

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยี
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ปริญญานิพนธ์

ของ

ดวงใจ ศรีนวล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2542

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบุลย์)
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประवालพฤกษ์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบุลย์)
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประवालพฤกษ์)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ปานนาว์)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
วันที่ 10 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 1542

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือเอาใจใส่ และการแนะนำอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์ ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประवालพุกษ์ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ปานเนา กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติมในการสอบปริญญานิพนธ์ รวมทั้งคณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ทุกท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

กราบขอบพระคุณอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้

กราบขอบพระคุณพระครูหลวงปู่ธรรมเสนาณี (ด.เจียม กุลละวณิชย์) ที่มอบทุนสนับสนุนการวิจัยให้แก่ผู้วิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ และคณะครู - อาจารย์ โรงเรียนศรียาภัย ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูล และใช้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

ประการสุดท้าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่ช่วยเหลือและให้การสนับสนุนในการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครู-อาจารย์ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอน ให้ผู้วิจัยมีความมานะพากเพียรและประสบความสำเร็จในการศึกษา

ดวงใจ ศรีนวล

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
เอกสารเกี่ยวกับความสามารถทางเทคโนโลยี.....	8
ความหมายของวิทยาศาสตร์.....	8
ความหมายของเทคโนโลยี	14
ความสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	18
ความหมายทางความสามารถทางเทคโนโลยี.....	27
ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ.....	31
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ.....	49
ความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน	50
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	51
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	53
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	55
ประชากร	55
กลุ่มตัวอย่าง	55
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	55
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	56
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	60
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	68

บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	97
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	97
วิธีดำเนินการทดลอง	97
การวิเคราะห์ข้อมูล	98
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	99
อภิปรายผล	104
ข้อเสนอแนะ	106
ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป	106
บรรณานุกรม	107
ภาคผนวก	120
ประวัติย่อของผู้วิจัย	190

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีและครั้งที่ใช้ทดลอง	54
2 ตัวอย่างการวิเคราะห์งานและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	57
3 ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ..	58
4 ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับข้อปฏิบัติ	59
5 ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของเกณฑ์การประเมินกับข้อปฏิบัติ	59
6 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี	69
7 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี	70
8 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ค่าอำนาจจำแนกและค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย ของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี	71
9 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	72
10 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม ...	73
11 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีด้านการซ่อม	74
12 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ค่าอำนาจจำแนกและค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย ของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีในการซ่อม	75
13 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีในการซ่อม	76
14 ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน	77
15 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม	78
16 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงดัดแปลง	79
17 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงดัดแปลง	80

ตาราง	หน้า
18 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ค่าอำนาจ จำแนกและค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย ของแบบทดสอบวัดความสามารถทาง เทคโนโลยีในการปรับปรุงดัดแปลง	81
19 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทาง เทคโนโลยีในการปรับปรุงดัดแปลง	82
20 ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน	83
21 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง ดัดแปลง	84
22 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้าง เลียนแบบ	85
23 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ วัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ	86
24 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ค่าอำนาจ จำแนกและค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย ของแบบทดสอบวัดความสามารถทาง เทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ	87
25 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทาง เทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ	88
26 ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน	89
27 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้าง เลียนแบบ	90
28 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการเริ่ม สร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง	91
29 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ วัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง	92
30 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ค่าอำนาจ จำแนกและค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย ของแบบทดสอบวัดความสามารถทาง เทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง	93
31 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทาง เทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง	94
32 ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน	95

ตาราง	หน้า
33 ความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่ม สร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง	96

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ธรรมชาติและโครงสร้างวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับโครงสร้างของตึก	10
2 แสดงเส้นตรงแห่งความต่อเนื่อง (Continuum) ของการวัดการปฏิบัติ การทดสอบการปฏิบัติ แบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด ตามระดับความเป็นจริง.....	41
3 ลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ	54

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

เทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มขีดความสามารถผลักดันให้ประเทศก้าวไปสู่ยุคเศรษฐกิจใหม่ในยุคคริสต์ศตวรรษที่ 21 เป็นเครื่องมือที่ทรงประสิทธิภาพในการพัฒนาประเทศในทุก ๆ ด้าน การที่เราจะก้าวไปสู่โลกทางเทคโนโลยีให้ทันนั้น จำเป็นต้องพัฒนาคนและคุณภาพของคน เพราะคนเป็นทั้งเหตุปัจจัยและผลลัพธ์ที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาประเทศ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 จึงเน้นคนมุ่งให้ทุกคนมีการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพเพื่อให้มีโอกาสที่จะมีส่วนร่วมในการพัฒนาประเทศทุก ๆ ด้าน เมื่อคนซึ่งเป็นหน่วยเล็กที่สุดในสังคมมีคุณภาพก็ส่งผลต่อประเทศ ต่อโลก (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8. 1-3)

โลกปัจจุบันและอนาคตจะเป็นโลกแห่งความรู้และเทคโนโลยีสารสนเทศ คุณภาพของคนจะเป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุดในเชิงความได้เปรียบเพื่อการพัฒนาประเทศในทุก ๆ ด้าน ทุกประเทศเริ่มตระหนักดีว่าคุณภาพทรัพยากรมนุษย์เป็นสิ่งสำคัญสูงสุดเพราะต้องแก้ปัญหาให้ทันกับเหตุการณ์เพื่อให้มีโอกาสในการขยายขีดความสามารถทางด้านวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลก เพราะเทคโนโลยีเป็นปัจจัยเด็ดขาดที่จะตัดสินได้ (โพลิต บันเปียมรัฐ. 2538 : 36) การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีขีดความสามารถของตนได้เต็มศักยภาพ เพื่อที่จะสร้างองค์ความรู้โดยการวิจัยและพัฒนาในการพึ่งพาตนเองทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นในระยะยาวได้นั้น จะต้องเพิ่มศักยภาพของมนุษย์ โดยสร้างคนให้รู้จักสร้างงานด้วยตนเอง ทำงานอยู่ในท้องถิ่นของตนเอง มากกว่าการนำเทคโนโลยีเข้ามา เพราะการนำเข้าเทคโนโลยี ไม่สามารถทำให้นวัตกรรมทางเทคโนโลยีจัดสรรทรัพยากรและประโยชน์สูงสุดแก่สังคมได้ เพราะจะได้ประโยชน์ในระยะสั้น ๆ และต้องพึ่งพาผู้อื่นตลอดไป (โพลิต บันเปียมรัฐ. 2538 : 307) ทำให้เกิดเป็นภาวะด้อยพัฒนาทางเทคโนโลยี ซึ่งเกิดปัจจัยล้าหลังที่สำคัญ 2 ประการคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและศักยภาพของทรัพยากรมนุษย์ (ศิริ ฮามสุโพธิ์. 2536 : 46) เพื่อขยายขีดความสามารถทั้งทางด้านการวิจัยและการพัฒนาเทคโนโลยี ซึ่งเป็นทรัพยากรที่มีค่าที่สุด ยังสามารถคิดค้นใช้ประโยชน์และถ่ายทอดเทคโนโลยีได้ ทรัพยากรมนุษย์ที่ต้องการ ต้องเป็นคนเก่งและคนดีมีคุณธรรม (สิปปนนท์ เกตุทัต. 2528 : 1 - 3) เมื่อสามารถคิดค้นสร้างเทคโนโลยีขึ้นมาเองแนวทางที่จะผสมกับกระบวนการที่ทำให้วิวัฒนาการทางเทคโนโลยีมีดังนี้

- 1) ต้องมีการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณภาพ
- 2) มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด
- และ 3) การสร้างปัจจัยพื้นฐานของระบบเทคโนโลยี

ปัจจัยที่สำคัญคือ การศึกษาที่เป็นเชิงปริมาณควบคู่กับคุณภาพ (ข่าวสารการวิจัย การศึกษา. 2538) การกระจายอำนาจทางการศึกษา เพื่อให้ท้องถิ่นมีความคล่องตัวในการพัฒนา

ทรัพยากรมนุษย์เพื่อพัฒนาประเทศเป็นหน้าที่ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การทำให้นักเรียนสนใจวิทยาศาสตร์ ยากเป็นนักวิทยาศาสตร์ต้องปลูกฝัง (กำจิต มงคลกุล. 2536) การเตรียมปัจจัยด้านกำลังคน คือการจัดระบบการเรียนการสอน ที่เอื้อต่อนักเรียนในการคิดค้นเทคโนโลยีด้วยตนเอง โดยให้ความรู้และฝึกฝนให้นักเรียนได้รู้จักเทคโนโลยีเพราะการนำเข้าไม่ใช่เทคโนโลยีที่ดีที่สุด (กิตติชัย วัฒนานิก. 2538 : บทนำ)

ในประเทศที่พัฒนาแล้ว การจัดการศึกษาเน้นในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นการสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีขั้นสูง ทำให้ประชาชนมีความสามารถ คิดประดิษฐ์ การทำงานด้านเทคโนโลยี (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ : 2534) เช่นหลักการบริหารการศึกษาของประเทศเกาหลีใต้หลัก 1. ฟังตนเอง - สร้างจิตสำนึก โดยอาชีพครูเป็นตัวแปรหลัก 2. กระบวนการเรียนการสอนใน ห้องเรียนเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการศึกษา คุณภาพของกระบวนการเรียนการสอนการวัดผล (สำนักงานคณะ กรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2538) ซึ่งเป็นหลักการสร้างและใช้เทคโนโลยีอย่างมีคุณภาพ

การสอนวิทยาศาสตร์โดยการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนเพียงอย่างเดียว จึงไม่เพียงพอที่จะฝึกผู้เรียนให้มีพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ได้ การฝึกผู้เรียนให้มีโอกาสคิดและแสดงออกอย่างหลากหลาย ตลอดจนชี้แนะวิวัฒนาการของความรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความซาบซึ้ง และศรัทธาที่จะคิดและแสดงออกมากขึ้น ๆ จึงจะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีก่อให้เกิดการคิดค้นความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ (สมณฑา พรหมบุญ. 2536 : 16) ซึ่งผลการวิจัยของกรมวิชาการพบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปเน้นเนื้อหามากกว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งตรงกันข้ามกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่ต้องการปลูกฝังกระบวนการคิดการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นการคิดค้นด้วยตัวของนักเรียนเอง (กรมวิชาการ. 2532 : 250 - 352) อันเป็นผลให้นักเรียนไม่บรรลุเป้าหมายของหลักสูตรและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติที่วางไว้ (หน่วยศึกษานิเทศก์กรมสามัญศึกษา. 2533 : 33) การเรียนการสอนควรได้มีการพัฒนาให้เกิดผลกับนักเรียนมากที่สุด การเรียนการสอนมีหลายรูปแบบ จึงควรพัฒนา การสอนวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้อง เพื่อให้ นักเรียนได้รู้ข้อเท็จจริง เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ รู้จักคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาเป็น มีค่านิยมและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การที่ครูวิทยาศาสตร์ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนสนใจอยากรู้อยากเห็น ปิดกั้นความอยากรู้อยากเห็นด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ จนนักเรียนที่ชอบเกิดมีความรู้สึกที่ไม่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้เป็นอันเดียวกันกับธรรมชาติ (นิเชต สุนทรพิทักษ์. 2537 : 13) จนผู้เรียนมองเห็นความงามของวิทยาศาสตร์โดยต่อเนื่อง การสอนวิทยาศาสตร์แนวใหม่ควรมีจุดมุ่งหมายในการสอนให้นักเรียนมีทั้งความรู้ (S) ความคิด (T) จิตสำนึก (L) คือส่วนให้รู้แล้วคิดเองได้ แล้วต้องมีจิตสำนึก (มีนา ม. โอวารินทร์. 2532 : 15)

สภาพปัญหาทางการศึกษาอีกปัญหาหนึ่งก็คือ การวัดผลที่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ เป้าหมายที่วางไว้ จากสภาพการศึกษาไทยในขณะนี้ ระบบการวัดผลไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยังใช้ข้อสอบท่องจำ วัดความรู้ ความเข้าใจ หรือวัด Cognitive ด้านเดียว แต่ไม่ได้วัดการปฏิบัติจริงของนักเรียน (อุษณีย์ โพธิสุข, 2538 : 58) ซึ่งบางครั้ง การวัดจำเป็นต้องวัดจากการปฏิบัติของนักเรียนมากกว่าความรู้ เพื่อให้ทราบว่านักเรียนสามารถปฏิบัติได้ดีมากน้อยเพียงใด และได้เป็นการฝึกฝนปฏิบัติจริง เพราะนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในแต่ละด้านต่างกัน มีความสามารถพิเศษหลากหลายในตัวนักเรียนที่สมควรจะได้รับโอกาสพัฒนาให้เต็มศักยภาพของแต่ละบุคคล โดยให้โอกาสได้แสดงอัจฉริยภาพในเชิงสร้างสรรค์อย่างอิสระ เพื่อประโยชน์แก่ตนเองและสังคม เพราะเยาวชนเหล่านี้คือทรัพยากรปัญญาอันมีคุณค่าต่อการพัฒนาประเทศมากที่สุด (ศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพของเด็กและเยาวชน, 2538-2541 : 3-5)

จะเห็นว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันแทบจะกล่าวได้ว่าเป็นคำเดียวกัน ผู้ที่มีความสามารถทางเทคโนโลยีได้มากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ การจะทราบว่าผู้เรียนมีกระบวนการแสวงหาความรู้อย่างไรมีวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพียงใดนั้น การวัดผลประเมินผลภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ย่อมจะเหมาะกว่าการใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ และให้ข้อมูลเพียงพอที่จะทราบว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ คือ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น เพราะการวัดภาคปฏิบัตินั้นเป็นการวัดการปฏิบัติของแต่ละบุคคลภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขที่สอดคล้องและมีสภาพความเป็นจริงมากที่สุด (พรรณี พริงสำภู, 2538 : 23) การได้จัดการวัดผลและประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้วนักเรียนย่อมมีจิตสำนึกทางวิทยาศาสตร์ คือ รักวิทยาศาสตร์ แล้วใช้วิทยาศาสตร์สร้างเทคโนโลยีได้ หมายถึง ศักยภาพของบุคคลภายในประเทศสูงขึ้นนั่นเอง

การวัดผลการศึกษาที่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาหลักในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ให้มีความสามารถทางเทคโนโลยี เป็นผลให้การพัฒนาและการเรียนการสอนเทคโนโลยีได้ผลไม่เต็มที่ตามเป้าหมาย เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของเทคโนโลยี การที่จะทราบว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์จะมีความสามารถทางเทคโนโลยีมากน้อยเพียงใดก็จำเป็นต้องมีแบบทดสอบวัด

คำกล่าวที่ว่า คนที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถทางเทคโนโลยี แต่จะอยู่ในระดับนั้น จำเป็นต้องวัดประเมินออกมา เพราะความสามารถทางเทคโนโลยีเป็นความสามารถเฉพาะบุคคล ไม่ใช่เรียนเท่ากันกับครูคนเดียวกัน ในเวลาเดียวกันแล้วจะมีความสามารถทางเทคโนโลยีออกมาเท่ากัน แต่จะขึ้นอยู่กับความสามารถในทุกด้านของนักเรียน ตั้งแต่ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ความรู้สึกหรือนิสัยประจำตัว (Affective Domain) และทักษะกลไกของนักเรียนผู้นั้น (Psychomotor Domain) การที่จะวัดเพื่อให้

ทราบว่าความสามารถของนักเรียนอยู่ในระดับใดนั้น จึงจำเป็นต้องวัดผลการปฏิบัติจริง (Authentic Performance Measurement)

จากความสำเร็จและปัญหาที่ไม่มีแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีของนักเรียนโดยตรง จึงทำให้ผู้วิจัย สนใจสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีทั้งประเภทความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี ความสามารถในการซ่อม ความสามารถในการดัดแปลง ความสามารถในการปรับปรุง ความสามารถในการสร้างหรือประดิษฐ์เลียนแบบ ความสามารถในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีใหม่ ที่นักเรียนมีด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลาย ๆ ด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตร พุทธศักราช 2533 เพื่อเน้นการพัฒนาเครื่องมือวัดทางด้านนี้ให้มีคุณภาพ และมีมาตรฐานยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบ 5 แบบทดสอบ แต่ละแบบทดสอบ ประกอบด้วย แบบทดสอบ 3 ชั้น คือ

1.1 แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีแบบเขียนตอบ (Paper and Pencil Performance)

1.2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีเชิงจำแนก (Identification)

1.3 แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีแบบวัดการปฏิบัติจริง (Work Sample)

2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบภาคปฏิบัติทางด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก เป็นรายข้อ

3. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบภาคปฏิบัติทางด้านความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ทำให้ได้ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น หมวดวิทยาศาสตร์ และได้แนวทางการสร้างแบบประเมินผลภาคปฏิบัติอันจะก่อให้เกิดการพัฒนาเครื่องมือให้มีมาตรฐานยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เล่ม 3 (ว 203) ของโรงเรียนศรีราษฎร์ จังหวัดชุมพร จำนวน 450 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนศรีราษฎร์ จังหวัดชุมพร จำนวน 120 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)
3. เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเทคโนโลยี
4. คุณภาพของแบบทดสอบประกอบด้วยความยากง่าย อำนาจจำแนกรายข้อ ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และความเชื่อมั่นกรรมการให้คะแนน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เทคโนโลยี หมายถึง การค้นคว้าหาความรู้ในวัสดุหรือทรัพยากรมาใช้ให้เป็นประโยชน์เหมาะกับการนำไปใช้ ตลอดจนการคิดค้นหาความรู้สร้างเทคนิควิธีการเกี่ยวกับคุณภาพการใช้ทรัพยากรนั้น ๆ ซึ่งประกอบด้วยความรู้ และวิธีการแบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่
 - 1.1 การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี และการใช้เทคโนโลยีนั้น
 - 1.2 การซ่อม แก้ไข เมื่อเกิดการขัดข้องหรือเกิดปัญหา
 - 1.3 การดัดแปลง เปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุง ให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ใช้ใหม่ที่ต่างไปจากเดิม
 - 1.4 การสร้างเลียนแบบ หรือลอกแบบให้มีคุณภาพไม่ด้อยกว่าเดิม
 - 1.5 คิดค้น ประดิษฐ์เทคโนโลยีใหม่โดยการริเริ่มด้วยตนเอง
2. ความสามารถทางเทคโนโลยี (Technology Capability) หมายถึง ผลการคิดและการปฏิบัติงานจริงซึ่งเป็นศักยภาพในตัวบุคคล ของบุคคลโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบในการสร้างเทคโนโลยี ที่ก่อให้เกิดผลผลิตทางเทคโนโลยี ที่มีคุณภาพและมีคุณค่า ซึ่งกำหนดลำดับขีดความสามารถด้านใดด้านหนึ่งหรือหลาย ๆ ด้าน ได้แก่
 - 2.1 การมีความรู้เข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี และการใช้เทคโนโลยี
 - 2.2 ความสามารถในการซ่อมแซม แก้ไข เมื่อเกิดการขัดข้อง และแก้ปัญหา
 - 2.3 ความสามารถในการดัดแปลง เปลี่ยนแปลง และปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ใช้ใหม่ ที่แตกต่างไปจากเดิม

2.4 การมีความสามารถในการสร้างเลียนแบบและลอกแบบให้มีคุณภาพไม่ด้อยกว่าเดิม

2.5 การมีความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์เทคโนโลยีชนิดใหม่ด้วยการริเริ่มด้วยตนเอง

3. แบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติ (Performance Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยให้ผู้เรียนแสดงการกระทำ หรือปฏิบัติออกมา ซึ่งจะวัดทั้งวิธีการปฏิบัติ (Process) และผลงาน (Product) ที่ได้จากการปฏิบัติซึ่งประกอบด้วยโจทย์สถานการณ์ที่กำหนดให้ปฏิบัติ และแบบประเมินวัดการปฏิบัติ ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ฉบับ คือแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบ 5 แบบทดสอบ แต่ละแบบทดสอบประกอบด้วยแบบทดสอบ 3 ชิ้น

3.1 แบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติด้วยการเขียนตอบ หรือการแก้ปัญหาในกระดาษ (Paper and Pencil Performan) หมายถึง การแก้ปัญหาโดยให้ผู้สอบตอบในกระดาษคำตอบ ซึ่งจะตั้งปัญหาจำลองขึ้นให้ผู้สอบแก้ปัญหานั้น ทั้งนี้โดยเน้นพฤติกรรมทักษะและการประยุกต์ใช้ตามแนวคิดเป็นส่วนใหญ่ การวางแผนโครงการปฏิบัติ

3.2 แบบทดสอบเชิงจำแนก (Identification Test) หมายถึง เป็นแบบทดสอบจากของจริง แต่ทดสอบที่ละส่วนที่ละทักษะ เพื่อให้มั่นใจว่าพฤติกรรมหรือทักษะนั้น ๆ ผู้สอบสามารถปฏิบัติได้หรือไม่ รวมถึงการให้บอกกว่าสิ่งของหรือเครื่องมือ นั้น ๆ ใช้อย่างไร ใช้ผิดหรือถูกอย่างไรควรที่จะเลือกสิ่งใดมาใช้

3.3 การทดสอบการปฏิบัติงานจริง (Work Sample) หมายถึง แบบทดสอบวัดการปฏิบัติงานจริงในสถานการณ์จริงที่กำหนดให้ การทดสอบในระดับนี้เป็นการให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเช่นเดียวกับผู้ปฏิบัติงานในหน้าที่นั้น ๆ จนเป็นผลสำเร็จ

4. ใบงาน หมายถึง แบบกำหนดให้นักเรียนปฏิบัติงานจริงในสถานการณ์ที่กำหนดให้

5. แบบประเมินภาคปฏิบัติ หมายถึง แบบการให้คะแนนการวัดภาคปฏิบัติชนิดมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยี หมายถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบด้านต่าง ๆ ดังนี้

6.1 ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) ของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดความสามารถทางเทคโนโลยีได้ตามจุดมุ่งหมายว่ามีความสำคัญและเป็นที่น่าสนใจแก่นักเรียนเพียงใด โดยการคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องจากการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

6.2 ความยากง่ายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง สัดส่วนที่นักเรียนตอบคำถามนั้นถูกจากการตอบแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ซึ่งคำนวณจากความยากรายข้อ โดยใช้เทคนิค 50% ของการจำแนกกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ

6.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถจำแนกระดับความสามารถทางเทคโนโลยีของนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มที่มีความสามารถสูงทางเทคโนโลยี และกลุ่มที่มีความสามารถต่ำทางเทคโนโลยี คำนวณหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยใช้เทคนิค 50 % ของการจำแนกกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ

6.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดความสามารถทางเทคโนโลยีของนักเรียนที่คงที่แน่นอน ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ Identification ใช้สูตร Coefficient alpha (α) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ Paper Pencil Performance และ Work Sample ของแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี

6.5 ใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ Identification ใช้สูตร Generalizability Coefficient (Linda. 1986 : 161 - 165) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ Paper Pencil Performance และ Work Sample ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม ความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง ดัดแปลง ความสามารถทางเทคโนโลยีในการเลียนแบบ และความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง

7. ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน หมายถึง ความสอดคล้องของคะแนนที่ประเมินโดยผู้ ประเมิน 3 คน โดยใช้สูตร Kendall Coefficient of Concordance

8. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง อาจารย์ที่มีวุฒิทางสาขาวิทยาศาสตร์ และวัดผลที่จบปริญญาตรีและมีประสบการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 7 ท่าน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยี ดังนี้

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์
2. ความหมายของเทคโนโลยี
3. ความสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ความหมายของความสามารถทางเทคโนโลยี
5. ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ
6. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ
7. ความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน
8. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารเกี่ยวกับความสามารถทางเทคโนโลยี

ความหมายของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีความหมายครอบคลุมกว้างขวาง ยากที่จะให้คำจำกัดความสั้น ๆ และมีใจความครบถ้วนได้ ความหมายโดยตรงตามศัพท์ภาษาอังกฤษ “Science” มาจากภาษาลาตินว่า “Scientia” ความหมายเดิมของคำคือ รู้ เห็นด้วยชัดเจนด้วยปัญญา หรือเห็นความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ (นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิศวกรรมนท์. 2529 : 10)

มีผู้ให้ความหมายของคำว่า “วิทยาศาสตร์” ไว้หลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยจะขอยกมากล่าว ดังต่อไปนี้

เรนเนอร์ (นิคม ทาแดง. 2529 : 2-3 ; อ้างอิงมาจาก Renner n.d.) ได้รวบรวมนิยามของวิทยาศาสตร์ไว้ ดังเช่น

1. วิทยาศาสตร์ คือความพยายามของมนุษย์ที่จะอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติ
2. วิทยาศาสตร์ คือการสำรวจและการแปลความหมายของเหตุการณ์ ในสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ และในร่างกายของเราเอง (Willard Jacobson)

3. วิทยาศาสตร์ คือกลุ่มของมโนคติและแผนเชื่อมโยงมโนคติที่เชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นชุด ซึ่งพัฒนามาจากผลการทดลองและสังเกต และกลุ่มของมโนคติและแผนเชื่อมโยงมโนคติเหล่านี้ ส่งผลให้มีการทดลองและการสังเกตต่อไป

กู๊ด (Good. 1973 : 516 - 517) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ความหมาย สรุปได้ดังนี้คือ

1. วิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่พยายามดำเนินไปเพื่อให้เป็นประสบการณ์ เช่นเดียวกับการจัดระบบความคิด

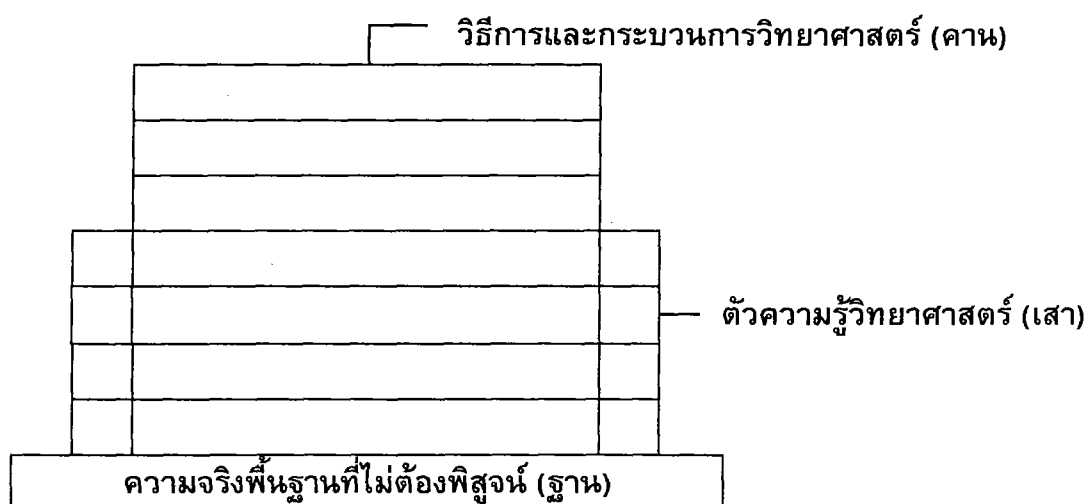
2. วิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมของบุคคลซึ่งค้นคว้าเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกและโครงสร้างความเข้าใจที่ได้จากการสังเกต

3. วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่รวบรวมขึ้นจากการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ (ส่วัมภ์. 2531 : 107; อ้างอิงมาจาก Jacobson and Bergman. n.d.) ได้อธิบายธรรมชาติและโครงสร้างของวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

3.1 ส่วนที่เป็นความจริงพื้นฐานที่ไม่พิสูจน์ (Assumptions in Science)

3.2 ส่วนที่เป็นวิธีการและกระบวนการวิทยาศาสตร์ (Methods and Processes of Science)

3.3 ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Broad Generalizations of Science) เขาได้เปรียบเทียบส่วนทั้งสามกับตัวอาคาร จะได้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ธรรมชาติและโครงสร้างวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับโครงสร้างของตึก

ที่มา : ส่วัมภ์. 2531 : 107

จากภาพที่ 1 ถ้าเรายกฐานของอาคารออก (ความจริงพื้นฐาน) จะเหลือส่วนที่เป็นเสาและความประสานกันอยู่เป็นวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยส่วนที่เป็นตัวความรู้วิทยาศาสตร์กับส่วนที่เป็นกระบวนการวิทยาศาสตร์

คาริน และซัน (Carin and Sund. 1970 : 13) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า “วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้ผ่านการทดสอบยืนยันมาแล้ว และได้สะสมไว้อย่างมีระบบ รวมทั้งกระบวนการที่ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้นั้นมาด้วย”

สตัฟฟอร์ดและคณะ (Stafford and others. (1977 : 2 - 3) นักการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการมีประสบการณ์ตรงกับปรากฏการณ์ของธรรมชาติ (วัตถุและเหตุการณ์ที่แวดล้อมเราอยู่) แล้วมีการรวบรวมรายละเอียดปลีกย่อยเกี่ยวกับวัตถุและเหตุการณ์นั้น ๆ

2. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการจัดกระทำข้อมูล และการตีความหมายข้อมูลที่ได้

3. วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเป็นคู่แฝด ด้านหนึ่งเป็นการสะสมความรู้ที่ได้ผ่านการทดลองแล้ว และอีกด้านหนึ่งจะเป็นวิธีการค้นคว้าหาความรู้

4. วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติที่ท้าทายความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์

5. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความพยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหรืออธิบาย กฎเกณฑ์ที่ได้จากปรากฏนั้น รวมทั้งการขยายความรู้ให้กว้างขวางออกไปเลยจากประสบการณ์ที่ได้รับ

5. ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับเพิ่มนั้นมีลักษณะสืบต่อจากความรู้เก่าที่มีคนค้นพบไว้แล้ว นักวิทยาศาสตร์คนใหม่จะอาศัยความรู้และความคิดของนักวิทยาศาสตร์คนก่อน ๆ เป็นบันไดก้าวไปหาความรู้ใหม่ต่อไป

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535 : 58 - 59) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นหลังจากได้ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ค้นคว้า ตรวจสอบ จนเป็นที่เชื่อถือได้ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดขึ้นอยู่กับลักษณะการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ที่เรียกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความสามารถในการคิดและการใฝ่หาคำตอบ หรืออาจกล่าวได้ว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีการใช้ความคิดอย่างรอบคอบมีเหตุผล เพื่อพิจารณา ตัดสินเลือกกระทำในสิ่งที่ดีและเหมาะสมนั่นเอง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะสำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2526 : 66-73) ได้แก่

1. ทักษะการสังเกต (Observation)
2. ทักษะการวัด (Measurement)
3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสและสเปซกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship)
5. ทักษะการคำนวณ (Using Number)
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Infering)
8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating)
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operationally Defining)
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variable)
12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 110) ได้สรุปนิยามของวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ ได้ดังนี้

นิยามที่ 1 วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ของธรรมชาติ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้

นิยามที่ 2 วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ของธรรมชาติ ซึ่งจัดรวบรวมไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้

นิยามที่ 3 วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ของธรรมชาติ ซึ่งจัดรวบรวมไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกต

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 744) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่าวิทยาศาสตร์ หมายถึงความรู้ที่ได้จากการสังเกตและค้นคว้าจากการประจักษ์ทางธรรมชาติ แล้วจัดเข้าเป็นระเบียบ วิชาที่ค้นคว้าได้หลักฐานและเหตุผลแล้วจัดเป็นระเบียบ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2534 : 2) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ค้นคว้าหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นยอมรับโดยทั่วไป

เพียร ชัยขวัญ (2536 : 37) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ที่มีขั้นตอนมีระเบียบแบบแผน

เสริมพล รัตสุข (2526 : 1) ได้กล่าวถึงความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า

... คำจำกัดความของวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนที่สุดคือ “know - Why” คือเป็นความรู้ที่นำไปใช้อธิบายได้ว่า ทำไมเป็นเช่นนั้น เช่น นักเคมีจะอธิบายได้ว่า ทำไมเมื่อเอาโซดาไฟผสมน้ำมันมะพร้าวจึงเกิดเป็นสบู่ขึ้น พร้อมทั้งมีความร้อนเกิดขึ้นด้วย นักฟิสิกส์จะอธิบายได้ว่า ทำไมหมุนขดลวดตัดสนามแม่เหล็กจึงได้กระแสไฟฟ้า...

ทบวมมหาวิทยาลัย (2523 : 3) ได้สรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ค้นคว้าหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความหมายว่า วิทยาศาสตร์จะประกอบด้วย ตัวความรู้ (Body of Knowledge) และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)

นิคม ทาแดง และสุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2529 : 11) ให้ข้อสังเกตว่า วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ตรงกับปรากฏการณ์ตามธรรมชาติและการรวบรวมข้อมูลวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการจัดกระทำ (Organization) และการตีความหมาย (Interpretation) ของข้อมูลที่รวบรวมมาได้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์มีลักษณะของความคิดสร้างสรรค์เพราะวิทยาศาสตร์พยายามที่จะอธิบายและขยายขอบเขตของประสบการณ์ของมนุษย์ให้ลึกซึ้งกว่าสิ่งที่รับรู้จากประสาทสัมผัสโดยตรง ทั้งนี้เพื่อทำความเข้าใจต่อสิ่งแวดล้อมทั้งปวง วิทยาศาสตร์เป็นผลงานของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นผลที่ยุติแล้ว (Static) และได้ถูกสะสมเรียบเรียงเป็นระบบความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทางกายภาพของมนุษย์ เป็นองค์แห่งความรู้ด้านเนื้อหาของวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยข้อเท็จจริง (Fact) หลักการ (Principle) มโนคติ (Concept) สมมติฐาน (Hypothesis) ทฤษฎี (Theory) กฎ (Law) แต่ผลงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้คงที่ มีการปรับเปลี่ยนให้ความรู้ถูกต้องยิ่งขึ้น และค้นพบความรู้ใหม่ ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงมีส่วนเป็นพลวัต (Dynamic) ส่วนนี้เองที่เป็นองค์ประกอบด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การทดลอง การรวบรวมข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล ส่วนที่เป็นกระบวนการนี้ดำเนินการต่อ ๆ กันมาด้วยนักวิทยาศาสตร์ซึ่งมีจิตใจและความคิดเป็นตัวควบคุมอยู่ นักวิทยาศาสตร์จะต้องรู้คุณค่าของการคิดตามเหตุและผล เห็นความสำคัญของเสรีภาพแห่งความคิด มีข้อสงสัยในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา จึงจะเป็นสภาพจิตใจที่จะทำให้เกิดกิจกรรมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นได้ ดังนั้นโดยสรุปแล้ว วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบด้านเนื้อหา
2. องค์ประกอบด้านกระบวนการ
3. องค์ประกอบด้านเจตคติ

สมใจ จิตพิทักษ์ (2530 : 47) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า

“วิทยาศาสตร์โดยทั่วไป หมายถึง ความรู้ความเข้าใจทางวิชาการเกี่ยวกับหลักความจริงของธรรมชาติที่เกิดขึ้นหรือดำเนินไปตามกฎเกณฑ์ กฎเกณฑ์เหล่านี้ได้มาจากการรวบรวมผลของการศึกษา การสังเกตการทดลอง การอนุมานหรือการทดสอบสมมติฐานจนได้ความรู้ หรือทฤษฎี”

สุประดิษฐ์ ลิบริตนสกุล (2530 : 47) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คือการบรรยายถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆ ในธรรมชาติทั้งในสภาพนิ่งและสภาพเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาและตามสภาพการกระตุ้นจากภายในหรือภายนอก วิทยาศาสตร์จึงมีความเป็นสากล เพราะเป็นการสังเกตหากฎเกณฑ์ในธรรมชาติที่เป็นสากล

เย็นใจ เลหาวิช (2530 : 15) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ การเรียนรู้ธรรมชาติ ธรรมชาติคือทุกสิ่งทุกอย่างที่มีอยู่ จะอยู่ที่ตัวเราหรือภายนอกก็ได้ จะเป็นสิ่งเล็กขนาดไหนก็ได้ เช่นเล็กถึงขนาดควันตัม จนกระทั่งจักรวาล หรือพฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์ก็เป็นวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเห็นว่ามี ความหมายใกล้เคียงกับ ชำรง บัวศรี (2530 : 37) และสุทัศน์ ยกส้าน (2530 : 13) ที่ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติ โดยการสังเกต ตั้งสมมติฐาน พิสูจน์สมมติฐาน (ทดลอง) เพื่อให้เข้าใจความเป็นมาของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน (2531 : 174) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “วิทยาศาสตร์ หมายถึง วิชาหรือประมวลความรู้ที่เป็นความจริง ซึ่งได้จากการสังเกต ศึกษา และค้นคว้าทดลอง แล้วนำมาจัดไว้เป็นหมวดหมู่ อย่างมีระเบียบและสรุปเป็นกฎได้”

สิปปนนท์ เกตุทัต (2535 : 110) วิทยาศาสตร์ คือ การบรรยายถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ในธรรมชาติทั้งในสภาพนิ่ง และสภาพเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาและตามสภาพการกระตุ้นทั้งจากภายในหรือจากสภาพภายนอก วิทยาศาสตร์จึงมีความเป็นสากล เพราะเป็นการสังเกตกฎเกณฑ์ตามธรรมชาติซึ่งเป็นสากล

เอื้อน วิเศษชาติ (2534 : 21 - 22) วิทยาศาสตร์ คือ ประมวลความรู้ ที่เป็นความจริงที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากธรรมชาติ ซึ่งได้มาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ นั้น จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย

1. ส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Body of Knowledge)
2. ส่วนที่เป็นวิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Methods and Processed of Science)

กล่าวโดยสรุป วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้จาก การประจักษ์ทางธรรมชาติแล้วนำมาจัดเข้าเป็นระบบ

ความหมายของเทคโนโลยี

สำหรับความหมายของเทคโนโลยีนั้น ได้มีนักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษา หลายท่านได้ให้ความหมายในประเทศสาระที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ

กู๊ด (Good. 1973 : 569) อธิบายว่า เทคโนโลยีนั้นสามารถจำแนกออกได้ ดังนี้

1. ระบบทางการวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิค
2. การนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อแก้ปัญหาในทางปฏิบัติ
3. การจัดระบบของข้อเท็จจริงและหลักการที่เชื่อถือได้ทั้งนี้เพื่อการนำไปสู่การ ปฏิบัติและอาจรวมถึงหลักการต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการเรียนการสอนด้วย
4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิธีระบบที่ใช้ในอุตสาหกรรมศิลป์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ
5. การนำเอาความรู้ด้านตรรกศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์มาใช้ เพื่อทำ ให้เกิดความเจริญทางด้านวัตถุ

ฮาลส์ (Halse. 1974 : 1065) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยี สรุปได้ดังนี้

1. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เพื่อใช้บังเกิดผลในทางปฏิบัติให้เป็นไปตาม ความมุ่งหมายที่วางไว้ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนจากการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในทางอุตสาหกรรม
2. ระเบียบวิธี ขบวนการและสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นผลจากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การใช้วัสดุเพื่อบริการให้ความต้องการของสังคม

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2525 : 102) ได้กล่าวว่า เทคโนโลยี หมายถึง การค้นคว้าหาความรู้ในวัสดุหรือทรัพยากรมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เหมาะสมกับการนำไปใช้ ตลอดจน ถึงการค้นคว้าหาความรู้ด้านเทคนิควิธีการเกี่ยวกับคุณภาพการใช้ทรัพยากรนั้น ๆ

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 402) ให้ความหมายของ เทคโนโลยีไว้ว่าเทคโนโลยี หมายถึง วิทยาการที่เกี่ยวกับศิลปะในการนำเอาวิทยาศาสตร์ ประยุกต์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติและอุตสาหกรรม

ปรีชา อมาตยกุล (2528 : 19) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้หลายความหมาย เช่น

เทคโนโลยี หมายถึง ขบวนการความรู้และการปฏิบัติที่จะนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ในลักษณะประหยัด เกื้อกูลสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ฐานความเป็นอยู่ และวัฒนธรรมตรงตามความต้องการของชาวบ้าน

เทคโนโลยี อาจหมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ ที่ทำหรือคิดประดิษฐ์หรือสร้างเป็นเครื่องประกอบเพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเพิ่มพูนผลผลิต ยกคุณค่าของชีวิตให้สูงขึ้นหรือเพิ่มความสามารถในการทำงานในลักษณะประหยัด ทำได้ง่าย มีราคาไม่แพง และเป็นสิ่งที่ผู้ใช้เกิดความพอใจ ใช้ได้ทั่วไป

เทคโนโลยี อาจหมายถึง วิธีจัดการ ขบวนการวิธีทำ วิธีสร้าง วิธีใช้งาน วิธีป้องกัน อย่างมีประสิทธิภาพ ต่อสิ่งที่เข้ามาพัวพันกับชีวิตของคนทุกคนแล้วทำ และคิดค้นขึ้นมาทำประโยชน์ให้ได้จริง

