examinations by the Multitrait-
Multimethod Matrix," Educational and Psychological Measurement.
39 : 891-896 ; 1979.
- Bradfield, James M. and H. Stewart Moredock. Measurement and
Evaluation in Education. New York : Macmillan, 1957.
- Burns, Joseph C. and others. "Development of a Integrated Process
Skill Test : TIPS," Journal of Research in Science Testing.
22(2) : 169-177; February, 1985.
- Carin, Arthur and B. Robert Teaching Science Through Discovery.
3rd ed. Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company, 1975.
- Cartwright, Carol A. and Philip G. Cartwright. Developing Observation
Skills. New York : McGraw-Hill Book Co., 1974.
- Duren Redeney 1. "Measuring the Process of Science Objectives,"
Science Education. 62(1) : 24-25; January - March, 1978.
- Eggen, Paul D. and others Strategies for Teacher. New Jersey: Prentice
Hall, 1979.
- Fischer, Robert B. Science Man and Society. 2nd ed. Philadelphia :
W.B. Saunders Company, 1975.
- Gagne, R.M. Psychology Issues in Science A Process Approach in
Psychological Bases of Science A Process Approach. Washington
D.C. : American Association for the Advancement of Science,
1965.
- Gega, Peter C. Science in Elementary Education. 3rd ed. New York :
John Wiley and Sons, 1977.
- George, Kenneth D. and M.A. Dietz "How Children Classify Objects,"
Journal of Research in Science Teacher. 8:277-283; March, 1971.

Good, Panald G. Science Childern : Reading in Elementary Science Education. Iowa:WM.C. Brown Company Publishers, 1972.

Jacobson, W.J. and A.B. Bergman. Science for Children 2nd ed.
New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 1987.

Judge, Joad. "Observational Skills of Children in Montessori and Science. A Process Approach Classes," Journal of Research in Science Teaching. 12: 407-413; April,1975.

Kaur, Rajinder. "Evaluation of the Science Process Skills of Observation and Classification," Dissertation Abstracts International.
July,1973.

Klopfer, Leopard E. "Evaluation of Learning in Science," Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning.
New York:Benjamin S.Bloom, et al. Mc Graw-Hill, Co.,1971.

Kuslan, L.T. and H.A. Stone. Teaching Children Science and Inquiry Approach. Califonia : Wedsworth Publishing Co,Ine.,1968.

Lee, Lee C. "Concept Utilization in Preschool Children," Child Development. 36: 245; 1965.

Ludeman, Robert R. Development of The Science Process Skills Test.
Michigan : Ph.D. Thesis Michigan State University. 1974.

Marsh,Herbert W.,Ian D. Smith and Barnes,Jenifer."Multitrait - Multimethod Analyses of the Self-Description Questionnaire: Student-Teacher Agreement on Multidimensional Ratings of Student Self-Concept,"American Educational Research Journal,
20: 333-357;1983.

Marshall, John Clark and Loyde Wesley,Hales, Classroom Test Construction. Massachusetts : Addison-Wesley Publishing Company. 1971.

Mehrens, William A. and Irvin J. Lehmann. Measurement and Evaluation in Education and Psychology. New York : Rinehart and Winston Inc., 1984.

Molitor, Iorettal. "An Investigation to Develop an 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.

Mussen, Paul H. The Psychological Development of the Child. New Jersey Prentice-Hall, 1964.

Nay, Marshall A. and Associates. "A Process Approach to Teaching Science," Science Education. 55: 201-203; April-June, 1971.

Quinn, Marry Ellen and Kenneth D. George, "The Teaching Hypothesis Formative," Science Education. 59: 289-296; July - September, 1975.

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.

Perterson, Kenneth D. "Scientific Inquiry Training for High School Students," Journal of Research in Science Teaching. 15:153; March, 1978.

Robinson, Richard Wayne. "The Development of Item Which Assess the Process of Controlling Variables and Interpreting Data," Dissertation Abstracts International. 35(3) : 1522-A; September, 1973.

Serpell, R. Culture. "Differences in Attention Preference for Colour and Form," Journal of Psychology. 4:1-8; 1969.

Stafford, Don G. and others. The Physical Science: Inquiry and Investigation. California : Benziger Bruce and Glencoe Inc., 1977.

Stanely, Ahmann J. and Glock D. Marwin. Evaluation Pupil Growth.

U.S.A. : Allyn and Bancon. Inc., 1975.

Suchman, R.G. Cultural and T.Trabasso "Color and Form Preference in

Young Children," Journal of Experimental Child Psychology.

3:177-187; 1966.

Sund, Robert B.and leslie W.Trowbridge, Teaching Science by Inquiry

in the Secondary School. Columbus, Ohio:Charles E.Merrill

Co.,1967.

Thorndike, R.L. and Elizabeth Hagan. Measurement and Evaluation in

Psychologans and Education. New York : John Wiley, 1971.

Trojcak, Doris A. Science with Children. New York : McGraw-Hill

Book Co., 1979.

Tuckman, Bryce. Measuring Education Outcome. New York : Hasconrt

Brace Jobanovich. 1975.

Weisz, Paul B. Element of Biology. 2nd ed. New York : McGraw-Hill

Book Co., 1965.

Woodburn, John H. and Ellsworth S. Oburn. Teaching the Pursuit of

Science. New York : The Macmillan Company, 1965.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คู่มือของแบบทดสอบ

คู่มือของแบบทดสอบ

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงความสามารถในการเสาะแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ประการ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติหรือจากการทดลองแล้วบอกรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป
2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือในการวัดอย่างเหมาะสม และใช้เครื่องมือนั้นหาปริมาณของสิ่งของต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขได้อย่างถูกต้อง
3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำพวกวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาออกมาเป็นหมวดหมู่ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันในการจำแนกประเภทนี้ ต้องมีเกณฑ์ในการจำแนก
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 3 มิติ กับวัตถุ 2 มิติ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ และเป็นความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา
5. ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถ นำค่าที่ได้จากการวัดและการนับมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการนำตัวเลขมา บวก ลบ คูณ หารและหาค่าเฉลี่ย
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง มาจัดกระทำใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปแบบของตาราง แผนผัง เขียนและบรรยาย
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายผลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้เดิม และเหตุผลหรือเพิ่มเติมความคิดเห็นส่วนตัวลงไป
8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบ หรือค่าจากข้อมูล ที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรจากปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ จากความรู้ที่มีมาก่อนมาช่วยในการลงสรุป

ความมุ่งหมาย

แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สร้างขึ้นเพื่อนำไปทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใด เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุง และพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และวิชาอื่น ๆ ให้มีประสิทธิภาพ และเป็นแนวทางการศึกษา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นสูงขึ้นไป

โครงสร้างของแบบทดสอบ

แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นแบบทดสอบที่นักเรียน ต้องลงมือปฏิบัติ แล้วมีการบันทึกผลการปฏิบัติ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์การทดลองให้นักเรียนทดลอง 1 สถานการณ์ จะมีกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ 1 ข้อ แบบทดสอบฉบับนี้ มี 8 ทักษะ แต่ละทักษะมีข้อสอบ 3 ข้อ ดังนั้นมีการทดลองทั้งหมด 24 สถานการณ์ มีข้อสอบให้นักเรียนปฏิบัติ 24 ข้อ ใช้เวลาในการทำ แบบทดสอบ 90 นาที แบบทดสอบประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะ โดยมีข้อสอบ ของแต่ละทักษะ ดังตาราง 23

ตาราง 23 ลักษณะการเรียงข้อสอบในแบบทดสอบ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อ	ข้อที่
การสังเกต	3	1-3
การวัด	3	4-6
การจำแนกประเภท	3	7-9
การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส/สเปสกับเวลา	3	10-12
การคำนวณ	3	13-15
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	3	16-18
การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	3	19-21
การพยากรณ์	3	22-24

ตัวอย่างข้อสอบ

(*) ให้นักเรียนสังเกตขนมปังที่กำหนดค่าให้ ด้วยวิธีใดก็ได้ แล้วบอกลักษณะของขนมปังมาให้มากที่สุด
อุปกรณ์ ขนมปัง 1 แผ่น

การพัฒนาแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานฉบับนี้ ได้ดำเนินการทดลองและปรับปรุงแก้ไข 3 ครั้ง โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2537 ของสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี จำนวน 289 คน แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ครั้ง ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 55 คน นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ เพื่อคัดเลือกข้อสอบไปใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2 ผลปรากฏว่า จากข้อสอบ 32 ข้อ ผู้วิจัยได้คัดเลือกไว้ทั้งหมด 24 ข้อ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.19 ถึง 0.88 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.10 ถึง 0.45

การทดสอบครั้งที่ 2 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 80 คน นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ เพื่อนำข้อสอบมาปรับปรุงไปใช้ในการทดสอบครั้งที่ 3 ผลปรากฏว่า มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.24 ถึง 0.81 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.13 ถึง 0.78 จำนวน 24 ข้อ

การทดสอบครั้งที่ 3 ใช้กลุ่มตัวอย่าง 154 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

1. ค่าความยากของข้อสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.76 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.23 ถึง 0.67

2. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หาโดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์ แอลฟา มีค่าเท่ากับ 0.750

3. ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง หาโดยวิธีใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามสูตร เพียร์สัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ มีค่าอยู่ในช่วง 0.577 ถึง 0.891 ซึ่งมีความเที่ยงตรงตามโครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

วิธีดำเนินการสอบ

วิธีดำเนินการสอบ แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ การเตรียมตัวก่อนสอบ วิธีปฏิบัติการสอบ และเมื่อสอบเสร็จแล้ว มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมตัวก่อนสอบ ควรปฏิบัติดังนี้

1.1 กำหนดวัน เวลา และสถานที่สอบล่วงหน้า และแจ้งให้ผู้สอบทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ

1.2 เตรียมข้อสอบให้เรียบร้อย และมีผู้ดำเนินการสอบ 1 คน กับผู้ช่วย 1 คน

1.3 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอบ ได้แก่ แบบทดสอบ อุปกรณ์ในการปฏิบัติ ให้มีจำนวนมากกว่าผู้สอบ ประมาณ ร้อยละ 5