เย็นใจ เลาวหวนิช (ทิพย์รัตน์ บุรณะทะโชติ. ม.ป.ป. ; อ้างอิงมาจาก เย็นใจ เลาวหวนิช. 2529 : 8) กล่าวว่า เทคโนโลยี หมายถึง ความรู้ ความสามารถที่ทำให้ผู้ใช้สำเร็จประโยชน์ตามจุดมุ่งหมายที่ได้วางไว้

พระเทพเวที (ประยุทธ์ ปยุตโต. 2538 : 31) ให้ความหมายของเทคโนโลยี ไว้ว่า เทคโนโลยี หมายถึง การนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมาใช้ให้เป็นประโยชน์ หรือการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อประโยชน์แก่ความเป็นความอยู่ของมนุษย์

ภพ เลหาไพบุลย์ (2534 : 32) กล่าวว่า เทคโนโลยีมีความหมายได้สองอย่าง คือส่วนที่เป็นความรู้กับส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้

ในด้านความรู้ เทคโนโลยี หมายถึง ความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับเทคนิควิธีการผลิตการสร้างหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ สิ่งประดิษฐ์ ระบบ ตลอดจนวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ ระบบ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถอำนวยความสะดวกหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มนุษย์ และสังคมกำลังประสบอยู่

ในด้านกระบวนการ เทคโนโลยี ก็คือ กระบวนการนำความรู้ ประสบการณ์ และความสามารถต่าง ๆ ที่มีอยู่ไปวิจัย ค้นคว้า ทดลองเพื่อแสวงหาเทคนิควิธีการใหม่ ๆ สำหรับผลิตและปรับปรุงผลิตภัณฑ์สิ่งประดิษฐ์ ระบบ หรือวิธีการต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูง หรือสูงขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มนุษย์ และสังคมกำลังประสบอยู่

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 3) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยี ไว้ว่า เทคโนโลยี เป็นการนำเอาแนวความคิด หลักการ เทคนิค ความรู้ ระเบียบวิธี กระบวนการตลอดจนผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านสิ่งประดิษฐ์ และวิธีการปฏิบัติมาประยุกต์ใช้ในระบบงานเพื่อช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการทำงานให้ดีขึ้น และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ประสิทธิผลของงานนั้นให้มีมากยิ่งขึ้นด้วย

สุรชาติ ทินานนท์ (2536 : 17) กล่าวว่า เทคโนโลยี หมายถึง การรวมทั้ง กระบวนการ วิธีการที่นำมาใช้ให้เกิดผลผลิตที่ดีขึ้น มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และสะดวกสบายขึ้น

สิปปนนท์ เกตุทัต (2535 : 10) เทคโนโลยี คือ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ มาผสมผสานประยุกต์เพื่อสนองเป้าหมายเฉพาะ ตามความต้องการของมนุษย์

ด้วยการนำทรัพยากรต่าง ๆ มาใช้ในการผลิตและจำหน่ายให้ต่อเนื่องตลอดทั้งกระบวนการ เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม การเมือง วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม เทคโนโลยีนั้นก็ก่อเกิดเป็นประโยชน์ทั้งต่อบุคคลและส่วนรวมหากไม่สอดคล้องกับเทคโนโลยี นั้น ๆ จะก่อให้เกิดปัญหาตามมามหาศาล

เจริญ วัชรরังสี (2529 : 24 - 25) กล่าวว่า เทคโนโลยี คือ ความรู้วิชาการบวก ความรู้วิธีการ (วิธีการนำความรู้วิชาการมาประยุกต์ใช้ประโยชน์) บวก ความชำนาญที่จะนำไปใช้ปฏิบัติงาน หรือใช้การผลิตให้มีประสิทธิภาพสูง ในทางปฏิบัติมักจะใช้ควบกันคือ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคำว่าเทคโนโลยีคำเดียวก็มีความหมายของความรู้วิทยาศาสตร์ อยู่ด้วยในตัว

ธงชัย ชิวปรีชา (2531 : 15) กล่าวว่า เทคโนโลยีก็คล้าย ๆ กับวิทยาศาสตร์ที่มีความหมายได้สองอย่างคือ ส่วนที่เป็นความรู้กับกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ ในแง่ของความรู้ เทคโนโลยีก็หมายถึงความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับเทคนิควิธีการผลิตการสร้าง หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ สิ่งประดิษฐ์ ระบบหรือวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ สิ่งประดิษฐ์ ระบบหรือวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูง หรือสูงขึ้น อำนวยความสะดวกหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มนุษย์และสังคมกำลังประสบอยู่

มานี จันทวิล (2531 : 4) ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ให้นิยามเบื้องต้นของเทคโนโลยีไว้ว่า เทคโนโลยี หมายถึง “กระบวนการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ไปปฏิบัติให้เกิดประโยชน์ ตรงตามจุดประสงค์” ในแง่ของกระบวนการอาจให้นิยามได้ว่าเทคโนโลยีก็คือ กระบวนการนำเอาความรู้ประสบการณ์ และความสามารถต่าง ๆ ที่มีอยู่ไปใช้ทดลองค้นคว้า เพื่อหาเทคนิควิธีการใหม่ ๆ ในการผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ สิ่งประดิษฐ์ ระบบ หรือวิธีการต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงหรือสูงขึ้น อำนวยความสะดวกหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มนุษย์และสังคมกำลังประสบอยู่

สุดา ศิริกุลวัฒนา (2536 : บทบรรณาธิการ - 1) ได้กล่าวว่า เทคโนโลยีหรือ ความรู้วิธีการผลิตที่จะเรียนรู้ได้มีอยู่หลายแบบ ทั้งแบบเก่า แบบดัดแปลง หรือแบบที่คิดค้น และพัฒนาขึ้นใหม่การเลือกใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมอาจกล่าวได้ว่าเป็นเรื่องของผู้ใช้โดยเฉพาะ แต่การที่ผู้ใช้จะสามารถพิจารณาและวิเคราะห์ว่า ควรให้เทคโนโลยีแบบใดดีจึงจะเหมาะสม จะขึ้นอยู่กับปริมาณเทคโนโลยีที่จัดหาได้ ซึ่งส่วนหนึ่งจะได้จากการนำเสนอด้วยวิธีการ ส่งเสริมเผยแพร่ขององค์กรหรือเจ้าของเทคโนโลยีนั้น ๆ ซึ่งเป็นการบอกกล่าวให้ผู้ใช้ได้ทราบ ว่า เทคโนโลยีนั้น ๆ มีขั้นตอนพัฒนาการมาอย่างไร มีจุดประสงค์เพื่อใช้ประโยชน์ด้านใด รวมตลอดถึง ข้อดี-ข้อเสีย และวิธีการใช้ ซึ่งหากเทคโนโลยีหรือวิทยาการใด ๆ ขาดซึ่งการส่งเสริม เผยแพร่แล้ว ความเจริญก้าวหน้าในโลกปัจจุบันคงไม่อาจเกิดขึ้นได้ การส่งเสริมเผยแพร่มี 3 รูปแบบ ได้แก่

1. การเผยแพร่โดยการพูด
2. การเผยแพร่โดยสิ่งพิมพ์
3. การเผยแพร่โดยโสตทัศนูปกรณ์

เสริมพล รัตสุข (2526 : 1) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีว่า เทคโนโลยีนั้น คือ Know - How คือเป็นความรู้ว่าจะทำอะไร เช่น จะผลิตสบู่ได้อย่างไร จะผลิตกระแสไฟฟ้าอย่างไร เป็นต้น ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงเป็นแค่เพียงความรู้ส่วนเทคโนโลยีนั้นเป็นการนำความรู้ไปใช้ในทางปฏิบัติให้เกิดสิ่งซึ่งมองเห็นได้ วัดได้หรือจับต้องได้

นัยพินิจ คชภักดิ์ (2527 : 4) ได้กล่าวถึงความหมายของเทคโนโลยีว่า เทคโนโลยีนั้นเป็นการนำเอาวิทยาศาสตร์และวิชาการความรู้อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ตามความประสงค์อัน เพื่อการแก้ไขปัญหาและเพิ่มความสะดวกสบายในการดำรงชีวิต

ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ วิทยา พลเยี่ยม (2528 : 9) ที่ว่า เทคโนโลยี คือ การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้ด้านอื่น ๆ มาใช้อย่างมีระเบียบ เพื่อให้ประโยชน์สูงสุดในการปฏิบัติและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัด และมีประสิทธิผล

สุทัศน์ ยกส้าน (2530 : 13) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีว่า เทคโนโลยี คือ สิ่งที่เรานำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่การดำเนินชีวิต

เย็นใจ เลาหวณิช (2530 : 16) กล่าวถึงความหมายของเทคโนโลยีว่า เทคโนโลยี คือ ความรู้ความสามารถที่จะทำให้สำเร็จประโยชน์ตามจุดประสงค์

สมชอบ ไชยเวช (2530 : 23) ให้ความหมายของเทคโนโลยีว่า เทคโนโลยี หมายถึง ขีดความสามารถ 3 องค์ประกอบคือ

1. ความรู้ (Knowledge)
2. ความชำนาญ (Skill)
3. ประสบการณ์ (Experience)

นภา พงศ์พิพัฒน์ (2530 : 24) ให้ความหมายของเทคโนโลยีว่า เทคโนโลยี คือ กระบวนการผลิตอะไรก็ตามที่มีประโยชน์โดยการเอาความรู้และทักษะมาใช้ในการผลิตสิ่งนั้น

สุประดิษฐ์ ลิขรัตนกุล (2530 : 47) ให้ความหมายของเทคโนโลยีสรุปได้ว่า เทคโนโลยี คือการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ มาผสมผสานประยุกต์ใช้ เพื่อสนองเป้าหมายเฉพาะตามความต้องการของมนุษย์ ด้วยการนำทรัพยากรต่าง ๆ มาใช้ในการผลิตและจำหน่ายให้ต่อเนื่องตลอดทั้งกระบวนการ เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม การเมืองวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีนั้นก็จะเป็นประโยชน์ต่อบุคคลและส่วนรวมหากไม่สอดคล้อง เทคโนโลยีนั้น ๆ จะก่อให้เกิดปัญหาตามมาอย่างมหาดศาล

✓ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน (2531 : 174) กล่าวถึงความหมายของเทคโนโลยี สรุปได้ว่า เทคโนโลยีหมายถึง วิทยาการเทคนิคสำหรับควบคุมหรือใช้ประโยชน์ธรรมชาติแวดล้อม อันเป็นผลที่ได้มาจากการศึกษา วิเคราะห์ วิจัย ทดสอบ ทดลอง หรือพัฒนาที่สามารถนำไปใช้ในการผลิตสินค้า นั่นคือ ความรู้ที่บอกว่าจะผลิตสิ่งนั้นสิ่งนี้ได้ได้อย่างไร เช่นวิธีการหรือเทคนิคการผลิต เป็นต้น

มงคล ชาวเรือ (2528 : 2) อ้างถึงคำว่า เทคโนโลยีจากเอกสารการสอน หน่วยที่ 1-7 สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชว่า “เทคโนโลยี หมายถึง การนำความรู้แบบดั้งเดิมหรือวิทยาศาสตร์สมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ เครื่องบริโภค อันเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตในสังคมมนุษย์

ประกอบ ระกิติ (2532 : 7) อ้างถึงความหมายของคำว่า เทคโนโลยี ดร.อาณัติ อาภาภิรมณ์ และดร.รัชชัย แสงสิงแก้ว กล่าวว่า “เทคโนโลยี คือ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนา”

✓ ศิริ ฮามสุโพธิ์ (2536 : 2) เทคโนโลยีคือการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการผลิต หรือดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยวิธีการใหม่ ๆ เพื่อให้กิจกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติมากที่สุด

จากเอกสารที่ได้ค้นคว้า พอจะสรุปได้ว่า เทคโนโลยี คือ การประยุกต์หรือนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ มาผสมผสานประยุกต์ใช้อย่างมีระเบียบ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการปฏิบัติและการแก้ปัญหาตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

จากความหมายเทคโนโลยีที่กล่าวมา สรุปได้ว่า

1. เทคโนโลยี หมายถึง ความรู้ ความสามารถ ที่นำมาใช้ดำเนินการตามจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ได้ผลผลิตที่เป็นประโยชน์แก่มนุษย์
2. เทคโนโลยี หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิด กระบวนการมาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อชีวิต

ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชีวิตประจำวันของเรา จำเป็นต้องใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปัจจุบัน และอนาคต เพราะการดำรงชีวิตของเรา ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีต้องอาศัยวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานหลักในอดีตการดำรงชีวิตการปัจจัยสี่ (อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค) ถือว่าเพียงพอ แต่ปัจจุบันนี้ การดำรงชีวิตด้วยปัจจัยสี่ไม่เพียงพอแล้ว จำเป็นต้องรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สรุปได้ดังต่อไปนี้ (สิปปนนท์ เกตุทัต. 2533 : 48)

1. เป็นพื้นฐานของปัจจัยและความจำเป็นในการดำเนินชีวิต จะเห็นได้ว่าวิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานของปัจจัยสี่ เช่นแรงเกี่ยวกับจุดสมดุลทั้งหลายเป็นพื้นฐานของการก่อสร้างอาคาร ฯลฯ

2. เป็นปัจจัยหลักเพิ่มเติมที่จะมีส่วนในการพัฒนาในปัจจุบันและอนาคต ถ้าไม่รู้จักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็เกือบจะไม่มีทางที่จะอยู่ในโลกนี้อย่างมีความสุข

3. เป็นเรื่องราวของมนุษย์และธรรมชาติ เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับการเป็นอยู่ของมนุษย์ ซึ่งมนุษย์มีความสนใจ จึงสืบเสาะหาความรู้ ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ตั้งแต่อนุภาคที่เล็กที่สุดในนิวเคลียส ซึ่งเป็นแกนกลางของอะตอม จนถึงใหญ่ที่สุด เอกภพกำลังขยายหรือกำลังหดตัว เกิดจากการระเบิด (Big Bang) เมื่อประมาณหมื่นล้านปี สิ่งเหล่านี้เป็นเรื่องราวของมนุษย์ที่มีความคิดและใฝ่ฝันอยากรู้

โดยทั่วไปแล้ว เทคโนโลยีมีพื้นฐานมาจากวิทยาศาสตร์และเมื่อนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อการผลิตหรือการปฏิบัติงานก็กลายเป็นเทคโนโลยี หรืออีกนัยหนึ่ง วิทยาศาสตร์เป็นลักษณะ “รู้อะไร” (Know What) และเทคโนโลยีเป็นลักษณะ “รู้อย่างไร” (Know How) เทคโนโลยีจึงมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างยากที่จะแยกออกจากกันได้ นักวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์มักเรียกรวม ๆ ว่า “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” เพราะความรู้และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์จะผ่านไปสู่มนุษย์ชาติก็โดยอาศัยเทคโนโลยี ดังนั้นเทคโนโลยีจึงเปรียบเสมือนสะพานที่เชื่อมให้มนุษย์สามารถได้รับประโยชน์จากวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่เท่าที่เทคโนโลยีในขณะหนึ่งขณะใดจะทำได้ เทคโนโลยีจึงเป็นปริณทลแห่งความรู้ในกระบวนการ วิธีการที่จะเปลี่ยนความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมให้ปรากฏเป็นจริงในรูปธรรม เทคโนโลยีจึงมิใช่เพียงแต่ความรู้ธรรมดาแต่เป็นชุดความรู้ที่แน่นอนชุดหนึ่ง หากเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงไปควบคู่กับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเทคโนโลยีก็อาจทำให้พบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ มิใช่กระบวนการหรือวิธีการเพียงอย่างเดียว มีการสร้างยานอวกาศได้ก็เป็นการบุกเบิกให้มีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์เพิ่มขึ้นอีกมาก วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกระบวนการผาแผด วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีจะต้องควบคู่กันไปก่อนทำอะไรเราต้องรู้ก่อนแล้วจึงทำ นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้รู้ ส่วนวิศวกรเป็นผู้ทำ จนมีคำพูดติดปากเสมอว่า นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้สร้างความรู้ส่วนวิศวกรเป็นผู้ทำความรู้ให้เป็นประโยชน์ (สิปปนนท์ เกตุทัต. 2533 : 48)

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะสรุปได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแตกต่างกันในแง่ผลรับและจุดมุ่งหมายดังนี้

คำว่า “วิทยาศาสตร์” นั้นเป็นเรื่องของความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติ โดยมีจุดมุ่งหมายในการแสวงหาความรู้ที่มีระบบ ปราศจากอคติ ปราศจากผลตอบแทน

คำว่า “เทคโนโลยี” เป็นเรื่องของการนำความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติ มาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยมุ่งแสวงหากระบวนการและรูปแบบในการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม เพื่อประโยชน์ทั้งต่อบุคคลและส่วนรวม (เสริมพล รัตสุข. 2526 : 12)

เหตุจูงใจในการนำเทคโนโลยีมาใช้

เสริมพล รัตสุข (2526 : 12) ได้กล่าวถึงเหตุจูงใจที่บุคคล กลุ่มบุคคลหรือองค์กรสนใจต้องการเทคโนโลยีมาใช้ มีดังนี้

1. มีความต้องการที่จะแก้ปัญหาในการดำรงชีวิตประจำวัน หรือปัญหาในด้านการประกอบอาชีพ ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงยกระดับฐานะความเป็นอยู่หรือเพื่อแสวงหากำไรในการค้า ตัวอย่างเช่นเจ้าของโรงงานสนใจที่จะนำเทคโนโลยีใหม่เข้ามาใช้ เพื่อลดต้นทุนการผลิตและลดต้นทุนการผลิตและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมชวามสนใจที่จะนำก๊าซชีวภาพมาใช้ เพราะต้องการทุนเวลาในการไปหาฟืน ชวามสนใจที่จะใช้รถไถนาเอนกประสงค์เพราะต้องการเพิ่มผลผลิต เป็นต้น
2. เล็งเห็นโอกาสในการลงทุน (Investment Opportunity) เช่นคาดว่าจะมีตลาดมากสำหรับกะทิสำเร็จรูป จึงต้องการเทคโนโลยีการผลิตกะทิสำเร็จรูป ฯลฯ
3. เตรียมการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ในอนาคตว่าราคาน้ำมันที่สูงขึ้นทุกปี จะทำให้เกิดความต้องการเครื่องยนต์ ที่ขับเคลื่อนด้วยก๊าซจากถ่านหรือไม้ (Wood Gasifier) มากขึ้นจึงต้องการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตจากถ่านหรือไม้
4. การแข่งขันกันในด้านตลาดทำให้ต้องเร่งพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดต้นทุนการผลิตพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ปรับปรุงคุณภาพ ฯลฯ

ในปัจจุบันกล่าวได้ว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสำคัญ และมีความจำเป็นต่อการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ของประเทศ มีขอบเขตการใช้กว้างขวาง มีผลให้ชีวิตมนุษย์และสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนี้ด้านหนึ่งก็เป็นไปในทางสร้างสรรค์ เพื่อทำให้ชีวิตมนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีสะดวกสบายมากขึ้น แต่อีกด้านหนึ่งถ้านำเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้อย่างไม่เหมาะสม จะมีผลให้เกิดปัญหาทางด้านความเป็นอยู่ สังคม และสิ่งแวดล้อม ฯลฯ

องค์ประกอบและประเภทของเทคโนโลยี

เสริมพล รัตสุข (2526 : 2) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของเทคโนโลยีว่า โดยทั่วไปเทคโนโลยีจะมีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 อย่าง คือ

1. องค์ประกอบที่เป็นรูปธรรม ได้แก่ สิ่งที่สามารถมองเห็นและจับต้องได้ เช่น เครื่องจักรอุปกรณ์ เครื่องมือและโรงงาน เป็นต้น ซึ่งเรียกว่า ฮาร์ดแวร์ (Hardware)
2. องค์ประกอบที่เป็นนามธรรม ได้แก่ สิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นและจับต้องได้ยาก เช่น ความรู้วิธีการและกระบวนการหรือกลไกการทำงานของเทคโนโลยี เป็นต้น เรียกว่า ซอฟต์แวร์ (Software)

เพื่อความเข้าใจตรงกันในส่วนและเทคโนโลยีที่เป็นรูปธรรมและเทคโนโลยีที่เป็นนามธรรม จึงขอแยกรายละเอียดประเภทของเทคโนโลยีของแต่ละชนิด ดังนี้

1. เทคโนโลยีที่เป็นรูปธรรม แบ่งออกเป็นสองประเภท คือ
 - 1.1 ประเภทที่เป็นผลผลิตสามารถนำไปใช้ได้ทันที เช่น รถไถนา เครื่องผสมกลโทรทัศน์ เป็นต้น
 - 1.2 ประเภทเป็นผลผลิตที่ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้ทันที เช่น อยู่ในรูปแบบเครื่องมือ เครื่องใช้เพื่อใช้ในการผลิตประเภทที่ 1.1
2. เทคโนโลยีที่เป็นนามธรรม แบ่งออกเป็นสองประเภท คือ
 - 2.1 ประเภทเทคนิควิธี เช่น ความรู้เชิงวิชาการ กระบวนการและหลักการต่าง ๆ
 - 2.2 ประเภทความรู้ความสามารถเชิงปฏิบัติ เช่น ทักษะ ฝีมือ ความสามารถ และประสบการณ์ต่าง ๆ

ระดับของเทคโนโลยี (Levels of Technology)

ฝ่ายการวิจัยการพัฒนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2535 : 9 - 15) ได้วิเคราะห์สถานภาพเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมไทย มี 3 ส่วนหลัก คือ

1. ปัจจัยพื้นฐานทางเทคโนโลยี
 2. เนื้อหาของเทคโนโลยี
 3. ขีดความสามารถทางเทคโนโลยี
1. **ปัจจัยพื้นฐานทางเทคโนโลยี (Technological Embodiments)**
 - 1.1 กำลังคน (Manpower) หมายถึง เทคโนโลยีที่แฝงอยู่ในบุคคล เช่น ทักษะความรู้ความเชี่ยวชาญ และการสร้างสรรค์
 - 1.2 เครื่องจักรกล (Machinery) หมายถึง เทคโนโลยีที่แฝงอยู่ในสินค้าทุน เช่น อุปกรณ์เครื่องจักร และโรงงาน
 - 1.3 สารสนเทศ (Information) หมายถึง เทคโนโลยีแฝงอยู่ในเอกสาร เช่น ข้อกำหนดทางเทคนิค วิธีการ แบบวาด คู่มือการทำงาน และสถิติข้อมูล เป็นต้น
 - 1.4 โครงสร้างองค์กร (Organization) หมายถึง เทคโนโลยีที่แฝงอยู่ในองค์กร เช่น วิธีปฏิบัติ ความร่วมมือภายในองค์กร วิธีจัดการที่จะช่วยให้เกิดผลประโยชน์สูงสุดจากการใช้เครื่องจักรกล ข้อมูลสารสนเทศ และกำลังคนได้อย่างประสานสอดคล้องกัน

2. เนื้อหาทางเทคโนโลยี (Technological Contents)

เนื้อหาทางเทคโนโลยีจะบอกถึงการสะสมของเทคโนโลยีจากการประกอบกิจการในอดีตจนถึงปัจจุบัน และเนื้อหาทางเทคโนโลยี จะทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างคุ้มค่าเกิดประสิทธิภาพทางเทคโนโลยีได้อย่างมาก เช่น สามารถลดต้นทุนให้ต่ำลง เพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้นและสามารถทำให้เกิดผลกำไรได้จากการออกแบบผลิตภัณฑ์

3. ขีดความสามารถทางเทคโนโลยี

ในปี 2532 กอปร กฤตยกิจรณ และคณะ ได้ร่วมกันทำการศึกษาขีดความสามารถทางเทคโนโลยี ของกลุ่มอุตสาหกรรม 3 ประเภท อุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ อุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีวัสดุ และอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ โดยได้สำรวจประเมินความสามารถของผู้ผลิตจำนวน 119 ราย และได้แบ่งความสามารถทางเทคโนโลยีออกเป็น 4 ชนิดคือ ความสามารถในการทำงาน ความสามารถในการใช้ ความสามารถในการดัดแปลง และความสามารถในการทำงานนวัตกรรมทางเทคโนโลยี ซึ่งความสามารถแต่ละชนิดนี้จะประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย ๗ อย่างได้ดังนี้

ความสามารถในการจัดหาเทคโนโลยี (Acquisitive Capability) ประกอบด้วย เทคโนโลยี การประเมินความเหมาะสม การจัดซื้อ การติดตั้งเครื่องจักร และการถ่ายทอดความรู้ในการดำเนินงาน

ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (Operative Capability) ประกอบด้วย การใช้เครื่องจักรการควบคุม การฝึกอบรมบุคลากร การออกแบบและวางแผนโรงงาน การบริหาร และการบำรุงรักษาเครื่องจักรกล

ความสามารถในการดัดแปลงเทคโนโลยี (Adaptive Capability) ได้แก่ การปรับปรุง เปลี่ยนแปลง แกไขกระบวนการทางเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ความสามารถในการทำนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (Innovative Capability) ได้แก่ การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI 1989) ได้ศึกษาขีดความสามารถทางเทคโนโลยี โดยแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ

1. ขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (Operative Capability)
2. ขีดความสามารถในการเสาะแสวงหาเทคโนโลยี (Acquisitive Capability)
3. ขีดความสามารถในการประยุกต์และปรับใช้เทคโนโลยี (Adaptive Capability)
4. ขีดความสามารถในการทำนวัตกรรม (Innovative Capability)

สมศักดิ์ ศุภรรัตน์ (2535 : 60) กล่าวว่า ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมให้บรรลุไปในทิศทางที่ต้องการดังกล่าว จำเป็นต้องสร้างขีดความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งแบ่งได้ 2 ประการ สำคัญคือ

1. ขีดความสามารถในการถ่ายทอดและดูดซึมเทคโนโลยีของต่างประเทศ โดยการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงให้เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ หรือให้เป็นเทคโนโลยีของตนเอง
 2. ขีดความสามารถในการคิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นมาใหม่เป็นของตนเอง
- เทคโนโลยีเมื่อมองเชิงองค์ประกอบอาจแบ่งได้เป็น 4 ประการ คือ เครื่องมือเครื่องใช้ (Technoware) บุคลากร (Humanware) ข้อมูลสนเทศ (Informware) และองค์กร (Orgaware) ดังนั้นในการสร้างขีดความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงหมายถึงการพัฒนาองค์ประกอบทางเทคโนโลยีทั้ง 4 ประการดังกล่าวอย่างสอดคล้องต่อกัน

วิชิตวงศ์ ณ ป้อมเพ็ชร (2529 : 23 - 24) ได้แสดงความคิดเห็นในประเด็น ปัญหาของการพึ่งภายนอกตลอดไป ย่อมทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงอย่างไม่มีจุดจบ ด้านหลังงานซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิต ด้านตลาดสินค้าซึ่งตลาดภายในประเทศจะต้องเป็นแหล่งรองรับผลผลิตของประเทศเบื้องต้นด้านเงินทุน ซึ่งความจำเป็นในการพึ่งพาภายนอกจะลดลงอย่างมากหากประเทศได้พยายามพัฒนาขีดความสามารถและการพึ่งตนเองทางเทคโนโลยีให้ได้มากขึ้น และการพึ่งตนเองในการสนองความต้องการพื้นฐานของชีวิต คืออาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ในปัจจุบันประเทศไทยขาดกรอบความคิดในเรื่องการพึ่งตนเอง และในทางตรงกันข้าม อาจมีนโยบายพึ่งพาภายนอกเป็นหลักเสียด้วยซ้ำไป ดังนั้นจึงมิได้มีความพยายามที่จะพึ่งตนเองเยี่ยงประเทศที่มีความก้าวหน้าส่วนใหญ่ ประการแรก ดูเหมือนจะยอมรับสภาพ การขาดขีดความสามารถเทคโนโลยีอย่างถาวร ทั้ง ๆ ที่ประเทศได้ลงทุนสร้างบุคลากรทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นเป็นอันมากหากไม่สนับสนุนให้บุคลากรดังกล่าวพัฒนาขีดความสามารถ โดยมุ่งให้ประเทศพึ่งตนเองเป็นขั้น เป็นตอนไป การละเลยไม่เอาใจใส่ต่อการวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศประจักษ์พยานในเรื่องนี้ ประการที่สอง ดูเหมือนจะมีความเข้าใจสับสนเกี่ยวกับกระบวนการการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากภายนอก ซึ่งกระบวนการนั้นย่อมต้องการการวิจัยและพัฒนาควบคู่กันไปอย่างหลีกเลี่ยงไม่พ้น การนำเทคโนโลยีทุกรูปแบบเข้ามาในประเทศจะด้วยวิธีใดก็ตามจะไม่ทำให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีไว้ในประเทศได้เลย หากไม่มีงานวิจัยและพัฒนาพร้อมกันไป ประการที่สาม ดูเหมือนจะเน้นความสำคัญเฉพาะการให้มีการผลิตสินค้าและบริการขึ้นภายในประเทศ โดยถือว่าการนั้นได้สนองนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมแล้ว ทั้งนี้โดยมิได้คำนึงถึงว่าการผลิตสินค้าหรือบริการซึ่งคนไหนกำกับเทคโนโลยีไม่ได้ และมีใช้การผลิตสินค้าหรือบริการที่เป็นของไทย หากเป็นการผลิตสินค้าหรือบริการของต่างประเทศ

แต่อยู่ในประเทศไทยเท่านั้น ไม่ว่าการผลิตนั้นจะมีแรงงานไทยหรือวัตถุดิบของไทยเกี่ยวข้องกับ
ด้วยหรือไม่ก็ตาม ประการสุดท้าย ดูเหมือนจะขาดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับงานวิจัยและ
พัฒนา โดยไม่ตระหนักว่าวัตถุประสงค์ของงานวิจัยและพัฒนาคือ การปรับปรุงคุณภาพและ
มาตรฐานของสินค้า การแสวงหาต้นทุนการผลิตที่ต่ำลงและการออกแบบสินค้าให้สอดคล้องกับ
การใช้ประโยชน์ ซึ่งการบรรลุถึงวัตถุประสงค์ ดังกล่าวนี้อาจทำได้ การพัฒนาและการขยายตลาด
การค้า การเพิ่มมูลค่า การสร้างงาน และการสร้างรายได้ ซึ่งทั้งนี้และทั้งนั้นโดยการมุ่งการฟุ้ง
ตลาดภายในประเทศเป็นเบื้องต้น ในระดับประเทศเป็นส่วนรวมการลงทุนในงานวิจัยและ
พัฒนาและการฟุ้งตนเองทางเทคโนโลยีเป็นปรากฏการณ์ ในวงจรเดียวกันซึ่งมุ่งไปสู่การฟื้นฟู
สภาวะสมดุลทางเศรษฐกิจของชาติ อย่างไรก็ตาม ในกรอบความคิดดังกล่าวนี้ไม่ได้หมายความว่า
ว่าจะไม่มีการฟุ้งพาอาศัยภายนอกเสียเลย การฟุ้งพาอาศัยซึ่งกันและกันในทุก ๆ ด้าน เป็น
สิ่งที่พึงประสงค์และจำเป็น รวมทั้งการฟุ้งพาทางเทคโนโลยีและตลาดสินค้า ประเด็นสำคัญอยู่ที่
ว่าการฟุ้งพาที่เหมาะสมนั้นจะต้องเป็นการฟุ้งพาซึ่งกันและกันบนพื้นฐานของขีดความสามารถ
ที่พึงแลกเปลี่ยนกันได้ตามสมควร และมีจิตสำนึกในการฟุ้งพาตนเองกำกับกับการฟุ้งพานั้น ๆ
การฟุ้งพาภายนอกแต่เพียงด้านเดียวอย่างไม่รู้จบ โดยปราศจากความพยายามที่จะฟุ้งตนเอง
หรือโดยขาดจิตสำนึกในการฟุ้งตนเองไม่ว่าจะเป็นด้านเทคโนโลยีในด้านตลาดสินค้า ในด้าน
เงินทุนและที่สำคัญที่สุดคือ ในด้านปัญญาความคิดนั้นเป็นนโยบายการพัฒนาประเทศที่หลงทาง
อันจะนำไปสู่การสูญเสียอธิปไตยในที่สุดเป็นขีดความสามารถทางการฟุ้งพาตนเองด้าน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เย็นใจ เลหาวิช (2530 : 4 - 6) ได้กล่าวว่าการฟุ้งพาตนเองมิได้หมายความว่า
เราสามารถผลิตสินค้าทุกชนิดได้เองทั้งหมด เพราะเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ ไม่มีประเทศใดในโลก
ทำเช่นนั้นได้ ในทางตรงกันข้ามประเทศบางประเทศผลิตสินค้าและ/หรือบริการเพียงบางชนิด
แต่ได้กระทำเป็นล่ำเป็นสัน ก็สามารถฟุ้งตนเองจนกระทั่งเกิดความมั่งคั่งได้ทั้งนี้เพราะเขามี
“เทคโนโลยี” ซึ่งเป็นตัวเพิ่มมูลค่าให้แก่สินค้าหรือบริการ การฟุ้งตนเอง จึงหมายถึง การพัฒนา
ขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของตนจนกระทั่งสามารถนำมาใช้เลี้ยงตนเองได้ ตัวอย่างที่
ชัดเจนที่สุดก็คือประเทศญี่ปุ่น ซึ่งความจริงทรัพยากรธรรมชาติก็ไม่มีมาก แต่ได้พัฒนา
เทคโนโลยีทั้งทางด้านกายภาพ และอุตสาหกรรม และเทคโนโลยี ทางด้านสังคม เช่น การ
จัดการธุรกิจกลายเป็นมหาอำนาจทางเศรษฐกิจของโลกในปัจจุบัน ประเทศสิงคโปร์
ซึ่งเป็นเพื่อนบ้านเราได้พัฒนาเทคโนโลยี ส่วนใหญ่ในด้านการจัดการ จนสามารถเลี้ยงตนเอง
ได้แม้จะเป็นเกาะเล็กนิดเดียวประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ผลิตนาฬิกาคุณภาพสูงเลี้ยงตนเองได้มี
ชื่อเสียงก้องโลก ฮองกง ผลิตสินค้าอุปโภคจำหน่ายทั่วโลก เป็นอาทิ

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2537 : 26) ได้ทำการวิจัยความสามารถทางเทคโนโลยีที่จะต้องพัฒนาให้มนุษย์สามารถพึ่งตนเอง ได้แบ่งขีดความสามารถทางเทคโนโลยีออกได้เป็น 5 ประเภท คือ

1. การรู้จักตนเอง เทคโนโลยีเริ่มต้นด้วยความรู้ และความรู้ที่สำคัญที่สุด คือ ความรู้เกี่ยวกับตนเอง ซึ่งประกอบด้วยความรู้ด้านต่าง ๆ คือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรที่มีอยู่ ประเทศที่ด้อยพัฒนามักจะไม่ทราบว่ามีทรัพยากรอะไรบ้าง บางครั้งก็ปล่อยให้ประเทศที่พัฒนามากกว่าถ่ายเทเอาทรัพยากรที่มีค่าไปโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ทรัพยากรบางชนิดที่มีคุณค่ามาแต่โบราณที่ถูกมองข้าม เช่น สมุนไพร การวิจัยและพัฒนาเพื่อมาใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง ซึ่งจะนำรายได้มาสู่ประเทศปีละหลายพันล้านบาท

1.2 ความรู้เกี่ยวกับขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของตนเอง เทคโนโลยีคือเครื่องมือที่ทำให้มนุษย์สำเร็จประโยชน์ตามจุดประสงค์ของตน ถ้าเรายังไม่รู้จักเครื่องมือนี้ดี เราก็ไม่อาจวางแผนพัฒนาที่ถูกต้องตามความเป็นจริงได้ การศึกษาให้รู้แน่ชัดว่า คนไทยในประเทศทำอะไรได้บ้าง ทำอะไรไม่ได้บ้าง คุณภาพเพียงไร ฯลฯ เหล่านี้จำเป็นจะต้องศึกษาและวิจัยให้ทราบชัด

1.3 ความรู้เกี่ยวกับปัญหาของตนเอง ปัญหาที่สำคัญ คือ ปัญหาและสาเหตุแห่งปัญหาเกี่ยวกับการพัฒนาประเทศในทุกแง่มุม ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การทหาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม ฯลฯ ทั้งในด้านระยะสั้นและระยะยาว ในปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติตระหนักในความสำคัญของความรู้ประเภทนี้ จึงจัดให้เป็นหัวข้อสำคัญในการสนับสนุนให้มีการวิจัยให้แพร่หลายหัวข้อหนึ่ง

2. การแก้ปัญหาของตนเอง เป็นขีดความสามารถทางเทคโนโลยีที่สืบเนื่องมาจากการรู้ปัญหาของตนเอง โดยการอาศัยการศึกษาวิจัยค้นพบปัญหาและสาเหตุแห่งปัญหานั้น ถึงจุดนี้เราต้องการเทคโนโลยีที่จะช่วยแก้ปัญหาที่ค้นพบ โดยใช้หลักการพึ่งตนเอง เช่น ในปัจจุบันเราพบว่าสารตะกั่วที่ใช้เพิ่มอ็อกเทนในน้ำมันเบนซินพิเศษ ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นพิษต่อผู้สูดดมเคยมีผู้วิเคราะห์โลหิตของตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร พบว่ามีสารตะกั่วอยู่ในระดับอันตรายแต่ไม่มีใครคิดแก้ ถ้าจะแก้ปัญหานี้ก็อาจทำได้โดยพัฒนาสารทดแทนที่เพิ่มอ็อกเทนแต่ไม่ก่ออันตราย เช่น ใช้แอลกอฮอล์ 95.5% ซึ่งขณะนี้สถาบันการวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้ทดลองผลิตเชิงอุตสาหกรรมในโรงงานต้นแบบ นำไปผสมกับน้ำมันเบนซิน ทดลองแล้วพบว่าไม่มีผลเสียต่อเครื่องยนต์ และมีคุณภาพไม่แตกต่างจากน้ำมันเบนซินชนิดพิเศษแต่ประการใด ดังนั้นถ้ามีการสนับสนุนให้มีการจัดตั้งโรงงานผลิตแอลกอฮอล์เพื่อทดแทนสารตะกั่วก็จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ ทั้งยังเป็นสาเหตุให้เกิด

การสร้างโรงงานในชนบทด้วย เพราะแอลกอฮอลล์ดังกล่าวผลิตมาจากมันสำปะหลัง ซึ่งมีอยู่มากมายโดยเฉพาะภาคอีสาน

3. การพัฒนาสิ่งที่มีอยู่เดิมมาใช้ประโยชน์ ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่แล้ว ถ้านำไปจำหน่ายในสภาพที่ไม่แปรรูป ก็จะได้มูลค่าเพิ่มเติม แต่ถ้านำมาแปรรูปโดยใช้เทคโนโลยีเชิงอุตสาหกรรมที่จะทำให้ได้มูลค่าเพิ่มมาก เช่น การเปลี่ยนยางแรมเป็นแรมที่มีคุณภาพ โดยการแยกจะทำให้ได้มูลค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ร้อยละห้าไปจนถึงหมื่นเท่า ขึ้นอยู่กับชนิดของแรมที่แยกได้ การเปลี่ยนผลผลิตที่เป็นวัตถุดิบทางเกษตรเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร เช่น ผลไม้กระป๋อง ผักกระป๋อง น้ำผลไม้ ฯลฯ นอกจากจะได้มูลค่าเพิ่มแล้วยังช่วยขยายตลาดให้กว้างออกไปอีกด้วยช่วยเปลี่ยนส่วนที่เสียง่ายหรือไม่มีราคาให้มีค่าเพิ่มขึ้น สามารถเก็บไว้ได้นาน แต่สิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าขาดการวิจัยและพัฒนาที่ครบวงจร คือ เริ่มตั้งแต่วิจัยวัตถุดิบ ตลาดพัฒนากรรมวิธีผลิตสร้างโรงงานทดลอง ไปจนกระทั่งสร้างโรงงานผลิตเชิงพาณิชย์

4. การปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดียิ่งขึ้น จึงเป็นผลมาจากการวิจัยและการพัฒนา ซึ่งต้องอาศัยเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสิ่งนั้น

5. การเพิ่มขีดความสามารถทางเทคโนโลยีให้แก่ตนเอง เป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญ เพราะถ้าไม่เพิ่มขีดความสามารถให้กับตนเองก็จะย่ำเท้าอยู่กับที่ ซึ่งจะไม่ข้างหน้าหรือวิ่งไปข้างหน้า ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 5 ชั้น ก็เห็นได้ชัดว่าการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบกดปุ่มเป็นเพียงขั้นต้นเท่านั้น สมจิต สวธนไพบุลย์ (2537 : 18) จึงได้แบ่งลำดับขีดความสามารถทางเทคโนโลยีอาจแบ่งเป็น 5 ประเภท ดังนี้

- 5.1 การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีและการใช้เทคโนโลยีนั้น
- 5.2 การมีความสามารถในการซ่อมแซม แก้ไข เมื่อเกิดการขัดข้องหรือแก้ปัญหา
- 5.3 การมีความสามารถในการดัดแปลง เปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพการใช้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม
- 5.4 การมีความสามารถในการสร้างเลียนแบบ หรือลอกแบบให้มีคุณภาพไม่ด้อยกว่าเดิม
- 5.5 การมีความสามารถในการคิดค้น หรือประดิษฐ์เทคโนโลยีชนิดใหม่ด้วยการริเริ่มของตนเอง

สิปปนนท์ เกตุทัต (2533 : 56 - 57) กล่าวว่า การปรับปรุงการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นควรอย่างยิ่งที่จะเน้นถึงการมุ่งให้นักเรียนเป็นผู้มีคุณลักษณะด้านเทคนิค ได้แก่ 1) ความสามารถในการเลือกและรับเทคโนโลยีจากต่างประเทศ 2) ความสามารถในการดัดแปลงประยุกต์ เทคโนโลยีต่างถิ่นให้เหมาะสมกับสภาพที่จะพัฒนาหรืออุปกรณ์ อุปกรณ์เครื่องใช้ที่มีอยู่ 3) ความสามารถในการสร้างสรรค์พัฒนาเทคโนโลยีของตนเอง 4) ความสามารถในการนำความรู้สู่การปฏิบัติสำคัญที่สุด

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขีดความสามารถทางเทคโนโลยีได้เป็น 5 ประเภทคือ 1) การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีและการใช้เทคโนโลยี นั้น 2) การมีความสามารถในการซ่อมแซม แก้ไข เมื่อเกิดการขัดข้องหรือเกิดปัญหา 3) การมีความสามารถในการดัดแปลง เปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพการใช้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม 4) การมีความสามารถในการสร้างเลียนแบบ หรือลอกแบบให้มีคุณภาพไม่ด้อยกว่าเดิม 5) การมีความสามารถในการคิดค้น หรือประดิษฐ์เทคโนโลยีชนิดใหม่ด้วยการริเริ่มของตนเอง

ความหมายของความสามารถทางเทคโนโลยี

ความสามารถเป็นพลัง (Power) อันแท้จริงที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลที่จะกระทำ ดัดแปลง ปรับปรุงตามสถานการณ์ต่าง ๆ ให้เสร็จสมบูรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ (Good. 1959 : 1) เป็นการตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างอิสระ แต่จะขึ้นกับแรงจูงใจที่จะกระทำหรือการตอบสนองความสามารถทางการเรียนเป็นพลังธรรมชาติหรือเป็นการพัฒนา เพื่อรับรู้แบบทางพฤติกรรมเจตคติ และวิธีการต่าง ๆ ในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าโดยผ่านกระบวนการทางสมองและร่างกาย เช่น การจำ การใช้เหตุผล การเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดพฤติกรรมใหม่โดยอาศัยประสบการณ์เดิม (Good. 1973 : 1) บุคคลจะมีความสามารถไม่เท่ากับซึ่งวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถ (Ability Test) โดยวัดระดับสติปัญญาหรือความถนัด (Good. 1973 : 594)

การวัดผลที่จะต้องวัดได้ครอบคลุมในสิ่งที่ต้องการวัดและมั่นใจว่าสามารถวัดสิ่งนั้นได้แน่นอนด้วย การวัดให้ครอบคลุมมีผู้เสนอไว้หลายกลุ่ม แต่ที่น่าเชื่อถือคือแนวคิดของบลูมและคณะเสนอการวัดความสามารถของบุคคลไว้ 3 ด้านคือ วัดด้านสติปัญญา ด้านความรู้สึกละด้านทักษะกลไก

1. ด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) เป็นด้านการรู้คิด มีผิด มีถูก พฤติกรรมสำคัญที่ใช้วัดด้านนี้คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า แต่ละพฤติกรรมมีลักษณะเฉพาะของมัน แต่บางส่วนต้องอาศัยซึ่งกันและกันและแยกแยะพฤติกรรมตามแบบบลูม (Bloom. 1956) มีผู้คัดค้านไม่เห็นด้วยบางเหมือนกัน โดยเฉพาะพฤติกรรมสูง ๆ

2. ด้านความรู้สึกละ (Affective Domain) เป็นการวัดสภาพการเปลี่ยนแปลงของจิตใจเมื่อมีสิ่งหนึ่งใดมากระทบพบแล้วเกิดความรู้สึก เกิดความสนใจ อยากจะเกี่ยวข้องกับ จิตใจซึมซาบในสิ่งนั้นจนรู้คุณค่าทั้งทางดีและไม่ดี เมื่อรู้คุณค่าหลาย ๆ อย่างแล้วจะเกิดความศรัทธาพร้อมที่จะประพฤติปฏิบัติตาม นั่นคือ เกิดเจตคติขึ้น คุณค่า หรือคุณธรรมรวมทั้งเจตคติจะเป็นตัวการให้เกิดลักษณะนิสัยประจำตัวคน การวัดด้านนี้จะเริ่มจากการรับ การสนองตอบ การรู้คุณค่า การจัดระบบคุณค่า และการสร้างลักษณะนิสัย ตามลำดับ

3. ด้านทักษะกลไก (Psychomotor Domain) เป็นการวัดด้านการกระทำหรือปฏิบัติ นั้นเอง การปฏิบัตินั้นจำเป็นจะต้องใช้มือ เท้า ซึ่งเป็นอวัยวะของร่างกายให้สัมพันธ์กับความคิด ยิ่งสัมพันธ์กันมากเท่าไรก็ยิ่งมีทักษะมากขึ้นเท่านั้น นั่นคือ การปฏิบัติยิ่งเพิ่มความคล่องแคล่ว ว่องไว ยิ่งเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาในการฝึกด้านนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 13 -14)

การวัดความสามารถในการปฏิบัติงานจริง

ส.วาสนา ประवालพุกษ์ (2539 : 46 - 51) กล่าวว่า ในยุคที่จุดมุ่งหมายเชิง พฤติกรรมรุ่งเรือง นักวัดผลการศึกษาเชื่อว่าการแยกแยะจุดมุ่งหมายของการศึกษาออกมาให้ละเอียดในเชิงของพฤติกรรมของผู้เรียนจะช่วยให้การวัดผลสามารถบอกได้ว่าขณะนี้ผู้เรียนได้ เรียนรู้อะไรไปแล้ว และยังไม่รู้อะไรบ้าง เมื่อแยกแยะจุดมุ่งหมายออกไปย่อย ๆ แล้ว นักวัดผล ก็ไล่ตามวัดแต่ละจุดมุ่งหมาย เพื่อที่จะนำไปรายงานในแผ่นแสดงความก้าวหน้าของผู้เรียน แต่หลังจากที่ผู้เรียนผ่านจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเหล่านั้นหมดแล้ว ก็เกิดความไม่แน่ใจว่า บัดนี้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถพร้อมมูลสมกับเป็นนักเรียนในระดับชั้นนั้นแล้วหรือยัง การวัดเพียงพฤติกรรมย่อย ๆ หรือกลุ่มของพฤติกรรมในลักษณะของ Item Specification นั้น ไม่อาจสรุปได้ว่าผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานตามจุดประสงค์ของหลักสูตรได้ ปัญหาของการ วัดความของคะแนนจากแบบทดสอบซึ่งส่วนมากเป็นแบบทดสอบปรนัยย่อย ๆ ไปสู่ความ สามารถในการปฏิบัติงานเกิดปัญหาด้านความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) ขึ้น ดังนั้นการให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเพื่อแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการดำเนินการ จึงเป็นความ จำเป็นอย่างยิ่งในการให้การศึกษาแก่เยาวชนของชาติในปัจจุบัน อันจะแสดงถึงความรับผิดชอบ (Accountability) ของครูต่อสังคม

ความจำเป็นในการวัดความสามารถในการปฏิบัติงานจริง

ในอดีตเราเคยมีคำพังเพยว่า “ความรู้ท่วมหัวเอาตัวไม่รอด” ซึ่งมีความหมายเป็น ทำนองว่า มีความรู้มากมายแต่ไม่สามารถจะนำความรู้นี้มาช่วยในการดำเนินชีวิตให้ราบรื่นได้ ความหวังโยของสังคมต่อเยาวชนของชาติในปัจจุบันก็เช่นกัน ปัจจุบันนี้เด็ก ๆ เข้าโรงเรียนกัน คนละหลาย ๆ ปี แต่ไม่ทราบว่าคุณสมบัติที่ได้จากโรงเรียนนั้นหายไปไหนหมด ผู้ที่เรียนจบ ป.6 สามารถทำอะไรได้บ้าง ผู้จบแค่ ป.6 มีความสามารถด้อยกว่า ม.3 หรือ ม.6 อย่างไร การคงอยู่ในโรงเรียนเพิ่มขึ้นอีก 3 ปี หรือ 6 ปีนั้นคุ้มค่าหรือไม่

การที่เราตีความหมายตามผลการสอบว่านักเรียนคนนี้จบ ป.6 ด้วยคะแนนสูงเป็นคน เก่งนั้น สามารถรับประกันได้ไหมว่าเขาจะประสบความสำเร็จในชีวิต ตามระดับความรู้ ป.6 ของเขา แต่เราไม่สามารถจะบอกได้ว่าเขามีความคิดความอ่านในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ได้ดีเพียงใด สิ่งเหล่านี้มักจะวัดไม่ได้ด้วยแบบทดสอบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แต่ถ้าครูมีรายงานหรือ

หลักฐานการปฏิบัติงานของนักเรียนในขณะเรียน เช่น แฟ้มสะสมงานที่บันทึกการปฏิบัติงาน การรายงานหรือการแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ของผู้เรียนแต่ละคน ตลอดช่วงเวลาในชั้นเรียน หนึ่ง ๆ (Portfolio) อันจะสะท้อนให้เห็นภาพของนักเรียนคนนั้น ๆ และในช่วงเวลาต่าง ๆ จะต้องมีการวัดผลสอดแทรกไปด้วย ซึ่งการวัดนี้จะมีลักษณะให้ผู้เรียนขบคิดและแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่เรียนมาผสมผสานกัน เพื่อแก้ปัญหานั้นในสภาพที่คล้ายจริงที่สุด (Authentic Performance Assessment) ซึ่งเน้นที่จะวัดตัวผู้เรียนทั้งหมดในสภาพแวดล้อมที่เขาจะดำเนินชีวิตอยู่เพื่อคาดคะเน (Inferential) เอาว่าเมื่อเขาไปดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมแล้ว เขามีโอกาสอยู่รอดตามสภาวะของเขามากน้อยเพียงใด

ลักษณะของการวัดการปฏิบัติงานจริง

การปฏิบัติงานจริง (Authentic Performance) นั้น ถือเอาการที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติงาน เช่น แก้ปัญหาโดยใช้ประสบการณ์ในสภาพการคล้ายคลึงกับเหตุการณ์ในชีวิตจริง จนเหมือนกับ การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยอาจจะเป็นข้อสอบข้อเขียนหรือการเสนอแผนงาน ตลอดจนการแก้ปัญหานั้น ๆ ให้สำเร็จ

ในปี ค.ศ. 1986 สำนักพิมพ์ Psychological Corporation ในสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็น สำนักพิมพ์ แบบทดสอบมาตรฐานและตำรา ได้พิมพ์คำขวัญในหนังสือกำหนดการประชุม ประจำปีของสมาคมวิจัยทางการศึกษาไว้ว่า “In the Fabric of Education, Instruction and Assessment are Interwoven. Each Strengthens the others. Together they Enable us to realize our full potential” ซึ่งหมายความว่า การสอนและการสอบนั้น เปรียบเสมือน เส้นด้ายที่เป็นเส้นยืนและเส้นนอนของเนื้อผ้าที่ถูกถักทอสอดประสานกัน ทำให้เนื้อผ้าแข็งแรง และทั้งสองส่วนนี้จะช่วยให้เราเข้าถึงสมรรถภาพสูงสุดของเรา นั้นย่อมาหมายความว่า กิจกรรม การเรียนการสอนและการวัดผลจะต้องเกี่ยวเนื่องกันอยู่เสมอ การที่จะวัดผลเป็นครั้งคราวจาก แบบทดสอบย่อมไม่ถูกต้องนัก แต่ควรใช้การวัดแบบ Authentic Assessment ซึ่งมีลักษณะ สำคัญ 2 ประการคือ

1. วัดจากแฟ้มสะสมงาน (Portfolio)

แฟ้มรายงานการปฏิบัติงานของนักเรียนนี้ จะรวมผลงานทุกสิ่งทุกอย่างของ นักเรียนตั้งแต่ต้นปีการศึกษา หรือต้นภาคเรียน จากการตรวจสอบในแฟ้มจะทำให้นักเรียนมองเห็นความก้าวหน้าของตนเอง ความผิดพลาดบกพร่องที่เขาเคยทำ ตลอดจนการปรับปรุงแก้ไข ให้ดีขึ้นในภายหลัง ครูอาจจะให้นักเรียนเลือกผลงานที่ดีที่สุดของเขาจากแฟ้ม เพื่อนำมา ประเมินอีกครั้งหนึ่ง โดยให้นักเรียนบอกถึงเหตุผลที่เลือก และส่วนดีที่เขาชอบ

ประโยชน์จากการตรวจสอบแฟ้มสะสมงาน ยังสามารถบอกให้ทราบถึงร่องรอย

ของกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ ตลอดภาคเรียน ครูอาจใช้เวลาในสัปดาห์สุดท้ายของภาคเรียนร่วมกับนักเรียน ตรวจสอบและประเมินแฟ้มนี้ โดยอาจนำผลงานที่เด่น (ตามความเห็นของนักเรียนเอง) ของแต่ละคน ออกมาจัดนิทรรศการ เพื่อให้ผู้ปกครองและบุคคลทั่วไปเข้าชม เพื่อเป็นการเสริมสร้างทางด้านเจตคติอีกด้วย

ในแฟ้มรายงานการปฏิบัติงาน นอกจากจะมีผลงานย่อย ๆ แล้ว อาจมีโครงการ (Project) สำคัญในรายวิชานั้นที่นักเรียนจะต้องดำเนินการเป็นกลุ่ม เริ่มตั้งแต่วางแผนการดำเนินงาน การเก็บรวบรวมข้อมูล เขียนรายงาน สรุป และอภิปราย ซึ่งเป็นโครงการที่อาจจะต้องใช้เวลาลงตลอดภาคเรียนในการดำเนินการ

2. วัดจากการทดสอบ ให้ปฏิบัติโดยจำลองจากสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริงมากที่สุด

ในการประเมินผู้เรียนนั้น การสังเกตโดยตรงจะเป็นสิ่งที่เหมาะสมที่สุดที่จะทราบได้ว่า ผู้เรียนจะประพฤติปฏิบัติอย่างไร แต่จุดอ่อนของการสังเกตก็คือ พฤติกรรมที่ต้องการอาจจะไม่เกิดขึ้น ดังนั้นจำเป็นจะต้องสร้างสถานการณ์จำลองให้คล้ายจริงมากที่สุดและสังเกตดูการดำเนินการของผู้เรียน ดังนั้นปัญหาจึงมีอยู่สถานการณ์ที่สร้างขึ้นมานั้นครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัดเพียงใด พอที่จะสรุปได้ใหม่ว่าเรามีความสามารถเช่นนั้นจริง โดยผู้เรียนสามารถสนองตอบสถานการณ์ได้ในหลายรูปแบบ ลักษณะของแบบทดสอบอาจเป็นการดำเนินการ ปฏิบัติการหรือการใช้ความคิดแก้ปัญหาในระดับสูง ที่ต้องประยุกต์ความรู้หลายด้านมาใช้ในการให้คะแนนจำเป็นจะต้องสร้างเกณฑ์และฝึกผู้ให้คะแนนให้เข้าใจในเกณฑ์เหล่านั้นให้ตรงกัน เกณฑ์การให้คะแนนจะกำหนดเป็นหลัก (Rubric) ที่มีระดับความถูกต้องในการแก้ปัญหา นั้น ๆ ประมาณ 4-6 ระดับ ซึ่งจะต้องมีคำอธิบายประกอบกับตัวอย่างของผลงานหรือคำตอบ

สรุป การวัดผลจากการปฏิบัติจริงนี้ เป็นการวัดโดยเน้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้แนวคิดวิชาที่เรียนมาในวิชาต่าง ๆ เพื่อนำมาแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะการคิดที่ซับซ้อน (Complex Thinking) มากกว่าที่จะถามความสามารถขั้นต้น หรือความสามารถย่อย ๆ เป็นการวัดผู้เรียนโดยรวมซึ่งบางครั้งอาจจะสามารถวัดทั้งด้านความคิด เจตคติและการกระทำพร้อม ๆ กัน อย่างไรก็ตาม การวัดความสามารถขั้นต้นหรือทักษะเบื้องต้น (Basic Skill) ก็ยังมีความจำเป็นเมื่ออยู่ในขั้นการเรียนการสอนในหน่วยย่อย แต่จุดหมายปลายทางของการศึกษาก็คือความสามารถขั้นสูงคือ ความสามารถประยุกต์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยเน้นกระบวนการต่าง ๆ ตามเป้าหมายของหลักสูตร

จากความหมายของขีดความสามารถของเทคโนโลยี และความหมายของความสามารถ ความหมายของเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้แบ่งความสามารถทางเทคโนโลยี ที่ผู้วิจัยสร้างแบบสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีเป็น 5 ด้าน

1. การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี และการใช้เทคโนโลยีเป็น
2. การมีความสามารถในการซ่อมแซม แก้ไข เมื่อเกิดการขัดข้องหรือเกิดปัญหา
3. การมีความสามารถในการดัดแปลง เปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพการใช้ใหม่ ที่แตกต่างไปจากเดิม
4. การมีความสามารถในการสร้างเลียนแบบ หรือออกแบบให้มีคุณภาพไม่ด้อยกว่าเดิม
5. การมีความสามารถในการคิดค้น หรือประดิษฐ์เทคโนโลยีชนิดใหม่ด้วยการริเริ่มของตนเอง

ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้หลายท่าน ดังนี้

สแตนเลย์ (Stanley. 1975 : 186) ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ว่าเป็นแบบทดสอบเพื่อใช้ในการประเมินผลวิธีการปฏิบัติงานและผลผลิตของงาน

เมห์เรนส์ และเลห์แมน (Mehrens and Lehman. 1984 : 206) ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติว่า เป็นแบบทดสอบ 1 ใน 3 ของประเภทต่อไปนี้

1. แบบทดสอบภายใต้สภาพการณ์จำลอง (Tests Under Simulated Conditions) เช่น การฝึกหัด (Training) ของนักบินภายในอุปกรณ์ฝึกภาคสนามสำหรับนักบิน (Link Trainer) เป็นตัวอย่างของแบบทดสอบชนิดนี้ ข้อจำกัดของวิธีการดำเนินการของแบบทดสอบชนิดนี้ก็คือพฤติกรรมในสถานการณ์ที่จำลองขึ้นมา บางที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับในสถานการณ์ที่เป็นจริง ดังนั้นผลที่ได้จากการประเมินการปฏิบัติจึงมีความถูกต้องน้อย

2. แบบทดสอบตัวอย่างงาน (Work Sample Tests) เป็นแบบทดสอบที่เชื่อถือได้ (Reliable) และสมเหตุสมผล (Valid) มากที่สุด เพราะว่าผู้เข้าสอบจะทำการผลิตผลงานอย่างจริงแบบทดสอบการจำได้ (Recognition) ความหมายของแบบทดสอบชนิดนี้ก็คือเป็น

3. แบบทดสอบที่จะวัดความสามารถของผู้ที่เข้าสอบเกี่ยวกับความสามารถในการจำลักษณะเฉพาะ (Characteristics) ของผลผลิต (Products) และการปฏิบัติได้หรือไม่ หรือวัดความสามารถในการจำแนกแยกแยะ (Identify)

สมบุรณ์ ชิตพงษ์ (2522 : 18) ได้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่มีจุดประสงค์ที่ต้องการให้ผู้สอบได้ปฏิบัติ การทดสอบแบบนี้ต้องการวัดวิธีการ (Process) หรือดูผลงาน (Product) ในการปฏิบัติ เช่น การทดสอบภาคปฏิบัติในวิชาศิลปะ งานช่างอุตสาหกรรม สุขศึกษา และพลศึกษา

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 89) ให้ความหมายว่าการวัดผลงานภาคปฏิบัติ คือ ความสามารถในการปฏิบัติที่ให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมตรงออกมาด้วยการกระทำ โดยถือว่าการปฏิบัติเป็นความสามารถในการผสมผสานหลักการวิธีการต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมาให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะของผู้เรียน

สุนันท์ ศลโกสม (2527 : 85) กล่าวว่า การทดสอบภาคปฏิบัติเป็นการทดสอบเพื่อพิจารณาการกระทำ หรือความสามารถในการจัดการ (Manipulate Objective) ทำงานได้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด หรือพิจารณาประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่เกิดขึ้นจากการสนองกับสถานการณ์ที่กำหนดให้

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2529 : 16) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติว่าเป็นเครื่องมือออกแบบเพื่อวิเคราะห์และวัดทักษะของนักเรียนในด้านการปฏิบัติ หรือการกระทำ ที่ให้เลือกปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขที่ได้ควบคุมไว้อย่างดี

ผิยน ไชยสร (2529 : 37) ให้ความหมายของการวัดผลงานภาคปฏิบัติว่าเป็น การวัดความสามารถของบุคคลในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยบุคคลนั้นได้ลงมือปฏิบัติ การจัดการกระทำ (Manipulate) ซึ่งมีการเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่อยู่ในลักษณะของรูปธรรม (Materials or Physical Objects) โดยทางกาย หรือการรับรู้ทางประสาทสัมผัส

จากความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปได้ว่าแบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผู้ถูกทดสอบได้แสดงการกระทำออกมาในขณะที่ทดสอบ ในสถานการณ์ที่จัดขึ้นโดยจะวัดทั้งวิธีการ (Process) และผลงาน (Product) ที่ได้จากการปฏิบัติ

การทดสอบภาคปฏิบัติ

ทักษะปฏิบัติ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับ การผลิตภัณฑ์ วัดได้จากแบบประเมินผลการปฏิบัติ ครอบคลุมพฤติกรรม 6 ด้าน คือ การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ พร้อมทั้งจะปฏิบัติงานการเลือกใช้เครื่องมือตรงกับงาน การปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน การใช้เครื่องมือถูกต้องและคล่องแคล่ว การใช้วัสดุตามความจำเป็นของงาน การทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด (วิวัฒน์ รอดเกิด. 2532 : 9) และมงคล บกสกุล (2533 : 3) ได้ดัดแปลงแบบประเมินผลทักษะปฏิบัติมาประเมินผลครอบคลุมพฤติกรรม 10 ด้าน คือ การเลือกใช้เครื่องมือให้ตรงกับงาน การใช้เครื่องมือถูกต้องและคล่องแคล่ว การปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน การแก้ปัญหาและไหวพริบในการปฏิบัติงาน การใช้วัสดุอย่างประหยัด การทำงานเสร็จทันในเวลาที่กำหนด ความประณีตและความเรียบร้อยของงาน การตัดสินใจเกี่ยวกับผลงาน เรียบร้อยถูกต้อง ตามรูปลักษณะโครงสร้างผลงานถูกต้อง ตามหลักการทำงานของเครื่องไฟฟ้า

เดตัน (สุวิษ บุตรสุวรรณ. 2524 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Deighton. 1971) ได้นิยามความหมายของทักษะ (skill) ไว้ว่าเป็นระดับของความคล่องแคล่วที่เกิดขึ้นในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะหรืองานหลาย ๆ อย่างที่เกี่ยวข้องกัน เคอ เซคโก และ ครอฟอร์ด (สุวิษ บุตรสุวรรณ. 2524 : 8 - 9 ; อ้างอิงมาจาก De Cecco and Crawford. 1974) ได้ให้นิยามคำว่าทักษะไว้ว่า คือการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อที่ต่อเนื่องเชื่อมโยง และสัมพันธ์ นอกจากนี้จะต้องอาศัยการประสานงานของมือและสายตาสำหรับการเรียนรู้ด้าน อวัยวะและการประสานงานของลิ้นกับฟันในด้านการเรียนรู้ทางภาษา

แบบทดสอบปฏิบัติ (Performance Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล เป็นการวัดผลรวม (Summative Test) โดยให้ผู้เรียนแสดงการกระทำหรือปฏิบัติออกมา ซึ่งจะวัดทั้งการปฏิบัติ (Process) และผลงานที่ได้จากการปฏิบัติ (Product)

มาร์แชล (หทัยทิพย์ วิมประภาพรกุล. 2531 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Marshall. 1971) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว หรือการตอบสนองที่เป็นการกระทำของผู้ถูกสอบ มาร์แชลได้จัดรูปแบบของแบบทดสอบไว้ 3 ความหมายคือ

1. แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองด้านความคิด ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการสอนทักษะด้านภาษาทางการฟัง การพูด และการกระทำที่เกี่ยวข้องกับความคิด

2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่ทดสอบความสามารถในการใช้เครื่องจักร และเครื่องมือต่าง ๆ ประกอบในการทำงานสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ประสบผลสำเร็จ

3. แบบทดสอบการปฏิบัติที่ได้กำหนดให้เกิดการทำงานจากสถานการณ์จำลอง เช่น การให้เขียนตัวเลข การพิมพ์

เมห์เรนส์ และเลห์แมน (หทัยทิพย์ วิมประภาพรกุล. 2531 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Mehrens and Lehman. 1989) ให้ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ว่า โดยทั่วไปจะเป็นแบบทดสอบ 1 ใน 3 ของประเภทต่อไปนี้

1. แบบทดสอบภายใต้สภาวะการจำลองขึ้นมา (Tests Under Simulated Conditions เช่น การฝึกหัด (Training) ของนักบิน

2. แบบทดสอบตัวอย่างงาน (Work Sample Tests) เป็นแบบทดสอบที่เชื่อถือได้ (Reliable) และสมเหตุสมผล (Valid) มากที่สุดเพราะผู้เข้าสอบจะทำการผลิตบางสิ่งบางอย่างนี้มาอย่างแท้จริง

3. แบบทดสอบการจำได้ (Recognition Tests) ความหมายของแบบทดสอบชนิดนี้ก็คือเป็นแบบทดสอบที่จะวัดความสามารถของผู้เข้าสอบ เกี่ยวกับความสามารถในการจัด

ลักษณะเฉพาะ (Characteristics) ของผลิตภัณฑ์ (Products) และการปฏิบัติได้หรือไม่ หรือวัดความสามารถในการจำแนกแยกแยะ

พฤติกรรมด้านทักษะกลไก (Psychomotor Domain)

นักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งระดับของพฤติกรรมด้านทักษะกลไกเป็นชั้นต่าง ๆ แตกต่างกันไป ดังนี้

ซิมป์สัน (Simpson. 1966 : 85 - 104) ได้แบ่งระดับของจุดมุ่งหมายของด้านทักษะ กลไก โดยเรียงจากการรับรู้ต่ำสุดถึงการรับรู้สูงสุดเป็น 7 ชั้น ดังนี้

1. การรับรู้ (Perception) การรับรู้เป็นขั้นแรกของการกระทำของกล้ามเนื้อ เช่น การรับรู้ วัตถุ ปริมาณ หรือความสัมพันธ์ โดยอวัยวะทางด้านความรู้สึก การรับรู้ แบ่งเป็น 3 ชนิด มีระดับต่าง ๆ กัน

2. การเร้าอวัยวะสัมผัส (Sensory Stimulation) เป็นการกระทำกับสิ่งเร้าโดยอวัยวะสัมผัสอย่างเดียวหรือหลายอย่างเช่น

2.1 ทางหู (Auditory) คือ การได้ยิน หรือความรู้สึก หรืออวัยวะที่เกี่ยวกับการได้ยิน

2.2 ทางตา (Aisual) เกี่ยวกับสภาพสมอง หรือเป็นภาพโดยผ่านทางสายตา

2.3 ทางสัมผัส (Tactile) เกี่ยวเนื่องกับความรู้สึกทางการสัมผัส

2.4 ทางลิ้มรส (Smell) เป็นการชิมทางปาก

2.5 ทางกลิ่น (Smell) เป็นการรับรู้โดยผ่านประสาทการรับรู้

2.6 ทางความรู้สึกเคลื่อนไหว (Kinesthetic) ความรู้โดยผ่านประสาทการรับรู้กล้ามเนื้อความไวเนื่องจากการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ความไวเนื่องจากการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อสัมผัส เอ็น และข้อต่อ

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

ก. มีความไวในการรู้รสอาหารทุก ๆ รสได้

ข. สามารถรับรู้ความแตกต่างของผ้าชนิดต่าง ๆ โดยผ่านทางมือ

ค. มีความไวทางการได้ยิน เมื่อเล่นเครื่องดนตรีอยู่ในวงดนตรี

2. มองหาแนวทางปฏิบัติ (Cue Selection) คือ การตัดสินใจเลือกกิจกรรมการตอบสนองให้เหมาะสมกับความต้องการของงานที่กระทำ เรื่องนี้จะเกี่ยวข้องกับการกำหนดพฤติกรรมเดียวหรือหลายพฤติกรรมและสัมพันธ์กับงานซึ่งได้ปฏิบัติไป การกำหนดพฤติกรรมนั้นจะเกี่ยวข้องกับการเลือกไว้เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การกระทำ พฤติกรรมใดที่ไม่เกี่ยวข้องก็จะไม่รับรู้และละทิ้งไป

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

ก. ความรู้สึกที่บอกได้ว่า เข้มในจักรเย็บผ้าได้เริ่มต้นตะเข็บ

ข. มีความสนใจในการจำลองประกอบต่าง ๆ ในการเล่นกีฬาแบดมินตัน

3. การแปลเป็นทางปฏิบัติ (Translation) สามารถสัมพันธ์กับการเรียนรู้ต่อการกระทำของกล้ามเนื้อ สิ่งนี้เป็นกระบวนการทางสมองในการตัดสินใจความหมายของการกำหนดพฤติกรรมในการกระทำ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการแปลสัญลักษณ์ ใช้จินตนาการหรือเตือนให้ระลึกถึงบางสิ่งบางอย่างได้ “มีความคิด” ซึ่งเป็นผลของการกำหนดพฤติกรรมที่ได้รับมา มันอาจจะเกี่ยวกับปัญหาที่เห็นหรือรู้ภายในและเข้าใจโดยปรุโปร่ง ซึ่งสิ่งนั้นอาจจะเกี่ยวกับการแก้ปัญหา โดยผ่านการรับรู้การสัมพันธ์ระดับนี้ถือเป็นการแปล โดยใช้ความรู้สึก

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

ก. ความสามารถที่จะนำดนตรีไปสัมพันธ์กันแบบเด่นรำ

ข. ความสามารถที่จะเตรียมอาหารตามคู่มือปรุงอาหาร

4. การเตรียมพร้อมปฏิบัติ (Set) เป็นการเตรียมการปรับตัว หรือความพร้อมในการกระทำหรือประสบการณ์เฉพาะ การลงมือกระทำแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

4.1 ความพร้อมทางสมอง (Mental Set) ความพร้อมของความรู้สึกทางสมองเพื่อการกระทำอันแน่นอนของกล้ามเนื้อ เรื่องนี้จะเกี่ยวกับระดับการรับรู้แต่ละอย่างที่มีมาก่อน ซึ่งพร้อมจะชดเชยเพื่อจำแนกการใช้การตัดสินใจในการกระทำที่แตกต่างกัน

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

ก. มีความรู้ในขั้นต่าง ๆ ของการจัดโต๊ะ

ข. มีความรู้ในเครื่องมือต่าง ๆ ที่จะใช้เย็บสิ่งต่าง ๆ ได้เหมาะสม

4.2 ความพร้อมทางกาย (Physical Set) เป็นความพร้อมในความรู้สึกที่ทำการปรับตัวของร่างกายที่จำเป็น เพื่อการกระทำของกล้ามเนื้อ ความพร้อมในการลงมือการกระทำทางกายเกี่ยวกับประสาทการรับรู้ต่าง ๆ เช่น ความรู้สึกที่มีส่วนร่วมหรือความตั้งใจของอวัยวะความรู้สึกที่จะเป็นตรงกัน หรือการกำหนดอวัยวะของร่างกาย

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

ก. ความสัมพันธ์ผลของท่าทางในการเตรียมโยนโบว์ลิ่ง

ข. การวางตำแหน่งของมือในการเตรียมพิมพ์ดีด

4.3 ความพร้อมทางอารมณ์ (Emotional Set) เป็นความพร้อมในรูปมีทัศนคติในด้านที่พึงปรารถนา ต้องการที่จะทำในกิจกรรมด้านกลไกนั้น ๆ

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

ก. สามารถเย็บได้โดยไม่ต้องกำหนดแบบไว้ก่อนได้อย่างดี

ข. มีความต้องการลงมือผลิตสิ่งพิมพ์อย่างมีทักษะ

5. การตอบสนองตามที่มีคนนำ (Guided Response) เป็นก้าวแรกของการพัฒนาทักษะ ซึ่งจะเน้นเกี่ยวกับส่วนประกอบของทักษะที่รวมกลุ่มกันอยู่ การตอบสนองตามที่มีคนนำ ก็คือการแสดงพฤติกรรม โดยเปิดเผยของแต่ละคน ภายใต้คำแนะนำของผู้สอน สิ่งใดที่ได้กระทำมาก่อนก็พร้อมที่จะตอบสนองได้ การเลือกการตอบสนองได้นิยามได้ว่าเป็นการตัดสินใจว่าอะไรที่ต้องมีการตอบสนอง เพื่อจะทำความเข้าใจแก่ความต้องการที่เฉพาะของการปฏิบัติงาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

5.1 การเลียนแบบ (Imitation) เป็นการดำเนินการกระทำการตอบสนอง โดยตรงต่อการรับรู้ของบุคคลใดบุคคลหนึ่งที่กระทำก่อน

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

ก. การเลียนแบบกระบวนการทำตะเข็บคอเสื้อ

ข. ทำการสาธิตขั้นตอนการเดินรำ

5.2 การลองผิดลองถูก (Trial and Error) เป็นความพยายามที่จะตอบสนองหลายอย่างจนกว่าการตอบสนองจะสัมฤทธิ์ผล ซึ่งปกติการตอบสนองแต่ละครั้งจะมีเหตุผลของการตอบสนองที่เหมาะสมจะให้การปฏิบัติงานที่ต้องการนั้นสำเร็จหรือมีประสิทธิภาพมากขึ้น การลองผิดลองถูกก็คือ การตอบสนองการเรียนรู้หลายอย่าง ซึ่งการตอบสนองที่เหมาะสมจะได้รับการคัดเลือกออกจากพฤติกรรมที่แตกต่างกัน หรืออาจจะเป็นไปได้ว่า เป็นเพราะอิทธิพลของการให้รางวัล และการลงโทษ

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

ก. การค้นพบวิธีการตัดเสื้อสตรีที่มีประสิทธิภาพ โดยลองใช้วิธีต่าง ๆ

ข. มั่นใจในการใช้ขั้นตอนการทำความสะอาดห้อง โดยลองใช้แบบต่าง ๆ

6. ขั้นทักษะ (Mechanism) เป็นการเรียนรู้การตอบสนองจนเป็นนิสัยในระดับนี้ ผู้เรียนจะสัมฤทธิ์ในความมั่นใจในสิ่งนั้น รวมทั้งระดับทักษะของการกระทำ การกระทำเป็นส่วนหนึ่งของการรวบรวมข้อมูลของการตอบสนองที่จะเป็นไปได้ เพื่อสิ่งเร้าและความต้องการของสถานการณ์ ซึ่งจะตอบสนองนี้อาจจะสับสนกว่าการตอบสนองในระดับก่อน ๆ

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

ก. ความสามารถในการเย็บผ้าให้ติดกันด้วยมือ

ข. ความสามารถในการผสมส่วนประกอบเพื่อทำขนมปัง

ค. ความสามารถในการผสมเกสรดอกข้าวโพด

7. ขั้นปฏิบัติงานที่ยากและซับซ้อน (Complex Overt Response) ในระดับนี้ แต่ละความสามารถกระทำโดยกล้ำเนื้อ ซึ่งถือว่าซับซ้อน เฉพาะแบบของการเคลื่อนไหวที่ต้องการในระดับนี้ต้องได้รับทักษะในขั้นสูงแล้ว การตอบสนองต้องสามารถออกอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ คือใช้เวลาและพลังงานน้อยที่สุด แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

7.1 ความแน่นอนในการแก้ปัญหา (Resolution of Uncertainty) การกระทำจะปฏิบัติโดยปราศจากความลังเลใจที่จะทำให้เกิดภาพขั้นตอนของงานทางสมองโดยเราจะต้องรับรู้ขั้นตอนที่ต้องการ และสิ่งที่จะทำต่อไปด้วยความมั่นใจ การทำในที่นี้เป็นความซับซ้อนทางธรรมชาติ

7.2 การทำโดยอัตโนมัติ (Automatic Performance) ในระดับนี้แต่ละคนสามารถใช้ทักษะของกล้ามเนื้อ ซึ่งประสานกันอย่างดีโดยสะดวก รวมทั้งควบคุมกล้ามเนื้อได้

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

- ก. ทักษะในการเดินร่าหมู่ได้ตามขั้นตอนพื้นฐาน
- ข. ทักษะในการตัดชุดสากล
- ค. ทักษะในการเล่นไวโอลิน

8. การปรับตัว (Adaptation) เกี่ยวกับทักษะที่ได้รับการพัฒนาเป็นอย่างดี ซึ่งนักเรียนแต่ละคนสามารถเคลื่อนไหวให้เหมาะสมกับความต้องการหรือสถานการณ์ของปัญหา

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

- ก. เย็บเสื้อผ้าโดยออกแบบใหม่ขึ้น
- ข. ต่อเซลล์ไฟฟ้าเพื่อกิจกรรมอื่นได้

9. การริเริ่ม (Origination) หมายถึง การริเริ่มรูปแบบการเคลื่อนไหวใหม่ ๆ ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ เฉพาะอย่างหรือปัญหาเรื่องผลการเรียนรู้ระดับนี้เป็นการพัฒนาทักษะขั้นสูง

เดฟ (โกวิท ประวาลพุกษ์. 2523 : 28 ; อ้างอิงมาจาก Dave. 1969) ได้แบ่งพฤติกรรมด้านการปฏิบัติโดยเรียงตามลำดับการประสานกัน คือ

1. การเลียนแบบ (Imitation) ทำเลียนแบบซ้ำ ๆ โดยที่ยังไม่ได้ผลสมบูรณ์
2. ยักย้ายถ่ายเท (Manipulation) ทำตามแบบโดยมีคำสั่งชี้แจงที่จะพัฒนาทักษะ
3. ปรานีต (Precision) ทำอย่างมีทักษะโดยปราศจากคำแนะนำหรือรูปแบบ
4. มีศิลปะ (Articulation) ทำต่อเนื่องประสานกัน เพื่อความถูกต้องและควบคุม
5. ทำได้อย่างธรรมชาติ (Naturalization) มีความระดับสูง ทำอย่างอัตโนมัติ

ฮาร์โรว์ (สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. ม.ป.ป. : 12 - 16 ; อ้างอิงมาจาก Harrow. 1972) ได้แบ่งพฤติกรรมด้านการปฏิบัติตามระดับพฤติกรรมการเคลื่อนไหวออกเป็น 6 ประการ ดังนี้

1. การเคลื่อนไหวโต้ตอบ (Reflex Movement) มีความหมาย เช่นเดียวกับกลไกโต้ตอบ โดยไม่จงใจต่อสิ่งเร้า และสร้างฐานของพฤติกรรมทั้งหมด ซึ่งเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ทุกชนิดการเคลื่อนไหวโต้ตอบ เริ่มตั้งแต่เกิดและพัฒนาต่อไปตลอดชีวิต เกี่ยวข้องกับศูนย์กลาง

สมอง การเคลื่อนไหวโต้ตอบคือขั้นต่ำสุดของจลนวิสัย และถ้าขาดสิ่งเหล่านี้แล้วก็ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ การเคลื่อนไหวโต้ตอบ ได้แก่ การกระทำ เช่น ก้มงอ ตรง เขยียด ยึดออก ทำให้แข็งที่ข้อต่อคลาย เป็นต้น การเคลื่อนไหวโต้ตอบแบบนี้แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

- 1.1 การเคลื่อนไหวเฉพาะส่วน (Segmental Reflexes)
- 1.2 ปฏิกริยาโต้ตอบระหว่างส่วนต่าง ๆ (Intersegmental Reflex)
- 1.3 การโต้ตอบจากส่วนบน (Suprasegmental Reflex)