1.4 การเตรียมตัวสำหรับผู้ดำเนินการสอบ ผู้ดำเนินการสอบต้องศึกษาคำชี้แจง

2. วิธีดำเนินการสอบ ปฏิบัติดังนี้

2.1 พูดย้ำนำใจให้ผู้สอบ ให้มีความกระตือรือร้นที่จะทำการสอบอย่างเต็มกำลังและความสามารถ

2.2 การใช้คำชี้แจง รายละเอียดของคำชี้แจงจะปรากฏอยู่บนแผ่นหน้าของแบบทดสอบ ผู้ดำเนินการสอบต้องใช้คำชี้แจงจำกัดแต่เฉพาะที่ปรากฏเท่านั้น โดยอธิบายวิธีบันทึกข้อมูลในแบบทดสอบให้ผู้สอบเข้าใจแจ่มแจ้งทุกคน และอย่าให้ผู้สอบลงมือทำก่อนเวลา เมื่อลงมือทำแล้ว จับเวลาตั้งแต่ผู้ดำเนินการสอบอนุญาตให้ลงมือทำได้

2.3 การเตือนเวลา ให้เตือนสองครั้ง คือ เตือนเมื่อหมดเวลาครั้งแรก และอีก 5 นาที ก่อนหมดเวลาอีกครั้งหนึ่ง

3. วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลา

3.1 สั่งให้ผู้สอบวางดินสอหรือปากกาหยุดทำทันที แล้วเก็บกระดาษข้อสอบ และอุปกรณ์ในการปฏิบัติ

3.2 เมื่อเสร็จสิ้นการสอบแล้ว ก่อนที่ผู้สอบจะออกจากห้องสอบ ผู้ดำเนินการสอบควรกล่าวคำชมเชยผู้สอบ ที่พยายามตั้งใจสอบเป็นอย่างดี เพื่อให้ผู้สอบเกิดความภูมิใจ และไม่เบื่อการสอบ

วิธีการตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ ผู้ตรวจต้องยึดหลักการตรวจให้คะแนน จากเกณฑ์การให้คะแนน ในภาคผนวก ค ต่อไป

คะแนนเกณฑ์ปกติ

คะแนนเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้ เป็นเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norm) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี จำนวน 154 คน คะแนนเกณฑ์ปกตินี้เป็นคะแนนมาตรฐานในรูปของคะแนนที่ปกติ (Normalized T-Score) ดังแสดงในตาราง 24 และ 25

ตาราง 24 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้งฉบับ

X	T	X	T	X	T	X	T	X	T
96	80	77	59	58	41	39	24	20	4
95	79	76	59	57	40	38	23	19	3
94	78	75	58	56	39	37	22	18	2
93	77	74	58	55	39	36	21	17	1
92	76	73	57	54	38	35	20	16	0
91	75	72	56	53	38	34	19	$\bar{X} = 65.72$ $S.D. = 15.18$ $d = 0.750$ $N = 154$	
90	74	71	55	52	37	33	18		
89	73	70	54	51	37	32	17		
88	72	69	53	50	36	31	16		
87	71	68	55	49	36	30	15		
86	70	67	50	48	35	29	14		
85	69	66	49	47	33	28	13		
84	68	65	47	46	31	27	12		
83	67	64	47	45	29	26	11		
82	65	63	45	44	29	25	10		
81	64	62	45	43	29	24	9		
80	62	61	43	42	29	23	8		
79	61	60	42	41	25	22	7		
78	61	59	42	40	25	21	5		

เกณฑ์ตัดสิน

ในการประเมินผลการสอบ ถ้าต้องการทราบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นรายบุคคลว่า สูง-ต่ำ เพียงใด ให้พิจารณาตามเกณฑ์ดังนี้ (ชวาล แพรัตกุล, 2520:53)

ตั้งแต่ T ₆₅	ขึ้นไป	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงมาก
ตั้งแต่ T ₅₅ -T ₆₅		แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง
ตั้งแต่ T ₄₅ -T ₅₅		แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พอใช้
ตั้งแต่ T ₅₀		แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ปานกลางของกลุ่ม
ตั้งแต่ T ₃₅ -T ₄₅		แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ
ตั้งแต่ T ₃₅	ลงมา	แปลว่า	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำมาก

ถ้าผู้สอบได้คะแนนตรงจุดแบ่งพอดี คือ T₃₅, T₄₅, T₅₅ และ T₆₅ แล้ว ให้เลื่อนผู้นั้นไปอยู่ในกลุ่มที่สูงถัดไปเสมอ

ข้อควรคำนึงในการใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ควรนำไปใช้ร่วมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เพื่อจะได้นักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง
2. ครู อาจารย์และผู้เกี่ยวข้องกับการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ควรใช้เครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างและสนับสนุนนักเรียนให้เป็นผู้ได้ชื่อว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ถ้าต้องการนำแบบทดสอบฉบับนี้ไปใช้กับนักเรียนระดับอื่นที่ต่างจากกลุ่มประชากรที่ผู้วิจัยใช้ ควรหาเกณฑ์ปกติใหม่

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 24 ข้อ มีเวลาในการทำแบบทดสอบ 90 นาที ต้องทำ
ให้ครบทุกข้อ
 2. แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ
ทักษะละ 3 ข้อ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์
ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและทักษะการพยากรณ์
 3. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบอัตนัย โดยแต่ละข้อมีคำสั่งให้นักเรียนปฏิบัติ บอกอุปกรณ์ที่นักเรียน
ต้องใช้ในการปฏิบัติ พร้อมทั้งให้อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติ และแบบทดสอบที่นักเรียนบันทึกผลการปฏิบัติ
เป็นรายชื่อ ดังตัวอย่างในข้อ (*) ดังนี้
- (*) ให้นักเรียนสังเกตขนมปังที่กักหนาค้าง ด้วยวิธีใดก็ได้ แล้วบอกลักษณะของขนมปังมาให้
มากที่สุด

อุปกรณ์ ขนมปัง 1 แผ่น

1.	
2.	
3.	

4. ระวัง ในการปฏิบัติแต่ละข้อควรศึกษาคำสั่งให้เข้าใจ แล้วค่อยลงมือปฏิบัติ
5. เวลาจะปฏิบัติควรดูอุปกรณ์ที่กักหนาค้างของแต่ละข้อให้เรียบร้อย
6. ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ เว้นข้ามไปทำข้ออื่น ๆ ต่อไปก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนมาทำใหม่
7. ให้นักเรียนบันทึกผลการปฏิบัติ ลงในข้อสอบนี้ได้เลย
8. อย่าเปิดแบบทดสอบ จนกว่าจะได้รับสัญญาณให้เริ่มลงมือทำ

ชื่อ - นามสกุล -----

3. ให้นักเรียนสังเกตลูกอมที่กำหนดให้ ด้วยวิธีใดก็ได้ แล้วบอกลักษณะของลูกอมมาทั้งหมดมากที่สุด

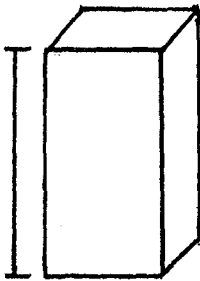
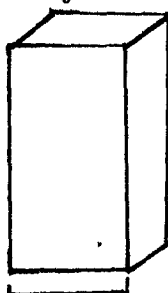
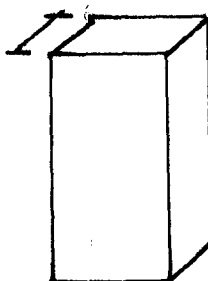
อุปกรณ์ ลูกอม 1 เม็ด

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

ชื่อ - นามสกุล -----

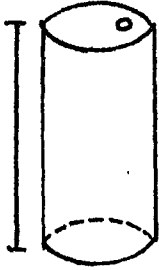
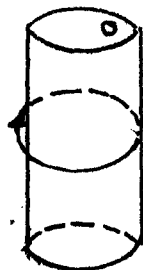
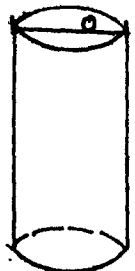
4. ให้นักเรียนวัดส่วนต่าง ๆ ของกล่องนมที่กำหนดให้ และระบุนหน่วยในการวัดด้วย

อุปกรณ์ กล่องนม ไม้บรรทัด ด้าย

รายการปฏิบัติ	คำตอบ
1. วัดความสูงของกล่องนม (ดังรูป) 	
2. วัดความยาวของกล่องนม (ดังรูป) 	
3. วัดความหนาของกล่องนม (ดังรูป) 	

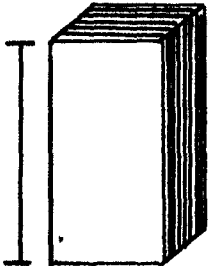
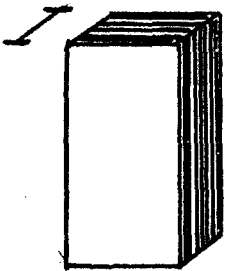
ชื่อ - นามสกุล _____

5. ให้นักเรียนวัดส่วนต่าง ๆ ของกระป๋องน้ำอัดลมที่กำหนดให้ และระบุนหน่วยในการวัดด้วย
อุปกรณ์ กระป๋องน้ำอัดลม ไม้บรรทัด ด้าย

รายการปฏิบัติ	คำตอบ
1. วัดความสูงของกระป๋องน้ำอัดลม (ดังรูป) 	
2. วัดความยาวรอบกระป๋องน้ำอัดลม (ดังรูป) 	
3. วัดความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของกระป๋องน้ำอัดลมด้านบน (ดังรูป) 	

ชื่อ - นามสกุล -----

6. ให้นักเรียนวัดส่วนต่าง ๆ ของหนังสือที่กำหนดให้ และระบุหน่วยในการวัดด้วย
อุปกรณ์ หนังสือ ไม่บรรทัด

รายการปฏิบัติ	คำตอบ
1. วัดความกว้างของหนังสือ (ดังรูป) 	
2. วัดความยาวของหนังสือ (ดังรูป) 	
3. วัดความหนาของหนังสือ (ดังรูป) 	

ชื่อ - นามสกุล -----

7. ให้นักเรียนจำแนกประเภทของกระดาษสีที่กำหนดให้ และปฏิบัติตามรายการปฏิบัติแล้วตอบคำถาม
อุปกรณ์ กระดาษสีต่าง ๆ ขนาดต่าง ๆ และรูปร่างต่าง ๆ