หมายความว่า แบบแผนการเคลื่อนไหวของร่างกายตามธรรมชาติ ซึ่งเกิดต่อการเคลื่อนไหวร่างกายตามธรรมชาติ การเคลื่อนไหวโต้ตอบมักเกิดขึ้นในระหว่าง 1 ปีแรก ของชีวิต และสะสมไว้ได้เองมากกว่าที่จะสอนกันตรง ๆ การเคลื่อนไหวแบบจับต้อง การเคลื่อนไหวประเภทนี้ เป็นพื้นฐานของการเคลื่อนไหวทุกประการในกิจวัตรประจำวันของมนุษย์ทุกคนหากกิจวัตรประจำวันนั้นบกพร่องไปก็จะนับเป็นการด้อยประสิทธิภาพ การเคลื่อนไหวพื้นฐานขั้นต้น ได้แก่ การกระทำ เช่น คลาน ปีน เดินเคลื่อนตัว วิ่งกระโดด จับ เอื้อมจับ เลี้ยวขวา พยุง ถือ เป็นต้น การเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐาน แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

- 2.1 การเคลื่อนไหวที่เกิดจากการเคลื่อนที่ (Locomotor Movement)
- 2.2 การเคลื่อนไหวที่ไม่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ (Non - Locomotor Movement)
- 2.3 การเคลื่อนไหวทางการกระทำ (Manipulative Movement)

3. ความสามารถรับรู้ (Perceptual Abilities) รวมอยู่กับการเคลื่อนไหวร่างกาย ซึ่งจะอยู่ช่วยผู้เรียนแปลความในสิ่งเร้า และปรับเข้ากับสิ่งแวดล้อมกิจกรรมใช้กลไกขั้นสูงอยู่กับการพัฒนาการรับรู้ และสิ่งนี้เกี่ยวกับการรู้จักความแตกต่างของสัมผัสการเห็น การได้ยิน และความสัมผัส ความสามารถของตาและมือ ตาและเท้า ทักษะการแยกแยะล้วนต้องการความสามารถเหล่านี้ ไม่ว่าจะเป็นคุณลักษณะที่ต้องการเชิงปฏิบัติหรือคุณภาพที่ละเอียดอ่อน ทักษะนี้ต้องการให้ผู้เรียนฝึกฝนเป็นเวลานานและใช้สถานการณ์แวดล้อมต่าง ๆ กัน ได้แก่ การกระทำเช่น จับกระดาน เขียน เอื้อมตัว ตรง ระวัง ก้มตัว แยกได้ เป็นต้น ความสามารถรับรู้แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

- 3.1 การจำแนกการรับรู้ (Kinesthetic Discrimination)
- 3.2 การจำแนกทางการเห็น (Visual Discrimination)
- 3.3 การจำแนกทางการได้ยิน (Auditory Discrimination)
- 3.4 การจำแนกทางการสัมผัส (Tactile Discrimination)
- 3.5 ความสามารถเชิงประสาน (Coordinated Ability)

4. ความสามารถทางร่างกาย (Physical Abilities) ความสามารถทางร่างกายจะส่งเสริมความเคลื่อนไหวและเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงและกำลังของบุคคลและการที่บุคคลมีโอกาใช้กำลังของงานตามสิ่งแวดล้อม ความสามารถทางกายนี้เป็นพื้นฐานสำคัญของการ

พัฒนาทักษะในการเคลื่อนไหวและมีความสำคัญต่างกันอยู่ที่ความเร็ว ความอดทนถ้าได้ใช้แรง และการยืดหยุ่นได้ตามต้องการ ได้แก่ การกระทำ เช่น อดทนใช้กำลังมากในการทำงาน อดทนทำงานในช่วงเวลานาน ปรับปรุง เพิ่มพูน หยุดและเริ่มใหม่ เคลื่อนไหวตรง จับนิ้วเท้า ความสามารถทางร่างกายแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ

- 4.1 ความอดทน (Endurance)
- 4.2 ความแข็งแรง (Strength)
- 4.3 ความยืดหยุ่น (Flexibility)
- 4.4 ความคล่องแคล่ว (Agility)

5. การเคลื่อนไหวอย่างมีทักษะ (Skilled Movement) หมายถึง การแสดงความสามารถในการเคลื่อนไหวที่อยากได้มีประสิทธิภาพต้องการเรียนรู้ และต้องมีพื้นฐานการปรับตัวกับท่าทาง ธรรมชาติ ของการเคลื่อนไหวในระดับสมองข้างต้นนี้ การเคลื่อนไหวอย่างมีทักษะสืบเนื่องมาจากทักษะดัดแปลง ผสมรวมกับการใช้เครื่องมือ ซึ่งต้องการบังคับกลไกทางกาย การเคลื่อนไหวอย่างมีทักษะจะต้องทำได้ง่ายสวยงามรวมกับว่าไม่ได้ใช้กำลังคน หรือความคิดเลย เช่น เดินรำ เลื่อยไม้ พิมพ์ดีด เล่นเปียโน ไสกบ เตะลูกบอล เป็นต้น การเคลื่อนไหวอย่างมีทักษะ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

- 5.1 ทักษะในการปรับตัวอย่างง่าย ๆ (Simple Adaptive Skill)
- 5.2 ทักษะในการปรับตัวแบบผสม (Compound Adaptive Skill)
- 5.3 ทักษะในการปรับตัวแบบซับซ้อน (Complex Adaptive Skill)

6. การสื่อความหมายที่ไม่ใช้คำพูด (Nondiscursive Communication) หมายถึง การเข้าใจการเคลื่อนไหวตั้งแต่การแสดงออกทางสีหน้า จนถึงท่าร้ายรำของศิลปะการออกทาบิลเล่ต์ การสื่อความหมายที่ไม่ใช้การพูด แบ่งออกเป็น 2 ระดับ

- 6.1 การเคลื่อนไหวโดยการแสดงออก (Expressive Movement)
- 6.2 การเคลื่อนไหวเชิงตีความหมาย (Interpretive Movement)

จากพฤติกรรมด้านการปฏิบัติของ ซิมป์สัน (Simpson) เดฟ (Dave) และฮาร์โรว์ (Harrow) จะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันแต่ละแตกต่างกันที่การแบ่งรายละเอียดของระดับพฤติกรรมทางด้านการปฏิบัติในแต่ละระดับเท่านั้น

ชนิดของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ (Types of Performance Tests)

มาร์แชล (Marshall. 1971 : 139 - 141) ได้จำแนกแบบทดสอบภาคปฏิบัติออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะ (Identification Test)
2. แบบทดสอบจำลองสถานการณ์ (Simulated Situations Test)

3. แบบทดสอบตัวอย่างงาน (Work Sample Test)

แบบทดสอบทั้ง 3 ชนิดนี้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะ (Identification Test) มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความสามารถของนักเรียนในการจำแนกวัตถุ (Object) หรือชุดของวัตถุ (Set of Objects) จำแนกระหว่างความถูกต้องและไม่ถูกต้องในขบวนการ หรือเพื่อที่จะจำส่วนประกอบผลผลิตได้

ความแตกต่างระหว่างแบบให้จำแนกแยกแยะของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ และแบบทดสอบทางภาษา (Verbal Tests) บางครั้งก็ไม่ชัดเจน ถ้าให้นักเรียนชื่อและชื่อส่วนต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ดีดโดยทั่ว ๆ ไปก็เรียกว่าแบบทดสอบภาคปฏิบัติ อย่างไรก็ตามก็เป็นความจริงว่านักเรียนที่สามารถระบุส่วนต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ดีดได้ถูกต้อง ก็ไม่ได้เป็นหลักประกันว่านักเรียนจะมีความสามารถในการพิมพ์ การทำความสะอาดเครื่องพิมพ์ดีดหรือเปลี่ยนผ้าหมึกแบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะไม่สามารถที่จะวัดประสิทธิภาพของผลงานในขั้นสุดท้ายของบุคคลได้เพราะว่าทักษะในการปฏิบัติงาน และหรือคุณภาพของผลงานในขั้นสุดท้าย เราสามารถที่จะทำการวัดได้โดยตรง

แบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะ มักจะเกี่ยวข้องกับการท่องจำของนักเรียน ดังนั้นการจำแนกแยกแยะงาน (Identification Test) ก็ควรจะทำให้เกิดการโต้ตอบ (Reflex) ในการผสมผสานกันของทักษะและขบวนการทางสมอง (Mental Processes)

2. แบบทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ (Simulated Situations Test) ในแบบทดสอบจำลองสถานการณ์ กิจกรรมที่จำเป็นเกี่ยวกับงาน ซึ่งก็อาจจะเป็นสถานการณ์ในชีวิตที่เคยประสบมาบางครั้งผู้เข้าสอบก็มีความต้องการที่จะใช้เครื่องมือ ซึ่งถูกสร้างขึ้นมาโดยเฉพาะเพื่อที่จะฝึกหัด (Training) ตัวอย่าง เช่น ในวิชาการขับรถเครื่องจำลองสิ่งแวดล้อม (Simulator) ก็จะถูกนำมาใช้ในการประเมินทักษะของผู้เข้าสอบในการขับรถ

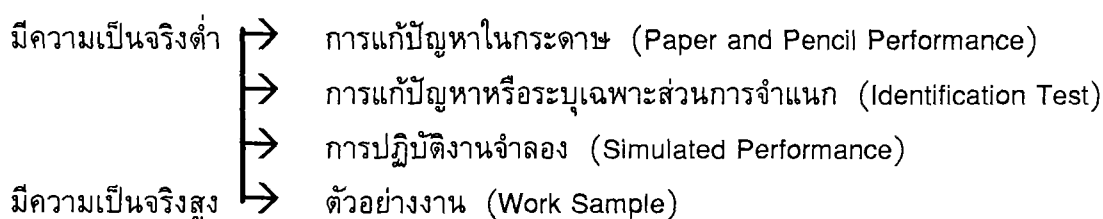
โดยพื้นฐานแล้วแบบทดสอบจำลองสถานการณ์ ต้องการที่จะทำการคัดเลือกกิจกรรมที่จำเป็นที่สุดที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติ กิจกรรมที่เคยคัดเลือกมาก็มีความมุ่งหมายเพื่อที่จะทำการจำลอง (Duplicating) หรือทำการเลียนแบบ (Simulating) ในกิจกรรมเหล่านั้น ประสิทธิภาพของแบบทดสอบนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของการปฏิบัติจริงที่เป็นการเลียนแบบอย่างไรก็ตามเครื่องจักรมีราคาแพง เวลา ความสะอาด และความปลอดภัย เป็นสิ่งที่ควรพิจารณาอย่างมากในการใช้แบบทดสอบชนิดนี้

3. แบบทดสอบตัวอย่างงาน (Work Sample Test) แบบทดสอบภาคปฏิบัติจะเกี่ยวข้องกับตัวอย่างงานหลาย ๆ ชนิด เช่น ครูขวเลขให้แบบทดสอบตัวอย่างงาน เมื่อครูให้นักเรียนเขียนตัวอย่างตัวอักษรที่บอกแล้วทำการนับจำนวนของความผิดพลาดที่นักเรียนแต่ละ

คนทำการบันทึกไว้ หรือครูช่างไม่ต้องการที่จะวัดทักษะของนักเรียนของเขาในการปฏิบัติกิจกรรมไม่บางชนิด เขาก็สามารถที่จะสร้างแบบทดสอบการปฏิบัติตัวอย่างงานขึ้นมาได้

อย่างไรก็ตามก็มีความยุ่งยากในการจำแนกระหว่างแบบทดสอบตัวอย่างและแบบทดสอบจำลองสถานการณ์ แต่ก็มิใช่อุปสรรคต่อที่ว่าแบบทดสอบตัวอย่างงานจะใช้สถานการณ์ของงานที่เป็นจริง ซึ่งเราคาดหมายว่าจะมีความสำคัญต่อนักเรียนในการฝึกหัดประสบการณ์ของนักเรียน ถ้าหากตัวอย่างงานถูกเลือกมาอย่างระมัดระวัง แบบทดสอบก็จะเป็นเครื่องชี้ (Indicator) ที่ดีเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรม

ส. สาสนา ประมวลพฤษ (2527 : 9 - 11) การทดสอบภาคปฏิบัติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามความเป็นจริง



ประกอบภาพ 2 แสดงเส้นตรงแห่งความต่อเนื่อง (Continuum) ของการวัดการปฏิบัติการทดสอบการปฏิบัติ แบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด ตามระดับความเป็นจริง

1. การทดสอบการปฏิบัติด้วยการเขียนตอบ จะแตกต่างไปจากการทดสอบโดยทั่ว ๆ ไปเพราะการทดสอบนี้ จะมุ่งการใช้ความรู้และทักษะ คำถามส่วนใหญ่เป็นการใช้ความรู้ที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้ที่ผ่านมา คำกิริยา “สร้าง (Construct)” มักจะใช้กับการสอนการปฏิบัติ เช่น ให้นักเรียนสร้างแผนที่อากาศ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงจรไฟฟ้า แปลนอาคาร การออกแบบผ้า แผนการทดลอง จากตัวอย่างดังกล่าว การทดสอบการปฏิบัติจะใช้วัดคุณภาพของผลงานในการใช้ความรู้และทักษะของนักเรียน

2. การทดสอบเชิงจำแนก (Identification test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในระดับความเป็นจริงต่าง ๆ เช่น ให้นักเรียนจำแนกเครื่องมือ หรือชิ้นส่วนของเครื่องมือว่าเป็นอะไรบ้าง และแต่ละชิ้นมีหน้าที่อะไร ถ้าเป็นการทดสอบที่ซับซ้อนหรือ ยากขึ้นอาจจะมอบงานให้นักเรียน เช่น ให้หาจุดที่ไฟฟ้าลัดวงจร ให้ระบุเครื่องมือ อุปกรณ์และวิธีการที่จะใช้ในการปฏิบัติงาน และถ้าเป็นคำถามที่สลับซับซ้อนยิ่งขึ้นไปอีก เช่น ให้จำแนกการฟังเสียงการทำงานของเครื่องยนต์ และหาสาเหตุ ทำไมจึงมีเสียงเช่นนั้น และจะแก้ไขให้ได้อย่างไร

ถึงแม้ว่าการทดสอบเชิงจำแนกจะใช้กันอย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรม แต่ในการเรียนการสอนก็สามารถนำมาใช้ได้ เช่น ครูสอนชีววิทยาอาจให้นักเรียนจำแนกเครื่องมือ

และวิธีการที่จะใช้ในการทดลอง นักเรียนเคมีให้จำแนกสารเคมีต่าง ๆ นอกจากนี้การจำแนกอย่างถูกต้องจะมีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการบางอย่าง เช่น ศิลปศึกษา ภาษา สังคม คณิตศาสตร์ ดนตรี พลศึกษา การเกษตร การธุรกิจ และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

การทดสอบเชิงจำแนกในบางครั้งจะใช้วัดทักษะการปฏิบัติทางอ้อม เช่น เพื่อที่จะรู้ว่าใครมีประสบการณ์ในการทำงานในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือไม่ ก็จะใช้การทดสอบเชิงจำแนกไปวัด โดยประเมินว่า ผู้ที่สามารถจำแนกเครื่องมือต่าง ๆ ในงานนั้นได้ ก็จะมีประสบการณ์ในงานนั้น ถ้าไม่สามารถจำแนกได้ ก็ไม่มีประสบการณ์ในงานนั้น การทดสอบเชิงจำแนกยังใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมนักเรียนเพื่อการปฏิบัติจริง หรือสถานการณ์จำลอง

3. การปฏิบัติเชิงสถานการณ์ (Simulated Performance) จะเน้นวิธีการโดยให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานในสถานการณ์ที่เหมือนจริง เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาชีพให้ทำการทดลองโดย การออกแบบเชิงสถานการณ์ตามงานจริง หรือในการฝึกหัดขับรถยนต์และฝึกหัดขับเครื่องบินก็จะใช้วิธีการสร้างสถานการณ์ การปฏิบัติเชิงสร้างสถานการณ์ จะช่วยป้องกันไม่ให้นักเรียนได้รับอันตราย และไม่ทำให้เครื่องมือราคาแพงเสียหายระหว่างการพัฒนาทักษะในขั้นแรก ๆ การปฏิบัติเชิงสร้างสถานการณ์ ในบางครั้งอาจจะนำมาใช้ในการประเมินในขั้นสุดท้ายของทักษะการปฏิบัติ

4. การปฏิบัติงานจริง (Work Sample) ในการทดสอบการปฏิบัติที่มีหลายวิธีการนั้น การปฏิบัติงานจริงถือว่ามีความสามารถสูงสุด นักเรียนจะต้องแสดงตัวอย่างของงานภายใต้สภาวะการณ์จริง เช่น ในการทดสอบทักษะการขับรถยนต์ นักเรียนจะต้องขับจริง มีสภาพเหมือนจริง เช่น มีสภาพเหมือนการขับรถยนต์โดยทั่ว ๆ ไป เช่น มีเครื่องหมายจราจรต่าง ๆ เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ติดไฟแดง โดยให้นักเรียนต้องแสดงความสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เผชิญหน้าที่ การปฏิบัติงานยังนำมาใช้ในธุรกิจ และงานอุตสาหกรรม โดยกำหนดตัวอย่างให้ทำ เช่น กำหนดให้นักเรียนทำงานเป็นโครงการ โดยมีขั้นตอนเหมือนกับงานจริง ๆ มีการออกแบบการเลือกใช้วัสดุ การก่อสร้าง เป็นต้น

การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

ในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติมีขั้นตอนในการสร้างอยู่หลายขั้น ได้มีผู้เสนอขั้นตอนในการสร้างไว้อยู่หลายท่าน ดังนี้

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

1. เขียนรายงานของกิจกรรมทั้งหมดในการปฏิบัติที่แบบทดสอบจะทำการวัด
2. เลือกกิจกรรมเพื่อที่จะบรรจุลงในแบบทดสอบ

3. ปรับปรุงงานหรือชุดของงานที่กิจกรรมเหล่านั้นรวมกัน (Incorporates) และมีมิติต่าง ๆ ให้ปรากฏชัดเจน

4. ปรับปรุงรูปแบบการสังเกตที่จะทำการวัดกิจกรรมให้อยู่ในรูปของมิติ (Dimensions) ที่สำคัญ

5. ปรับปรุงคำสั่ง คำชี้แจง ตลอดจนแผนในการดำเนินการสอบ

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

1. กำหนดจุดประสงค์การปฏิบัติงานที่ชัดเจน คำบ่งชี้การกระทำ (Action Word) ที่ใช้ประจำ คือ แสดง หรือสาธิต (Demonstrate) และสร้าง (Construct)

ตัวอย่างของการกำหนดจุดประสงค์ของการปฏิบัติงาน เช่น

ก. จุดประสงค์เพื่อที่จะแสดงถึงวิธีการแบ่งมุมออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน

ข. จุดประสงค์เพื่อที่จะแสดงถึงวิธีการวัดความต้านทานไฟฟ้า

2. กำหนดสถานการณ์ของการทดสอบที่ชัดเจน ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวนี้จะเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการที่จะให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ อันได้แก่ การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานการกำหนดคำสั่งในการปฏิบัติงาน

ตัวอย่างของการกำหนดสถานการณ์ของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ เช่น ในสถานการณ์ของการปฏิบัติการติดตั้งปลั๊กไฟฟ้าบนแผงวงจรทดลองกำหนดเครื่องมือและวัสดุ

ก. เครื่องมือมาตรฐานในการติดตั้งไฟฟ้า 1 ชุด

ข. สายไฟฟ้า

ค. ปลั๊กไฟฟ้าชนิดเต้ารับ (Electrical Outlet)

ง. Mounting Box

จ. แผงวงจรทดลอง

คำสั่งในการปฏิบัติงาน : จงติดตั้งปลั๊กไฟฟ้าชนิดเต้ารับ โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนด ให้สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

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

ตัวอย่างของการกำหนดเกณฑ์ในแบบทดสอบปฏิบัติการ เช่น การปฏิบัติการติดตั้งปลั๊กไฟฟ้าชนิดเต้ารับ จะมีการกำหนดเกณฑ์หรือจุดให้คะแนนตามพฤติกรรม ดังนี้

ก. การเลือกใช้เครื่องมือที่ถูกต้อง

ข. ความสามารถในการเลือกใช้วัสดุ (สายไฟ) ได้เหมาะสมกับงาน

ค. การตัดไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Cut Out) ก่อนการปฏิบัติงาน

ง. ความถูกต้องในการต่อสายไฟฟ้าเข้ากับปลั๊กไฟฟ้าชนิดเต้ารับ

จ. การนำปลั๊กไฟฟ้าชนิดเต้ารับไปติดตั้งใน Mounting Box ได้ถูกต้อง

ข. การทดสอบประสิทธิภาพของการใช้งาน

4. การสร้างแบบประเมินในการให้คะแนนการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นการนำเกณฑ์ในการประเมินงานปฏิบัติที่ได้จัดทำขึ้นในข้อ 3 นำมาเรียบเรียงลำดับก่อนหลังตามข้อคำถาม และกำหนดให้น้ำหนักคะแนนเกณฑ์แล้วแต่ความสำคัญในวิธีการปฏิบัติงาน ผู้ประเมินพิจารณาว่าการปฏิบัติของนักเรียนตรงตามเกณฑ์ที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติ เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพและการสร้างดำเนินไปด้วยดี ผู้สร้างควรปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้ (เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์, 2525 : 116 - 118)

1. เลือกวิธีปฏิบัติการต่าง ๆ ที่จะนำมาสร้างเป็นสถานการณ์หรืองานที่จะใช้ในแบบทดสอบ ซึ่งในการเลือกวิธีปฏิบัติการนี้ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.1 เลือกแบบปฏิบัติการที่เหมาะสม โดยพิจารณาว่าสามารถแทนสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว

1.2 เลือกงานโดยพิจารณาว่างานนั้นควรให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคลหรือทำเป็นกลุ่ม เพื่อให้การวัดถูกต้องและเชื่อมั่นได้

1.3 ถ้าต้องการเปรียบเทียบภายในกลุ่มผู้เรียนต้องเลือกงานที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน

1.4 งานแต่ละชิ้นที่ให้นักเรียนทำ ควรใช้เวลาในการทำงานไม่มากนัก ประมาณ 20 - 30 นาที (ให้เหมาะกับระดับชั้นเรียน)

1.5 การเลือกงานให้นักเรียนทำ ควรมีความยากเพียงพอที่จะจำแนกผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้

1.6 เลือกงานที่มีขั้นตอนของกระบวนการปฏิบัติที่มีขอบเขตจำกัด และเป็นงานที่อาจใช้ความรู้ที่เรียนในชั้นเรียนมาปรับปรุงให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.7 เลือกงานให้ผู้เรียนปฏิบัติ โดยต้องใช้ทักษะหลาย ๆ ด้านประกอบกัน หรือผสมผสานกันจึงจะดี เช่น การทำโต๊ะ เป็นงานที่ต้องอาศัยทักษะหลายด้านประกอบกัน เช่น การวัด การเลื่อยไม้ การไสกบ การใช้สิ่ว การตอกตะปู เป็นต้น

2. วิเคราะห์ปฏิบัติการต่าง ๆ ที่เลือกไว้เพื่อนำมากำหนดเป็นงานที่จะให้นักเรียนปฏิบัติ

ขั้นตอนนี้หมายความว่า ผู้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบจะต้องรู้ว่าปฏิบัติการที่จะให้นักเรียนทำนั้นคืออะไร มีลักษณะอย่างไร จะต้องใช้เครื่องมือหรือวัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง เป็นงานที่มีความยากมากน้อยเพียงใด และงานนั้นจะใช้เวลาในการปฏิบัติมากน้อยแค่ไหน แล้วจึงกำหนดงานหรือแบบฝึกหัดงานให้นักเรียนทำ

3. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการทำงานตลอดจนพิจารณา กำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ของการทำงาน

4. กำหนดจุดมุ่งหมายของงานหรือสิ่งที่ต้องการจะวัดในตัวแบบทดสอบ โดย พิจารณาจากจุดมุ่งหมายของรายวิชา การกำหนดจุดมุ่งหมายของงานนี้ อาจใช้ชุดจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรมที่วิเคราะห์ได้ของรายวิชานั้น ๆ มากำหนดก็ได้ การกำหนดจุดมุ่งหมายนี้ ต้อง คำนึงถึงสิ่งสำคัญ 2 ประการ คือ

4.1 พิจารณางานที่ให้ทำนั้นมีความเป็นปรนัยมากน้อยเพียงใด ยุติธรรม สำหรับผู้สอบแต่ละคนหรือไม่

4.2 พิจารณางานที่ให้ทำนั้น อะไรดีสิ่งซึ่งประสิทธิภาพในการทำงานหรือ ความถูกต้องของการปฏิบัติ และคุณภาพของงาน

5. เน้นจุดสำคัญเฉพาะที่ต้องการทดสอบเขียนออกมาเป็นตัวข้อสอบ ซึ่งต้องดำเนิน ถึงสิ่งต่อไปนี้

5.1 ความสำคัญและความสัมพันธ์ระหว่างงานแต่ละงานในชุดของแบบทดสอบ นั้น ๆ

5.2 อำนาจจำแนกของงานแต่ละงานที่จะเป็นดัชนีบอกความสามารถของผู้สอบ

5.3 ความเป็นปรนัยและความเชื่อมั่นของการประเมินผล และการให้คะแนน

6. นำข้อสอบที่สร้างขึ้นแต่ละข้อมารวมกันเป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติ พร้อมกับ สร้างแบบประเมินผล และก่อนที่จะนำแบบทดสอบไปใช้จริงควรได้มีการตรวจข้อสอบแต่ละข้อ อีกครั้ง โดยอาศัยหลักการที่กล่าวมาข้างต้น

7. สร้างแบบประเมินผล แบบประเมินผลสำหรับข้อสอบภาคปฏิบัติมีได้หลาย ประเภท เช่น ใช้การจัดอันดับ (Ranking) ใช้มาตราส่วนประมวลค่า (Rating Scales) ใช้ แบบตรวจสอบรายการ (Checklists) หรือใช้แบบบันทึกต่าง ๆ (Records) เป็นต้น ซึ่งผู้สร้าง ข้อสอบจะต้องพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานที่จะให้นักเรียนปฏิบัติ ในการประเมินผล จึงต้องใช้การสังเกตเป็นเครื่องมือหลักในการเก็บข้อมูล

ในการทดสอบวิชาภาคปฏิบัติ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเพื่อควมมีมาตรฐานของการทดสอบ นั้นจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (คณะกรรมการการพัฒนาศักยภาพฝีมือแรงงานแห่งชาติ. 2523 : 5)

1. ระยะเวลาที่ใช้

2. วิธีปฏิบัติงาน

3. ผลงานที่สำเร็จ

4. การใช้วัสดุ เครื่องมือ อย่างถูกต้องและประหยัดตลอดเวลาจนการบำรุงรักษา

5. ความปลอดภัยในการทำงาน

เทคนิคการเก็บข้อมูลและเครื่องมือวัดในการสอบการปฏิบัติ

1. การสังเกต (Observation)
2. การจัดอันดับ (Ranking)
3. มาตรฐานประมาณค่า (Rating scales)
4. แบบสำรวจพฤติกรรม (Checklists)
5. แบบบันทึกต่าง ๆ (Records, Anecdotal Records)

1. การสังเกต

การสังเกตที่ดีจะต้องปล่อยให้ผู้ถูกสังเกตอยู่ในสภาพการณ์ตามปกติ เพื่อจะได้ข้อมูลตรงตามความเป็นจริง การสังเกตอาจจะทำได้โดยผู้สังเกตเข้าไปอยู่ในกลุ่มด้วย เปรียบเสมือนเป็นสมาชิกผู้หนึ่งของกลุ่มหรือผู้สังเกตจะแอบดูอยู่ที่อื่น โดยไม่ให้ผู้ถูกสังเกตรู้ตัวก็ได้ ในการสังเกตจะต้องมีการวางแผนเสียก่อนที่จะสังเกตเมื่อไร สังเกตอะไรบ้าง ตั้งจุดมุ่งหมายของการสังเกตแต่ละครั้ง นอกจากนั้นจะต้องเตรียมบันทึกข้อมูลโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น มาตรฐานประมาณค่าการบันทึกต่าง ๆ แบบสำรวจพฤติกรรม เป็นต้น

2. การจัดอันดับ (Ranking)

การจัดอันดับเป็นวิธีการที่จะเรียงลำดับนักเรียนในคุณสมบัติหนึ่ง ๆ ตามที่กำหนดให้ซึ่งสามารถจะใช้ในการวัดวิธีการหรือผลงานก็ได้ แต่ส่วนใหญ่จะใช้ในการวัดผลงานมากกว่า การจัดอันดับจะมีความเชื่อมั่นสูงขึ้นถ้าจัดอันดับคุณสมบัติหนึ่งที่จำเพาะ และมีค่าจำกัดความของคุณสมบัตินั้นชัดเจน แต่ถ้าจัดอันดับหลายอย่างในคราวเดียวกันจะทำให้ความเชื่อมั่นต่ำลง ตัวอย่าง เช่น ในการเรียนขับรถ ครูจัดอันดับเกี่ยวกับความสามารถในการหยุดรถเพียงอย่างเดียว ไม่ใช่จัดอันดับความสามารถในการใช้รถ (ซึ่งรวมท้านั่ง การออกรถ การจับพวงมาลัย การจอดรถ เป็นต้น) ในการจัดอันดับคุณภาพผลงาน ซึ่งมักจะใช้มากในการสอบการปฏิบัตินั้น ครูอาจจะแบ่งคุณภาพผลงานออกเป็นหลายประการแล้วจัดอันดับทีละคุณภาพ

การจัดอันดับผลงานจะทำได้ง่ายและสะดวกขึ้นถ้าใช้หลักแบ่งทีละ 3 กลุ่มดังนี้

- 1) จากผลงานทั้งหมดนำมาแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มสูง ปานกลาง และต่ำ
- 2) นำกลุ่มปานกลางมาพิจารณาแล้วแบ่งเป็น 3 กลุ่มอีกครั้ง หลังจากนั้น

พิจารณากลุ่มสูงแบ่งเป็น 3 กลุ่มเช่นกัน แล้วพิจารณากลุ่มต่ำในทำนองเดียวกัน

3) กำหนดให้กลุ่มสูงเป็นกลุ่ม 9, 8, 7 ซึ่ง 9 คือ กลุ่มที่มีผลงานดีที่สุดในกลุ่มสูงและ 7 คือ กลุ่มที่มีผลงานต่ำที่สุดของกลุ่มสูง และให้กลุ่มปานกลางเป็น 6, 5, 4

ในทำนองเดียวกันกับกลุ่มต่ำเป็นกลุ่ม 3, 2 และ 1 ทั้งนี้ตัวเลขที่มีค่าสูงจะแทนคุณภาพของงานที่สูง

4) นำผลงานในกลุ่มที่เป็นช่วงต่ออายุระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มและกับกลุ่มต่ำมาพิจารณาอีกครั้ง กล่าวคือพิจารณาในกลุ่มที่ 7 และ 6 ว่าควรมีการโยกย้ายสับเปลี่ยนกลุ่มกันบ้างไหม เพราะเป็นช่วงต่อระหว่างกลุ่มสูงและปานกลางที่ได้แบ่งไว้อย่างหยาบ ๆ ในขั้นที่ 1 อาจมีสลับที่กันบ้าง แล้วทำเช่นเดียวกันกับในกลุ่ม 4 และ 3 อันเป็นช่วงต่อระหว่างกลุ่มปานกลางและกลุ่มต่ำ

5) ถ้าต้องการจะประเมินเป็นแบบ 9 กลุ่ม ก็ใช้เวลาที่กลุ่มนั้นแทนคะแนนได้เลยหรือต้องการจัดอันดับให้เป็น 1, 2, 3 จนถึงที่สุดท้ายก็พิจารณาทีละกลุ่มจัดเรียงอันดับได้ และควรตรวจสอบอันดับที่ในระหว่างช่วงต่อของแต่ละกลุ่มด้วย

3. มาตราส่วนประมาณค่า

มาตราส่วนประมาณค่าเป็นเครื่องมือที่ใช้มากในการประเมินการปฏิบัติ มาตราส่วนประมาณค่ามีหลายรูปแบบแต่ที่นิยมใช้มากที่สุดจัดคุณลักษณะให้มีลักษณะต่อเนื่อง ซึ่งจะแบ่งระดับคุณลักษณะนั้นรวมระดับสูง - ต่ำ โดยจะกำหนดเป็น 2 ระดับขึ้นไปจนถึงประมาณ 10 ระดับ โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1) กำหนดคุณลักษณะที่จะวัดพร้อมทั้งความหมายของคุณลักษณะนั้น ๆ ให้ชัดเจน

2) กำหนดมาตรวัดว่าจะให้มีกี่ระดับ โดยเขียนเป็นตัวเลขกำหนดไว้พร้อมทั้งให้ คำอธิบายคุณลักษณะในระดับต่าง ๆ โดยย่อเพื่อแทนระดับที่แตกต่างกันนั้น ๆ ผู้ใช้เครื่องมือนี้จะพิจารณาว่าบุคคลที่เราสังเกตนั้นมีคุณสมบัติในระดับใด ความเชื่อถือได้ของข้อมูลจากมาตราส่วนประมาณค่า นอกจากนั้นจะขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สังเกตความไม่มีอคติแล้ว ยังขึ้นอยู่กับกำหนัดความหมายของคุณสมบัติที่กำลังพิจารณาด้วย ดังนั้นจะต้องกำหนดความหมายของคุณสมบัติให้ชัดเจนและเป็นคุณสมบัติย่อย เช่นเดียวกับการจัดอันดับ

4. แบบสำรวจพฤติกรรม

แบบสำรวจพฤติกรรมมักจะมีรายการของพฤติกรรมให้ผู้สังเกตบันทึกว่ามีพฤติกรรมนั้น ๆ เกิดขึ้นหรือไม่ โดยส่วนใหญ่มักจะบอกเพียงว่ามีหรือไม่มี ในการสังเกตการปฏิบัติงานบางครั้งอาจให้ผู้สังเกตบันทึกลำดับที่ของการปฏิบัติของพฤติกรรมตามลำดับตั้งแต่ 1 เป็นต้นไปก็ได้ ซึ่งในลักษณะนี้ก็จะทำให้มองเห็นภาพของการปฏิบัติงานอีกด้วย

5. การบันทึกต่าง ๆ

การบันทึกในกลุ่มนี้มักจะเป็นวิธีการที่ไม่ได้กำหนดรูปแบบไว้อย่างชัดเจนหรือเหมือนวิธีอื่น ๆ ผู้บันทึกค่อนข้างจะมีอิสระในการที่จะบันทึกลงไปมากกว่าเครื่องมือชนิดอื่น ๆ การบันทึกเพียงครั้งเดียวอาจจะไม่สามารถให้ข้อมูลที่มีความหมายนัก แต่การบันทึกอย่างต่อเนื่องหลาย ๆ ครั้ง จะให้ข้อมูลที่ชัดเจน ในการบันทึกผู้สังเกตจะเขียนถึงพฤติกรรมหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเท่านั้นไม่ใสความเห็นลงไปด้วย ยกเว้นในกรณีที่ต้องการให้ใสความเห็นก็จะเขียนแยกในส่วนที่แสดงความคิดเห็นอย่างชัดเจน

การพัฒนาแบบทดสอบภาคปฏิบัติ (Developing Performance Test)

เมห์เรนส์ และเลห์มาน (Mehrens and Lehman, 1984 : 108) ได้กำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการพัฒนาแบบทดสอบภาคปฏิบัติดังนี้

1. ทำการวิเคราะห์งาน (Job Analysis) เพื่อกำหนดว่ามีความสามารถอะไรบ้างที่ควรทดสอบ วิธีหนึ่งที่ดีที่สุดในการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะที่จำเป็นของงานก็คือให้ผู้ทดสอบ (Examiner) เรียนรู้ในงานและตรวจตราอย่างระมัดระวังในขั้นตอนการฝึกหัดวิธีนี้จะทำให้ผู้สร้างแบบทดสอบเห็นภาพพจน์ได้ว่าสภาพที่เป็นจริงที่เกี่ยวข้องด้วยเป็นอย่างดีมากกว่าที่จะได้มาโดยการสังเกตคนงานเพียงอย่างเดียว

2. เลือกงาน ทักษะ และความสามารถที่มีความสำคัญที่จะเกี่ยวข้องในงานและการปฏิบัติบางอย่าง หรือทักษะบางอย่างก็ควรจะระบุไว้ด้วยการวิเคราะห์งานหลังจากที่ตัดสินใจแล้วว่าความสามารถอะไรบ้างจะถูกทดสอบ เราจะต้องกำหนดหรือไม่ว่าการปฏิบัติเกี่ยวกับงานหรือผลผลิตของการปฏิบัติ หรือทั้งสองอย่างจะต้องทดสอบ

3. การสร้างแบบฟอร์มการสังเกตหรือแบบฟอร์มการประเมิน แบบฟอร์มนี้ควรมีตัวอย่างของการสังเกตที่จะต้องทำหรือวิธีการกระทำที่เราจะต้องทำการบันทึกตัวอย่างเช่น คุณภาพของผลผลิตที่สำคัญ คืออะไร ความเร็วในการปฏิบัติที่สำคัญคืออะไร

4. การสร้างรูปแบบบางส่วนของแผนการสุ่มตัวอย่าง เราทราบแล้วว่าไม่มีแบบทดสอบฉบับใดที่สามารถบรรจุทุกสิ่งทุกอย่างที่เราต้องการจะวัด สำหรับแบบทดสอบการปฏิบัติผู้สร้างแบบทดสอบอาศัยหลักเกณฑ์ของการวิเคราะห์งานดังนั้นก็ควรที่จะเลือกลักษณะของงานที่สำคัญที่สุด

5. การสร้างแบบแผนการดำเนินการสอบ เช่น เตรียมคำสั่ง ขอบเขตของเวลา วัสดุ คำแนะนำในการให้คะแนน ฯลฯ

6. ทดลองข้อสอบก่อนที่จะสร้างรูปแบบของแบบทดสอบในขั้นสุดท้าย

คุณลักษณะของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

ทักแมน (Tuckman. 1975) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบภาคปฏิบัติควรมีลักษณะสำคัญ 5 ประการ คือ

1. ความเที่ยงตรง (Validity)

งาน (Work Sample) ที่กำหนดให้นักเรียนปฏิบัติต้องเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรการวัดภาคปฏิบัติครอบคลุมทั้งกระบวนการ (Process) และผลงาน (Product)

2. ความเชื่อมั่น (Reliability)

ถ้าจะให้แบบวัดภาคปฏิบัติที่มีความเชื่อถือสูง ควรมีผู้วัดและผู้ประเมินตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไปวัดและประเมินอย่างเป็นอิสระต่อกัน การประเมินผลงานอาจจะต้องใช้แบบอย่างของผลงานมาเปรียบเทียบ ซึ่งแบบอย่างนี้จะต้องผ่านการตัดสินจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความแตกต่างกันในเชิงคุณภาพอย่างชัดเจน

3. อำนาจจำแนก (Discrimination)

อำนาจจำแนกควรมีตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (Ryans and Federicksen. 1961)

4. ความยาก (Difficulty)

ความยาก ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการวัดและลักษณะของผู้สอบ (Ryans and Federicksen. 1961) ถ้าต้องการวัดลักษณะขั้นต่ำที่จำเป็นโดยทั่วไปของผู้สอบ หรือถ้าผู้สอบนั้นได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี ความยากจะมีค่าสูง ในกรณีนี้ควรใช้ความยากตั้งแต่ .70 ขึ้นไป แต่ถ้าไม่วัดลักษณะขั้นต่ำที่จำเป็นของผู้สอบ หรือถ้าผู้สอบไม่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี ความยากจะลดลงความเป็นปรนัย (Objective)

ความเป็นปรนัย หมายถึง พฤติกรรมหรือข้อความหรือวิธีการสังเกตและวิธีการให้คะแนนจะต้องชัดเจนและเหมาะสมกับงานที่ให้ผู้สอบปฏิบัติ

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ (Reliability of Performance Test)

ส. วาสนา ประवालพฤกษ์ (2532 : 1-4) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นของการวัดภาคปฏิบัติจะขึ้นอยู่กับสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่างของข้อสอบ
2. ความคงเส้นคงวาของการปฏิบัติของผู้สอบ
3. ความแปรผัน (ความแตกต่าง) ในการดำเนินการสอบ
4. ความคงเส้นคงวาของการให้คะแนน

ความเชื่อมั่นของการวัดผลการปฏิบัตินั้นจะเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของผู้ให้คะแนนด้วยแม้ว่าจะเป็นเพียงการนับจุดบนกระดาษ หรือการให้คะแนนการเล่นเปียโน ซึ่งความเชื่อ

มันจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ความคงที่ของการปฏิบัติของผู้สอบและความคงที่ของการตัดสินใจของผู้ประเมิน (ความคงที่ของการให้คะแนน)

ความเชื่อมั่นของผลงานจะทำโดยให้ผู้ตัดสินหลายคนตัดสินผลงานอย่างเป็นอิสระ แล้วดูความสอดคล้องกัน ถ้าเป็นการสังเกตการปฏิบัติงานก็ให้ผู้ตัดสินหลายคนเช่นกัน

ถ้าสหพันธ์ภายในระหว่างแต่ละคู่ของผู้ตัดสินมีค่าเฉลี่ยสูง (ประมาณ .90) ค่าความเชื่อมั่นก็นับว่าใช้ได้ วิธีการนี้จะทำให้เราทราบว่า ผู้ตัดสินคนใดตัดสินไม่สอดคล้องกับผู้อื่นได้ด้วย ถ้าค่าเฉลี่ยสหพันธ์ภายในต่ำ จะต้องปรับปรุงความเชื่อมั่นใหม่ ดังนี้

1. ในบางครั้งผู้ตัดสินไม่มีคุณสมบัติ ต้องคัดเลือกใหม่
2. ในกรณีที่ผู้ตัดสินมีคุณสมบัติเหมาะสม วิธีการตัดสินอาจจะไม่เข้าใจตรงกัน เช่น ไม่เข้าใจคุณสมบัติที่จะตัดสิน ไม่เข้าใจการให้ความหมายของมาตรฐานวัดจึงต้องดำเนินการโดย
 - เขียนคู่มือการตัดสินอย่างชัดเจนแจ่มแจ้งในแต่ละด้าน
 - พยายามแจกแจงรายละเอียดในการตัดสินให้เข้าใจตรงกัน

เมื่อผู้ตัดสินมีความเชื่อมั่นสูงแล้ว เราจึงประเมินความเชื่อมั่นของการปฏิบัติ ซึ่งจะทำได้โดยให้ผู้ปฏิบัติ ปฏิบัติหลาย ๆ ครั้ง (ซ้ำ) แล้วตัดสินโดยผู้ตัดสิน 1 คน คราวนี้ค่าความเชื่อมั่นจะขึ้นอยู่กับตัวเองเครื่องมือวัดหรือตัวผู้ปฏิบัติเอง ถ้าความเชื่อมั่นสูงก็ใช้ได้ แต่ถ้าไม่สูงก็อาจมีสาเหตุมาจากแบบวัดเองมีความเชื่อมั่นต่ำ หรือฝึกฝนไม่ดีพอ

โดยทั่ว ๆ ไปแบบทดสอบจะแบ่งออกตามลักษณะการตอบได้ 2 แบบ คือ

1. แบบให้เลือกตอบจากที่กำหนด คือ มีคำตอบให้เลือกกว่าคำตอบไหนดีที่สุดได้แก่ แบบทดสอบเลือกตอบ ถูกผิด จับคู่ แบบทดสอบนี้จะมีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบที่
- 2 การหาค่าความเชื่อมั่นจะใช้วิธีใดก็ได้ KR-21 จะได้ใช้ความสะดวกมาก ในกรณีที่การตรวจสอบข้อสอบด้วยมือ

2. แบบให้เขียนตอบเอง ได้แก่ข้อสอบที่นักเรียนเขียนตอบตามความคิดของตน เช่น แบบทดสอบเรียงความ เติมคำ เติมข้อความ การทดสอบแบบนี้จะมีค่าความเชื่อมั่นต่ำเนื่องจากความคลาดเคลื่อนมากกว่า เนื่องมาจากตัวข้อสอบเอง ผู้ตอบ ผู้ตรวจข้อสอบ และวิธีการให้คะแนนที่ไม่มีมาตรฐานทำให้การแปลความหมายของคำตอบไม่ตรงกัน การคำนวณค่าความเชื่อมั่นจะใช้ KR-21 หรือข้อคู่ ข้อคี่ ไม่ได้ ถ้าจะใช้ในการสอบซ้ำก็มีความปัญหาในการจำข้อสอบได้ใช้แบบทดสอบคู่ขนานก็มีปัญหาของเวลา เพราะข้อสอบประเภทนี้มักจะใช้เวลาในการสอบนาน

ความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน

1. ถ้ากรรมการ 2 คน ใช้การคำนวณสหสัมพันธ์ ซึ่งถ้าเป็นคะแนนใช้ Pearson Product Moment ถ้าเป็นอันดับที่ใช้ Spearman-Brown Rank Correlation

2. ถ้ากรรมการมากกว่า 2 คน ใช้สูตรของ Guilford และคะแนนเป็นอันดับที่ 1

$$\bar{r}_{kk} = \frac{1 - k(4N + 2)}{(k - 1)(N - 1)} + \frac{12S^2}{k(k - 1)N(N^2 - 1)}$$

เมื่อ r_{kk} = ค่าเฉลี่ยของสหพันธ์ภายในระหว่างกรรมการแต่ละคน
 k = จำนวนกรรมการ
 S = ผลรวมของตำแหน่งที่ของนักเรียนแต่ละคน

ค่า r_{kk} นี้จะเป็นค่าของคนคนเดียว ดังนั้นถ้าหาความเชื่อมั่นของกรรมการทั้งหมดจะต้องปรับขยายด้วย Spearman-Brown ดังนี้

$$\bar{r}_{kk} = \frac{k \bar{r}_{kk}}{1 + (k - 1) \bar{r}_{kk}}$$

เมื่อ k = จำนวนกรรมการ

นอกจากนั้นอาจจะคำนวณความเชื่อมั่นของกรรมการตัดสิน 3 คน โดยใช้ Kendall Coefficient of Concordance

$$W = \frac{12S}{K^2(n^3 - n)}$$

เมื่อ W แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการจัดอันดับ
 S แทน ผลรวมทั้งหมดของอันดับคะแนนของนักเรียนแต่ละคนที่เบี่ยงเบนออกนอกจากคะแนนอันดับเฉลี่ย
 K แทน จำนวนผู้จัดอันดับ
 n แทน จำนวนนักเรียน

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

เมื่อแบบทดสอบการปฏิบัติที่ใช้กรรมการให้คะแนนมากกว่า 1 คน และหาความเชื่อมั่นแล้วว่าการทดสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้อย่างมีความเชื่อมั่น ควรจะนำแบบทดสอบไปทดลองใช้อีกครั้งหนึ่ง เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

เมื่อแบบทดสอบการปฏิบัติที่ใช้กรรมการให้คะแนนมากกว่า 1 คน และหาค่าความเชื่อมั่นแล้วว่าการรวมการชดเช้นสามารถให้คะแนนได้อย่างมีความเชื่อมั่น ควรจะนำแบบทดสอบไปทดลองใช้อีกครั้งหนึ่ง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้

1. สัมประสิทธิ์ แอลฟา (α -Coefficient) ซึ่งพัฒนามาจาก KR-20 ของ Cronbach

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

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's ANOVA)

$$R_u = 1 - \frac{MSE}{MSS}$$

Cronbach ได้เสนอวิธีการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติถ้ากรรมการหลายคนใช้สูตร Generalizability Coefficient (Linda. 1986 : 161 - 165)

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{\hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_i^2 + \hat{\sigma}_e^2}$$

$$\text{เมื่อ } \hat{\sigma}_p^2 = \frac{(MS_p - MS_r)}{n_i}$$

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{(MS_i - MS_r)}{n_p}$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = MS_r$$

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติที่สร้างขึ้น โดยวิธีการหาความเชื่อมั่นของกรรมการ แบบใช้กรรมการ 3 คน โดยใช้สูตร Kendall Coefficient of Conreordance; โดยใช้สูตร KR-20 ดูเดอร์ริชาร์ดสัน ซึ่งหาค่าความเชื่อมั่น

ของแบบทดสอบ Identification; ใช้สูตร Generalizability Coefficient (Linda. 1986 : 161 - 165) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ Paper and Pencil และ Work Sample ใช้สูตร α หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ Paper and Pencil และ Work Sample ในแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เสถียร อุสาหะ (2526 : 18 - 58) ได้สร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลังสำหรับคัดเลือกนักศึกษาเข้าศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ผู้เข้าสอบเป็นรายบุคคล โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกเป็นนักศึกษาแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี 20 คน ใช้ทดสอบเป็นการทดลองแบบทดสอบกลุ่มที่สองเป็นผู้สมัครสอบเข้าศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต ในปีการศึกษา 2526 จำนวน 70 คน ทดสอบเพื่อหามาตรฐานของแบบทดสอบ แบบทดสอบฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นโจทย์ข้อสอบสร้างตามแบบสองอิงเกณฑ์ประเภท อิงโดเมน มีทั้งหมด จำนวน 13 ข้อ ส่วนที่สองเป็นแบบประเมินผลการปฏิบัติงานมีลักษณะเป็นแบบรายการตรวจสอบโดยการสอบซึ่งตรวจสอบตรงตามเนื้อหาของแบบสอบโดยใช้วิธีการของโร วิลเนลลี และแฮมเบลตัน โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาเป็นผู้ตรวจสอบ แต่ละมีคะแนนเฉลี่ยเกิน 2.5 จากคะแนนเฉลี่ยเต็ม 3.00 ส่วนค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบในแต่ละโดเมนและแบบทดสอบทั้งฉบับโดยวิธีไบโนเมียล มีค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ 0.87, 0.85, 0.70, 0.92 และ 0.92 ตามลำดับและค่าความเที่ยงตรงในการประเมินผลการปฏิบัติงานที่คิดจากผู้ประเมิน 1 คน มีค่าระหว่าง 0.91 - 0.99 ค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงในการประเมินที่คิดจากผู้มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 3.10 - 8.22 ประเมินทั้งหมด (2 คน) มีค่าระหว่าง 0.94 - 0.99 และข้อสอบทุกข้อของแบบทดสอบ มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ทุกข้อ

ปาริชาติ บัวเจริญ (2531 : ง - จ) ได้สร้างเครื่องมือวัดความสามารถด้านงานเชื่อมโลหะเบื้องต้นของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม และสร้างเกณฑ์มาตรฐานระดับท้องถิ่น เครื่องมือที่สร้างขึ้นมี 2 ชนิด คือ แบบสังเกตวัดการปฏิบัติงานเชื่อมโลหะเบื้องต้น จำนวน 8 ฉบับ และแบบทดสอบวัดความเข้าใจสถานการณ์ในการปฏิบัติงานเชื่อมโลหะเบื้องต้น จำนวน 8 ฉบับ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาช่างอุตสาหกรรม จากวิทยาลัยเทคนิคภาคพายัพ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย และวิทยาลัยเทคนิคลำปาง ปีการศึกษา 2530 คน ทำการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบสังเกตการวัดการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า และ

ก๊าซรอยต่อชน ทำราบ ทำขนานนอน ทำตั้งและทำเหนือศีรษะ โดยใช้วิธีกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะ
 สิ่งนั้น หรือ กลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีลักษณะสิ่งนั้นพบว่าแบบสังเกตทุกฉบับมีความแตกต่างกัน
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .98 .99 .98 .98 .96
 .96 .98 .98 และ .98 ตามลำดับส่วนแบบทดสอบวัดความเข้าใจสถานการณ์ในการปฏิบัติ
 งานมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .68 .73 .75 .70 .72 .70 .72 และ .74
 ตามลำดับส่วนค่าความยากง่ายของแบบทดสอบเท่ากับ .58 .56 .51 .52 .61 .46 .51
 และ .58 ตามลำดับ และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเท่ากับ .48 .43 .44 .38
 .45 .40 .36 และ .34 ตามลำดับ ซึ่งถือได้ว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูงพอความยากง่าย
 พอเหมาะและอำนาจจำแนกดี

หทัยทิพย์ วิมประภาพรกุล (2532 : 66-68) ได้สร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ
 งานโลหะแผ่นเบื้องต้น ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2530
 สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม เครื่องมือที่สร้างขึ้นมี 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบงานกลึงสี่เหลี่ยม
 แบบทดสอบงานกระป๋องทรงกระบอกเข้าขอบลวด และแบบทดสอบงานกรวยกลม กลุ่มตัวอย่าง
 ที่ใช้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาช่างอุตสาหกรรม จากวิทยาลัย
 เทคโนโลยีราชมงคล จำนวน 15 คน ทำการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ
 เท่ากับ 0.5424, 0.7736 และ 0.7274 ตามลำดับส่วนความเชื่อของผู้ประเมิน 2 คน
 แบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับเท่ากับ 0.9525, 0.9618 และ 0.9338 ตามลำดับ ส่วนค่าความ
 ยากง่ายของแบบทดสอบเท่ากับ 0.81, 0.76 และ 0.74 ตามลำดับ และค่าอำนาจจำแนก
 ของแบบทดสอบเท่ากับ 0.62, 0.65 และ 0.68 ตามลำดับ

ผุสดี อัสวชัยสุวิกรม (2537 : บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดผล
 สัมฤทธิ์วิชางานผ้า และการตัดเย็บ 1 หมวดวิชาคหกรรมศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 2 ในจังหวัดสระบุรี โดยใช้กลุ่มทดลองแบบทดสอบ ในจำนวน 40 คน เพื่อหาค่า
 ความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ อีกกลุ่มใช้ทดลองแบบทดสอบ
 จำนวน 20 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน ผลการศึกษาพบว่า แบบ
 ทดสอบภาคปฏิบัติ จำนวน 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบงานเสื้อคอกลม จำนวน 15 ข้อ และ
 แบบทดสอบเสื้อคอฮาวาย จำนวน 16 ข้อ ได้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน
 ซึ่งมีความเที่ยงตรงเป็นรายข้อตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบ
 เท่ากับ 0.63 และ 0.54 ตามลำดับ ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบเท่ากับ 0.51
 และ 0.63 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์การสุปร้องอิง
 มีค่าเท่ากับ 0.9831 และ 0.9133 ตามลำดับและค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน
 เท่ากับ 0.9831 และ 0.9601 ตามลำดับ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว. 203 ของโรงเรียนศรีयाภัย จังหวัดชุมพร จำนวน 450 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว. 203 ของโรงเรียนศรีयाภัย จังหวัดชุมพร จำนวน 120 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเทคโนโลยี

ตาราง 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีและครั้งที่ใช้ทดลอง

ทดสอบครั้งที่ 1	ทดสอบครั้งที่ 2
100 คน	20 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นดังนี้

1. แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยี แบบเขียนตอบ Paper and Pencil Performance
2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีเชิงจำแนก Identification
3. แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีวัดการปฏิบัติจริง Work Sample

จุดประสงค์ของแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยี
ตัวอย่างจุดประสงค์ในการวัดดังนี้

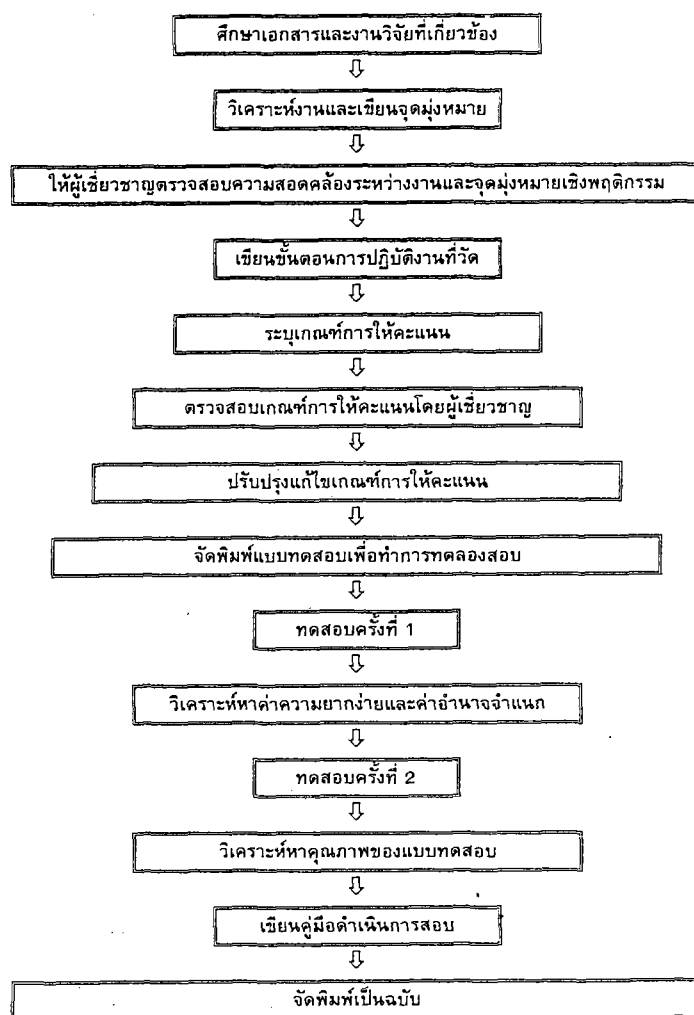
1. เตรียมอุปกรณ์ วัสดุ และเครื่องมือที่ใช้ได้
2. เขียนวิธีการปฏิบัติได้ ออกแบบวางแผน
3. ลงมือปฏิบัติได้

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบ 1 ฉบับ คือ

1. แบบทดสอบภาคปฏิบัติ ในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ มีขั้นตอนการสร้าง ดังภาพประกอบ 3

การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ มีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังนี้



ภาพประกอบ 3 ลำดับขั้นตอนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบภาคปฏิบัติ
2. วิเคราะห์งานโดยเชิญอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งถือว่าเป็นผู้เชี่ยวชาญ

จำนวน 5 คน เข้าร่วมวิเคราะห์ว่าควรจะวัดกระบวนการอะไรบ้าง และเขียนเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมออกมา ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์งาน ดังตาราง 2

ตาราง 2 ตัวอย่างการวิเคราะห์งานและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

การกระทำ	จุดมุ่งหมายการสอน	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
1. การวางแผนการปฏิบัติ		
- ออกแบบ	- รู้จักวางแผนออกแบบปฏิบัติงาน	- สามารถออกแบบปฏิบัติงานได้ถูกต้อง
- ตั้งสมมติฐาน	- รู้จักการเขียนสมมติฐาน	- สามารถตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง
2. การดำเนินการปฏิบัติ		
- สร้างผลงาน	- รู้จักวิธีและขั้นตอนในการสร้างผลงาน	- สามารถสร้างผลงานได้ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอน
3. ผลงานจากการปฏิบัติ		
- ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ	- รู้จักเทคนิคและกลไกการทำงาน (เทคโนโลยี)	- สามารถสร้างผลงานได้สมบูรณ์ถูกต้อง

3. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจเหตุผล (Face Validity) ระหว่างงาน และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้น ดังนี้

ตาราง 3 ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

การวิเคราะห์งาน	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
1. การวางแผนการปฏิบัติงาน - ออกแบบ	- สามารถออกแบบปฏิบัติงานได้ถูกต้อง			
- ตั้งสมมติฐาน	- สามารถตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง			
2. การดำเนินการปฏิบัติ - สร้างผลงาน	- สามารถสร้างผลงานได้ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอน			
3. ผลงานจากการปฏิบัติ - ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ	- สามารถสร้างผลงานได้สมบูรณ์ถูกต้อง			

4. นำผลการวิเคราะห์งานมาเขียนขั้นตอนการปฏิบัติงานที่วัด

5. ระบุเกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินในแต่ละข้อปฏิบัติของขั้นตอนต่าง ๆ ในการปฏิบัติงาน

6. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเป็นปรนัยของข้อปฏิบัติและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินดังตัวอย่างในตาราง 3 และตาราง 4

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อปฏิบัติที่สร้างขึ้น สามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมหรือไม่โดยการพิจารณาน้ำหนักดังนี้

+1 คือ แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

0 คือ ไม่แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

-1 คือ แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นไม่สามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

ตาราง 4 ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับข้อปฏิบัติ

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ข้อปฏิบัติ	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
- สามารถออกแบบปฏิบัติงานได้ถูกต้อง - สามารถเขียนวิธีการปฏิบัติได้ - สามารถสร้างผลงานได้ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอน	<u>การวางแผน</u> - มีการออกแบบและตั้งสมมติฐานในการปฏิบัติ <u>วิธีการปฏิบัติ</u> - ปฏิบัติสร้างผลงานได้ <u>ผลงาน</u> - ผลงานมีประสิทธิภาพทำงานได้			

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในข้อปฏิบัตินั้นได้หรือไม่ โดยพิจารณาน้ำหนักดังนี้

- +1 คือ แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง
- 0 คือ ไม่แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง
- 1 คือ แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นไม่สามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

ตาราง 5 ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของเกณฑ์การประเมินกับข้อปฏิบัติ

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การประเมิน	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
- สามารถออกแบบปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอน	3 คะแนน เมื่อดำเนินการปฏิบัติได้ถูกต้องแม่นยำและมีประสิทธิภาพ 2 คะแนน ดำเนินการปฏิบัติได้ถูกต้องเหมาะสมตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยครูแนะนำไม่เกิน 2 ครั้ง 1 คะแนน ดำเนินการปฏิบัติไม่ถูกต้องครูต้องคอยแนะนำ			

7. ปรับปรุง และแก้ไขเกณฑ์การให้คะแนน โดยผู้วิจัยนำผลจากการประเมินพร้อมกับปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

8. จัดพิมพ์แบบทดสอบเพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 1

9. นำแบบทดสอบภาคปฏิบัติไปทดสอบกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนศรีวิทยา จังหวัดชุมพร จำนวน 120 คน
วิธีดำเนินการทดลองเครื่องมือ (Try out) มีขั้นตอนดังนี้
สุ่มนักเรียนในการทดลองแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยี 120 คน

1) โดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากมา 120 คน

2) จับสลากอีกครั้งเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน

3) จับสลากเพื่อแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 5 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 2 1 กลุ่ม
นักเรียน 5 กลุ่มแรกแต่ละคนมีโอกาสทดสอบภาคปฏิบัติแบบทดสอบใดเพียง 1 แบบ ซึ่งมีทั้งหมด 5 แบบทดสอบ โดยใช้เวลาในการปฏิบัติประมาณ 2 คาบ (100 นาที)

10. นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ คือ หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

11. นำแบบทดสอบที่มีคุณภาพ หลังจากได้ทำการทดลองแล้วไปทดสอบกับนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง จำนวน 20 คน

12. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน

13. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

14. เขียนคู่มือการดำเนินการสอบของแบบทดสอบภาคปฏิบัติที่สร้างขึ้น

15. จัดพิมพ์เป็นรูปฉบับ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติเบื้องต้น ได้แก่ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

2. หาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของคะแนนแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2527 : 294) โดยใช้สูตร

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

เมื่อ CV แทน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายในรูปเปอร์เซ็นต์

S แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ

3. หาค่าความยากง่ายรายข้อของแบบทดสอบ (อังคณา สายยศ. 2536 : 31 ; อ้างอิงจาก Whitney and Sabers. 1970 : 214 - 215)

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

เมื่อ	P	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนของผู้เข้าสอบของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ ซึ่งได้จาก 50% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด
	$\text{Score}_{\min}$	แทน	คะแนนต่ำสุดของนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้น
	$\text{Score}_{\max}$	แทน	คะแนนสูงสุดของนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้น

4. หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบ (อังคณา สายยศ. 2536 : 32 ; อ้างอิงจาก Whitney and Sabers. 1970 : 214 - 215)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(\text{Score}_{\max} - \text{Score}_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนของผู้เข้าสอบของกลุ่มสูง หรือกลุ่มต่ำ ซึ่งได้จาก 50% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด
	$\text{Score}_{\min}$	แทน	คะแนนต่ำสุดของนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้น
	$\text{Score}_{\max}$	แทน	คะแนนสูงสุดของนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้น

5. หาค่าดัชนีความยากง่ายของข้อสอบ Identification (อังคณา สายยศ. 2536 :

33)

$$P_E = \frac{N_r}{N_t}$$

เมื่อ	P_E	=	ดัชนีความง่าย
	N_r	=	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นถูก
	N_t	=	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้น

6. หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ Identification (อังกฤษ สายยศ. 2536 :

34)

$$D = \frac{u}{n_u} - \frac{L}{n_L}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	u	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
	n_u	แทน	จำนวนคนกลุ่มเก่ง
	n_L	แทน	จำนวนคนกลุ่มอ่อน

7. หาค่าความยากมาตรฐาน (อังกฤษ สายยศ. 2536 : 35)

$$\Delta = 13 + 4X$$

8. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ Identification โดยใช้สูตร กูเดอร์ริราซ์ดสัน (KR-20) (ล้วน สายยศ และอังกฤษ สายยศ. 2531 : 168 - 169)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	อัตราส่วนของคนที่ถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	อัตราส่วนของคนที่ทำผิดในแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนที่สอบได้

8. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ Paper and Pencil และ Work Sample ของแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์ แอลฟา (α -Coefficient) (ล้วน สายยศ และอังกฤษ สายยศ. 2528 : 170 - 172)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	$\sum S_i^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

9. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ Paper Pencil และ Work Sample โดยใช้สูตร Generalizability Coefficient (Linda. 1986 : 161 - 165) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ Paper Pencil Performance และ Work Sample ของแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม ความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง ดัดแปลง ความสามารถทางเทคโนโลยีในการเลียนแบบ และความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง

$$\hat{\rho}_i^2 = \frac{\hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_i^2 + \hat{\sigma}_e^2}$$

$$\text{เมื่อ } \hat{\sigma}_p^2 = \frac{(MS_p - MS_r)}{n_i}$$

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{(MS_i - MS_r)}{n_p}$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = MS_r$$

10. หาค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน ใช้การคำนวณหาโดยใช้ Kendall coefficient of Concordance (ส.วาสนา ประวาลพฤษ์. 2527 : 9 - 11)

$$W = \frac{12S}{K^2(n^3 - n)}$$

เมื่อ	W	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการจัดอันดับ
	S	แทน	ผลรวมทั้งหมดของอันดับคะแนนของนักเรียนแต่ละคนที่ เบี่ยงเบนออกจากคะแนนอันดับเฉลี่ย
	K	แทน	จำนวนผู้จัดอันดับ
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

11. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) โดยการคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องซึ่งคำนวณจากสูตรได้ดังนี้ (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2527 : 89)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	ΣR	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

12. หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดจากสูตร (ล้วน สายยศ และ
อังคณา สายยศ. 2522 : 276)

$$SE_{meas} = \pm S_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ	SE_{meas}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
	S_x	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ
	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ
$\overline{IOC}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ
K	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
P	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบ
Δ	แทน	ค่าความยากมาตรฐานของข้อสอบ
D	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
CV	แทน	สัมประสิทธิ์ของการกระจายในรูปเปอร์เซ็นต์
S_{meas}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
r_{tt}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ Identification
α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเฉพาะแบบทดสอบ Paper and Pencil Performance และ Work Sample ของแบบ ทดสอบความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี
$\hat{P}_i^2$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ
W	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน Paper and Pencil Performance
X_{1a}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี ชั้น Identification
X_{1b}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี ชั้น Paper and Pencil Performance
X_{1c}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี ชั้น Work Sample

X _{2a}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม ชิ้น Identification
X _{2b}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม ชิ้น Paper and Pencil Performance
X _{2c}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม ชิ้น Work Sample
X _{3a}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง ชิ้น Identification
X _{3b}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง ชิ้น Paper and Pencil Performance
X _{3c}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง ชิ้น Work Sample
X _{4a}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้าง แบบเลียนแบบ ชิ้น Identification
X _{4b}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้าง แบบเลียนแบบ ชิ้น Paper and Pencil Performance
X _{4c}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้าง แบบเลียนแบบ ชิ้น Work Sample
X _{5a}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่ม สร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง ชิ้น Identification
X _{5b}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่ม สร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง ชิ้น Paper and Pencil Performance
X _{5c}	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่ม สร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง ชิ้น Work Sample

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

แบบทดสอบที่ 1 แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1

2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

2.2 การคัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปสอบ

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 2

3.1 การวิเคราะห์รายข้อ

3.2 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่ 2 แบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1

2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

2.2 การคัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปสอบ

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 2

3.1 ค่าสถิติพื้นฐาน

3.2 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน

แบบทดสอบที่ 3 แบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1

2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

2.2 การคัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปสอบ

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 2

3.1 ค่าสถิติพื้นฐาน

3.2 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน

แบบทดสอบที่ 4 แบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1

2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

2.2 การคัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปสอบ

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 2

- 3.1 ค่าสถิติพื้นฐาน
- 3.2 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- 3.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน

แบบทดสอบที่ 5 แบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยี

ด้วยตนเอง

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1

- 2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ
- 2.2 การคัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปสอบ

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 2

- 3.1 ค่าสถิติพื้นฐาน
- 3.2 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- 3.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการสร้างแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติทั้ง 5 แบบทดสอบ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงทั้ง 5 แบบทดสอบ แล้วนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง และวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งแต่ละแบบทดสอบ แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้คือ

แบบทดสอบที่ 1 แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง

ในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้ ขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี พร้อมกับสร้างแบบประเมินเกี่ยวกับเนื้อหา รายละเอียดวิชา จุดประสงค์ ข้อปฏิบัติต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนปฏิบัติในแต่ละชิ้นงาน และเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดภาคปฏิบัติว่ามีความเหมาะสมสอดคล้องกันหรือไม่ โดยนำแบบประเมินดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี จำนวน 5 คน เป็นผู้ประเมินตามรายละเอียดต่าง ๆ ปรากฏว่ามีความเห็นสอดคล้องกันเป็นรายข้อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี

แบบทดสอบ	IOC	$\overline{IOC}$
X_{1a}	0.67-1.00	0.92
X_{1b}	0.67-1.00	0.93
X_{1c}	1.00-1.00	1.00

จากตาราง 6 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีด้านการใช้เทคโนโลยี มีช่วงพิสัยค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00 ความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00 และความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1.00 ถึง 1.00 และค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องแต่ละด้านเท่ากับ 0.92, 0.93 และ 1.00 ตามลำดับ แสดงว่าแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี มีความเที่ยงตรงเชื่อถือได้

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีทั้ง 3 ชั้น ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนศรีวิทยา จำนวน 100 คน โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน เพื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีเป็นรายข้อได้ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี

แบบทดสอบ	K	P	Δ	D
X_{1a}	20	0.36-0.71	5.08-14.12	0.31-0.74
X_{1b}	5	0.21-0.83	7.66-16.3	0.17-0.61
X_{1c}	7	0.45-0.58	9.76-13.44	0.43-0.67

จากตาราง 7 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี ฉบับ Identification จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.36-0.71 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อ ตั้งแต่ 5.08-14.12 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.31-0.74 ปรากฏว่าใช้ได้ทุกข้อ แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีฉบับ Paper and Pencil Performance จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .21-.83 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อ ตั้งแต่ 7.66-16.1 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.17-0.61 ปรากฏว่าใช้ได้ 3 ข้อ ตัดทิ้ง 2 ข้อ คือข้อ 1 และข้อ 4 ฉบับ Work and Sample จำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.45-0.58 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อตั้งแต่ 9.76-13.44 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .43-.67 ปรากฏว่าใช้ได้ทุกข้อ

2.2 คัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 2

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี

3.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ตาราง 8 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ค่าอำนาจจำแนก และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย ของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี

แบบทดสอบ	K	P	$\bar{p}$	Δ	$\bar{\Delta}$	D	$\bar{D}$
X_{1a}	20	0.60-0.80	0.71	5.08-14.12	8.83	.031-0.74	0.48
X_{1b}	3	0.38-0.62	0.48	7.66-14.12	10.55	.035-0.61	0.55
X_{1c}	7	0.45-0.58	0.58	9.76-13.44	12.46	.043-0.67	0.57

จากตาราง 8 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี
 ขั้น Identification จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.60-0.80 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย .71 ค่าความยากมาตรฐาน 5.08-14.12 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย 8.83 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.31-0.74 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.48 แสดงว่าความยากง่ายพอเหมาะ
 ค่าอำนาจจำแนกดี ขั้น Paper and Pencil Performance จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.38-0.62 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.48 ค่าความยากมาตรฐาน 7.66-14.12 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย 10.55 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.35-0.61 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.55 แสดงว่าความยากง่ายพอเหมาะ
 ค่าอำนาจจำแนกดี ขั้น Work Sample จำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.45-0.58 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.58 ค่าความยากมาตรฐาน 9.76-13.44 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย 12.46 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.43-0.67 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.57 แสดงว่าความยากง่ายพอเหมาะ ค่าอำนาจจำแนกดี

3.2 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของคะแนนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ	N	K	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	CV	S	SE _{meas}	r _{tt}
X _{1a}	20	20	20	15.35	19.63	3.0135	±1.9043	0.66
X _{1b}	20	3	9	4.05	34.43	1.3945	±0.7246	0.73
X _{1c}	20	7	21	12.95	36.78	4.7625	±2.2840	0.77

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีทั้ง 3 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนน 15.35, 4.05 และ 12.95 ตามลำดับ แสดงว่า แบบทดสอบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีชั้น Identification ค่าความยากง่ายพอเหมาะ ส่วนแบบทดสอบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีชั้น Paper and Pencil Performance และชั้น Work Sample ค่อนข้างยาก สำหรับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบแต่ละด้านมีค่า 3.01, 1.3 และ 4.76 ตามลำดับ แสดงว่ามีแบบทดสอบแต่ละฉบับมีการกระจายสูงพอประมาณ ส่วนค่าความเชื่อมั่นในแต่ละด้านมีค่าเท่ากับ 0.66, 0.73 และ 0.77 แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นในระดับปานกลาง และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด ± 1.9043, ± 0.7246 และ ±2.2840 ตามลำดับ

แบบทดสอบที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง

ในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้ขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี พร้อมกับสร้างแบบประเมินเกี่ยวกับเนื้อหา รายละเอียดวิชา จุดประสงค์ ข้อปฏิบัติต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนปฏิบัติในแต่ละชิ้นงาน และเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดภาคปฏิบัติว่ามีความเหมาะสมสอดคล้องกันหรือไม่ โดยนำแบบประเมินดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี จำนวน 5 คน เป็นผู้ประเมินตามรายละเอียดต่าง ๆ ปรากฏว่ามีความเห็นสอดคล้องกันเป็นรายข้อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 10

ตาราง 10 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม

แบบทดสอบ	IOC	$\overline{IOC}$
X_{2a}	0.67-1.00	0.92
X_{2b}	0.67-1.00	0.93
X_{2c}	1.00-1.00	1.00

จากตาราง 10 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม มีช่วงพิสัยค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00 ความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00 และความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1.00 ถึง 1.00 และค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องแต่ละด้านเท่ากับ 0.92, 0.93 และ 1.00 ตามลำดับ แสดงว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม มีความเที่ยงตรงเชื่อถือได้

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม ทั้ง 3 ชั้นไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนศรียาภัย จำนวน 100 คน โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน เพื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อมเป็นรายข้อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 11

ตาราง 11 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีด้านการซ่อม

แบบทดสอบ	K	P	Δ	D
X_{2a}	20	0.20-0.77	10.1-16.3	0.22-0.68
X_{2b}	6	0.42-0.76	10.2-10.6	0.38-0.57
X_{2c}	30	0.28-0.60	12.0-15.3	0.45-1.00

จากตาราง 11 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม ชั้น Identification จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.77 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อ ตั้งแต่ 10.1-16.3 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.68 ปรากฏว่าใช้ได้ทุกข้อ แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีชั้น Paper and Pencil Performance จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.42-0.76 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อตั้งแต่ 10.2-10.6 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.38-0.57 ปรากฏว่าใช้ได้ทุกข้อ ชั้น Work Sample จำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.28-0.60 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อตั้งแต่ 12.0-15.3 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.45-1.00 ปรากฏว่าใช้ได้ทุกข้อ

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีในการซ่อม

3.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ตาราง 12 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ค่าอำนาจจำแนก และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย ของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีในการซ่อม

แบบทดสอบ	K	P	$\bar{p}$	Δ	$\bar{\Delta}$	D	$\bar{D}$
X _{2a}	20	0.40-0.80	.69	10.1-16.3	13.60	0.22-0.68	0.42
X _{2b}	6	0.44-0.76	.55	10.2-10.6	13.35	0.38-0.57	0.65
X _{2c}	30	0.28-0.60	.52	12.0-15.3	13.20	0.45-1.00	0.68

จากตาราง 12 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม ชั้น Identification จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.40-0.80 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.69 ค่าความยากมาตรฐาน 10.1-16.3 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย 13.60 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.68 อำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.42 แสดงว่าความยากง่ายพอเหมาะ ค่าอำนาจจำแนกดี ชั้น Paper and Pencil Performance จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.44-0.76 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.55 ค่าความยากมาตรฐาน 10.2-10.6 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย 13.35 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.38-0.57 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.65 แสดงว่าความยากง่ายพอเหมาะ ค่าอำนาจจำแนกดี ชั้น Work Sample จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.28-0.60 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.52 ค่าความยากมาตรฐาน 12.0-15.3 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย 13.20 ค่าอำนาจจำแนกดี ตั้งแต่ 0.45-1.00 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.68 แสดงว่าความยากง่ายพอเหมาะ ค่าอำนาจจำแนกดี

3.2 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีในการซ่อม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีในการซ่อม มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของคะแนนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีในการซ่อม ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีในการซ่อม

แบบทดสอบ	N	K	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S	CV
X_{2a}	20	20	20	14.60	3.40	23.27
X_{2b}	20	6	18	12.15	4.44	36.54
X_{2c}	20	30	90	53.10	17.97	33.85

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 13 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม ชั้น Identification มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.6 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.40 และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 23.27 แบบทดสอบวัดชั้น Paper and Pencil Performance มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.15 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.44 และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 36.54 แบบทดสอบชั้น Work Sample มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53.10 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 17.98 และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 33.85

3.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน

ผู้วิจัยได้นำผลการให้คะแนนของผู้ประเมิน 3 ในชั้น Paper and Pencil Performance และชั้น Work Sample ที่ได้จากการสังเกตของนักเรียนคนเดียวกันมาตรวจสอบหาค่าความเชื่อมั่นในการประเมิน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของเคนดอลล์ (Kendall Coefficient of Concordance) ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 14

ตาราง 14 ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน

แบบทดสอบ	W
X_{2b}	0.96
X_{2c}	0.93

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 14 แสดงให้เห็นว่า ผู้ประเมิน 3 คน ให้คะแนนสอดคล้องกัน เชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.96 และ 0.93 ตามลำดับ แสดงว่าเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบ วัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อมชั้น Paper and Pencil Performance และชั้น Work Sample ทั้ง 2 ชั้น มีความชัดเจนและเป็นปรนัยสูง

3.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม

ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยี ในการซ่อม แต่ละชั้นมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 15

ตาราง 15 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม

แบบทดสอบ	r_{tt}	$\hat{P}_i^2$
X_{2a}	0.78	-
X_{2b}	-	.78
X_{2c}	-	.81

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่า แบบประเมินวัดความสามารถทางเทคโนโลยีด้านการซ่อมชั้น Identification และฉบับ Paper and Pencil Performance และชั้น Work Sample มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .78, .78 และ .81 ตามลำดับ แบบทดสอบทั้ง 3 ชั้น มีความเชื่อมั่นในระดับสูง

แบบทดสอบที่ 3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง

ในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ผู้วิจัยได้ขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี พร้อมกับสร้างแบบประเมินเกี่ยวกับเนื้อหา รายละเอียดวิชา จุดประสงค์ ข้อปฏิบัติต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนปฏิบัติในแต่ละชิ้นงาน และเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดภาคปฏิบัติว่ามีความเหมาะสมสอดคล้องกันหรือไม่ โดยนำแบบประเมินดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี จำนวน 5 คน เป็นผู้ประเมินตามรายละเอียดต่าง ๆ ปรากฏว่ามีความเห็นสอดคล้องกันเป็นรายข้อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 16

ตาราง 16 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง

แบบทดสอบ	IOC	$\overline{IOC}$
X_{3a}	0.80-1.00	0.85
X_{3b}	1.00	1.00
X_{3c}	1.00	1.00

จากตาราง 16 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง มีช่วงพิสัยค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.80-1.00 ความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม 1.00 และความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1.00 และค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องแต่ละฉบับเท่ากับ 0.85, 1.00 และ 1.00 ตามลำดับ แสดงว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง มีความเที่ยงตรงเชื่อถือได้

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนศรียาภัย จำนวน 100 คน โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน เพื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง เป็นรายข้อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 17

ตาราง 17 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง

แบบทดสอบ	K	P	Δ	D
X _{3a}	25	0.21-0.78	9.90-16.20	0.22-0.61
X _{3b}	8	0.16-0.83	9.20-17.10	0.14-1.00
X _{3c}	30	0.33-0.69	11.0-14.80	0.57-0.68