รายการปฏิบัติ	คำตอบ
1. ให้นักเรียนแบ่งกระดาษสีที่กำหนดให้ โดยใช้สีเป็นเกณฑ์ # แบ่งได้กี่สี # แต่ละสีมีกระดาษกี่แผ่น	
2. ให้นักเรียนแบ่งกระดาษสีที่กำหนดให้ โดยใช้รูปร่างเป็นเกณฑ์ # แบ่งได้กี่รูปร่าง # แต่ละรูปร่างมีกระดาษกี่แผ่น	

ชื่อ - นามสกุล _____

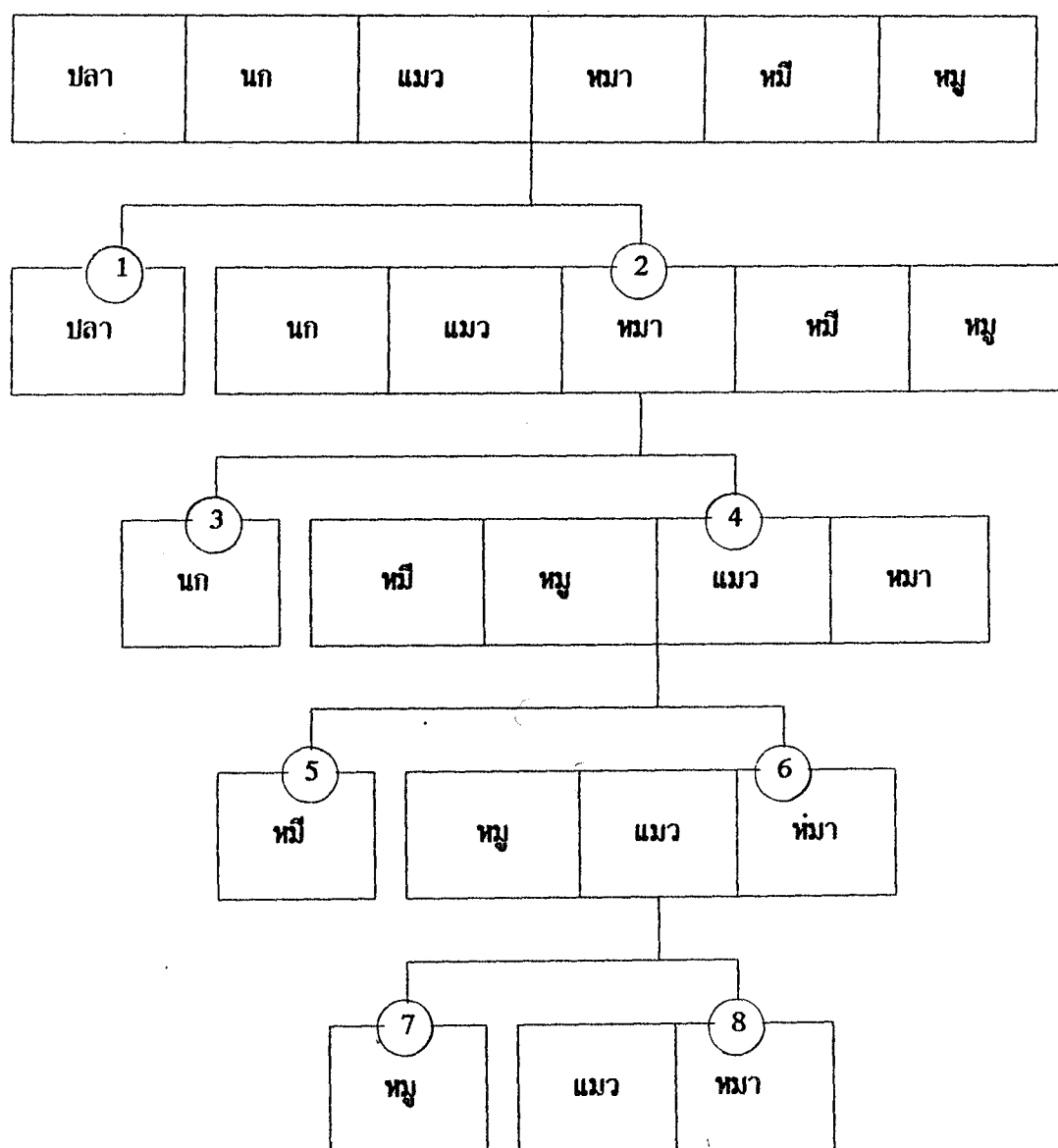
8. ให้นักเรียนจำแนกประเภทของกระดาษที่กำหนดให้ และปฏิบัติตามรายการปฏิบัติแล้วตอบคำถาม

อุปกรณ์ กระดาษลักษณะต่าง ๆ 1 ชุด

รายการปฏิบัติ	คำตอบ
1. นักเรียนสามารถแบ่งกระดาษได้ที่ประเภท 2. นักเรียนแบ่งประเภทของกระดาษตามข้อ 1.นี้ นักเรียนใช้เกณฑ์อะไรบ้าง	_____ 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____ 7. _____ _____ _____

ชื่อ - นามสกุล _____

9. ให้นักเรียนบอกเกณฑ์ที่เหมาะสมของแต่ละขั้นตอนของการจำแนกประเภทของสัตว์ ดังตารางนี้

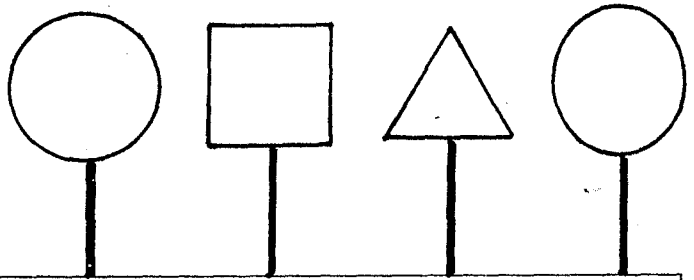


1. _____	5. _____
2. _____	6. _____
3. _____	7. _____
4. _____	8. _____
_____	_____

ชื่อ - นามสกุล -----

10. ให้นักเรียนหมุนรูป 2 มิติ ที่กำหนดให้ รอบแกนมาให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ นักเรียนคิดว่า จะเป็นรูป 3 มิติอะไร โปรดตอบโดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่เห็นว่าถูก

อุปกรณ์ กระดาษแข็งทำเป็นรูปต่อไปนี้



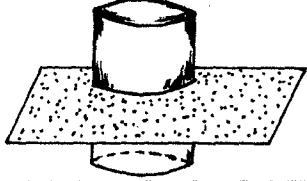
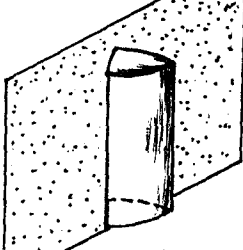
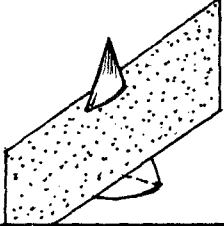
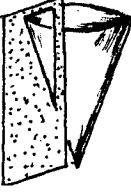
ข้อ	รูป 2 มิติที่หมุน	รูปทรงสามมิติที่เห็น					
		รูปไข่	รูปลูกบาศก์	รูปทรงกระบอก	รูปปริซึมฐานสามเหลี่ยม	รูปทรงกลม	รูปกรวย
1.							
2.							
3.							
4.							

ชื่อ - นามสกุล

11. ให้นักเรียนปั้นดินน้ำมันเป็นรูปทรงต่าง ๆ แล้วตัดรูปทรงตามแนวที่กำหนดให้ รอยหน้าตัด

จะเป็นรูปอะไร

อุปกรณ์ ดินน้ำมัน มีด

รายการปฏิบัติ	รอยหน้าตัดเป็นรูป
1. 	
2. 	
3. 	
4. 	

ชื่อ - นามสกุล -----

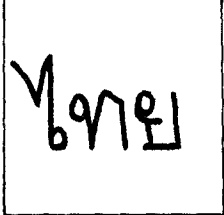
12. ให้นักเรียนนำบัตรคำ และบัตรภาพ ที่กำหนดให้ สองที่หน้ากระจกเงา จะเห็นภาพเป็นอย่างไร
ให้ตอบคำถามในแต่ละข้อ

อุปกรณ์ กระจกเงาขนาด 2x3 นิ้ว บัตรคำ บัตรภาพ



ไทย

RAT

รายการปฏิบัติ	คำตอบ
1. ภาพในกระจกเงา คนผู้ชาย อุ่มแม่มือไหน	
2. คนสองคนที่กำลังวิ่ง ภาพในกระจกเงา เขายกเท้าข้างไหน	
3. นักเรียนเห็นภาพ ในกระจกเงา เป็นอย่างไร	
4. นักเรียนเห็นภาพ ในกระจกเงา เป็นอย่างไร	

ชื่อ - นามสกุล -----

13. ให้นักเรียนเปรียบเทียบพลาสติกต่าง ๆ ที่กำหนดให้ โดยใช้สีเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบว่ามีจำนวนเท่ากัน หรือไม่เท่ากันอย่างไร

อุปกรณ์ พลาสติกต่าง ๆ 1 ชุด (พลาสติกสีส้ม พลาสติกสีเขียว พลาสติกสีน้ำเงินและพลาสติกสีเหลือง)

รายการเปรียบเทียบ	ผลการเปรียบเทียบ		สีใดมากกว่า
	เท่ากัน	ไม่เท่ากัน	
1. พลาสติกสีส้ม กับ พลาสติกสีน้ำเงิน	_____	_____	_____
2. พลาสติกสีเขียว กับ พลาสติกสีน้ำเงิน	_____	_____	_____
3. พลาสติกสีเขียว กับ พลาสติกสีเหลือง	_____	_____	_____
4. พลาสติกสีน้ำเงิน กับ พลาสติกสีเหลือง	_____	_____	_____

ชื่อ - นามสกุล -----

14. ให้นักเรียนนับพลาสติกสีตามรายการที่กำหนดให้ในแต่ละข้อ แล้วบันทึกผล

อุปกรณ์ พลาสติกสีต่าง ๆ 1 ชุด (พลาสติกสีส้ม พลาสติกสีเขียว พลาสติกสีน้ำเงินและ
พลาสติกสีเหลือง)