จากตาราง 17 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ชั้น Identification จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.21-0.78 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อ ตั้งแต่ 09.9-16.20 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.61 ปรากฏว่าใช้ได้ทุกข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง ชั้น Paper and Pencil Performance จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.16-0.83 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อ ตั้งแต่ 9.20-17.10 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.14-1.00 ปรากฏว่าใช้ได้ 6 ข้อ ดัดทั้ง 2 ข้อ คือข้อ 3 และข้อ 7 แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง ชั้น Work Sample จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.33-0.69 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อ ตั้งแต่ 11.0-14.8 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.57-0.68 ปรากฏว่าใช้ได้ทุกข้อ

2.2 คัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 2

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบ

3.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ตาราง 18 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ค่าอำนาจจำแนก
และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง
ดัดแปลง

แบบทดสอบ	K	P	$\bar{p}$	Δ	$\bar{\Delta}$	D	$\bar{D}$
X _{3a}	25	0.60-0.80	0.72	9.9-16.2	13.1	.22-.61	0.35
X _{3b}	6	0.24-0.76	0.44	10.2-15.8	14.5	.44-1.0	0.53
X _{3c}	30	0.33-0.69	0.51	11.0-14.8	12.4	.47-.68	0.44

จากตาราง 18 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง
ดัดแปลง ชั้น Identification จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.60-0.80 ค่าความยาก
ง่ายเฉลี่ย 0.72 ค่าความยากมาตรฐาน 9.9-16.2 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย 13.1 ค่าอำนาจ
จำแนก ตั้งแต่ 0.22-0.61 อำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.35 แสดงว่าความยากง่ายพอเหมาะ
ค่าอำนาจจำแนกดี ชั้น Paper Pencil and Performance จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่
0.24-0.76 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.44 ค่าความยากมาตรฐาน 10.2-15.8 ค่าความยาก
มาตรฐานเฉลี่ย 14.5 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.44-1.00 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย .053
แสดงว่าความยากง่ายพอเหมาะ ค่าอำนาจจำแนกดี ชั้น Work Sample จำนวน 30 ข้อ มีค่า
ความยากง่ายตั้งแต่ 0.33-0.69 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.51 ค่าความยากมาตรฐาน 11.0-
14.8 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย 12.4 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.47-0.68 ค่าอำนาจจำแนก
เฉลี่ย 0.44 แสดงว่าความยากง่ายพอเหมาะ ค่าอำนาจจำแนกดี

3.2 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงดัดแปลง

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงดัดแปลง มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของคะแนนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงดัดแปลง ดังแสดงในตาราง 19

ตาราง 19 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงดัดแปลง

แบบทดสอบ	N	K	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S	CV
X _{3a}	20	25	25	19.85	3.76	19.43
X _{3b}	20	6	18	11.80	3.36	28.69
X _{3c}	20	30	90	50.80	16.48	32.431

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 19 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงดัดแปลง ชั้น Identification มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.85 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.76 และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 19.43 แบบทดสอบวัดชั้น Paper and Pencil Performance มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.80 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.39 และ ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 28.69 แบบทดสอบชั้น Work Sample มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.80 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 16.48 และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 32.43

3.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน

ผู้วิจัยได้นำผลการให้คะแนนของผู้ประเมิน 3 คน ในชั้น Paper and Pencil Performance และฉบับ Work Sample ที่ได้จากการสังเกตของนักเรียนคนเดียวกันมาตรวจสอบหาค่าความเชื่อมั่นในการประเมิน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของเคนดอลล์ (Kendall Coefficient of Concordance) ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 20

ตาราง 20 ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน

แบบทดสอบ	W
X_{3b}	0.96
X_{3c}	0.91

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 20 แสดงให้เห็นว่า ผู้ประเมิน 3 คน ให้คะแนนสอดคล้องกัน เชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.96 และ 0.91 ตามลำดับ แสดงว่าเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบ วัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงชั้น Paper and Pencil Performance และชั้น Work Sample ทั้ง 2 ชั้น มีความชัดเจนและเป็นปรนัยสูง

3.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง ดัดแปลง

ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงดัดแปลง แต่ละฉบับมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงดัดแปลง ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 21

ตาราง 21 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง
ดัดแปลง

แบบทดสอบ	r_{tt}	$\hat{P}_i^2$
X_{3a}	0.78	-
X_{3b}	-	0.89
X_{3c}	-	0.91

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 21 แสดงให้เห็นว่า แบบประเมินวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงดัดแปลง ชั้น Identification ชั้น Paper and Pencil Performance และชั้น Work Sample มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78, 0.89 และ 0.91 ตามลำดับ แบบทดสอบทั้ง 3 ชั้น มีความเชื่อมั่นในระดับสูง

แบบทดสอบที่ 4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง

ในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ ผู้วิจัยได้ขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี พร้อมกับสร้างแบบประเมินเกี่ยวกับเนื้อหา รายละเอียดวิชา จุดประสงค์ ข้อปฏิบัติต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนปฏิบัติในแต่ละชิ้นงาน และเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดภาคปฏิบัติว่ามีความเหมาะสมสอดคล้องกันหรือไม่ โดยนำแบบประเมินดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี จำนวน 5 คน เป็นผู้ประเมินตามรายละเอียดต่าง ๆ ปรากฏว่า มีความเห็นสอดคล้องกันเป็นรายข้อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 22

ตาราง 22 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ

แบบทดสอบ	IOC	$\overline{IOC}$
X_{4a}	0.80-1.00	0.88
X_{4b}	1.00	1.00
X_{4c}	1.00	1.00

จากตาราง 22 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ มีช่วงพิสัยค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.80-1.00 ความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม 1.00 และความสอดคล้องระหว่าง ข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1.00 และค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องแต่ละฉบับเท่ากับ 0.88, 1.00 และ 1.00 ตามลำดับ แสดงว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบมีความเที่ยงตรงเชื่อถือได้

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ ทั้ง 3 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนศรีวิทย จำนวน 100 คน โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน เพื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบเป็นรายข้อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 23

ตาราง 23 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ

แบบทดสอบ	K	P	Δ	D
X _{4a}	28	0.20-0.81	9.50-16.40	0.12-0.73
X _{4b}	8	0.53-0.83	9.20-12.70	0.14-0.79
X _{4c}	30	0.36 -0.78	9.90-14.50	0.21-1.00

จากตาราง 23 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างแบบเลียน ชั้น Identification จำนวน 28 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.81 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อ ตั้งแต่ 9.50-16.40 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.12-0.73 ปรากฏว่าใช้ได้ 250 ตัดทิ้ง 3 ข้อ คือข้อ 6, 13 และ 25 แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบชั้น Paper and Pencil Performance จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .53-.83 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อ ตั้งแต่ 9.20-12.70 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.14-0.79 ปรากฏว่าใช้ได้ 6 ข้อ ตัดทิ้ง 2 ข้อ คือข้อ 3 และข้อ 7 แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบชั้น Work Sample จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.36-0.78 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อตั้งแต่ 9.90-14.50 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-1.00 ปรากฏว่าใช้ได้ทุกข้อ

2.2 คัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปทดลองครั้งที่ 2

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ

3.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ตาราง 24 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ค่าอำนาจจำแนก
และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้าง
เลียนแบบ

แบบทดสอบ	K	P	$\bar{p}$	Δ	$\bar{\Delta}$	D	$\bar{D}$
X_{4a}	25	0.50-0.80	0.69	10.7-15.8	14.60	0.26-0.73	0.47
X_{4b}	6	0.53-0.76	0.65	10.2-12.7	11.50	0.36-0.79	0.58
X_{4c}	30	0.36-0.78	0.55	9.9-14.5	12.70	0.21-1.00	0.60

จากตาราง 24 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้าง
เลียนแบบ ชั้น Identification จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.50-0.80 ค่าความยาก
ง่ายเฉลี่ย 0.69 ค่าความยากมาตรฐาน 10.70-15.80 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย 14.60
ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26-0.73 อำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.47 แสดงว่าความยากง่ายพอเหมาะ
ค่าอำนาจจำแนกดี ชั้น Paper and Pencil Performance จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่
0.53-0.76 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.65 ค่าความยากมาตรฐาน 10.20-12.70 ค่าความยาก
มาตรฐานเฉลี่ย 11.50 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ชั้น ฉบับ Work Sample จำนวน 30 ข้อ
มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.36-0.78 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.55 ค่าความยากมาตรฐาน
9.90-14.50 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย 12.70 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-1.00
ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.60 แสดงว่าความยากง่ายพอเหมาะ ค่าอำนาจจำแนกดี

3.2 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ ดังแสดงในตาราง 25

ตาราง 25 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ

แบบทดสอบ	N	K	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S	CV
X_{4a}	20	25	30	19.40	3.80	19.60
X_{4b}	20	6	18	14.40	2.45	17.01
X_{4c}	20	30	90	68.50	15.48	22.59

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 25 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบขั้น Identification มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.40 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.80 และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 19.60 แบบทดสอบวัดขั้น Paper and Pencil Performance มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.40 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.45 และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 17.01 แบบทดสอบขั้น Work Sample มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.50 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 15.48 และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 22.59

3.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน

ผู้วิจัยได้นำผลการให้คะแนนของผู้ประเมิน 3 คน ในฉบับ Paper and Pencil Performance และฉบับ Work Sample ที่ได้จากการสังเกตของนักเรียนคนเดียวกันมาตรวจสอบหาค่าความเชื่อมั่นในการประเมิน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของเคนดอลล์ (Kendall Coefficient of Concordance) ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 26

ตาราง 26 ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน

แบบทดสอบ	W
X_{4b}	0.89
X_{4c}	0.83

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 26 แสดงให้เห็นว่า ผู้ประเมิน 3 คน ให้คะแนนสอดคล้องกัน เชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.89 และ 0.83 ตามลำดับ แสดงว่าเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบ วัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบชั้น Paper and Pencil Performance และชั้น Work Sample ทั้ง 2 ชั้น มีความชัดเจนและเป็นปรนัยสูง

3.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้าง เขียนแบบ

ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเขียนแบบ แต่ละฉบับมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเขียนแบบ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 27

ตาราง 27 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเขียนแบบ

แบบทดสอบ	r_{tt}	$\hat{P}_i^2$
X_{4a}	0.80	-
X_{4b}	-	0.70
X_{4c}	-	0.76

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 27 แสดงให้เห็นว่า แบบประเมินวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเขียนแบบชั้น Identification และชั้น Paper and Pencil Performance และชั้น Work Sample มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80, 0.70 และ 0.76 ตามลำดับ แบบทดสอบทั้ง 3 ชั้น มีความเชื่อมั่นในระดับสูง

แบบทดสอบที่ 5 แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง

ตอนที่ 1 การหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง

ในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้ขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี พร้อมกับสร้างแบบประเมินเกี่ยวกับเนื้อหา รายละเอียดวิชา จุดประสงค์ ข้อปฏิบัติต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนปฏิบัติในแต่ละชิ้นงาน และเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดภาคปฏิบัติว่ามีความเหมาะสมสอดคล้องกันหรือไม่ โดยนำแบบประเมินดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี จำนวน 5 คน เป็นผู้ประเมินตามรายละเอียดต่าง ๆ ปรากฏว่า มีความเห็นสอดคล้องกันเป็นรายข้อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 28

ตาราง 28 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง

แบบทดสอบ	IOC	$\overline{IOC}$
X_{5a}	0.60	0.98
X_{5b}	1.00	1.00
X_{5c}	1.00	1.00

จากตาราง 28 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง มีช่วงพิสัยค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.60-1.00 ความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม 1 และความสอดคล้องระหว่าง ข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1 และค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องแต่ละฉบับเท่ากับ 0.98, 1.00 และ 1.00 ตามลำดับ แสดงว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเองมีความเที่ยงตรงเชื่อถือได้

ตอนที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเองทั้ง 3 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนศรีราษฎร์ จำนวน 100 คน โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน เพื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเองเป็นรายข้อ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 29

ตาราง 29 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง

แบบทดสอบ	K	P	Δ	D
X _{5a}	5	0.24-0.97	7.66-16.3	0.24-0.96
X _{5b}	6	0.35-0.95	10.2-10.6	0.60-0.74
X _{5c}	30	0.11-0.88	12.0-15.3	0.17-0.67

จากตาราง 29 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเองขั้น Identification จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.24-0.97 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อ ตั้งแต่ 7.66-16.3 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23-0.96 ปรากฏว่าใช้ได้ ทุกข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเองขั้น Paper and Pencil Performance จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.35-0.95 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อ ตั้งแต่ 10.2-10.6 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.60-0.74 ปรากฏว่าใช้ได้ ทุกข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเองขั้น Work Sample จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.11-0.88 ค่าความยากมาตรฐานรายข้อตั้งแต่ 12.00-15.30 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.17-0.67 ปรากฏว่าใช้ได้ 28 ข้อ ตัดทิ้ง 2 ข้อ คือข้อ 7 และข้อ 8

2.2 คัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 2

ตอนที่ 3 การทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง

3.1 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

ตาราง 30 ค่าความยากง่าย ค่าความยากมาตรฐาน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ค่าอำนาจ
จำแนกและค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการ
ริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง

แบบทดสอบ	K	P	$\bar{p}$	Δ	$\bar{\Delta}$	D	$\bar{D}$
X_{5a}	5	0.55-0.70	0.64	10.80-12.50	11.52	0.20-1.00	0.62
X_{5b}	6	0.33-0.45	0.39	13.50-14.70	14.13	0.43-0.74	0.62
X_{5c}	28	0.21-0.80	0.45	9.60-16.20	13.56	0.22-0.67	0.49

จากตาราง 30 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่ม
สร้างเทคโนโลยีด้วยตนเองขั้น Identification จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.55-
0.70 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.64 ค่าความยากมาตรฐาน 10.80-12.50 ค่าความยากมาตรฐาน
เฉลี่ย 11.52 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 อำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.62 แสดงว่า
ความยากง่ายพอเหมาะ ค่าอำนาจจำแนกดี ขั้น Paper and Pencil Performance จำนวน 6 ข้อ
มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.33-0.45 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.39 ค่าความยากมาตรฐาน
13.50-14.70 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย 14.13 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.43-0.74
ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.62 แสดงว่าความยากง่าย พอเหมาะ ค่าอำนาจจำแนกดี ขั้น Work
Sample จำนวน 28 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.21-0.80 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.45
ค่าความยากมาตรฐาน 9.60-12.20 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย 13.56 ค่าอำนาจจำแนก
ตั้งแต่ 0.22-0.67 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.49 แสดงว่าความยากง่ายพอเหมาะ ค่าอำนาจ
จำแนกดี

3.2 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเองมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง ดังแสดงในตาราง 31

ตาราง 31 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง

แบบทดสอบ	N	K	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S	CV
X _{5a}	20	5	5	2.50	1.32	52.92
X _{5b}	20	6	18	12.15	4.44	37.56
X _{5c}	20	28	84	43.10	16.97	35.85

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 31 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง ชั้น Identification มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.32 และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 52.92 แบบทดสอบวัดชั้น Paper and Pencil Performance มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.15 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.44 และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 37.56 แบบทดสอบชั้น Work Sample มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.10 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 16.97 และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายเท่ากับ 35.85

3.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน

ผู้วิจัยได้นำผลการให้คะแนนของผู้ประเมิน 3 คน ชั้น Paper and Pencil Performance และชั้น Work Sample ที่ได้จากการสังเกตของนักเรียนคนเดียวกันมาตรวจสอบหาค่าความเชื่อมั่นในการประเมิน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของเคนดอลล์ (Kendall Coefficient of Concordance) ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 32

ตาราง 32 ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 3 คน

แบบทดสอบ	W
X_{5b}	0.93
X_{5c}	0.96

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 32 แสดงให้เห็นว่า ผู้ประเมิน 3 คน ให้คะแนนสอดคล้องกัน เชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.93 และ 0.96 ตามลำดับ แสดงว่าเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบ วัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเองชั้น Paper and Pencil Performance และชั้น Work Sample ทั้ง 2 ชั้น มีความชัดเจนและเป็นปรนัยสูง

3.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง

ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง แต่ละฉบับมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 33

ตาราง 33 ความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง

แบบทดสอบ	r_{tt}	$\hat{P}_i^2$
X_{5a}	0.70	-
X_{5b}	-	0.78
X_{5c}	-	0.81

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 33 แสดงให้เห็นว่า แบบประเมินวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเองชั้น Identification ชั้น Paper and Pencil Performance และชั้น Work Sample มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70, 0.78 และ 0.81 ตามลำดับ แบบทดสอบทั้ง 3 ชั้น มีความเชื่อมั่นในระดับสูง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีของนักเรียน

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบ 5 แบบทดสอบ แต่ละแบบทดสอบประกอบด้วย แบบทดสอบ 3 ชั้น คือ
 - 1.1 แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีแบบเขียนตอบ (Paper and Pencil Performance)
 - 1.2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีเชิงจำแนก (Identification)
 - 1.3 แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีแบบวัดการปฏิบัติจริง (Work Sample)
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบภาคปฏิบัติทางด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก เป็นรายข้อ
3. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบภาคปฏิบัติทางด้านความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร
ประชากรที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เล่ม 3 (ว 203) ของโรงเรียนศรียาภัย จังหวัดชุมพร จำนวน 450 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนศรียาภัย จังหวัดชุมพร จำนวน 120 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) และสุ่มแบ่งกลุ่มเป็น 6 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน ทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 5 กลุ่ม ทดสอบครั้งที่ 2 จำนวน 1 กลุ่ม
3. เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเทคโนโลยี

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยี 1 ฉบับ
5. การดำเนินการสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการสร้าง

ในการสร้างแบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีฉบับนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าความสามารถทางเทคโนโลยี แล้วนำมาวิเคราะห์งาน โดยแบ่งความสามารถทางเทคโนโลยีเป็น 5 ด้าน ได้แก่
 1. ความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี
 2. ความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม
 3. ความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงดัดแปลง
 4. ความสามารถทางเทคโนโลยีในการเลียนแบบ
 5. ความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างด้วยตนเอง
2. วิเคราะห์งาน จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ข้อปฏิบัติ และเกณฑ์ในการให้คะแนน ซึ่งเมื่อนำไปหาความสอดคล้องระหว่างการวิเคราะห์งานกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับข้อปฏิบัติ และข้อปฏิบัติกับเกณฑ์ในการให้คะแนน โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เป็นผู้ประเมิน เพื่อหาความเที่ยงตรง ของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้ มีความเที่ยงตรงเชื่อถือได้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำแบบทดสอบไปหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้ง 5 แบบทดสอบ
 - 1.1 หาความเที่ยงตรง
 - 1.2 หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก
 - 1.3 หาค่าสถิติพื้นฐาน
 - 1.4 หาค่าเชื่อมั่นของผู้ประเมิน
 - 1.5 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยี โดยหาค่าความเที่ยงตรง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และความเชื่อมั่นของผู้ประเมินของแบบทดสอบทั้ง 5 แบบทดสอบ ปรากฏผล ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี แบ่งออกเป็น 3 ชั้น เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบ Identification

1.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

1.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

0.92

1.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

1.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.52 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.48

1.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

1.3.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.76

2. แบบทดสอบ Paper and Pencil Performance

2.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

2.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

0.93

2.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

2.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.48 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.55

2.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

2.2.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.73

3. แบบทดสอบ Work Sample

3.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

3.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 1.00-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

0.93

3.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

3.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.58 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.57

3.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

3.3.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.77

แสดงว่า ค่าความเที่ยงตรงเชื่อถือได้ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันในระดับสูง ค่าความยากง่ายอยู่ในระดับพอเหมาะ และมีอำนาจจำแนกสูง และสามารถจำแนกได้ดี แบบทดสอบทั้ง 3 ชั้น มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบค่อนข้างสูง มีความเป็นปรนัยสูง

แบบทดสอบฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม จัดแบ่งออกเป็น 3 ชั้น

1. แบบทดสอบ Identification

1.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

1.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

0.92

1.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

1.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.48 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.42

1.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

1.3.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.76

2. แบบทดสอบ Paper and Pencil Performance

2.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

2.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

0.93

2.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

2.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.55 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.65

2.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน ปรากฏผลดังนี้

2.3.1 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 0.96

2.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

2.4.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.78

3. แบบทดสอบ Work Sample

3.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

3.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 1.00-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

1.00

3.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

3.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.52 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.68

3.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน ปรากฏผลดังนี้

3.3.1 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 0.93

3.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

3.4.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.81

แสดงว่า แบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชื่อถือ มีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนกสูง สามารถจำแนกได้ดี ผู้ประเมินมีความสอดคล้องไปในทางเดียวกัน มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูง มีความเป็นปรนัยสูง

แบบทดสอบฉบับที่ 3 แบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง

ดัดแปลง

1. แบบทดสอบ Identification

1.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

1.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

0.85

1.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

1.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.49 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.35

1.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

1.3.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.86

2. แบบทดสอบ Paper and Pencil Performance

2.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

2.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 1.00-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

1.00

2.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

2.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.44 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.53

2.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน ปรากฏผลดังนี้

2.3.1 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 0.96

2.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

2.4.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.89

3. แบบทดสอบ Work Sample

3.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

3.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 1.00-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

1.00

3.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

3.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.51 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.44

3.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน ปรากฏผลดังนี้

3.3.1 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 0.91

3.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

3.4.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.91

แสดงว่า แบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชื่อถือ มีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับพอเหมาะมีค่าอำนาจจำแนกสูง สามารถจำแนกได้ดี ผู้ประเมินมีความสอดคล้องไปในทางเดียวกัน มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูง มีความเป็นปรนัยสูง

แบบทดสอบฉบับที่ 4 แบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการเลียนแบบ

1. แบบทดสอบ Identification

1.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

1.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

0.88

1.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

1.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.54 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.47

1.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

1.3.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.77

2. แบบทดสอบ Paper and Pencil Performance

2.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

2.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 1.00-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย 1.00

2.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

2.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.65 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.58

2.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน ปรากฏผลดังนี้

2.3.1 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 0.89

2.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

2.4.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.70

3. แบบทดสอบ Work Sample

3.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

3.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 1.00-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

1.00

3.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

3.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.55 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.60

3.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน ปรากฏผลดังนี้

3.3.1 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 0.83

3.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

3.4.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.76

แสดงว่า แบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชื่อถือ มีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับพอเหมาะมีค่าอำนาจจำแนกสูง สามารถจำแนกได้ดี ผู้ประเมินมีความสอดคล้องไปในทางเดียวกัน มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูง มีความเป็นปรนัยสูง

แบบทดสอบฉบับที่ 5 แบบทดสอบความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง

1. แบบทดสอบ Identification

1.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

1.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

0.98

1.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

1.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.50 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.58

1.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

1.3.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.77

2. แบบทดสอบ Paper and Pencil Performance

2.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

2.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 1.00-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

1.00

2.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

2.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.40 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.59

2.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน ปรากฏผลดังนี้

2.3.1 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 0.93

2.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

2.4.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.70

3. แบบทดสอบ Work Sample

3.1 ความเที่ยงตรง ปรากฏผลดังนี้

3.1.1 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 1.00-1.00 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย

1.00

3.2 ความยากง่าย และอำนาจจำแนก ปรากฏผลดังนี้

3.2.1 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.59 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.66

3.3 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน ปรากฏผลดังนี้

3.3.1 ความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน 0.96

3.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ปรากฏผลดังนี้

3.4.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.76

แสดงว่า แบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชื่อถือ มีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับพอเหมาะมีค่าอำนาจจำแนกสูง สามารถจำแนกได้ดี ผู้ประเมินมีความสอดคล้องไปในทางเดียวกัน มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูง มีความเป็นปรนัยสูง

อภิปรายผล

จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการวัดและประเมินความสามารถทางเทคโนโลยีของนักเรียน ผลปรากฏว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีประสิทธิภาพทั้ง 5 แบบทดสอบ เนื่องจากในการสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน โดยศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์ และขอบข่ายของเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาวิเคราะห์งาน สร้างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อปฏิบัติทางเทคโนโลยี เพื่อให้สอดคล้องกับ จุดมุ่งหมายหลักสูตรและเนื้อหา นำมาสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยี แล้วนำให้ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไข นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ เมื่อได้ข้อสอบที่มีคุณภาพแล้ว นำแบบทดสอบไปหาความเชื่อมั่นอีกครั้งหนึ่ง ปรากฏว่าแบบทดสอบมีคุณภาพในเกณฑ์ดี

การประเมินผลการปฏิบัติ โดยใช้แบบทดสอบวัดการปฏิบัติและประเมินผลในการปฏิบัติครั้งนั้น ถือว่าระดับความสามารถสูงสุด (ส.ว.สนา ประมวลพฤกษ์. 2537 : 6 - 19) ที่สามารถบ่งบอกว่าผู้ปฏิบัติมีความสามารถปฏิบัติได้จริงในระดับหนึ่ง ซึ่งจะต่างจากแบบทดสอบทั่วไปที่วัดความรู้-ความเข้าใจ แต่อาจจะปฏิบัติจริงได้หรือไม่ก็ได้ ในการสร้างแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัตินั้นต้องมีขั้นตอนในการสร้าง ซึ่ง ทักแมน (Tuckman. 1975 : 180-185) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างเพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพ

ในการทดสอบภาคปฏิบัติ ควรคำนึงถึงมาตรฐานการทดสอบ ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลา วิธีปฏิบัติ ผลงานที่สำเร็จ การใช้วัสดุ เครื่องมือ การบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง และความปลอดภัยในการทำงาน (คณะกรรมการการพัฒนาฝีมือแรงงานแห่งชาติ. 2523 : 5) ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์งาน จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ข้อปฏิบัติ และเกณฑ์ในการให้คะแนนในแบบทดสอบฉบับนี้ และในการทดสอบภาคปฏิบัติควรมีทักษะหลาย ๆ ด้านประกอบกันจึงจะดี และต้องมี คุณสมบัติของแบบทดสอบดังนี้ คือ

1. ความเที่ยงตรง (Validity) คือต้องวัดให้ครอบคลุมถึงกระบวนการ (Process) และผลงาน (Product)
 2. ความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่มีความเชื่อมั่นสูง ควรมีผู้วัดและผู้ประเมินตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป วัดและประเมินอย่างเป็นอิสระต่อกัน ความเชื่อมั่นมีค่ามากกว่า .9 แสดงถึงความสอดคล้องในการตัดสินของผู้ประเมิน ว่าเป็นไปในแนวเดียวกัน มีความเป็นปรนัยสูง
 3. อำนาจจำแนก (Discrimination) ควรมีตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งในแบบทดสอบฉบับนี้ มีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า .20 ทุกฉบับ เป็นแบบทดสอบที่ถูกต้อง (Ebel. 1989 : 267)
 4. ความยาก (Difficulty) ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการวัดลักษณะของผู้สอบ ความยากง่ายของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ซึ่งแบบทดสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะ (Ebel. 1979 : 265)
 5. ความเป็นปรนัย หมายถึง พฤติกรรมหรือความชัดเจนและเหมาะสมของคะแนน กับงานที่ผู้สอบปฏิบัติ
- ในแบบทดสอบมีแบบทดสอบ 2 แบบ (ส.ว.สนา ประมวลพจนานุกรม. 2532 : 1 - 4) คือ แบบที่ให้เลือกตอบจากที่กำหนด และแบบเขียนตอบ ลักษณะของแบบทดสอบมีความยากง่าย พอเหมาะ ค่าอำนาจจำแนกดี สอดคล้องกับแบบทดสอบวัดความสามารถด้านงานเชื่อมโลหะเบื้องต้นของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของปาริชาติ บัวเจริญ (2531 : ง - จ) และงานวิจัยของ เสถียร อุตสาห์ (2526 : 18-58) ซึ่งได้สร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติสำหรับวิชาไฟฟ้าช่างกำลัง มีค่าความเที่ยงตรง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบมีคุณภาพเชื่อถือได้ ซึ่งตรงกับ ผุสดี อัครชัยสุวิกรม (2537 : บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ผ้าและการตัดเย็บ 1 โดยมีความเที่ยงตรง 0-1.00 ความยากเฉลี่ย 0.63-0.54 อำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.51-0.63 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.83 และ 0.91

จากการทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีของนักเรียน ทำให้มีการวัดการประเมินผลได้ครอบคลุมความสามารถในทุกด้านของนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นด้านสติปัญญา ด้านความรู้สึกรู้สึก หรือด้านทักษะกลไก จึงจะมีการพัฒนานักเรียนในทุกด้าน ทำให้ฝึกฝนนักเรียนให้พร้อมที่จะเป็นทรัพยากรที่มีศักยภาพสูงสุด ทันในยุคสมัยปัจจุบัน

และในแบบทดสอบนี้ ก็จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ๆ ขึ้นมา เพราะส่วนใหญ่ นักเรียนจะมีความสามารถทางเทคโนโลยีในระดับต่ำ มีน้อยคนที่จะมีความสามารถทางเทคโนโลยีสูงสุด แต่ถ้าหากได้รับการฝึกฝนก็จะมีความสามารถในระดับสูงขึ้นได้ นอกจากนี้ยังสามารถทำการดัดแปลงใช้วิธีการเดียวกัน ในการทดสอบการปฏิบัติจริงในวิชา

อื่น ๆ ได้ทุกวิชา ทำให้ได้ประโยชน์สูงสุดในการวัดการประเมิน ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนา การศึกษาระดับปัจจุบันที่จะพัฒนาศักยภาพของคนเป็นเป้าหมายสำคัญต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลของการวิจัย พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีมี คุณภาพตามระดับดีทุกฉบับ อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ นักวิจัย นักการศึกษา ศิษยานุศิษย์ นักวิชาการ นักพัฒนาหลักสูตร สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกพัฒนานักเรียน ด้านความสามารถทางเทคโนโลยี
2. ก่อนใช้แบบทดสอบควรมีการวางแผนในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือในการปฏิบัติ ให้พร้อม มีความสอดคล้องกับแบบทดสอบ
3. ควรหาคุณภาพของแบบทดสอบอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้จริงเพื่อให้ทราบลักษณะ ของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน
4. ผู้ประเมินต้องเป็นอิสระในการประเมิน ไม่ประชุมหรือตกลงกัน
5. ในแบบทดสอบแต่ละแบบควรมีทักษะงานหลาย ๆ อย่าง เช่น งานโลหะ งานไฟฟ้า และงานไม้ ผู้นำแบบทดสอบไปใช้จะได้ทราบความสามารถทางเทคโนโลยีที่มีอยู่ หลากหลายในตัวของผู้เรียน
6. ต้องพยายามทดลองวิชาที่ทดสอบทำเรื่องของนามธรรมให้ออกมาเป็นรูปธรรม ให้ได้ชัดเจน

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การนำแบบทดสอบไปทดสอบนักเรียนในระดับชั้นที่ต่าง ๆ กัน
2. ควรทำการวิจัยเรื่องการสร้างแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติในวิชาโครงงาน วิทยาศาสตร์
3. ควรทำวิจัยเรื่องการสร้างแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติในวิชาเลือกเสรีของวิชา วิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิชาของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์เชิงหลากหลาย (ว 011) วิชาวิทยาศาสตร์กับ การแก้ปัญหา (ว 012) วิชาของเล่นเชิงกลไก

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เอดิชั่นเพรส โพรค, 2536.
- กิตติชัย วัฒนานิกร. “สารคนบดี,” วารสารวิทยาศาสตร์. 2538.
- โกวิท ประวาลพฤกษ์. การประเมินในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2523.
- โกศล เพ็ชรสุวรรณ. “เทคโนโลยีกับการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์,” วารสาร สสวท. 14(1) : 20-29 ; ตุลาคม 2528 - มกราคม 2529.
- กอปร์ กฤตยกิจรณ และคณะ. การพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย ภาพรวมและข้อเสนอแนะ. Final Report, Volume 1. Development Research Institute, March 1989.
- ก่ำจัต มงคลกุล. วารสารวิทยาศาสตร์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย. 49(5) : 334; กันยายน-ตุลาคม 2538.
- กระทรวงวิทยาศาสตร์, เทคโนโลยี และพลังงาน. เอกสารแสดงสถานภาพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย. ธันวาคม 2534.
- _____. สัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 18-24 สิงหาคม 2532
- กรมวิชาการ, กรม. รายงานการวิจัยเรื่อง การวิจัยสังเคราะห์กระบวนการหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับสมบูรณ์). กรุงเทพฯ : กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ, 2532.
- กฤษ ภูริสัมพันธ์. เศรษฐศาสตร์เทคโนโลยี เอกสารประกอบการเรียนวิชา EC E23 101 หน้า ไขษิต ปันเปี่ยมรัฐ. การพัฒนาประเทศไทยแนวความคิดและทิศทาง. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ, 2538.
- จันทร์ชัย หญิงประยูร. “โครงการวิทยาศาสตร์,” ใน คู่มือครูกิจกรรมวิทยาศาสตร์นอกห้อง. หน้า 131 - 147. กรุงเทพฯ : ดาวศิลป์การพิมพ์, 2524.
- จุมพล สวัสดิยากร. “เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่น,” ใน เอกสารการอบรม สัมมนาอาจารย์ผู้สอนวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่น 4-10 สิงหาคม 2529หน้า 1-11. พระนครศรีอยุธยา : สหวิทยาลัยศรีอยุธยา ร่วมกับหน่วยศึกษานิเทศกรรมการฝึกหัดครู, 2529.
- เจริญ วัชรสังสี. “ความเป็นไปได้ในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปสู่ภาคธุรกิจ,” วารสารวิทยาศาสตร์. 2 - 6 มิถุนายน 2533.

- ฉวีวรรณ กินาวงศ์. เอกสารประกอบคำบรรยายวิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2527.
- เฉลียว มณีเลิศ. “นโยบายส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,” วารสาร สสวท. 19(74) : 3-4 ; เมษายน - มิถุนายน 2534.
- ชาญชัย ลิขิตปายกร. “เทคโนโลยีกับการพัฒนา,” จดหมายข่าวสาร คอส 4. 55; กรกฎาคม-สิงหาคม 2527.
- _____. “การเรียนรู้ของเด็กในการศึกษาวิทยาศาสตร์,” วารสารเทคโนโลยีที่เหมาะสม. กรกฎาคม - ตุลาคม 2538.
- ชาญชัย สุขสกุล. โครงการฟื้นฟูที่อยู่อาศัยด้วยวัสดุพื้นบ้าน. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์บริการ, ม.ป.ป. อัดสำเนา.
- โชติ เพชรชื่น. “แบบทดสอบสถานการณ์,” การวัดผลการศึกษา. 5(2) : 7-16 ; กันยายน - ธันวาคม 2526.
- ชุติมา วัฒนศิริ. การศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงสร้างวิทยาศาสตร์ กับแนวการสอนของ สสวท. เอกสารงานวิจัยภาควิชาหลักสูตรและการสอน : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538. อัดสำเนา.
- ชวาล แพรัตกุล. เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2516.
- เชิดศักดิ์ โฆวาสินธ์. “การวัดภาคปฏิบัติ,” มิตรครู. 12 (28) : ปักษ์หลัง ; มิถุนายน 2529.
- ณรงค์ รัตน์ะ. “การถ่ายทอดเทคโนโลยี : ความสำคัญของคำในปัญหาเกี่ยวกับการถ่ายทอดเทคโนโลยี,” บทความเสนอที่ประชุมปฏิบัติการเรื่อง New Approaches to Managing Technology. จัดโดยสำนักงานคณะกรรมการการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, พฤษภาคม 2533.
- ธงชัย ชิวปรีชา. “การจัดการเรียนการสอนเทคโนโลยีภายในโรงเรียน,” วารสาร สสวท. 16(1) : มกราคม - มีนาคม 2531.
- ธำรงค์ บัวศรี. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาเด็กไทย. สรุปการสัมมนาวิชาการ เรื่อง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาเด็กไทย ชมรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย, 3 - 4 ธันวาคม 2530. บทสรุป.
- ดุชาติ บริพัตร ณ อยุธยา. เด็กปัญญาเลิศ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ปณยา, 2531.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. เล่ม 2. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525.

- นลินี ณ นคร. องค์ประกอบทางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางจิตรกรรมในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- นภา พงศ์พิพัฒน์. “แนวโน้มและทิศทางการพัฒนาสื่อต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,” สรุปการสัมมนาเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษาเพื่อเด็กไทย. ชมรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย, 2530.
- นนุช ขาญปริยาทิวศ์. “3 R ยุคโลกาภิวัตน์,” วารสาร สสวท. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ฉบับพิเศษ ปีที่ 90 กรกฎาคม-กันยายน 2538.
- นันทิยา บุญเคลือบ. เอกสารประกอบการสอนการเรียนรู้ในโครงการ สสวท. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2531.
- นันทิยา บุญเคลือบ. ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 13 : 45-50 ; กรกฎาคม-กันยายน 2528.
- นัยพินิจ คชภักดี, “ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,” วารสาร สสวท. 7 (4) : 2 - 10 ตุลาคม - ธันวาคม, 2532.
- นิคม บางแดง และสุจินต์ วิศวรธานนท์. “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์,” ใน เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2529.
- นิเชต สุนทรพิทักษ์. วิทย์-คณิต ในโรงเรียนเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจเพิ่มพูนคุณภาพชีวิต และพิทักษ์สิ่งแวดล้อม. เอกสารแบบบรรยายพิเศษ.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. การวัดและประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2521.
- บุญทัน ดอกไธสง. การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชนบทไทย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2530.
- ปาริชาติ บัวเจริญ. การสร้างเครื่องมือวัดความสามารถด้านงานเชื่อมโลหะเบื้องต้นของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2531. อัดสำเนา.
- ประกอบ ระกิต. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน. สัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ 2532. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 18 - 24 สิงหาคม 2532.
- ประวีตร ชูศิลป์. “หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์เล่มใหม่,” เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233 ภาคพัฒนาตำราและเอกสารหน่วยศึกษานิเทศก์. กรมฝึกหัดครู, 2524. อัดสำเนา

ประยงค์ จินดาวงศ์ และคนอื่น ๆ. ผ้าและการตัดเย็บ : หนังสือเรียนกลุ่มวิชาการงานและอาชีพ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. ม.ป.ท.,
ม.ป.ป.

ปรีชา อมาตยกุล. มิติใหม่ในการสอนวิทย. กรุงเทพฯ : 2528.

ปรีชา เดชศรี. “ครูดีในยุค IT ควรมีลักษณะอย่างไร,” วารสาร สสวท. 23(89) : เมษายน-
มิถุนายน 2538.

เฟียน ไชยสร. “การวัดผลงานภาคปฏิบัติ,” วารสารการวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ :
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
ปีที่ 8 ฉบับที่ 23 กันยายน - ธันวาคม 2529.

สุสติ อัสวชัยสุวิกรม. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ วิชางานผ้าและการตัดเย็บ หมวดวิชา
คหกรรมศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ณ จังหวัดสระบุรี. ปรินิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

ฝ่ายวิจัยบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. อุตสาหกรรมรุ่นใหม่ กับโอกาสในการ
ลงทุนในประเทศไทย. กันยายน 2534.

ฝ่ายการวิจัยพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. อุปสรรคและกลยุทธ์ในการจัดทำเทคโนโลยี
สำนักงานคณะกรรมการการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อ
การพัฒนาประเทศไทย. 2534.

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. ปริญาการศึกษากับการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาวารสารวิจัยและ
พัฒนาการเรียนการสอน. 2 (1) : 1-7 ; มกราคม-มิถุนายน 2530.

ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2526.

พรรณี พริงสำภู. “มาสร้างข้อสอบภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์กันเถอะ,” วารสาร สสวท.
23(89) : เมษายน - มิถุนายน 2538.

เพียร ชัยขวัญ. วิทยาศาสตร์กับสังคม. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู,
2536.

พระเทพเวที (ประยุทธ์ ปยุตโต). การศึกษาที่สากลบนฐานแห่งภูมิปัญญาไทย. กรุงเทพฯ :
อมรินทร์พริ้นติ้ง กรุ๊ป. 2532.

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. “การพัฒนาบุคคลให้มีความรู้ความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์,”
วารสารวิทยาศาสตร์. 43 : 56 - 63; มกราคม-กุมภาพันธ์ 2532.

ภพ เลหาไพบุลย์. การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. เชียงใหม่ : เชียงใหม่
คอมเมอร์เชียล, 2534.

มนัสวี พยัคฆนันท์. “การจัดทำโครงการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,” วารสาร
วิทยาศาสตร์. 91(5) : 58 ; มิถุนายน 2536.