รายการปฏิบัติ	จำนวน(อัน)
1. พลาสติกสีส้ม + พลาสติกสีเขียว	_____
2. พลาสติกสีส้ม + พลาสติกสีเหลือง	_____
3. พลาสติกสีเขียว + พลาสติกสีน้ำเงิน	_____
4. พลาสติกสีน้ำเงิน + พลาสติกสีเหลือง	_____

ชื่อ - นามสกุล -----

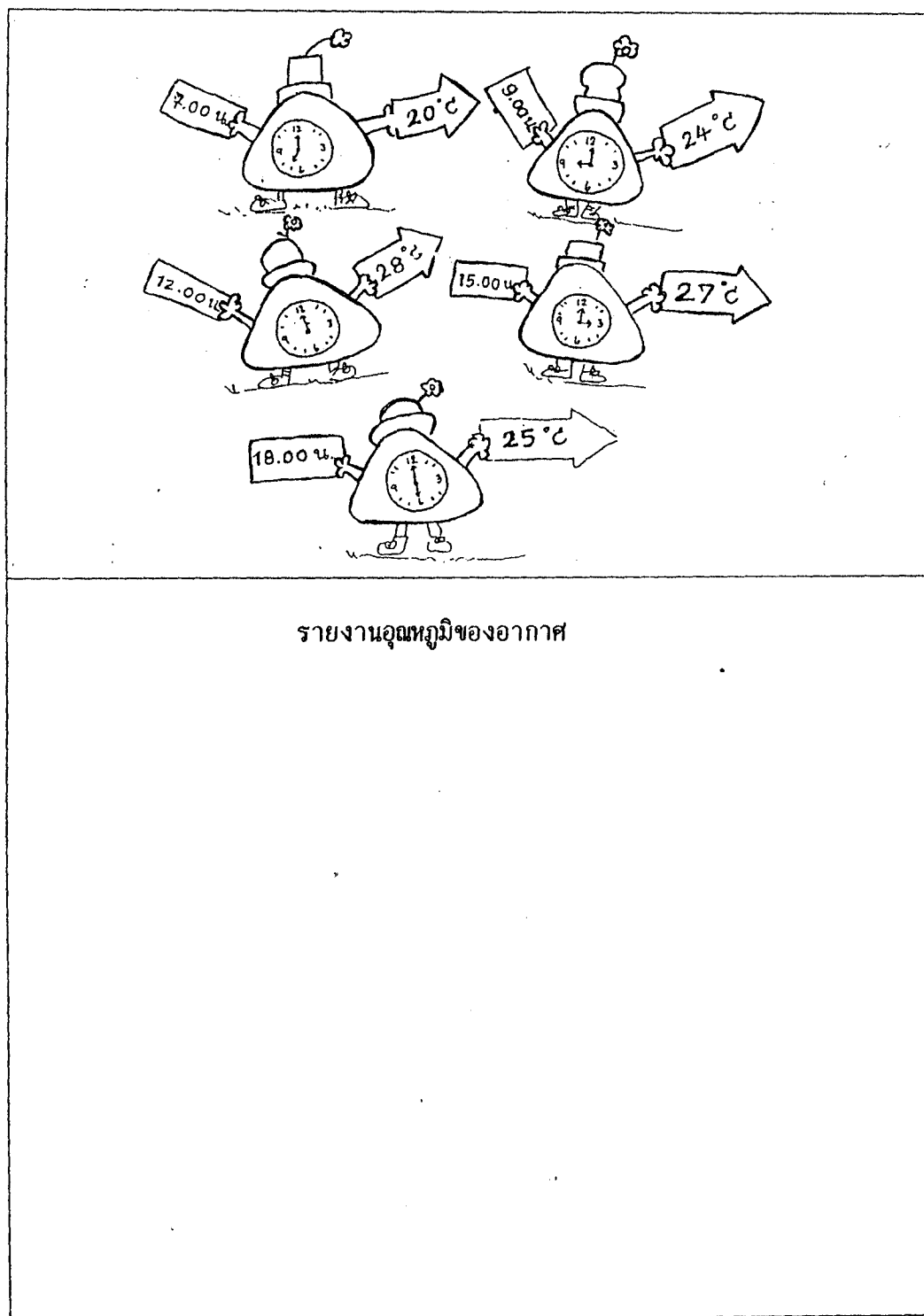
15. ให้นักเรียนนับพลาสติกสีตามรายการที่กำหนดให้ในแต่ละข้อ แล้วบันทึกผล

อุปกรณ์ พลาสติกสีต่าง ๆ 1 ชุด (พลาสติกสีส้ม พลาสติกสีเขียว พลาสติกสีน้ำเงินและ
พลาสติกสีเหลือง)

รายการปฏิบัติ	จำนวน(อัน)
1. พลาสติกสีส้ม + พลาสติกสีเขียว + พลาสติกสีน้ำเงิน	_____
2. พลาสติกสีส้ม + พลาสติกสีเขียว + พลาสติกสีเหลือง	_____
3. พลาสติกสีส้ม + พลาสติกสีน้ำเงิน + พลาสติกสีเหลือง	_____
4. พลาสติกสีน้ำเงิน + พลาสติกสีเขียว + พลาสติกสีเหลือง	_____

ชื่อ - นามสกุล -----

16. ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้ เกี่ยวกับอุณหภูมิของอากาศ แล้วจัดกระทำข้อมูลใหม่
ให้อ่านได้สะดวก และเข้าใจง่าย

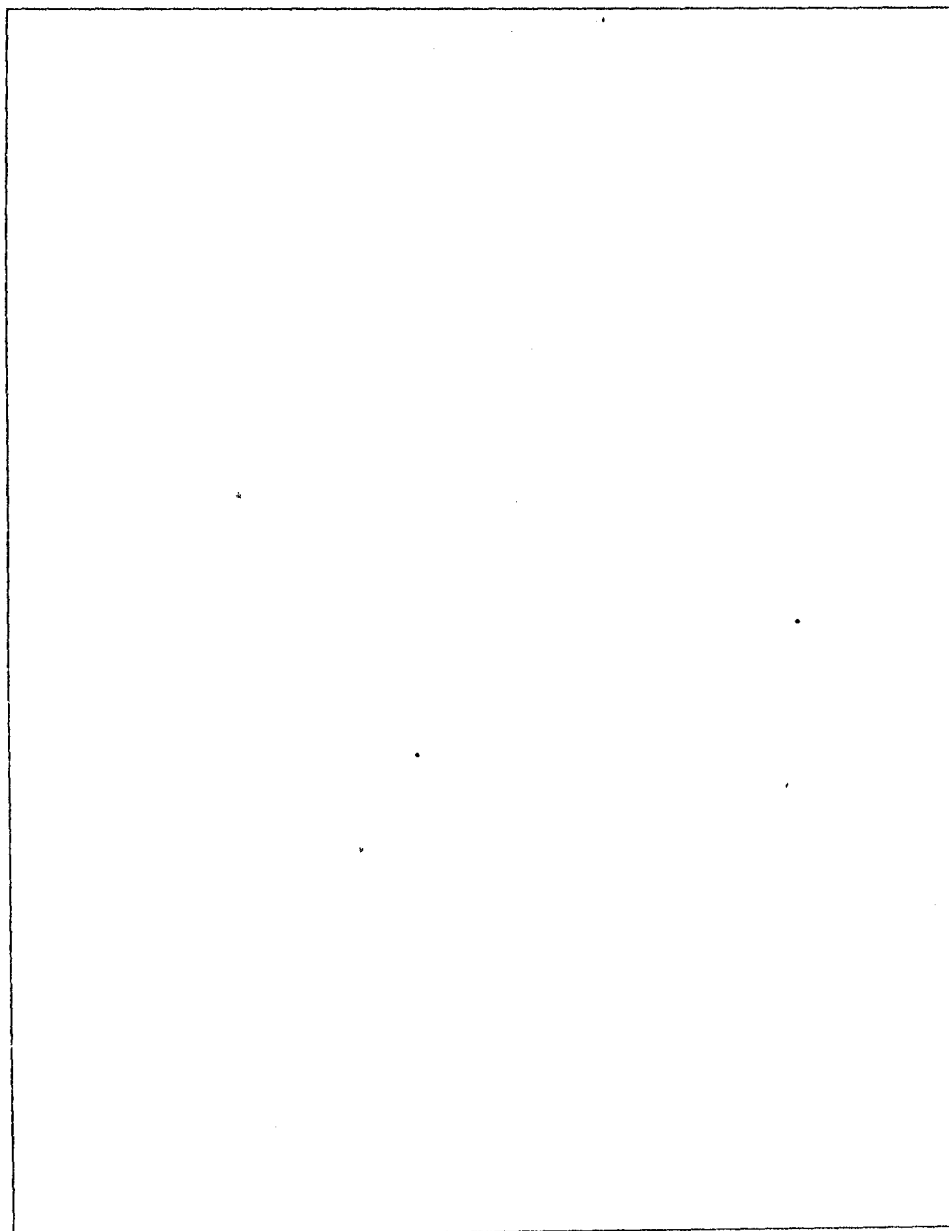


ชื่อ - นามสกุล -----

17. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดให้ โดยนำข้อมูลมาเสนอ เพื่อทำให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายมากที่สุด

ข้อมูล ตาขวามีสวนชนิดหนึ่ง ซึ่งปลูกต้นไม้ไว้หลายชนิด เช่น มะพร้าว 150 ต้น

ฝรั่ง 200 ต้น ส้ม 100 ต้น ชมพู 100 ต้น และมะละกอ 350 ต้น



ชื่อ - นามสกุล -----

18. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามที่กำหนดมาให้ โดยนำข้อมูลมาสร้างรูปแบบใหม่ เพื่อให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น (ในรูปแบบของ ตาราง แผนภูมิ แผนผัง แผนภาพ วงจร กราฟ สมการ หรือการบรรยาย)

ข้อมูล

สมชาย สูง	145	เซนติเมตร	น้ำหนัก	46	กิโลกรัม
ประสิทธิ์สูง	140	เซนติเมตร	น้ำหนัก	43	กิโลกรัม
สมปอง สูง	135	เซนติเมตร	น้ำหนัก	38	กิโลกรัม
สุชาติ สูง	140	เซนติเมตร	น้ำหนัก	41	กิโลกรัม
ดวงแก้วสูง	130	เซนติเมตร	น้ำหนัก	35	กิโลกรัม
สมศรี สูง	150	เซนติเมตร	น้ำหนัก	49	กิโลกรัม

ชื่อ - นามสกุล -----

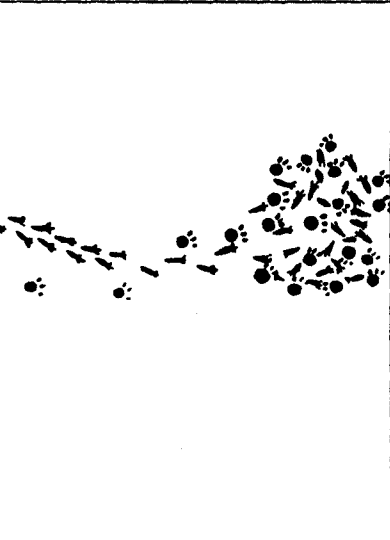
19. ให้นักเรียนฟังเสียงวัตถุที่อยู่ในกล่องที่กำหนดให้ทีละใบ แล้วบันทึกข้อมูลลงในตาราง
ว่าวัตถุที่บรรจุอยู่ในกล่องนั้นคืออะไร

อุปกรณ์ กล่องบรรจุวัตถุต่าง ๆ จำนวน 8 ใบ (กล่องแต่ละใบมีหมายเลขกำกับ)

กล่องใบที่	วัตถุที่บรรจุในกล่อง
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	

ชื่อ - นามสกุล -----

20. ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้ บรรยายที่เห็นแล้วบันทึกผล

 ตำแหน่งที่ 1	 ตำแหน่งที่ 2	 ตำแหน่งที่ 3
1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____ 7. _____ 8. _____ 9. _____ 10. _____ _____ _____ _____		

ชื่อ - นามสกุล _____

22. ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ นักเรียนจะพยากรณ์อย่างไรเกี่ยวกับข้อความนี้

ข้อความ ในตอนเย็น เราได้ยินสถานีวิทยุกระจายเสียงพยากรณ์อากาศประจำวันอยู่เสมอ
เช่น "วันนี้เวลาพลบค่ำ จะมีฝนตกหนักบริเวณภาคเหนือในจังหวัดเชียงใหม่
และ เชียงราย โอกาสที่ฝนจะตกมี 99%" ในสภาวะอากาศอย่างนี้ โอกาสที่ฝนจะตก
99 ครั้ง ใน 100 ครั้ง และมีอยู่ครั้งเดียวเท่านั้นที่ฝนไม่ตก

1. จากข้อความที่กำหนดให้ นักเรียนจะพยากรณ์ว่าอย่างไร

คำตอบ _____

2. จากข้อความที่กำหนดให้ ถ้าประกาศว่า "โอกาสที่ฝนจะตกมี 1%"

นักเรียนจะพยากรณ์ว่าอย่างไร

คำตอบ _____

3. จากข้อความที่กำหนดให้ ถ้าประกาศว่า "โอกาสที่ฝนจะไม่ตก 80%"

นักเรียนจะพยากรณ์ว่าอย่างไร

คำตอบ _____

4. จากข้อความที่กำหนดให้ ถ้าประกาศว่า "โอกาสที่ฝนจะไม่ตก 1%"

นักเรียนจะพยากรณ์ว่าอย่างไร

คำตอบ _____

ชื่อ - นามสกุล _____

23. ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม

ข้อมูล แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของวัตถุกับการยืดของยาง

ระยะยืดของยาง (เซนติเมตร)	น้ำหนักของวัตถุ (กิโลกรัม)
2	50
8	100
14	150
20	200

1. เมื่อน้ำหนักวัตถุเท่ากับ 125 กิโลกรัม คาดว่าระยะยืดของยางกี่เซนติเมตร

คำตอบ _____

2. เมื่อระยะยืดของยางเท่ากับ 17 เซนติเมตร คาดว่าวัตถุหนักกี่กิโลกรัม

คำตอบ _____

3. ถ้าน้ำหนักวัตถุเท่ากับ 225 กิโลกรัม คาดว่าระยะยืดของยางกี่เซนติเมตร

คำตอบ _____

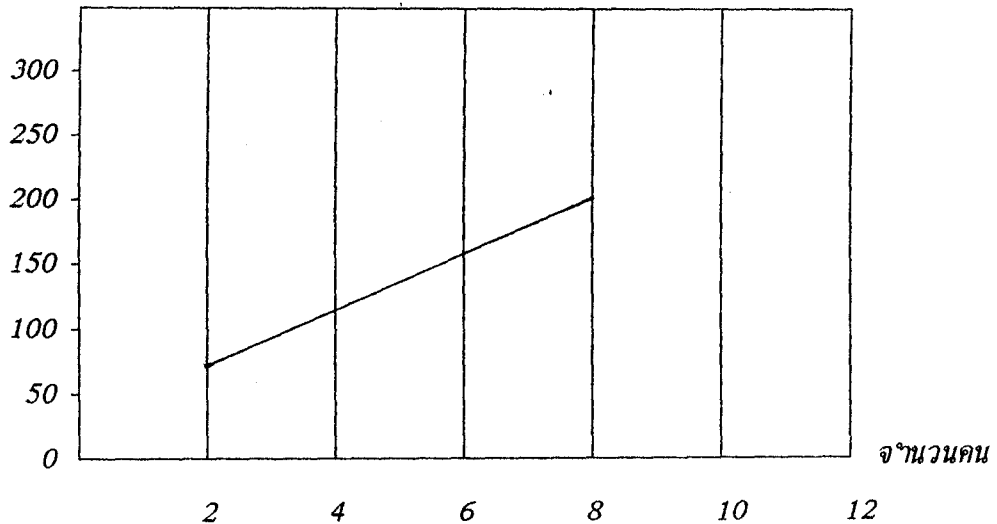
4. ถัา ระยะยืดของยางเท่ากับ 1 เซนติเมตร คาดว่าวัตถุหนักกี่กิโลกรัม

คำตอบ _____

ชื่อ - นามสกุล -----

24. ให้นักเรียนพิจารณารูปกราฟที่กำหนดให้ แล้วพยากรณ์ผลจากกราฟ แล้วตอบคำถาม

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนคนที่อยู่ในบ้านและค่าอาหาร
ค่าอาหาร(บาท)



1. ถ้ามีคนอาศัยอยู่ในบ้าน 25 คน จะเสียค่าอาหารเท่าไร

คำตอบ _____

2. ถ้ามีคนอาศัยอยู่ในบ้าน 10 คน จะเสียค่าอาหารเท่าไร

คำตอบ _____

3. ถ้าเสียค่าอาหาร 300 บาท ควรจะมีคนอาศัยอยู่ในบ้านกี่คน

คำตอบ _____

4. ถ้ามีคนอาศัยอยู่ในบ้าน 14 คน จะเสียค่าอาหารเท่าไร

คำตอบ _____

ภาคผนวก ค

ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการสอบ

คู่มือดำเนินการสอบ

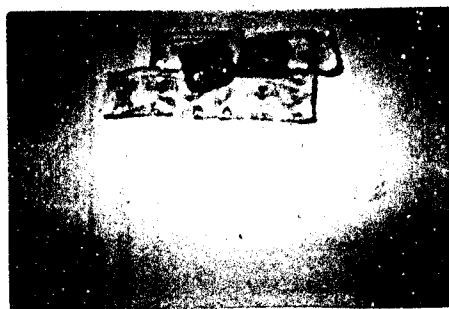
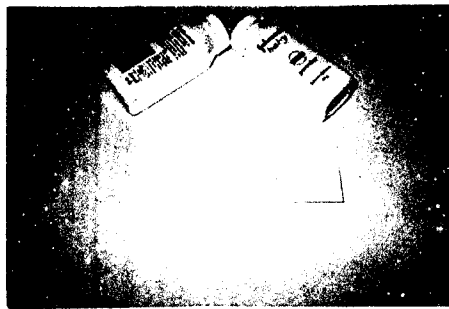
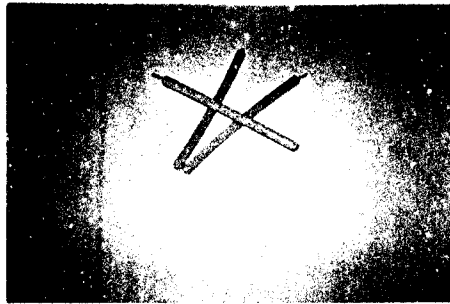
เกณฑ์การให้คะแนน

เฉลยคำตอบ

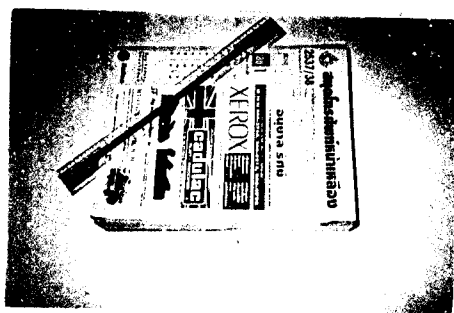
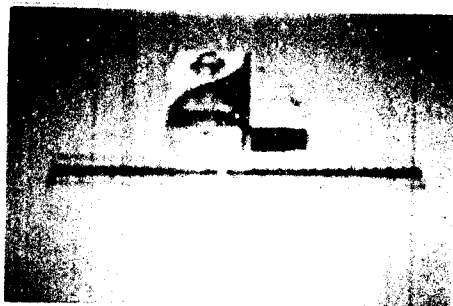
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการสอบ

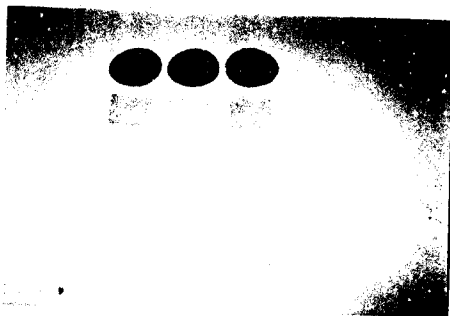
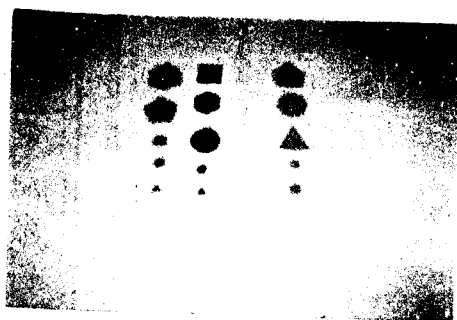
ทักษะการสังเกต ข้อ 1-3