- มิ่งสรรพ สันติกาญจน์. “วิวัฒนาการแนวความคิดเกี่ยวกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมายังประเทศ
ด้อยพัฒนา,” ในนิพนธ์ พัวพงศกร (บรรณาธิการ) เศรษฐกิจไทย : แบบเส้นทาง
แห่งสันติประชาธรรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2531.
- มานี จันทวิมล. “แนวโน้มในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษากับความก้าวหน้า
ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,” วารสาร สสวท. 16(4) : 3-4; ตุลาคม-
ธันวาคม 2531.
- มีนา ม.โอวารินทร์. “ถนนสายวิทยาศาสตร์,” วารสาร สสวท. 2-5 : 17 กรกฎาคม -
กันยายน 2532.
- มงคล ชาวเรือ. หน่วยที่ 1-7. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์. มหาวิทยาลัยสุโขทัย
ธรรมาธิราช, 2528.
- มงคล ปกสกุล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในการซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายใน
บ้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสาธิต.
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2534. อัดสำเนา.
- ยงยุทธ ยุทธวงศ์. “ภาพฉายของสังคมไทยในช่วงต้นของศตวรรษที่ 21 ที่เกี่ยวข้องกับวิทยา
ศาสตร์และเทคโนโลยี,” ทิศทางและนโยบายในการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีสำหรับประเทศไทยในช่วงต้นของศตวรรษที่ 21. รายงานการ
ประชุมวิชาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาครั้งที่ 4 (วทศ. 4) ของชมรม
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย, 2533.
- เย็นใจ เลหาวนิช, “การวิจัยเพื่อนำไปสู่การพึ่งพาตนเอง,” วารสาร สสวท. และเทคโนโลยี.
ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2530. (3-8)
- ราตรี อีวสวัสดิ์. ความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์และสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528.
อัดสำเนา.
- ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2525. กรุงเทพฯ :
อักษรเจริญทัศน์, 2525.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :
ภาควิชาวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.
- _____. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทศึกษาพร จำกัด, 2531.
- _____. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก, 2539.

- วิชิตวงศ์ ณ ป้อมเพชร์. “การพึ่งพาตนเองด้านเศรษฐกิจในชนบท,” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2(1) : 21-26; มกราคม-เมษายน 2530.
- วิจัยทางการศึกษา, กอง. รายงานการวิจัย เรื่อง โครงการศึกษาความเป็นไปได้ของแนวการจัดการศึกษาระดับประถม มัธยม และอาชีวศึกษาของไทยในทศวรรษ 1990.
กรุงเทพฯ : กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ, 2536.
- วิสุทธิ์ ตรีเงิน. ผลของกิจกรรมพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534. อัดสำเนา.
- วิวัฒน์ รอดเกิด. การศึกษาผลการฝึกอบรมการทำผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อของนักเรียนช่วง
อุตสาหกรรมด้วยการสาธิตการใช้เทปโทรทัศน์กับการสาธิตโดยครูผู้สอน. วิทยานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ศิริ ยามสุโพธิ์. เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
โอเดียนสโตร์, 2536.
- ศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพของเด็กและเยาวชน. โครงการพัฒนาอัจฉริยภาพของเด็กและเยาวชน.
2538-2541. เอกสาร.
- ส. วาสนา ประवालพฤกษ์. “การสอนการปฏิบัติ,” วารสารวัดผลการศึกษา. 6(1) 1-11;
พฤษภาคม-สิงหาคม 2522.
- _____. “การสอบการปฏิบัติ,” ใน วารสารวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบ
ทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522.
อัดสำเนา.
- _____. “การสอบการปฏิบัติ,” ใน วารสารวัดผลการศึกษา. 6(1) : 1-11; พฤษภาคม -
สิงหาคม 2527.
- _____. “การสอบการปฏิบัติจริง,” ใน สารพัฒนาหลักสูตร. 15(125) : 46-51;
เมษายน-มิถุนายน 2539.
- _____. “Reliability Performance Test,” วัดผลสัมพัทธ์ 32. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. 2532
- _____. “การพิจารณาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการปฏิบัติ,” ใน วารสารวัดผลการศึกษา.
12(35) : 28-42; กันยายน-ธันวาคม 2533.
- _____. “การพิจารณาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการปฏิบัติงาน,” ใน วารสารวัดผล
การศึกษา. 12(35) : 28-42; กันยายน-ธันวาคม 2533.

- สิปปนนท์ เกตุทัต. “แนวความคิดเกี่ยวกับทิศทางและนโยบายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ศึกษาของประเทศไทย,” ทิศทางและนโยบายในการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี สำหรับประเทศไทยในช่วงต้นของศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ :
รายงานการประชุม วิชาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษารั้งที่ 4 (วทศ.
4) ของชมรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย, 2538.
- _____. ความรู้สู่นาคต. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรมหาวิทยาลัย, 2535.
- สุดา ศิริกุลวัฒนา. “บทบรรณาธิการ,” วารสารเทคโนโลยี. 14 : 3; กันยายน 2536.
- เสถียร อูสาหะ. การสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติสาขาวิชาช่างไฟฟ้าล้งเพื่อค้ดนักศึกษำเข้า
ศึกษาในระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2526. อัดสำเนา.
- สมณฑา พรหมบุญ. การพัฒนาประเทศไทย แนวความคิดและทิศทาง. กรุงเทพฯ : สำนักงาน
คณะกรรมการการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. พฤศจิกายน 2538.
- สุประดิษฐ์ ลิ้มรัตนสกุล. “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีปัจจัยหลักในปัจจุบันและอนาคต,”
ครุปริทัศน์. 12 : 46-51; กรกฎาคม 2536.
- สุทัศน์ ยกส้าน. “การพัฒนาเด็กไทยด้านวิทยาศาสตร์ : ทศนะของนักวิทยาศาสตร์ดีเด่น,”
สรุปการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาเด็กไทย.
11-14 : 3-5; มีนาคม 2530.
- สุวิษ บุตรสุวรรณ. ผลการเรียนรู้ทักษะจากเนื้อหาที่ที่ซับซ้อนและไม่ซับซ้อนในวิชางานไฟฟ้า
โดยวิธีการสาริต 2 แบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3). ปรินญาณิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- สุนันท์ คลโกสม. “การทดสอบภาคปฏิบัติ,” เอกสารประกอบการฝึกอบรม การวัดและ
ประเมินผลการศึกษา. เชียงใหม่ : คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
2527.
- สุรชาติ ทินานนท์. “เทคโนโลยีกับงานแนะแนว,” ใน วารสารแนะแนว. 21 (145) : 17;
กุมภาพันธ์-มีนาคม 2536.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 12.
กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์ จำกัด, 2531.
- สุวิมล เขียวแก้ว. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยม. สงขลา : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2527.
- สุกัญญา สุบรรทัด. หมู่บ้านโลกาภิวัตน์ อัจฉริยะหรืออวิชา. กรุงเทพฯ : ไอทีเฉลิม
พระเกียรติ, 2537.
- สุพร เข้มเฮง. วารสาร สสวท. 6-11 : มกราคม-มีนาคม 2535.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. “แผนระยะยาวเพื่อส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี (พ.ศ. 2535-2539),”

วารสาร สสวท. 7 : 1 กรกฎาคม-กันยายน 2533.

สมจิต สวธนไพบุลย์. การศึกษาความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537.

สมจิต สวธนไพบุลย์. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

_____. หน่วยการเรียนรู้การสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

_____. ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

_____. ประมวลการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

สมจิต สมัตถพันธ์. “การสอนให้นักเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับการสอนให้นักเรียนอยากรู้วิทยาศาสตร์,” วารสารครูวิทยาศาสตร์. 1(1) : 6-7 ; มกราคม-มิถุนายน 2536.

สมชอบ ไชยเวช. “แนวทางการจัดอาชีพ/เทคนิคศึกษา เพื่อแก้ปัญหาการว่างงาน โดยความร่วมมือระหว่างภาครัฐบาลและเอกชน,” เอกสารประกอบการสอนวิชาการบริหาร อาชีวศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2527.

สมบุรณ์ ชิตพงศ์. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2523.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. การประเมินผลการเรียนระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2530.

สมใจ จิตพิทักษ์. “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์,” ใน วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 131-138 : 3; ธันวาคม 2530.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. วารสารการศึกษาแห่งชาติ ปี 2525. ฉบับที่ 6 สิงหาคม-กันยายน 2534.

_____. แนวคิดการจัดการศึกษาในอนาคต. กรุงเทพฯ : กองการสารสนเทศ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2532.

_____. แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2537). กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี, 2534.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักนายกรัฐมนตรี. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 พ.ศ. 2530-2534. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2530.

_____. ร่างแผนพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับที่ 7 พ.ศ. 2535-2539. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2535.

_____. แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2540-2544. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2540.

_____. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2540-2544. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2540.

_____. สรุปสาระสำคัญของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2540-2544. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2540.

สำนักงานเลขาธิการ คณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ. นโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศ. เอกสารการประชุม, 2538.

สำนักสารสนเทศแห่งชาติ, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. ข่าวสารการวิจัยการศึกษา. 18(3) : กุมภาพันธ์-มีนาคม 2538.

สำเริง บุญเรืองรัตน์. วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเอกสารประกอบการเรียน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรไทย, 2534.

สมปัญญา ศรีคนานนท์. การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ กับชุดกิจกรรมปลอมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงโตเกียว หน่วยปฏิบัติการของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพลังงาน. ม.ป.ป.

สสวท. แผนระยะยาว เพื่อส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (พ.ศ. 2535-2549). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, ม.ป.ป.

เสริมพล รัตสุข. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนาประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม, ม.ป.ท., 2526.

- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. การศึกษาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2529.
- สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น. ประวัติการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของญี่ปุ่นมีนาคม. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2527.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง ศึกษาศาสตร์. คู่มือการปลูกฝังและเสริมสร้างค่านิยมพื้นฐานเรื่องการพึ่งตนเอง. กรุงเทพฯ : ศึกษาศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ, 2525. อัดสำเนา.
- หทัยทิพย์ วิมประภาพรกุล. การสร้างแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติงานโลหะแผ่นเบื้องต้นตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- อังคณา สายยศ. “การหาคุณภาพของแบบทดสอบ,” เอกสารประกอบการฝึกอบรมการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาคพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.
- _____. “เทคนิคการเขียนข้อสอบวัดภาคปฏิบัติ,” เอกสารประกอบการฝึกอบรมการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาคพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.
- _____. “วิเคราะห์ข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในเชิงปฏิบัติ,” วารสารการพัฒนาศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- อัญชลี แจ่มเจริญ และสุกัญญา ชาริวรรณ. หลักการสอนและเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ. วิทยาลัยครูสวนสุนันทา, 2523.
- เอกสาร STL NPER/LUNE SCO-APEID Scientific and Technological Litets aey.
- อดิพร ภาษวิชน. เทคโนโลยี. เอกสารศูนย์การถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มกราคม-มีนาคม 2538.
- อุษณีย์ โพธิสุข. นิตยสาร ELLE. ฉบับที่ 14 ปี 2538 ธันวาคม 2538.
- อนุภาพ ธีรลาภ. ความไม่สมดุลของการพัฒนาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมไทย. กรุงเทพฯ : กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สารมวลชน, 2536.
- อัมพร วงษ์พานิช. การสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านเขมะเกา จังหวัดปราจีนบุรี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536. อัดสำเนา.

- อำนาจ เจริญศิลป์. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
วังบูรพา, 2526.
- เอื้อน วิเศษชาติ. การศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มี
ต่อสิ่งแวดล้อมของครูวิทยาศาสตร์ กรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 10. วิทยานิพนธ์
ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534. อัดสำเนา.
- Bloom, B.S. Texonomy of Education Ob,Jective : The Classification of Education
Goals Llendbook, Cognitive Domain. New York : Meckey, 1956.
- Bloom, Benjemins, Thomes J. Heshing and George F. Macams. Human
Cheracterristics and School Learning. New York : Mc Graw-Hill Book,
1976.
- Bradifield, James M. and H. Stewart Moredock. Measurement and Evaluation in
Education. New York : Macmillan, 1957.
- Carin, Arthur A. and Robert B Sund. Teaching Modern Science. 2nd. ed.
Columers, Ohio : Charles E. Merrill Publishing Company, 1975.
- Cronbach, Lee J. Essential of Psychological Testing. New York : Harper and
Row Publisher, 1972.
- Crocker, Linda. Introduction to classical & Modern Test Theory. New York :
Holt, Rineher and Winston, 1986.
- Cronlund, Norman E. Constructing Achievement Test 2 nd ed. Prentice-Hall, Inc.,
1977.
- Dave, R.H. Taxonomy of Education al objectives and Achievement Testing. London :
University of London Press, 1969.
- Ebel, Robert, L. Essentials of Education Measurement. New Jersey : Prentice - Hall,
Inc., 1978.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. 3rd ed. New York : McGraw-Hill Book
Company, 1973.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. New York : Edited by Coud, Certer,
B. McGraw-Hill Company, 1973.
- Harrow, Anita J. A Taxonomy of the Psychomotor Domain. New York : David
Mckay Company, Inc., 1972.
- Hedges, L.V. and I. Olkin. Statistical Methods for Meta - Analysis. Academic
Press. Inc., 1985.

- Holmes, C.T., "Effect Size Estimation in Meta - Analysis," The Journal of Experimental Education. (52) : Winger 1984.
- Hunter, J.E. and others. Meta - Analysis Cumulating Research Findings. Across Students : Sage Publications, 1964.
- _____. Meta - Analysis. Sage Beverly : Publication Hills, 1982.
- Karmel and Karmel. Measurement and Evaluation in the Schools. 2nd ed. New York : Macmillan Publishing Co., 1978.
- Krathwohl, D.R., B.S. Bloom and B.B. Masia. Taxonomy of Educational Objective : Handbook II Affective Domain. U.S.A. : David McKay Company, Inc., 1973.
- Marshall, John Clark and Hales Oyde Wesley. Classroom Test Construction. Massachusettes : 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., 1950.
- Siegel, S. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. New York : McGraw-Hill Book Company, 1956.
- Ryans, David G. and Fredericksen Morman. "Performance Test of Education Achievement," in Education Measurement, p.445 - 493. Linnquist, E.F. Washington D.C. : American Council on Education, 1961.
- Simpson, E.J. The Classification of Education Objective : Psychomotor Domain. Illinois : Illinois, Urbana - Champaign, 1966.
- Stanely, Ahman J, and Glock D. Marwin. Evaluating Pupil Growth. U.S.A. : Allyn and Press., 1950.
- Tuckman, Bryce. Measuring Education Outcome. New York : Hascourt Brace Jobanovich, 1975.

ภาคผนวก

ตัวอย่าง

ตารางวิเคราะห์งานและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
ความรู้ความเข้าใจในทางเทคโนโลยี

ตารางวิเคราะห์งานกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

การกระทำ	จุดมุ่งหมายการสอน	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
- การเตรียม - กระบวนการปฏิบัติ - การวางแผนปฏิบัติ - การวางแผน - การปฏิบัติ	รู้จักเทคโนโลยีที่ประกอบอยู่ในอุปกรณ์ รู้จักการวางแผน รู้จักเขียนสมมติฐาน รู้จักเขียนวิธีการใช้เทคโนโลยี กำหนดการใช้เทคโนโลยีได้	สามารถบอกเทคโนโลยีที่ประกอบอยู่ในอุปกรณ์ได้ สามารถเขียนแบบการใช้เทคโนโลยีได้ สามารถเขียนสมมติฐานการใช้เทคโนโลยีได้ สามารถเขียนเขียนวิธีการใช้เทคโนโลยีในอุปกรณ์ได้ สามารถใช้เทคโนโลยีตามที่กำหนดตามลำดับขั้นตอนได้

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สร้างขึ้น สามารถวิเคราะห์งานได้หรือไม่ โดยพิจารณาน้ำหนักดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นสามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง
- 0 หมายถึง ไม่แน่ว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นสามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นไม่สามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

การวิเคราะห์งาน	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
1. การเตรียม	- สามารถบอกอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่ในเทคโนโลยีได้			
2. กระบวนการปฏิบัติ	- สามารถเขียนแบบการใช้เทคโนโลยีได้			
	- สามารถเขียนสมมติฐานการใช้เทคโนโลยีได้			
3. การปฏิบัติ	- สามารถเขียนวิธีการใช้เทคโนโลยีในอุปกรณ์ได้			
	- สามารถใช้เทคโนโลยีตามที่กำหนดตามลำดับขั้นตอนได้			

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อปฏิบัติที่สร้างขึ้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมหรือไม่ โดยการพิจารณานำหนัก ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นไม่สามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับการปฏิบัติ

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ข้อปฏิบัติ	คะแนน การพิจารณา		
		+1	0	-1
การเตรียม - สามารถบอกอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่ในเทคโนโลยีได้	บอกอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่ในเทคโนโลยีได้			
กระบวนการปฏิบัติ การวางแผน - สามารถเขียนแบบการใช้เทคโนโลยีได้ - สามารถเขียนสมมติฐานการใช้เทคโนโลยีได้				
	- เขียนแบบการใช้เทคโนโลยี - สมมติฐาน - ความเป็นไปได้ของสมมติฐาน			

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนี้ สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในข้อปฏิบัติ
นั้นได้หรือไม่ โดยการพิจารณานี้หนัก ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นสามารถใช้เป็นเกณฑ์
ในข้อปฏิบัตินั้นได้จริง

0 หมายถึง ไม่แน่ว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นสามารถใช้เป็นเกณฑ์
ในข้อปฏิบัตินั้นได้จริง

-1 หมายถึง แน่ใจว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นไม่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ใน
ข้อปฏิบัตินั้นได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับการปฏิบัติ

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน การพิจารณา		
		+1	0	-1
การเตรียม				
1. บอกอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่ในเทคโนโลยี	1 คะแนน -สามารถบอกชื่ออุปกรณ์เทคโนโลยีได้ถูกต้อง 0 คะแนน -ไม่สามารถบอกชื่ออุปกรณ์เทคโนโลยีได้ถูกต้อง			
กระบวนการปฏิบัติ				
การวางแผน				
1. การเขียนแบบ	3 คะแนน -แบบถูกต้องแม่นยำไม่ผิดพลาด กับอุปกรณ์ทุกตำแหน่ง 2 คะแนน -แบบถูกต้องแต่ต้องปรับปรุงไม่เกิน 2 ตำแหน่ง 1 คะแนน -แบบไม่สมบูรณ์ ต้องปรับปรุงมากกว่า 2 ตำแหน่ง			
2. สมมติฐาน	3 คะแนน -เขียนสมมติฐานได้ถูกต้องสมบูรณ์ 2 คะแนน -เขียนสมมติฐานได้ถูกต้องแต่ต้องปรับปรุงไม่เกิน 2 ครั้ง 1 คะแนน -ต้องปรับปรุงสมมติฐานมากกว่า 2 ครั้ง			
3. ความเป็นไปได้ของสมมติฐาน	3 คะแนน -สามารถดำเนินการแล้วได้ถูกต้องตามสมมติฐาน 2 คะแนน -เมื่อดำเนินการแล้วถูกต้องตามสมมติฐานบางส่วน 1 คะแนน -ไม่เป็นไปตามสมมติฐานไปเลย			

ตัวอย่าง

ตารางวิเคราะห์งานและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
ความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม

ตารางวิเคราะห์งาน และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

การกระทำ	จุดมุ่งหมายการสอน	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
<u>การเตรียม</u> -เตรียมอุปกรณ์ -เตรียมเครื่องมือ -เตรียมวัสดุ	-รู้จักอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการซ่อมคอมพิวเตอร์ได้	-สามารถเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการซ่อมคอมพิวเตอร์ได้
<u>กระบวนการปฏิบัติ</u> -การวางแผน	-รู้จักการวางแผน -รู้วิธีการเขียนสมมุติฐาน	-สามารถวางแผนในการซ่อมคอมพิวเตอร์ได้ -สามารถเขียนสมมุติฐานการซ่อมคอมพิวเตอร์ได้
<u>การปฏิบัติ</u>	-รู้จักเขียนวิธีการซ่อม	-สามารถเขียนวิธีการปฏิบัติในการซ่อมคอมพิวเตอร์ได้

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สร้างขึ้น สามารถวิเคราะห์งานได้หรือไม่ โดยพิจารณาน้ำหนักดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นสามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง
- 0 หมายถึง ไม่แนใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นสามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นไม่สามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

การวิเคราะห์งาน	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	คะแนน การพิจารณา		
		+1	0	-1
1. การเตรียม	-สามารถเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการซ่อมคอมพิวเตอร์ได้			
2. กระบวนการปฏิบัติ	-สามารถวางแผนในการซ่อมคอมพิวเตอร์ได้			
การวางแผน	-สามารถเขียนสมมติฐานได้			
การปฏิบัติ	-สามารถเขียนวิธีการปฏิบัติในการซ่อมคอมพิวเตอร์ได้			
	-สามารถเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม			

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อปฏิบัติที่สร้างขึ้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมหรือไม่ โดยการพิจารณานี้ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น
ได้จริง

0 หมายถึง ไม่แน่ว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น
ได้จริง

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นไม่สามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น
ได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ข้อปฏิบัติ	คะแนน การพิจารณา		
		+1	0	-1
<u>การเตรียม</u> สามารถเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมได้	-บอกชื่ออุปกรณ์ -บอกหน้าที่อุปกรณ์ -บอกวัสดุเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติ			
<u>กระบวนการปฏิบัติ</u> <u>การวางแผน</u> สามารถสำรวจตรวจอุปกรณ์เพื่อซ่อมแซม คอมพิวเตอร์ได้	-สำรวจอุปกรณ์ที่ต้องซ่อม -กำหนดหมายเลขที่ต้องซ่อม			
สามารถวางแผนในการซ่อมได้	-การออกแบบ -ความยากง่ายของแบบ -รูปแบบในการออกแบบ -ความคิดในการออกแบบ			

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนี้ สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในข้อปฏิบัติ
นั้นได้หรือไม่ โดยการพิจารณาน้ำหนัก ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นสามารถใช้เป็นเกณฑ์
ในข้อปฏิบัตินั้นได้จริง

0 หมายถึง ไม่แน่ว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นสามารถใช้เป็นเกณฑ์
ในข้อปฏิบัตินั้นได้จริง

-1 หมายถึง แน่ใจว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นไม่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ใน
ข้อปฏิบัตินั้นได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนน

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน การพิจารณา		
		+1	0	-1
การเตรียม				
1. บอกชื่ออุปกรณ์	1 คะแนน -บอกชื่ออุปกรณ์ได้			
	0 คะแนน -บอกชื่ออุปกรณ์ไม่ได้			
2. บอกหน้าที่อุปกรณ์	1 คะแนน -บอกหน้าที่อุปกรณ์ได้ถูกต้อง			
	0 คะแนน -บอกหน้าที่อุปกรณ์ไม่ได้			
3. บอกวัสดุเครื่องมือที่ใช้ ในการซ่อม	1 คะแนน -บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติได้ ถูกต้อง			
	0 คะแนน -บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติ ไม่ถูกต้อง			
กระบวนการปฏิบัติ				
การวางแผน				
สำรวจอุปกรณ์ที่ต้องการ	3 คะแนน -ซ่อมอุปกรณ์ได้มากกว่า 7 ตำแหน่ง			
	2 คะแนน -ซ่อมอุปกรณ์ได้น้อยกว่า 7 ตำแหน่ง แต่มากกว่า 5 ตำแหน่ง			
	1 คะแนน -ซ่อมอุปกรณ์ได้น้อยกว่า 5 ตำแหน่ง			
กำหนดหมายเลขที่ต้องซ่อม	3 คะแนน -กำหนดหมายเลขอุปกรณ์ที่ต้องการ ซ่อมได้ครบทุกตำแหน่ง			
	2 คะแนน -กำหนดหมายเลขอุปกรณ์ที่ซ่อมผิด ไม่เกิน 2 ตำแหน่ง			
	1 คะแนน -กำหนดหมายเลขที่ต้องการซ่อมผิด มากกว่า 2 ตำแหน่ง			

ตัวอย่าง
ตารางวิเคราะห์งานและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
ความสามารถทางเทคโนโลยี
ในการปรับปรุงดัดแปลง

ตารางวิเคราะห์งาน และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

การกระทำ	จุดมุ่งหมายการสอน	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
<u>การเตรียม</u> -เตรียมอุปกรณ์ -เตรียมเครื่องมือ -เตรียมวัสดุ	-รู้จักอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุง	-สามารถเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการปรับปรุงแม่เหล็กลอยได้
<u>กระบวนการปฏิบัติ</u> -การวางแผน	- รู้จักวางแผน -รู้จักการเขียนสมมติฐาน	-สามารถวางแผนในการปรับปรุงแม่เหล็กได้ -สามารถเขียนสมมติฐานการปรับปรุงแม่เหล็กลอยได้
<u>การปฏิบัติ</u>	- รู้จักเขียนวิธีการปรับปรุง -ปรับปรุงแม่เหล็กลอย	-สามารถเขียนวิธีการปฏิบัติในการปรับปรุงแม่เหล็กลอยได้ -สามารถปรับปรุงแม่เหล็กลอยได้

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สร้างขึ้น สามารถวิเคราะห์งานได้หรือไม่ โดยพิจารณาน้ำหนักดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นสามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง
- 0 หมายถึง ไม่แน่ว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นสามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นไม่สามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

การวิเคราะห์งาน	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	คะแนน การพิจารณา		
		+1	0	-1
1. การเตรียม	-สามารถเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการปรับปรุงแม่เหล็กลอยได้			
2. กระบวนการปฏิบัติ การวางแผน การปฏิบัติ	-สามารถวางแผนในการปรับปรุงแม่เหล็กลอยได้			
	-สามารถเขียนสมมติฐานได้			
	-สามารถเขียนวิธีการปฏิบัติในการปรับปรุงแม่เหล็กลอยได้			
	-สามารถปรับปรุงแม่เหล็กลอยตามวิธีการได้			
	-สามารถเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม			

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อปฏิบัติที่สร้างขึ้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมหรือไม่ โดยการพิจารณานำหนัก ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

0 หมายถึง ไม่แน่ว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นไม่สามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ข้อปฏิบัติ	คะแนน การพิจารณา		
		+1	0	-1
การเตรียม สามารถเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุง ได้	-บอกชื่ออุปกรณ์ -บอกหน้าที่อุปกรณ์ -บอกวัสดุเครื่องมือที่ใช้ใน การปฏิบัติ			
กระบวนการปฏิบัติ การวางแผน สามารถสำรวจตรวจสอบอุปกรณ์เพื่อปรับปรุง ได้	-สำรวจอุปกรณ์ที่ต้องปรับปรุง -กำหนดหมายเลขที่ต้องปรับปรุง			
สามารถวางแผนในการปรับปรุงได้	-การออกแบบ -ความยากง่ายของแบบ -รูปแบบในการออกแบบ -ความคิดในการออกแบบ			

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนี้ สามารถใช้เป็น เกณฑ์ในข้อปฏิบัติ
นั้นได้หรือไม่ โดยการพิจารณานี้หนัก ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นสามารถใช้เป็นเกณฑ์
ในข้อปฏิบัตินั้นได้จริง

0 หมายถึง ไม่แน่ว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นสามารถใช้เป็นเกณฑ์
ในข้อปฏิบัตินั้นได้จริง

-1 หมายถึง แน่ใจว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นไม่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ใน
ข้อปฏิบัตินั้นได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนน

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน		คะแนน การพิจารณา		
			+1	0	-1
การเตรียม					
1. บอกชื่ออุปกรณ์	1 คะแนน	-บอกชื่ออุปกรณ์ได้			
	0 คะแนน	-บอกชื่ออุปกรณ์ไม่ได้			
2. บอกหน้าที่อุปกรณ์	1 คะแนน	-บอกหน้าที่อุปกรณ์ได้ถูกต้อง			
	0 คะแนน	-บอกหน้าที่อุปกรณ์ไม่ได้			
3. บอกวัสดุเครื่องมือที่ใช้ ในการซ่อม	1 คะแนน	-บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติได้ ถูกต้อง			
	0 คะแนน	-บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติ ไม่ถูกต้อง			
กระบวนการปฏิบัติ					
การวางแผน					
1. สำรวจอุปกรณ์ที่ต้องการ	3 คะแนน	-ซ่อมอุปกรณ์ได้มากกว่า 7 ตำแหน่ง			
	2 คะแนน	-ซ่อมอุปกรณ์ได้น้อยกว่า 7 ตำแหน่ง แต่มากกว่า 5 ตำแหน่ง			
	1 คะแนน	-ซ่อมอุปกรณ์ได้น้อยกว่า			
2. กำหนดหมายเลขที่ ต้องปรับปรุง	3 คะแนน	-กำหนดหมายเลขอุปกรณ์ที่ต้องการ ซ่อมได้ครบทุกตำแหน่ง			
	2 คะแนน	-กำหนดหมายเลขอุปกรณ์ที่ซ่อมผิด ไม่เกิน 2 ตำแหน่ง			
	1 คะแนน	-กำหนดหมายเลขที่ต้องการซ่อมผิด มากกว่า 2 ตำแหน่ง			

ตัวอย่าง
ตารางวิเคราะห์งานและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
ความสามารถทางเทคโนโลยี
ในการสร้างเลียนแบบ

ตารางวิเคราะห์งาน และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

การกระทำ	จุดมุ่งหมายการสอน	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
<u>การเตรียม</u> -เตรียมอุปกรณ์ -เตรียมเครื่องมือ -เตรียมวัสดุ	-รู้จักอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้าง	-สามารถเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเลียนแบบบ้านจันทันได้
<u>กระบวนการปฏิบัติ</u> -การวางแผน	-รู้จักวางแผน -รู้จักการเขียนสมมติฐาน	-สามารถวางแผนในการสร้างเลียนแบบบ้านจันทันได้ -สามารถเขียนสมมติฐานการสร้างบ้านจันทันได้
<u>การปฏิบัติ</u>	-รู้จักเขียนวิธีการสร้าง ปรับปรุง -สร้างบ้านจันทัน	-สามารถเขียนวิธีการปฏิบัติในการสร้างปรับปรุงแบบบ้านจันทันได้ -สามารถสร้างเลียนแบบบ้านจันทันได้

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สร้างขึ้น สามารถวิเคราะห์งานได้หรือไม่ โดยพิจารณาน้ำหนักดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นสามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง
- 0 หมายถึง ไม่แน่ว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นสามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นไม่สามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

การวิเคราะห์งาน	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	คะแนน การพิจารณา		
		+1	0	-1
1. การเตรียม	-สามารถเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการปรับปรุง สร้างเลียนแบบบ้านจันท			
2. กระบวนการปฏิบัติ การวางแผน การปฏิบัติ	-สามารถวางแผนในการสร้างเลียนแบบบ้านจันท			
	-สามารถเขียนสมมติฐานได้			
	-สามารถเขียนวิธีการปฏิบัติในการสร้างเลียนแบบ บ้านจันท			
	-สามารถสร้างเลียนแบบบ้านจันทตามวิธีการได้			
	-สามารถเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม			

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อปฏิบัติที่สร้างขึ้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมหรือไม่
โดยการพิจารณาน้ำหนัก ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น
ได้จริง

0 หมายถึง ไม่แน่ว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น
ได้จริง

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นไม่สามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น
ได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ข้อปฏิบัติ	คะแนน การพิจารณา		
		+1	0	-1
<u>การเตรียม</u> สามารถเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการ เลียนแบบได้	-บอกชื่ออุปกรณ์ -บอกหน้าที่อุปกรณ์ -บอกวัสดุเครื่องมือที่ใช้ใน การปฏิบัติ			
<u>กระบวนการปฏิบัติ</u> <u>การวางแผน</u> สามารถสำรวจตรวจสอบอุปกรณ์เพื่อสร้าง เลียนแบบได้	-สำรวจอุปกรณ์ที่ต้องเลียนแบบ -กำหนดหมายเลขที่ต้องเลียนแบบ			
สามารถวางแผนในการสร้างเลียนแบบได้	-การออกแบบ -ความยากง่ายของแบบ -รูปแบบในการออกแบบ -ความคิดในการออกแบบ			

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนี้ สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในข้อปฏิบัติ
นั้นได้หรือไม่ โดยการพิจารณานี้หนัก ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นสามารถใช้เป็นเกณฑ์
ในข้อปฏิบัตินั้นได้จริง
- 0 หมายถึง ไม่แน่ว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นสามารถใช้เป็นเกณฑ์
ในข้อปฏิบัตินั้นได้จริง
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นไม่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ใน
ข้อปฏิบัตินั้นได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนน

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน การพิจารณา		
		+1	0	-1
การเตรียม				
1. บอกชื่ออุปกรณ์	1 คะแนน	-บอกชื่ออุปกรณ์ได้		
	0 คะแนน	-บอกชื่ออุปกรณ์ไม่ได้		
2. บอกหน้าที่อุปกรณ์	1 คะแนน	-บอกหน้าที่อุปกรณ์ได้ถูกต้อง		
	0 คะแนน	-บอกหน้าที่อุปกรณ์ไม่ได้		
3. บอกวัสดุเครื่องมือที่ใช้ ในการเลียนแบบ	1 คะแนน	-บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติได้ ถูกต้อง		
	0 คะแนน	-บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติ ไม่ถูกต้อง		
กระบวนการปฏิบัติ				
การวางแผน				
1. สำรวจอุปกรณ์ที่ต้องการ	3 คะแนน	-เลียนแบบอุปกรณ์ได้มากกว่า 7 ตำแหน่ง		
	2 คะแนน	-เลียนแบบอุปกรณ์ได้น้อยกว่า 7 ตำแหน่ง แต่มากกว่า 5 ตำแหน่ง		
	1 คะแนน	-เลียนแบบอุปกรณ์ได้น้อยกว่า 5 ตำแหน่ง		
2. กำหนดหมายเลขที่ ต้องเลียนแบบ	3 คะแนน	-กำหนดหมายเลขอุปกรณ์ที่ต้องการ เลียนแบบได้ครบทุกตำแหน่ง		
	2 คะแนน	-กำหนดหมายเลขอุปกรณ์ที่ซ่อมผิด ไม่เกิน 2 ตำแหน่ง		
	1 คะแนน	-กำหนดหมายเลขที่ต้องการเลียนแบบ ผิดมากกว่า 2 ตำแหน่ง		

ตัวอย่าง

ตารางวิเคราะห์งานและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
ความสามารถทางเทคโนโลยีในการริเริ่ม
สร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง

ตารางวิเคราะห์งาน และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

การกระทำ	จุดมุ่งหมายการสอน	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
<u>การเตรียม</u> -เตรียมอุปกรณ์ -เตรียมเครื่องมือ -เตรียมวัสดุ	-รู้จักอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้าง	-สามารถเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเลียนแบบสะพานได้
<u>กระบวนการปฏิบัติ</u> -การวางแผน	-รู้จักวางแผน -รู้จักการเขียนสมมติฐาน	-สามารถวางแผนในการริเริ่มสร้างสรรค์สะพานได้ -สามารถเขียนสมมติฐานการสร้างสะพานได้
<u>การปฏิบัติ</u>	-รู้จักเขียนวิธีการสร้าง ปรับปรุง -สร้างสะพาน	-สามารถเขียนวิธีการปฏิบัติในการริเริ่มสร้างสรรค์สะพานได้ -สามารถสร้างสะพานได้

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สร้างขึ้น สามารถวิเคราะห์งานได้หรือไม่ โดยพิจารณาน้ำหนักดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นสามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง
- 0 หมายถึง ไม่แนใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นสามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นไม่สามารถเป็นตัวแทนของงานได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างงานกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

การวิเคราะห์งาน	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	คะแนน การพิจารณา		
		+1	0	-1
1. การเตรียม	-สามารถเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการริเริ่มสร้างสรรค์สะพานด้วยตนเอง			
2. กระบวนการปฏิบัติ การวางแผน การปฏิบัติ	-สามารถวางแผนในการริเริ่มสร้างสรรค์สะพานด้วยตนเอง			
	-สามารถเขียนสมมติฐานได้			
	-สามารถเขียนวิธีการปฏิบัติในการริเริ่มสร้างสรรค์สะพานด้วยตนเองได้			
	-สามารถเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม			

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อปฏิบัติที่สร้างขึ้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมหรือไม่ โดยการพิจารณานี้หนัก ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

0 หมายถึง ไม่แน่ว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นสามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อปฏิบัติที่ให้นั้นไม่สามารถวัดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้นได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	ข้อปฏิบัติ	คะแนน การพิจารณา		
		+1	0	-1
<u>การเตรียม</u> สามารถเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการริเริ่ม สร้างสรรค์ด้วยตนเองได้ <u>กระบวนการปฏิบัติ</u> <u>การวางแผน</u> สามารถวางแผนในการริเริ่มสร้างสะพาน ด้วยตนเองได้	-บอกชื่ออุปกรณ์ -บอกหน้าที่อุปกรณ์ -บอกวัสดุเครื่องมือที่ใช้ในการ ปฏิบัติ -การออกแบบ -ความยากง่ายของแบบ -รูปแบบในการออกแบบ -ความคิดในการออกแบบ			

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนี้ สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในข้อปฏิบัติ
นั้นได้หรือไม่ โดยการพิจารณาน้ำหนัก ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นสามารถใช้เป็นเกณฑ์
ในข้อปฏิบัตินั้นได้จริง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นสามารถใช้เป็นเกณฑ์
ในข้อปฏิบัตินั้นได้จริง

-1 หมายถึง แน่ใจว่าเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นไม่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ใน
ข้อปฏิบัตินั้นได้จริง

ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนน

ข้อปฏิบัติ	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน การพิจารณา		
		+1	0	-1
การเตรียม				
1. บอกชื่ออุปกรณ์	1 คะแนน -บอกชื่ออุปกรณ์ได้			
	0 คะแนน -บอกชื่ออุปกรณ์ไม่ถูกต้อง			
2. บอกหน้าที่อุปกรณ์	1 คะแนน -บอกหน้าที่อุปกรณ์ได้ถูกต้อง			
	0 คะแนน -บอกหน้าที่อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง			
3. บอกวัสดุเครื่องมือที่ใช้ ในการเลียนแบบ	1 คะแนน -บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติได้ ถูกต้อง			
	0 คะแนน -บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติ ไม่ถูกต้อง			

ตัวอย่าง

เอกสารสำหรับครูชุดที่ 1

ความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี
(ชุดการใช้เทคโนโลยี)

อุปกรณ์ต่าง ๆ

1. ปุ่มออก
2. สวิตช์ไฟ
3. สวิตช์พัลลัม
4. แบตเตอรี่
5. ปุ่ม Power
6. ฟิวส์
7. ออก
8. มอเตอร์
9. หลอดไฟ
10. พัลลัม
11. สายไฟ
 - กระดาษอัด
 - หลอดแปร่งสีพื้น
 - เทปขาว
 - น็อต

วิธีทำงาน

1. เลื่อนสวิตช์หมายเลข 5 ลง เพื่อจะเปิดวงจรทั้งหมด
2. กดหมายเลข 1 จนทำให้หลอดมีเสียงดัง
3. เลื่อนสวิตช์หมายเลข 2 ขึ้น หลอดไฟจะมีแสงสว่าง
4. เลื่อนสวิตช์หมายเลข 2 ลง หลอดไฟจะดับ
5. เลื่อนสวิตช์หมายเลข 3 ขึ้น จะทำให้พัลลัมหมุน
6. เลื่อนสวิตช์หมายเลข 3 ลง จะทำให้พัลลัมหยุดหมุน
7. เลื่อนสวิตช์หมายเลข 5 ขึ้น เพื่อปิดวงจรทั้งหมด