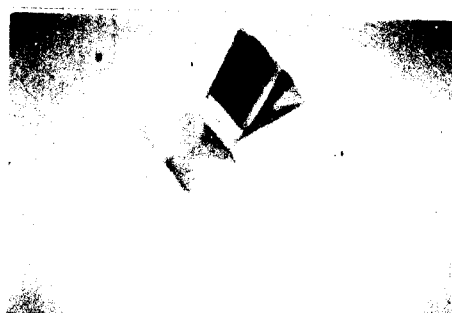
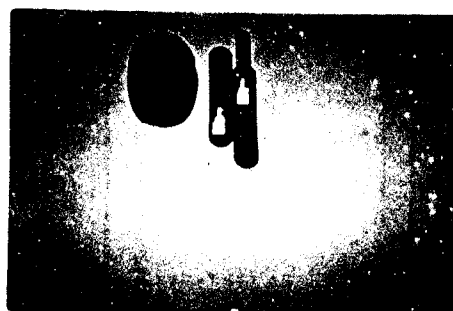
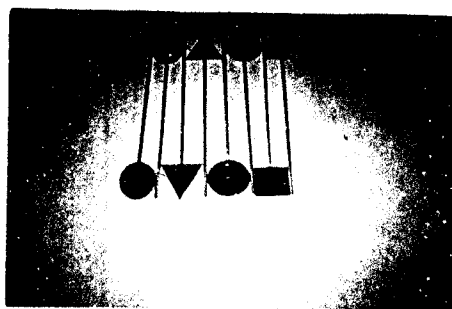
ทักษะการวัด ข้อ 4-6



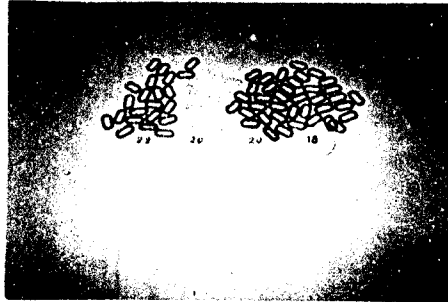
ทักษะการจำแนกประเภท ข้อ 7-9



ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ข้อ 10-12



ทักษะการคำนวณ ข้อ 13-15



ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ข้อ 19



คู่มือในการดำเนินการสอบ

จำนวนข้อสอบ 24 ข้อ

เวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ 90 นาที

ลักษณะของแบบทดสอบ

แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีทั้งหมด 8 ทักษะ รายละเอียดดังนี้

1. ทักษะการสังเกต จำนวน 3 ข้อ คือข้อ 1-3 ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 12 นาที
2. ทักษะการวัด จำนวน 3 ข้อ คือข้อ 4-6 ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 9 นาที
3. ทักษะการจำแนกประเภท จำนวน 3 ข้อ คือข้อ 7-9 ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 12 นาที
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา จำนวน 3 ข้อ
คือข้อ 10-12 ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 12 นาที
5. ทักษะการคำนวณ จำนวน 3 ข้อ คือข้อ 13-15 ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 9 นาที
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 3 ข้อ คือข้อ 16-18
ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 15 นาที
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จำนวน 3 ข้อ คือข้อ 19-21
ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 12 นาที
8. ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 3 ข้อ คือข้อ 21-24 ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 9 นาที

เกณฑ์การให้คะแนน

ทักษะการสังเกต ข้อ 1-3

- บอกลักษณะของอุปกรณ์ที่ทำให้สังเกตถูกต้อง 8 ข้อ ขึ้นไป โดยไม่ซ้ำกัน ให้ 4 คะแนน
- บอกลักษณะของอุปกรณ์ที่ทำให้สังเกตถูกต้อง 7 ข้อ โดยไม่ซ้ำกัน ให้ 3 คะแนน
- บอกลักษณะของอุปกรณ์ที่ทำให้สังเกตถูกต้อง 6 ข้อ โดยไม่ซ้ำกัน ให้ 2 คะแนน
- บอกลักษณะของอุปกรณ์ที่ทำให้สังเกตถูกต้อง 5 ข้อ โดยไม่ซ้ำกัน ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ ให้ 0 คะแนน

ทักษะการวัด ข้อ 4-6

- อ่านค่าถูกต้อง หรือคลาดเคลื่อน ± 0.5 หน่วย และเขียนหน่วยกำกับได้ถูกต้อง ทั้ง 3 ข้อ ให้ 4 คะแนน
- อ่านค่าถูกต้อง หรือคลาดเคลื่อน ± 0.5 หน่วย และเขียนหน่วยกำกับได้ถูกต้อง ทั้ง 2 ข้อ ให้ 3 คะแนน
- อ่านค่าถูกต้อง หรือคลาดเคลื่อน ± 0.5 หน่วย และเขียนหน่วยกำกับได้ถูกต้อง 1 ข้อ ให้ 2 คะแนน
- อ่านค่าถูกต้อง หรือคลาดเคลื่อน ± 0.5 หน่วย แต่เขียนหน่วยกำกับไม่ได้ถูกต้อง หรือไม่เขียนหน่วยกำกับ ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ ให้ 0 คะแนน

ทักษะการจำแนกประเภท

ข้อ 7

- ในแต่ละข้อ ตอบได้ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ ให้ 0 คะแนน

ข้อ 8

- แบ่งประเภทและบอกเกณฑ์ได้ถูกต้อง 1 ให้ 4 คะแนน
- แบ่งประเภทได้ถูกต้อง แต่บอกเกณฑ์ไม่ครบ 1 ให้ 3 คะแนน
- แบ่งประเภทไม่ถูกต้อง แต่บอกเกณฑ์ได้ถูกต้อง 1 ให้ 2 คะแนน
- แบ่งประเภทได้ถูกต้อง แต่บอกเกณฑ์ไม่ถูกต้อง 1 ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ 1 ให้ 0 คะแนน

ข้อ 9

- บอกเกณฑ์แต่ละคู่ (1-2, 3-4, 5-6 และ 7-8) ได้สัมพันธ์กันทั้ง 4 คู่ 1 ให้ 4 คะแนน
- บอกเกณฑ์แต่ละคู่ (1-2, 3-4, 5-6 และ 7-8) ได้สัมพันธ์กันทั้ง 3 คู่ 1 ให้ 3 คะแนน
- บอกเกณฑ์แต่ละคู่ (1-2, 3-4, 5-6 และ 7-8) ได้สัมพันธ์กันทั้ง 2 คู่ 1 ให้ 2 คะแนน
- บอกเกณฑ์แต่ละคู่ (1-2, 3-4, 5-6 และ 7-8) ได้สัมพันธ์กัน 1 คู่ 1 ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ 1 ให้ 0 คะแนน

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส ข้อ 10-12

- ในแต่ละข้อย่อย ตอบได้ถูกต้อง 1 ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ 1 ให้ 0 คะแนน

ทักษะการคำนวณ ข้อ 13-15

- ในแต่ละข้อย่อย ตอบได้ถูกต้อง 1 ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ 1 ให้ 0 คะแนน

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ข้อ 16-18

- ตอบได้ถูกต้องในลักษณะรูปแบบที่ 1 ในเฉลยคำตอบ 1 ให้ 4 คะแนน
- ตอบได้ถูกต้องในลักษณะรูปแบบที่ 2 ในเฉลยคำตอบ 1 ให้ 3 คะแนน
- ตอบได้ถูกต้องในลักษณะรูปแบบที่ 3 ในเฉลยคำตอบ 1 ให้ 2 คะแนน
- ตอบได้ถูกต้องในลักษณะรูปแบบที่ 4 ในเฉลยคำตอบ 1 ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ 1 ให้ 0 คะแนน

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ข้อ 19

- บอกได้ถูกต้อง 8 ข้อ 1 ให้ 4 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง 6-7 ข้อ 1 ให้ 3 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง 4-5 ข้อ 1 ให้ 2 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง 2-3 ข้อ 1 ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ 1 ให้ 0 คะแนน

ข้อ 20

- บอกได้ถูกต้อง ครบทั้ง 3 ตำแหน่งตามเฉลย 1 ให้ 4 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง เพียง 2 ตำแหน่งตามเฉลย 1 ให้ 3 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง เพียง 1 ตำแหน่งตามเฉลย 1 ให้ 2 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง แต่ไม่ลำดับเหตุการณ์ตามเฉลย 1 ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ 1 ให้ 0 คะแนน

ข้อ 21

- บอกได้ถูกต้อง 6 ข้อ ขึ้นไป โดยไม่ซ้ำกัน 1 ให้ 4 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง 5 ข้อ โดยไม่ซ้ำกัน 1 ให้ 3 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง 4 ข้อ โดยไม่ซ้ำกัน 1 ให้ 2 คะแนน
- บอกได้ถูกต้อง 3 ข้อ โดยไม่ซ้ำกัน 1 ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ 1 ให้ 0 คะแนน

ทักษะการพยากรณ์ ข้อ 22-24

- ในแต่ละข้อย่อย ตอบได้ถูกต้อง 1 ให้ 1 คะแนน
- นอกจากนี้ 1 ให้ 0 คะแนน

เฉลยคำตอบ

ทักษะการสังเกต

ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3
1 เนื้อเทียนมีสีเหลือง 2 เทียนสูงประมาณ 12-13 ซม. 3 ไขเทียนทาด้วยด้ายสีขาว เส้นเล็ก 4 ไขเทียนจะไหลจากปลาย ด้านบนและล่างของเทียน 5 เป็นรูปทรงกระบอก 6 ด้านล่างของเทียนเป็นรอย หน้าตัดเป็นรูวงกลม 7 ไม่มีกลิ่น/มีกลิ่น 8 จับเทียนจะลื่นๆ และมีลักษณะ เหมือนมีไขมันติดที่มือ 9 ไขเล็ดจิกที่เทียนจะเป็นรอย 10 เคาะกับพื้นจะมีเสียงดัง 11 รสจืด/ไม่มีรส	1 เนื้อแข็งละเอียด 2 มีกลิ่นหอม 3 เนื้อแข็งสีขาว 4 เป่าแล้วจะปลิวเป็นละออง 5 จับดูจะนิ่ม ๆ 6 เนื้อแข็งเป็นผง 7 จับแล้วเนื้อแข็งจะติดมือ 8 ไม่มีรส 9 เอามือบีบไขจับติดเป็นก้อน 10 เป็นรูปร่างตามวัสดุที่บรรจุ	1 เนื้อดูกลมเป็นสีชมพู 2 มีกลิ่นหอม 3 เนื้อแข็ง 4 จับดูจะเหนียวมือ 5 รอยหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม ผืนผ้า 6 ลักษณะดูกลมเป็นก้อนรูปทรง สี่เหลี่ยม 7 เมื่อเคาะกับพื้นจะมีเสียง 8 โคนน้ำลายจะละลาย 9 มีรสหวานๆ เบี้ยวๆ 10 กัดดูจะเป็นรอยที่เนื้อดูกลม 11 มีความยาว 2 เซนติเมตร

หมายเหตุ ผู้ทดสอบอาจจะตอบนอกเหนือจากที่เฉลยคำตอบอีกก็ได้ การตรวจให้คะแนนขึ้นอยู่กับผู้ตรวจ
จะพิจารณา

ทักษะการวัด

ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6
1. 8.3 ซม.หรือ 3.3 นิ้ว 2. 6.3 ซม.หรือ 2.5 นิ้ว 3. 3.9 ซม.หรือ 1.5 นิ้ว	1. 11.5 ซม.หรือ 4.5 นิ้ว 2. 21 ซม.หรือ 8.3 นิ้ว 3. 5.9 ซม.หรือ 2.3 นิ้ว	1. 21.5 ซม.หรือ 8.5 นิ้ว 2. 27.8 ซม.หรือ 15.3 นิ้ว 3. 5.5 ซม.หรือ 2.5 นิ้ว

ทักษะการจำแนกประเภท

ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9
1. มี 2 คำตอบ 1.1 4 สี 1.2 5 แผ่น 2. มี 2 คำตอบ 2.1 5 รูปร่าง 2.2 4 แผ่น	1. 3 ประเภท 2. ตอบได้หลายลักษณะ คือ 2.1 สีเหลี่ยม วงกลม สามเหลี่ยม 2.2 กระดาษทราย กระดาษวาดเขียน กระดาษโปสเตอร์ 2.3 สีน้ำตาล สีแดง สีเขียว 2.4 ผิวขรุขระ ผิวหยาบ ผิวเป็นมัน	1. สัตว์น้ำ ตามลำตัวมีเกล็ด 2. สัตว์บก ตามลำตัวไม่มีเกล็ด 3. สัตว์ปีก สัตว์ปีก ออกลูกเป็นไข่ 4. สัตว์ไม่มีปีก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ออกลูกเป็นตัว 5. สัตว์ป่า สัตว์ดุร้าย สัตว์ป่า เวลาเดินใช้ 2 เท้า 6. สัตว์เลี้ยง สัตว์ไม่ดุร้าย สัตว์บ้าน เวลาเดินใช้ 4 เท้า 7. เลี้ยงไว้เป็นอาหาร เลี้ยงไว้กินเนื้อ 8. เลี้ยงไว้ดูเล่น เลี้ยงไว้เฝ้าบ้าน

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12
1. รูปทรงกลม 2. รูปทรงกระบอก 3. รูปกรวย 4. รูปไข่	1. วงกลม 2. สี่เหลี่ยมผืนผ้า 3. วงรี 4. สามเหลี่ยม	1. มือซ้าย 2. เท้าซ้าย 3. สมถา 3K ^N 4. 6VL TAR

ทักษะการคำนวณ

ข้อ 13	ข้อ 14	ข้อ 15
1. ไม่เท่ากัน พลาสติกสีส้ม 2. ไม่เท่ากัน พลาสติกสีน้ำเงิน 3. ไม่เท่ากัน พลาสติกสีเหลือง 4. เท่ากัน	1. 40 อัน 2. 42 อัน 3. 38 อัน 4. 40 อัน	1. 60 อัน 2. 60 อัน 3. 62 อัน 4. 58 อัน

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

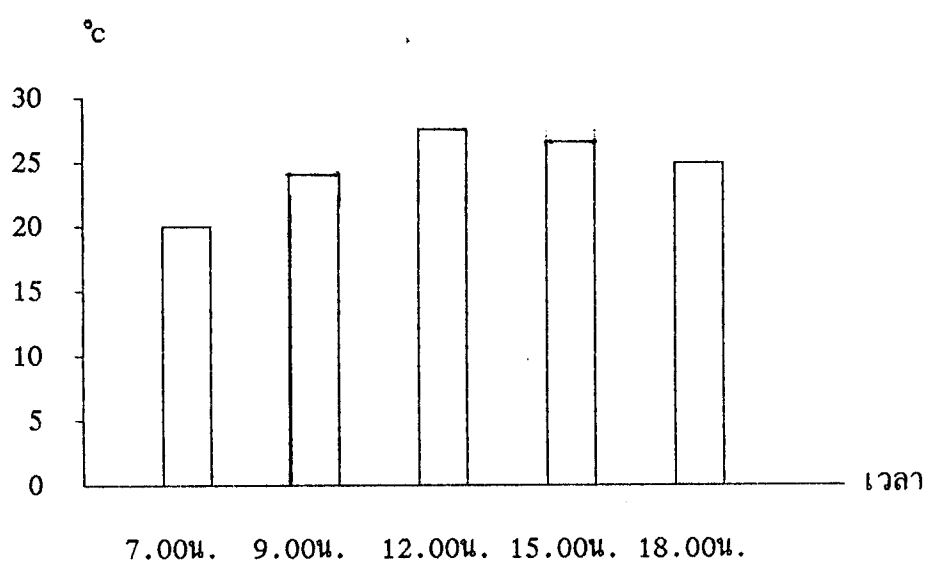
ข้อ 16

รูปแบบที่ 1

เวลา	อุณหภูมิ
7.00 น.	20 °c
9.00 น.	24 °c
12.00 น.	28 °c
15.00 น.	27 °c
18.00 น.	25 °c

รูปแบบที่ 2

เวลา	7.00 น.	9.00 น.	12.00 น.	15.00 น.	18.00 น.
อุณหภูมิ	20 °c	24 °c	28 °c	27 °c	25 °c



รูปแบบที่ 3

เวลา 7.00 น.	วัดอุณหภูมิได้	20 °c
เวลา 9.00 น.	วัดอุณหภูมิได้	24 °c
เวลา 12.00 น.	วัดอุณหภูมิได้	28 °c
เวลา 15.00 น.	วัดอุณหภูมิได้	27 °c
เวลา 18.00 น.	วัดอุณหภูมิได้	25 °c

รูปแบบที่ 4

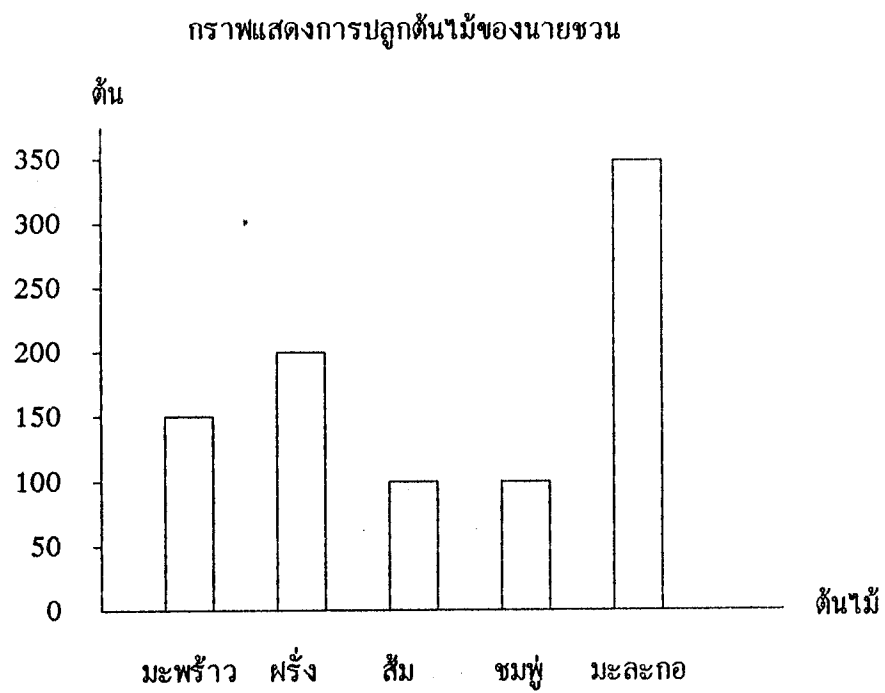
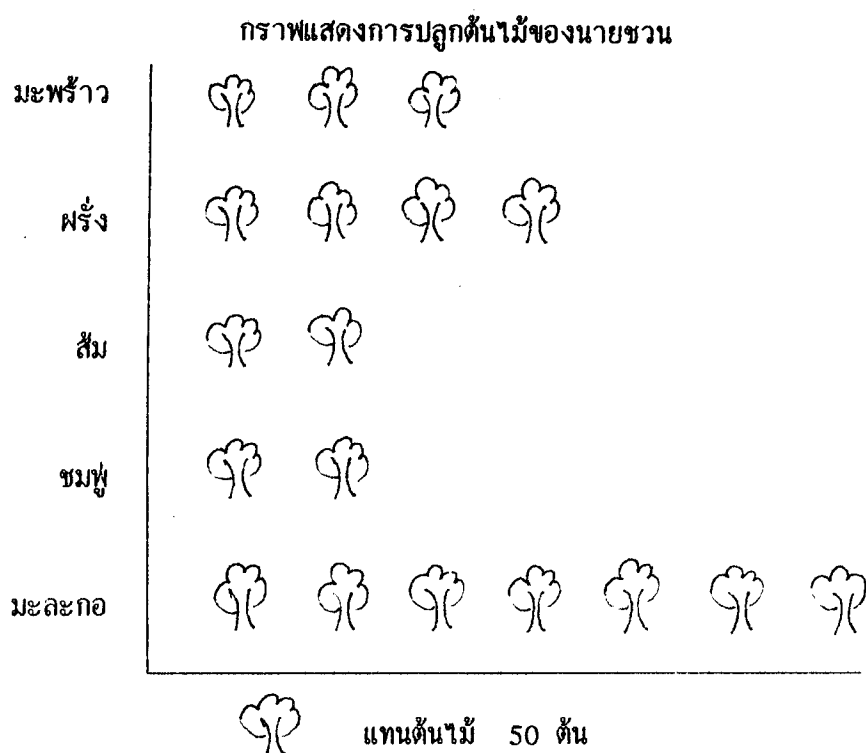
7.00 น.	20 °c
9.00 น.	24 °c
12.00 น.	28 °c
15.00 น.	27 °c
18.00 น.	25 °c

7.00 น.	9.00 น.	12.00 น.	15.00 น.	18.00 น.
20 °c	24 °c	28 °c	27 °c	25 °c

7.00 น.	อุณหภูมิ	20 °c
9.00 น.	อุณหภูมิ	24 °c
12.00 น.	อุณหภูมิ	28 °c
15.00 น.	อุณหภูมิ	27 °c
18.00 น.	อุณหภูมิ	25 °c

ข้อ 17

รูปแบบที่ 1



ตารางแสดงการปลูกต้นไม้ของนายชวน

ต้นไม้	จำนวน (ต้น)
มะพร้าว	150
ฝรั่ง	200
ส้ม	100
ชมพู	100
มะละกอ	350

รูปแบบที่ 2 เหมือนรูปแบบที่ 1 แต่ไม่มีหัวตาราง/หัวกราฟ

รูปแบบที่ 3

มีขบวนมีส่วนชนิดหนึ่งปลูกต้นไม้ไว้ดังนี้

1. มะพร้าว 150 ต้น
2. ฝรั่ง 200 ต้น
3. ส้ม 100 ต้น
4. ชมพู 100 ต้น
5. มะละกอ 350 ต้น

รูปแบบที่ 4

- มะพร้าว 150 ต้น
- ฝรั่ง 200 ต้น
- ส้ม 100 ต้น
- ชมพู 100 ต้น
- มะละกอ 350 ต้น

- เสนอข้อมูลด้วยกราฟรูปภาพตามรูปแบบที่ 1 แต่ไม่ได้เขียนหัวกราฟและอัตราส่วน

ข้อ 18

รูปแบบที่ 1

ตารางแสดงข้อมูลส่วนสูงและน้ำหนัก

ชื่อ	สูง (ซม.)	น้ำหนัก (กก.)
สมชาย	145	46
ประสิทธิ์	140	43
สมปอง	135	38
สุชาติ	140	41
ดวงแก้ว	130	35
สมศรี	150	49

รูปแบบที่ 2

ชื่อ	สูง	น้ำหนัก
สมชาย	145 ซม.	46 กก.
ประสิทธิ์	140 ซม.	43 กก.
สมปอง	135 ซม.	38 กก.
สุชาติ	140 ซม.	41 กก.
ดวงแก้ว	130 ซม.	35 กก.
สมศรี	150 ซม.	49 กก.

รูปแบบที่ 3

สมชาย	สูง 145 ซม.	น้ำหนัก 46 กก.
ประสิทธิ์	สูง 140 ซม.	น้ำหนัก 43 กก.
สมปอง	สูง 135 ซม.	น้ำหนัก 38 กก.
สุชาติ	สูง 140 ซม.	น้ำหนัก 41 กก.
ดวงแก้ว	สูง 130 ซม.	น้ำหนัก 35 กก.
สมศรี	สูง 150 ซม.	น้ำหนัก 49 กก.

รูปแบบที่ 4

ชื่อ	สูง	น้ำหนัก
สมชาย	145	46
ประสิทธิ์	140	43
สมปอง	135	38
สุชาติ	140	41
ดวงแก้ว	130	35
สมศรี	150	49

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ข้อ 19

กล่องใบที่	วัตถุที่บรรจุในกล่อง	กล่องใบที่	วัตถุที่บรรจุในกล่อง
1	ลูกแก้ว	5	เศษพลาสติก
2	ก้อนหิน / ก้อนกรวด	6	ตะปู/ เศษเหล็ก
3	สตางค์/ เหรียญบาท	7	ทราย
4	เศษไม้	8	ฟ้าน้ำอัดลม

ข้อ 20 ผลการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 3
1 สัตว์ 2 ชนิด ขนาดเล็กและใหญ่ มุ่งไปหาบางสิ่งบางอย่าง 2 สัตว์ 2 ชนิด คือ นกกับแมว 3 สัตว์ใหญ่กำลังจัดการกับสัตว์เล็ก - สัตว์ทั้งสองเดินไปที่หนองน้ำ - สัตว์ใหญ่กำลังวิ่ง - สัตว์ใหญ่กำลังก้าวข้ามก้อนหิน	1 สัตว์ใหญ่จับสัตว์เล็กกิน เป็นอาหาร 2 สัตว์ทั้ง 2 ชนิด พบอาหาร ที่เดียวกัน 3 สัตว์ทั้ง 2 ต่อสู้กัน 4 สัตว์เล็กพยายามจะวิ่งหนี	1 สัตว์ใหญ่กินสัตว์เล็ก 2 สัตว์เล็กบินหนีไป 3 ไม่เห็นรอยเท้าสัตว์เล็ก เพราะฝนตกลงมาทำให้ มองไม่เห็นรอยเท้า 4 สัตว์ใหญ่กำลังเดินแทน การวิ่ง

ข้อ 21

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1 นอนดึก | 6 ครูสอนไม่น่าสนใจ |
| 2 ไม่สบาย | 7 เหนื่อยจากการเล่น |
| 3 ดูโทรทัศน์ดึก | 8 เหนื่อยจากการทำงาน |
| 4 อ่านหนังสือดึก | 9 ปวดหัว |
| 5 เขียวจนไม่ได้นอน | 10 เล่นมาก |

ทักษะการพยากรณ์

ข้อ 22	ข้อ 23	ข้อ 24
1. ผนตก	1. 11 เซนติเมตร	1. 125 บาท
2. ผนไม่ตก	2. 175 กิโลกรัม	2. 225 บาท
3. ผนไม่ตก	3. 21 เซนติเมตร	3. 14 คน
4. ผนตก	4. 25 กิโลกรัม	4. 300 บาท

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ์ | หัวหน้าภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 2. นางสาวกฤษณี วนะภูติ | ศึกษานิเทศก์ 6 ฝ่ายวิจัยและประเมินผลทางการศึกษา
สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี |
| 3. นายเชาวพงษ์ ทิวะรัตน์ | อาจารย์ 2 โรงเรียนบางซวดอนุสรณ์
สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี |
| 4. นางวนิดา มีทรัพย์ | อาจารย์ 2 โรงเรียนวัดแสงสรรค์
สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี |
| 5. นางสุนันท์ จันทรวิบูล | อาจารย์ 2 โรงเรียนวัดแสงสรรค์
สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี |

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายวัฒนชัย จันทร์วิโนกุล
 เกิด วันที่ 28 เดือน กันยายน พุทธศักราช 2502
 สถานที่เกิด 111 หมู่ 5 ตำบลประจักษ์ปัตย์ อำเภอรัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 252/14 แขวงสายไหม เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร
 ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน อาจารย์ 2 โรงเรียนวัดเขียนเขต อำเภอรัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

ประวัติการศึกษา

- 2518 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนรัญบุรี
- 2520 ป.กศ.ต้น จากวิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์
- 2522 ป.กศ.สูง (เอกคณิตศาสตร์) จากวิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์
- 2526 กศ.บ. (เอกคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน
- 2538 กศ.ม. (เอกวัดผลทางการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

บทคัดย่อ

ของ

วัณชัย จันทร์วิบูล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลทางการศึกษา

พฤษภาคม 2538

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ที่มีคุณภาพสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2537 จำนวน 154 คน เลือกมาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน โดยทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง ดังนี้ ทดสอบครั้งที่ 1 และทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ หาเวลาที่ใช้ในการสอบ คัดเลือก และปรับปรุงข้อสอบเป็นรายข้อ ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานฉบับนี้ ประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและทักษะการพยากรณ์

ผลการศึกษาพบว่า ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.78 และ 0.23 ถึง 0.67 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตร แอลฟา พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละทักษะ อยู่ในช่วง 0.436 ถึง 0.570 และรวมทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.750 ค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบ คำนวณด้วยวิธี Multitrait Multimethod มีความเที่ยงตรงเหมือนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง 0.559 ถึง 0.675 และมีความเที่ยงตรงเชิงจำแนกค่าสหสัมพันธ์อยู่ในช่วง -0.241 ถึง 0.542 และหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของแต่ละทักษะ และทั้งฉบับโดยใช้สูตรของเพียร์สัน มีค่าอยู่ในช่วง 0.268 ถึง 0.807 และ 0.577 ถึง 0.891 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบทั้งฉบับ และแต่ละทักษะ

A CONSTRUCTION OF BASIC SCIENCE PROCESS SKILLS PERFORMANCE TEST

AN ABSTRACT

BY

WATANACHAI JARNVEENUKUL

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of education degree in educationl measurement
at Srinakharinwirot University

May 1995

The purpose of this study was to construct a performance test on basic science process skills for Prathom Suksa 6 students, Pathum tani provincial primary schools. A sample of 154 students were selected by multistage random sampling. The test was try out three times. The first and second tests were to examine the difficulty and the discrimination indices of test item and to select the test items and testing period. The third one was to estimate tests validity, reliability and to construct tests norms.

The performance tests consisted of 8 basic science process skills, they were Observing, Measuring, Classifying, Using Space/ Time Relationships, Using Numbers, Handling and Communicating Data, Inferring and Predicting.

The results showed that the difficulty and the discriminating powers in each item of the test ranged from 0.21 to 0.76 and from 0.23 to 0.67 respectively. The reliability of the test determined by α coefficient formula ranged from 0.463 to 0.570 and 0.750 for the whole test. The construct validity of the test determined by Multitrait Multimethod convergent, divergent validity ranged from 0.559 to 0.675 and -0.241 to 0.542. And, alss, calculate the Pearson product moment correlation which ranged form 0.268 to 0.807 and 0.577 to 0.891 for the whole test. These correlation coefficients were statistically significance at the .01 level.