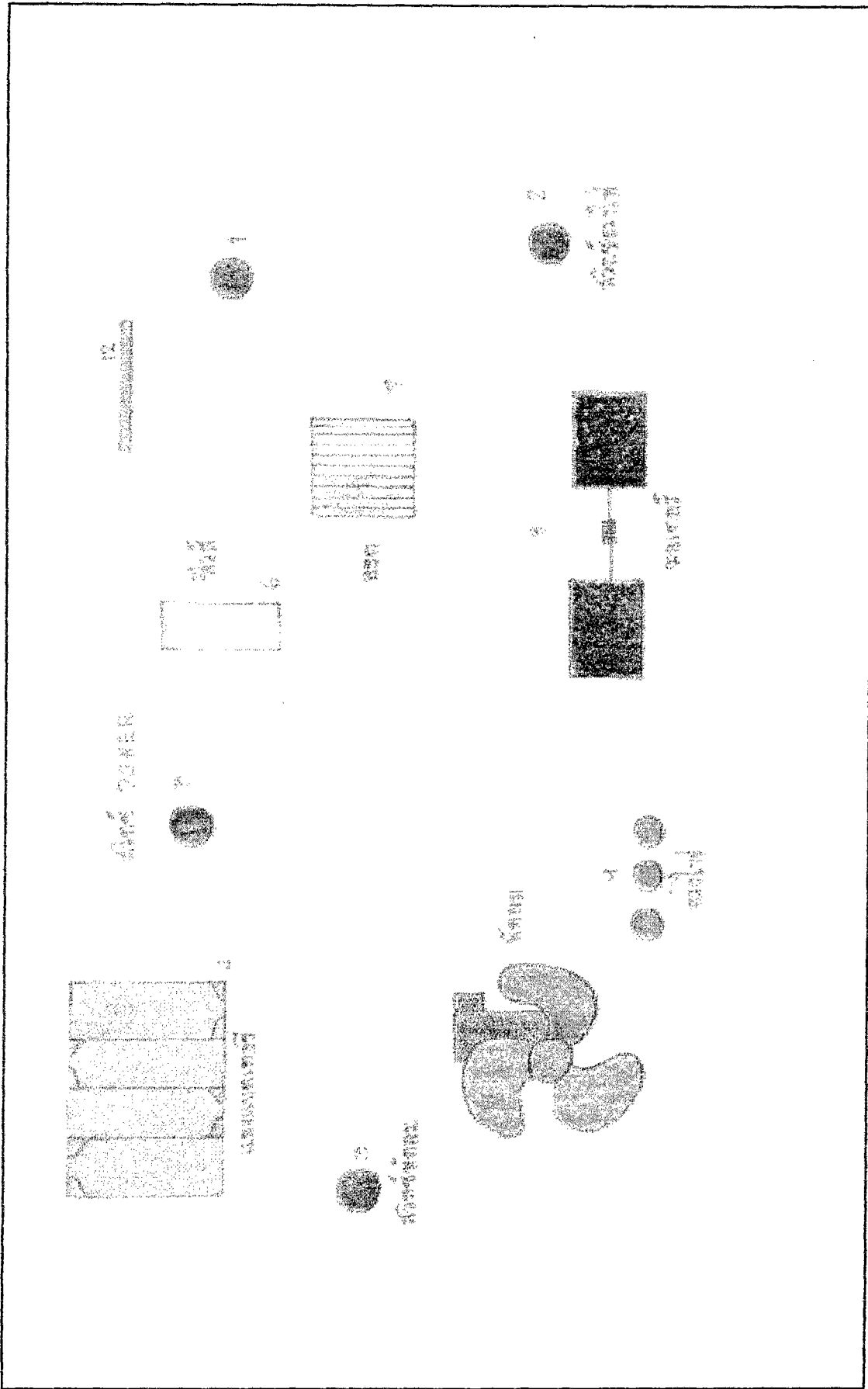
เฉลยสำหรับกรรมการ ชุดที่ 1

ตอนที่ 1

- | | |
|-----------------------|-----|
| 1. อุปกรณ์หมายเลข 1 | คือ |
| 2. อุปกรณ์หมายเลข 2 | คือ |
| 3. อุปกรณ์หมายเลข 3 | คือ |
| 4. อุปกรณ์หมายเลข 4 | คือ |
| 5. อุปกรณ์หมายเลข 5 | คือ |
| 6. อุปกรณ์หมายเลข 6 | คือ |
| 7. อุปกรณ์หมายเลข 7 | คือ |
| 8. อุปกรณ์หมายเลข 8 | คือ |
| 9. อุปกรณ์หมายเลข 9 | คือ |
| 10. อุปกรณ์หมายเลข 10 | คือ |
| 11. อุปกรณ์หมายเลข 11 | คือ |

วิธีทำงาน

1. เลื่อนสวิตช์หมายเลข 5 ลง เพื่อจะเปิดวงจรทั้งหมด
2. กดหมายเลข 1 จะทำให้ออดมีเสียงดัง
3. เลื่อนสวิตช์หมายเลข 2 ขึ้น หลอดไฟจะมีแสงสว่าง
4. เลื่อนสวิตช์หมายเลข 2 ลง หลอดไฟจะดับ
5. เลื่อนสวิตช์หมายเลข 3 ขึ้น จะทำให้พัดลมหมุน
6. เลื่อนสวิตช์หมายเลข 3 ลง จะทำให้พัดลมหยุดหมุน
7. เลื่อนสวิตช์หมายเลข 5 ขึ้น เพื่อปิดวงจรทั้งหมด



อุปกรณ์

1. กระดานอัด
2. สวิตช์ไฟ 3 ตัว
3. มอเตอร์
4. ลำโพง
5. สายไฟ
6. เบตเตอรี่ 4 ก้อน และกะบะถ่าน
7. แผงวงจรนาฬิกาปลุก
8. ใบพัด
9. หลอดไฟ 1 ดวง

วิธีใช้

1. เมื่อต้องการเปิดใบพัดให้เลื่อน A ลงมา
เมื่อต้องการปิดใบพัดให้เลื่อน A ขึ้นไป
2. เมื่อต้องการเปิดเสียงให้เลื่อน B ลงมา
เมื่อต้องการปิดเสียงให้เลื่อน B ขึ้นไป
3. เมื่อต้องการเปิดไฟให้กด C ลงไปโดยกดค้างเอาไว้
เมื่อต้องการเปิดไฟให้กด D ลงไป

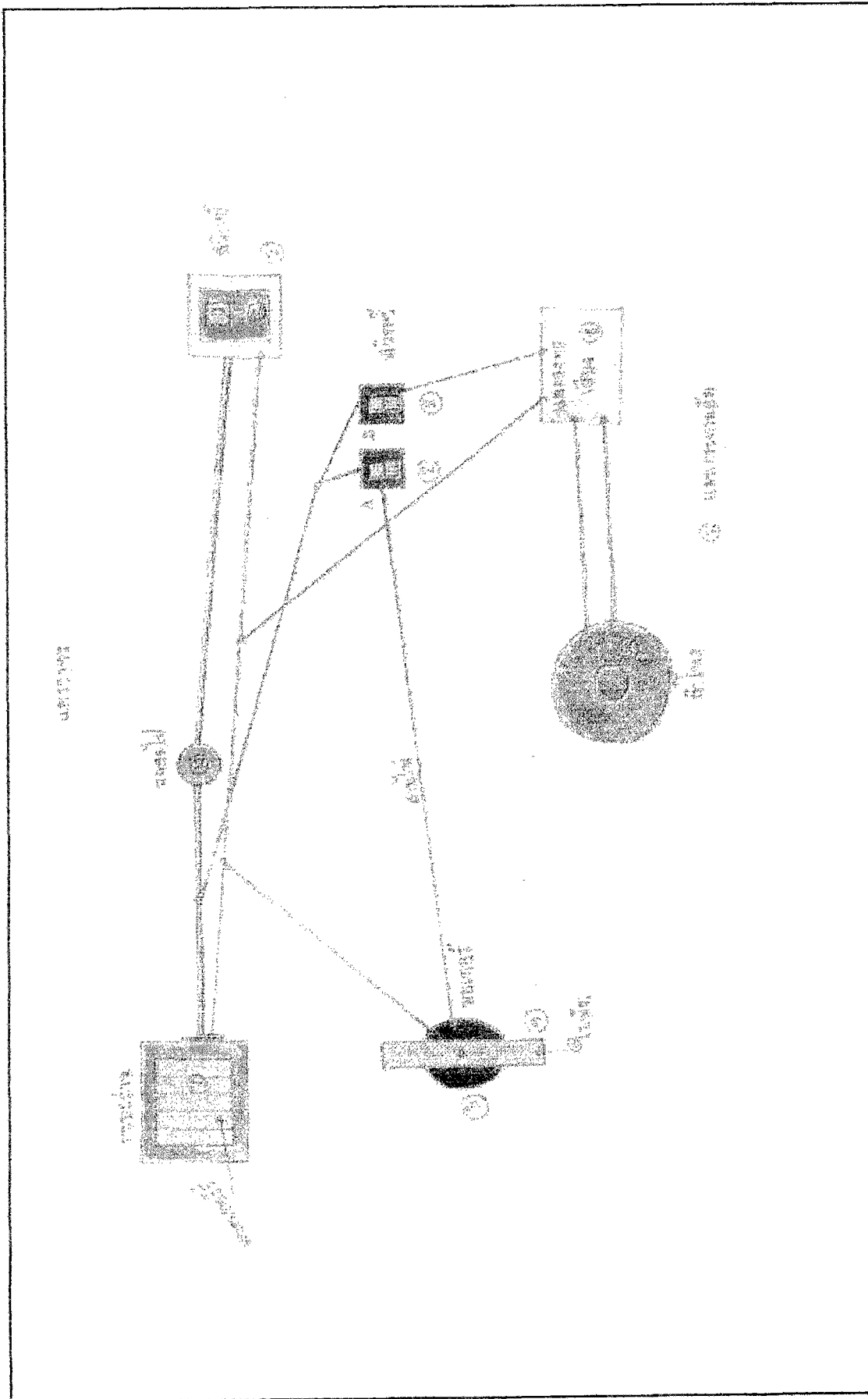
เฉลยสำหรับกรรมการ ชุดที่ 2

ตอนที่ 1

- | | |
|---------------------|-----|
| 1. อุปกรณ์หมายเลข 1 | คือ |
| 2. อุปกรณ์หมายเลข 2 | คือ |
| 3. อุปกรณ์หมายเลข 3 | คือ |
| 4. อุปกรณ์หมายเลข 4 | คือ |
| 5. อุปกรณ์หมายเลข 5 | คือ |
| 6. อุปกรณ์หมายเลข 6 | คือ |
| 7. อุปกรณ์หมายเลข 7 | คือ |
| 8. อุปกรณ์หมายเลข 8 | คือ |

วิธีทำงาน

1. เมื่อต้องการเปิดใบพัดให้เลื่อน A ลงมา
เมื่อต้องการปิดใบพัดให้เลื่อน A ขึ้นบน
2. ถ้าต้องการเปิดเสียงให้เลื่อน B ลงมา
ถ้าต้องการปิดเสียงให้เลื่อน B ขึ้นไป
3. เมื่อต้องการเปิดไฟให้กด C ลงไปโดยกดค้างเอาไว้
เมื่อต้องการปิดไฟให้กด D ลงไป



อุปกรณ์

1. สวิตช์หลังเต่า
2. สวิตช์เปิดเสียง
3. สวิตช์เปิดไฟ
4. ไบพัต และมอเตอร์
5. ลำโพง
6. รางถ่านและถ่าน 4 ก้อน
7. สะพานไฟ
8. หลอดไฟ 2 ดวง

วิธีใช้

สับสะพานไฟไปตามลูกศรในแผงวงจร สะพานไฟจะควบคุมการทำงานของสวิตช์ต่าง ๆ ดังนี้

1. ปุ่มสีขาว หมายเลข 3 จะทำหน้าที่ควบคุมการปิด-เปิดของไฟโดยใช้มือกดสวิตช์
2. ปุ่มสีแดง หมายเลข 2 ควบคุมการปิด-เปิดของกล่องเสียง โดยมือกดสวิตช์เช่นกัน เสียงดนตรีนั้นจะดังเป็นชุด แต่ละชุดจะห่างกัน 10 นาที สวิตช์หลังเต่าใช้ในการปิด-เปิดไบพัต ไบพัตนั้นจะไม่อยู่ในการควบคุมของสะพานไฟ (หมายเลข 1)

เมื่อไม่ใช้ให้สับสะพานไฟเพื่อปิดวงจรเสียงและไฟ

1. สับสะพานไฟไปตามลูกศร
2. กดสวิตช์หมายเลข 3 ไฟจะติด กดซ้ำไฟจะปิด
3. กดสวิตช์หมายเลข 2 จะเกิดเสียงดนตรี เมื่อปล่อยมือเสียงหายไป
4. กดสวิตช์หมายเลข 1 ไบพัตหมุน แล้วกดสวิตช์อีกครั้งไบพัตจะหยุด
5. เมื่อไม่ใช้ให้สับสะพานไฟ ย้อนลูกศร เพื่อปิดวงจรเสียงและไฟ

จุดที่แก้ไข แก้ไข 2 ครั้ง

1. ให้ใส่ตัวเลขเพิ่มที่วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทำชิ้นงาน
2. แก้ไขคำอธิบายวิธีการใช้

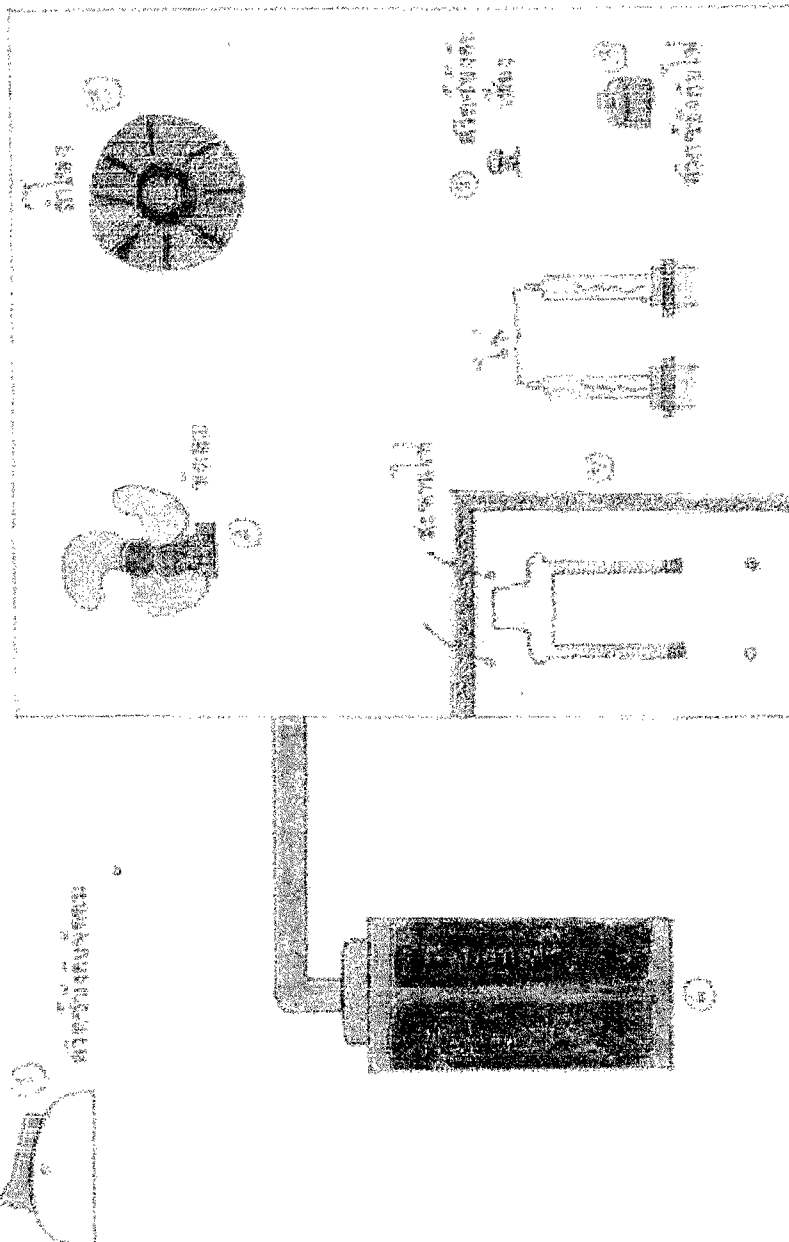
เฉลยสำหรับกรรมการ ชุดที่ 3

ตอนที่ 1

- | | |
|---------------------|-----|
| 1. อุปกรณ์หมายเลข 1 | คือ |
| 2. อุปกรณ์หมายเลข 2 | คือ |
| 3. อุปกรณ์หมายเลข 3 | คือ |
| 4. อุปกรณ์หมายเลข 4 | คือ |
| 5. อุปกรณ์หมายเลข 5 | คือ |
| 6. อุปกรณ์หมายเลข 6 | คือ |
| 7. อุปกรณ์หมายเลข 7 | คือ |
| 8. อุปกรณ์หมายเลข 8 | คือ |

วิธีทำงาน

1. สับสะพานไฟไปตามลูกศร
2. กดสวิตช์หมายเลข 3 ไฟจะติด กดซ้ำไฟจะปิด
3. กดสวิตช์หมายเลข 2 จะเกิดเสียงดนตรี เมื่อปล่อยมือเสียงจะหายไป
4. กดสวิตช์หมายเลข 1 ไขพัตหมุน แล้วกดสวิตช์กลับอีกครั้ง ไขพัตจะหยุด
5. เมื่อไม่ใช้ให้สับสะพานไฟ ย้อนลูกศร เพื่อปิดวงจรเสียงและไฟ



อุปกรณ์

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1. สวิตช์ 3 ตัว | หมายเลข 2, 3, 4 |
| 2. สะพานไฟ 1 อัน | หมายเลข 5 |
| 3. ไบพัต 1 อัน | หมายเลข 8 |
| 4. รางถ่าน 1 อัน | หมายเลข 1 |
| 5. หลอดไฟ 1 ดวง | หมายเลข 6 |
| 6. มอเตอร์ 1 ตัว | หมายเลข 7 |
| 7. สายไฟ | |
| 8. ถ่าน 4 ก้อน | |
| 9. ไม้กระดานอัด | |
| 10. ตัวต่อสายไฟ | หมายเลข 9 |

วิธีการใช้งาน

นำถ่านไฟฉายไปใส่ในรางถ่านจำนวน 4 ก้อน เปิดสวิตช์ 2 ถ้าต้องการเปิดมอเตอร์ ก็ต้องสับสะพานไฟไปทาง N แล้วกดสวิตช์ 4 มอเตอร์ก็จะทำงาน แล้วไบพัตก็จะหมุน เมื่อไบพัตหมุนแล้วต้องการเปิดไฟ ก็ปิดสวิตช์ 4 แล้วสับสะพานไฟไปทาง S แล้วเปิดสวิตช์ 3 ไฟก็จะติด เมื่อทำการทดลองแล้ว ก็ปิดสวิตช์ 2 และ 3 ตามลำดับ แล้วนำถ่านออกจากรางถ่าน

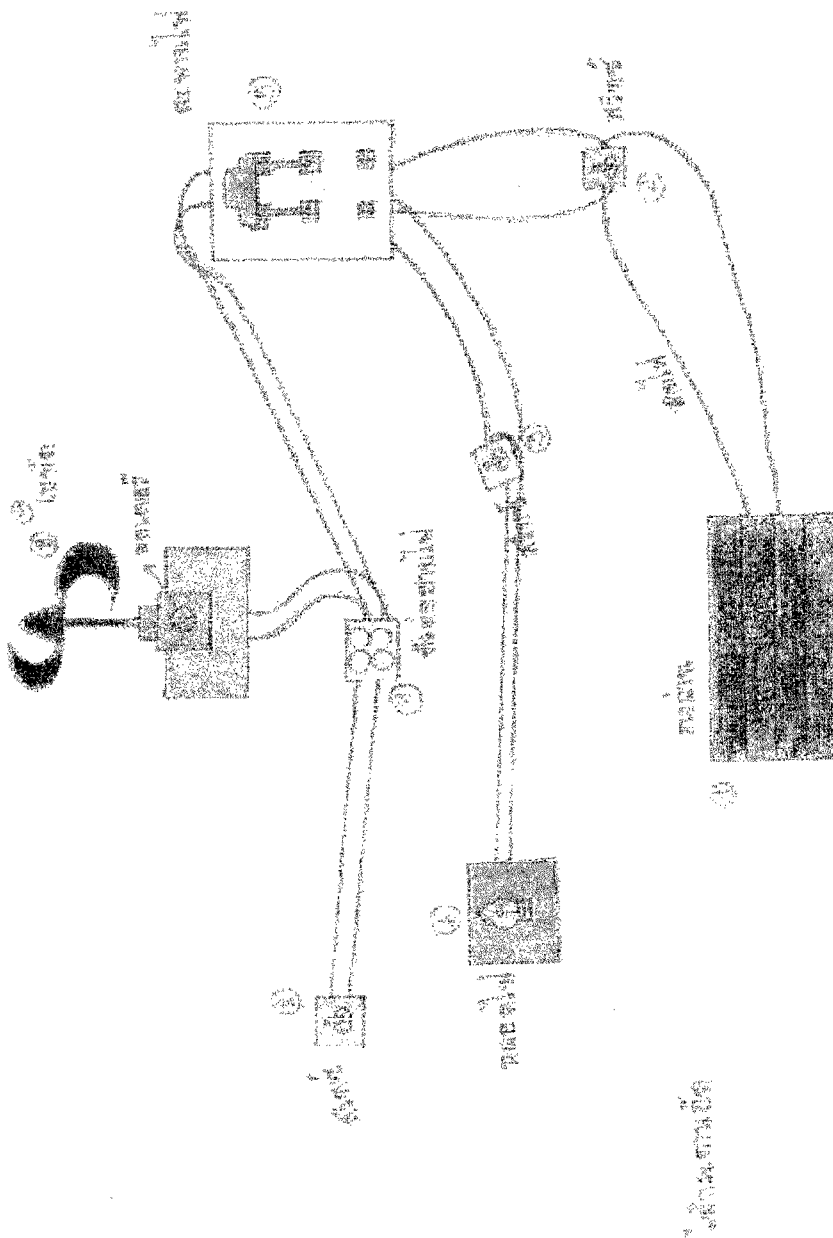
เฉลยสำหรับกรรมการ ชุดที่ 4

ตอนที่ 1

1. อุปกรณ์หมายเลข 1 คือ
2. อุปกรณ์หมายเลข 2,3,4 คือ
3. อุปกรณ์หมายเลข 5 คือ
4. อุปกรณ์หมายเลข 6 คือ
5. อุปกรณ์หมายเลข 7 คือ
6. อุปกรณ์หมายเลข 8 คือ
7. อุปกรณ์หมายเลข 9 คือ

วิธีทำงาน

นำถ่านไฟฉายไปใส่ในรางถ่านจำนวน 4 ก้อน เปิดสวิตช์ 2 ถ้าต้องการเปิดมอเตอร์ ก็ต้องสับสะพานไฟไปทาง N แล้วกดสวิตช์ 4 มอเตอร์ก็จะทำงาน แล้วใบพัดก็จะหมุน เมื่อใบพัดหมุนแล้วต้องการเปิดไฟ ก็เปิดสวิตช์ 4 แล้วสับสะพานไปทาง S แล้วปิดสวิตช์ 3 ไฟก็จะติด เมื่อทำการทดลองแล้ว ก็ปิดสวิตช์ 2 และ 3 ตามลำดับ แล้วนำถ่านออกจากรางถ่าน



อุปกรณ์

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. หมายเลข 1 | สะพานไฟ ขนาดเล็ก 1 อัน |
| 2. หมายเลข 2, 3, 4, 5 | สวิตช์ไฟ ปิด-เปิด 4 ตัว |
| 3. หมายเลข 6 | มอเตอร์ ขนาดเล็ก 1 อัน |
| 4. หมายเลข 7 | ลำโพงเสียง 1 ตัว |
| 5. แผงวงจรดนตรี | ขนาดจิ๋ว 1 ชุด |
| 6. สายไฟแดง-ดำ | ยาว 1 เมตร อย่างละ 1 เส้น |
| 7. หลอดไฟ | 1 หลอด |
| 8. ลวด | ยัดสายไฟ 20 ซม. |
| 9. แบตเตอรี่ | 1 อัน |
| 10. ไขควงพลาสติก | 1 ชิ้น |
| 11. กานดานไม้อัด | ขนาด 46 x 23 ซม. 1 แผ่น |

วิธีการใช้งาน

เปิด

1. สับสะพานไฟไปข้างหน้า
2. กดสวิตช์ที่ 1A ไฟจะเข้าไปในแผงวงจรลำโพง กดปุ่มสีดำจะมีเสียงจากลำโพง
3. กดสวิตช์ที่ 1B พัดลมก็จะหมุน
4. กดสวิตช์ที่ 1C ที่ต่อกับหลอดไฟ หลอดไฟก็จะติด

ปิด

1. กดสวิตช์ 1A อีก 1 ครั้ง ไฟจะดับ
2. กดสวิตช์ 1B ซ้ำอีก 1 ครั้ง พัดลมจะหยุดหมุน
3. กดสวิตช์ 1C ซ้ำอีก 1 ครั้ง ก็จะไม่มีความเสี่ยงเกิดขึ้น
4. สับสะพานไฟมาด้านหลังไฟจะถูกตัดจากวงจร

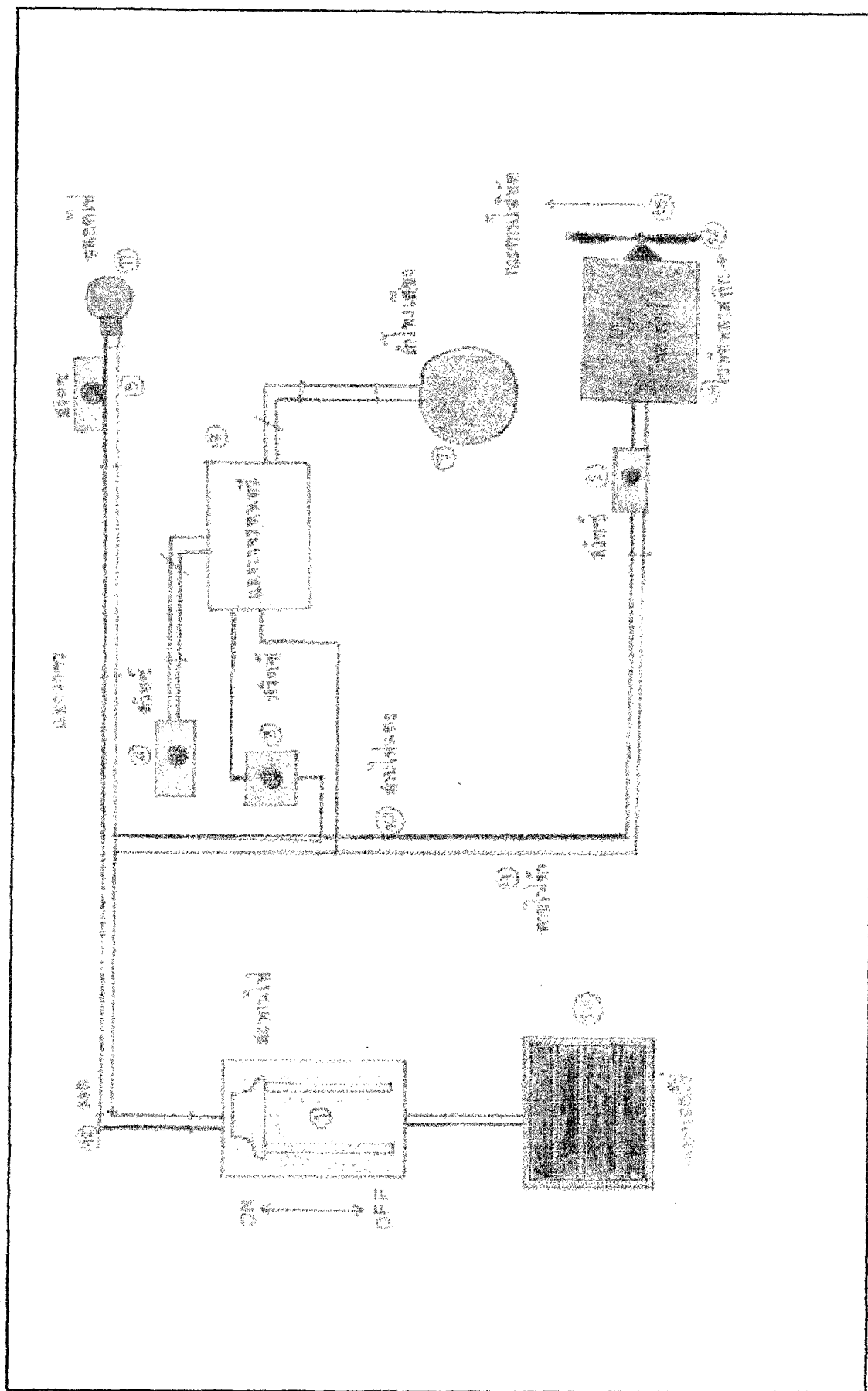
เฉลยสำหรับการมการ ชุดที่ 5

ตอนที่ 1

- | | |
|---------------------------|-----|
| 1. อุปกรณ์หมายเลข 1 | คือ |
| 2. อุปกรณ์หมายเลข 2,3,4,5 | คือ |
| 3. อุปกรณ์หมายเลข 6 | คือ |
| 4. อุปกรณ์หมายเลข 7 | คือ |
| 5. อุปกรณ์หมายเลข 8 | คือ |
| 6. อุปกรณ์หมายเลข 9,10 | คือ |
| 7. อุปกรณ์หมายเลข 11 | คือ |
| 8. อุปกรณ์หมายเลข 12 | คือ |
| 9. อุปกรณ์หมายเลข 13 | คือ |
| 10. อุปกรณ์หมายเลข 14 | คือ |
| 11. อุปกรณ์หมายเลข 15 | คือ |

วิธีทำงาน

1. ยกสะพานไฟหมายเลข 1 ไปที่ ON กดปุ่มหมายเลข 2 พัดลมจะหมุน ถ้าต้องการปิดให้กดปุ่มหมายเลข 2 อีกครั้งพัดลมจะหยุดหมุน
2. กดปุ่มหมายเลข 3 แล้วกดปุ่มหมายเลข 4 ค้างไว้ เพลงจะดัง ถ้าต้องการปิดเพลงให้ปล่อยมือจากสวิตช์หมายเลข 4 แล้วกดสวิตช์หมายเลข 3
3. กดปุ่มหมายเลข 5 ไฟจะติด ถ้าต้องการปิดไฟให้กดปุ่มหมายเลข 5 ซ้ำ ไฟจะดับเสร็จแล้วให้ยกสะพานไฟหมายเลข 1 ไปที่ OFF



อุปกรณ์

1. สวิตช์ 3 ตัว 1A, 1B, 1C ตามลำดับ
2. กล้องถ่าน 1 ตัว
3. ลำโพง 1 ตัว
4. หลอดไฟ 1 หลอด
5. สะพานไฟ 1 ตัว
6. วงจรประตู่ 1 ตัว
7. สวิตช์เล็ก 1 ตัว
8. มอเตอร์ 1 ตัว
9. ไม้กระดานพลัด 1 แผ่น
10. ใบพัด 1 อัน

วิธีใช้งาน

1. ยกสะพานไฟหมายเลข 1 ไปที่ ON กดปุ่มหมายเลข 2 พัดลมจะหมุนถ้าต้องการเปิดให้กดปุ่มที่หมายเลข 2 อีกครั้งพัดลมจะหยุดหมุน
2. กดปุ่มหมายเลข 3 แล้วกดปุ่มหมายเลข 4 ค้างไว้ เพลงจะดัง ถ้าต้องการเปิดเพลง ให้ปล่อยมือจากสวิตช์หมายเลข 4 แล้วกดสวิตช์หมายเลข 3
3. กดปุ่มหมายเลข 5 ไฟจะติด ถ้าต้องการปิดไฟให้กดปุ่มหมายเลข 5 ซ้ำ ไฟจะดับเสร็จแล้วให้ยกสะพานไฟหมายเลข 1 ไปที่ OFF

เฉลยสำหรับกรรมการ ชุดที่ 6

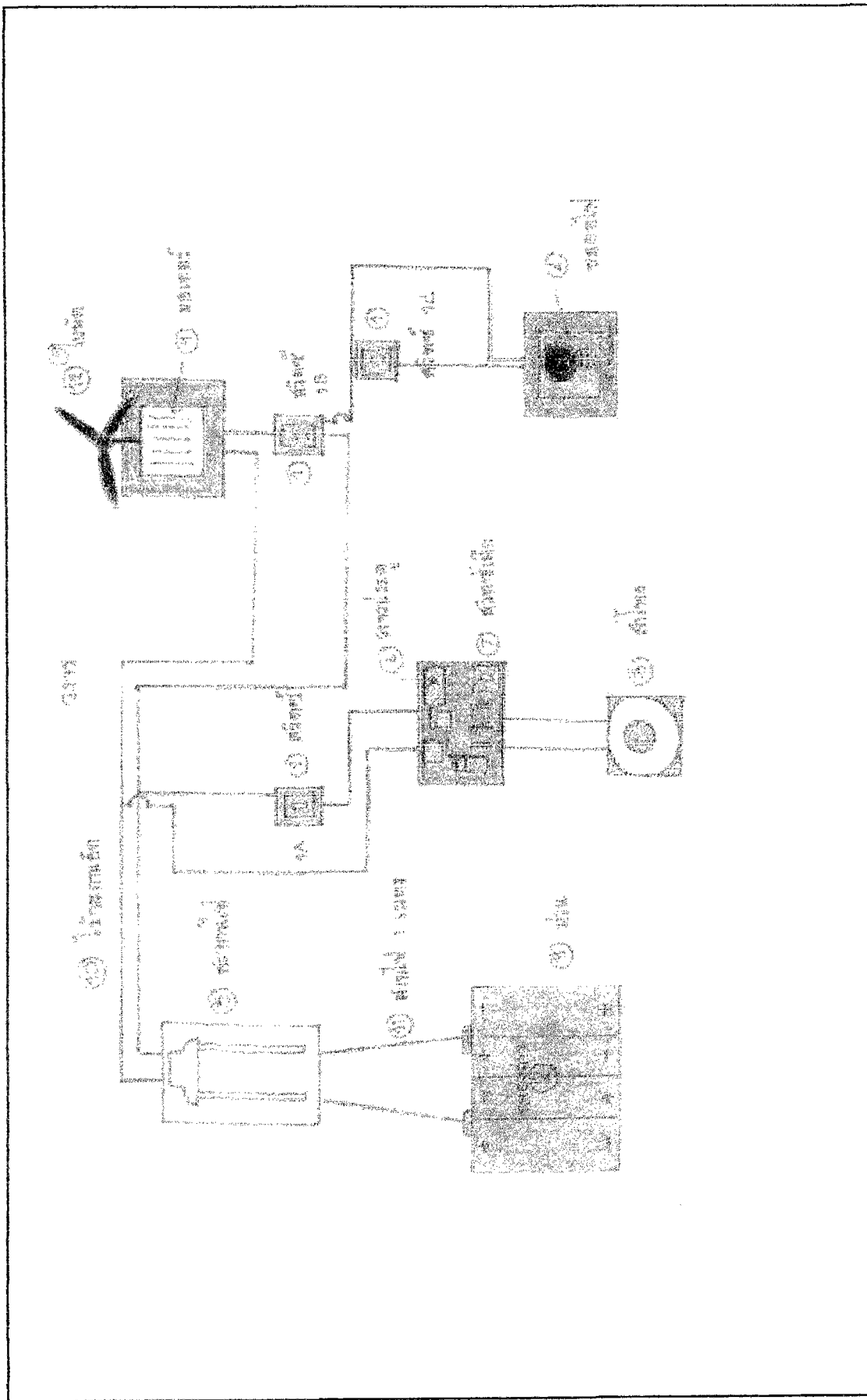
ตอนที่ 1

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

วิธีทำงาน

เปิด

1. สับสะพานไฟไปข้างหน้า
2. กดสวิตช์ 1A ไฟจะเข้าไปในแผงวงจรลำโพง
3. กดสวิตช์ที่ 1B พัดลมจะหมุน



อุปกรณ์

1. มอเตอร์
2. ไบพัด
3. ปุ่มเสียง
4. สวิตช์เปิด-ปิด
5. กระดาษถ่านพร้อมถ่าน 4 ก้อน
6. สายไฟ
7. หลอดไฟ
8. ออกหรือสัญญาณ

วิธีการใช้งาน

1. เมื่อโยกสวิตช์ที่ 4 ไปที่ F ไบพัดจะหมุน และเมื่อโยกกลับมาข้างหลัง 1 ครั้ง ไบพัดจะปิด
2. เมื่อโยกสวิตช์ที่ 4 ไปที่ S ไฟจะเปิด และเมื่อโยกกลับมาข้างหน้า 1 ครั้ง ไฟจะปิด
3. เมื่อกดปุ่มที่ 3 หนึ่งครั้ง จะมีเสียงดังขึ้น และเมื่อกดอีก 1 ครั้ง เสียงที่ดังขึ้นมาจะหายไป

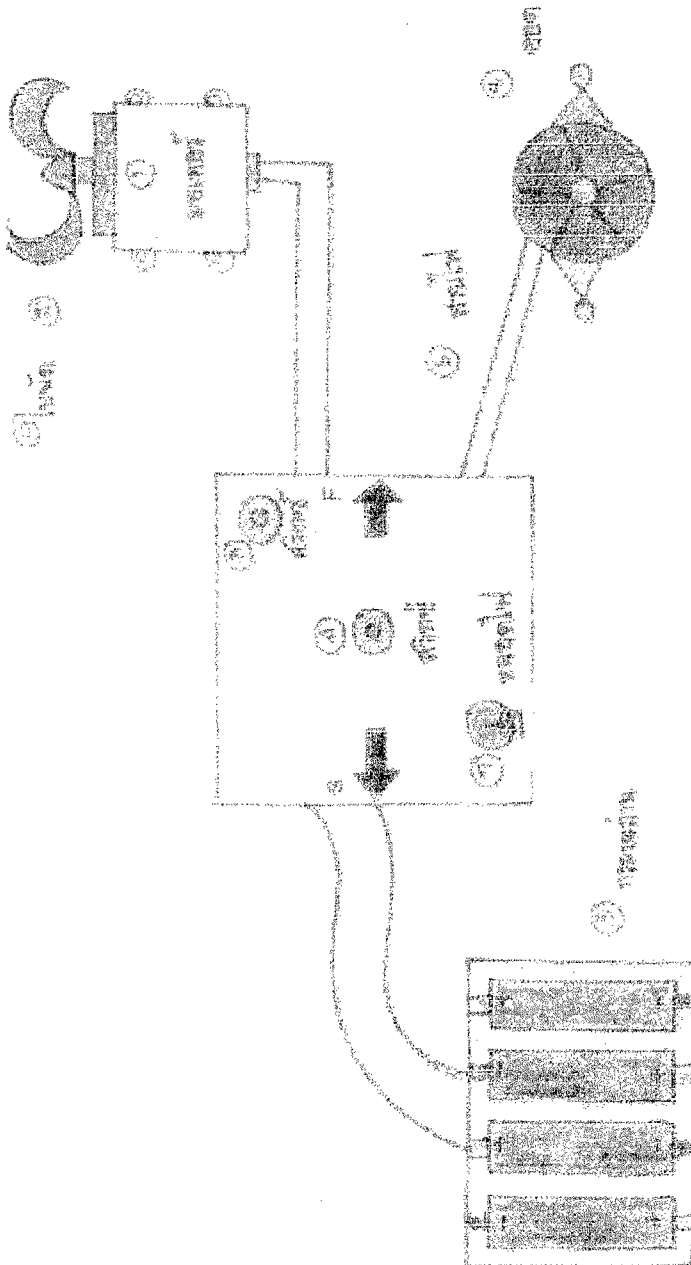
เฉลยสำหรับกรรมการ ชุดที่ 7

ตอนที่ 1

- | | |
|---------------------|-----------|
| 1. อุปกรณ์หมายเลข 1 | คือ |
| 2. อุปกรณ์หมายเลข 2 | คือ |
| 3. อุปกรณ์หมายเลข 3 | คือ |
| 4. อุปกรณ์หมายเลข 4 | คือ |
| 5. อุปกรณ์หมายเลข 5 | คือ |
| 6. อุปกรณ์หมายเลข 6 | คือ |
| 7. อุปกรณ์หมายเลข 7 | คือ |
| 8. อุปกรณ์หมายเลข 8 | คือ ออก |

วิธีทำงาน

1. เมื่อโยกสวิตช์ที่ 4 ไปที่ F ไบพัดจะหมุน และเมื่อโยกกลับมาข้างหลัง 1 ครั้ง
ไบพัดจะปิด
2. เมื่อโยกสวิตช์ที่ 4 ไปที่ S ไฟจะเปิด และเมื่อโยกกลับมาข้างหน้า 1 ครั้ง
ไฟจะปิด
3. เมื่อกดปุ่มที่ 3 หนึ่งครั้งจะมีเสียงดังขึ้น และเมื่อกดอีก 1 ครั้ง เสียงที่ดังขึ้นมา
จะหายไป



อุปกรณ์

1. ถ่าน 4 ก้อน และกล่องใส่ถ่าน
2. สวิตช์เปิดไฟ
3. สวิตช์เปิดกระดิ่ง
4. ดวงไฟ
5. กระดิ่ง
6. ฟิวส์
7. กระดานอัด
8. น็อตขาตั้ง
9. พลาสติกกรองดวงไฟ

วิธีการใช้งาน

เปิดสวิตช์หมายเลข 1 กระแสไฟฟ้าจะเข้าไปตามสายไฟและจะทำให้หลอดไฟติดและเมื่อเปิดสวิตช์หมายเลข 2 กระดิ่งจะดัง และกดสวิตช์หมายเลข 1 ก็จะมีปิด

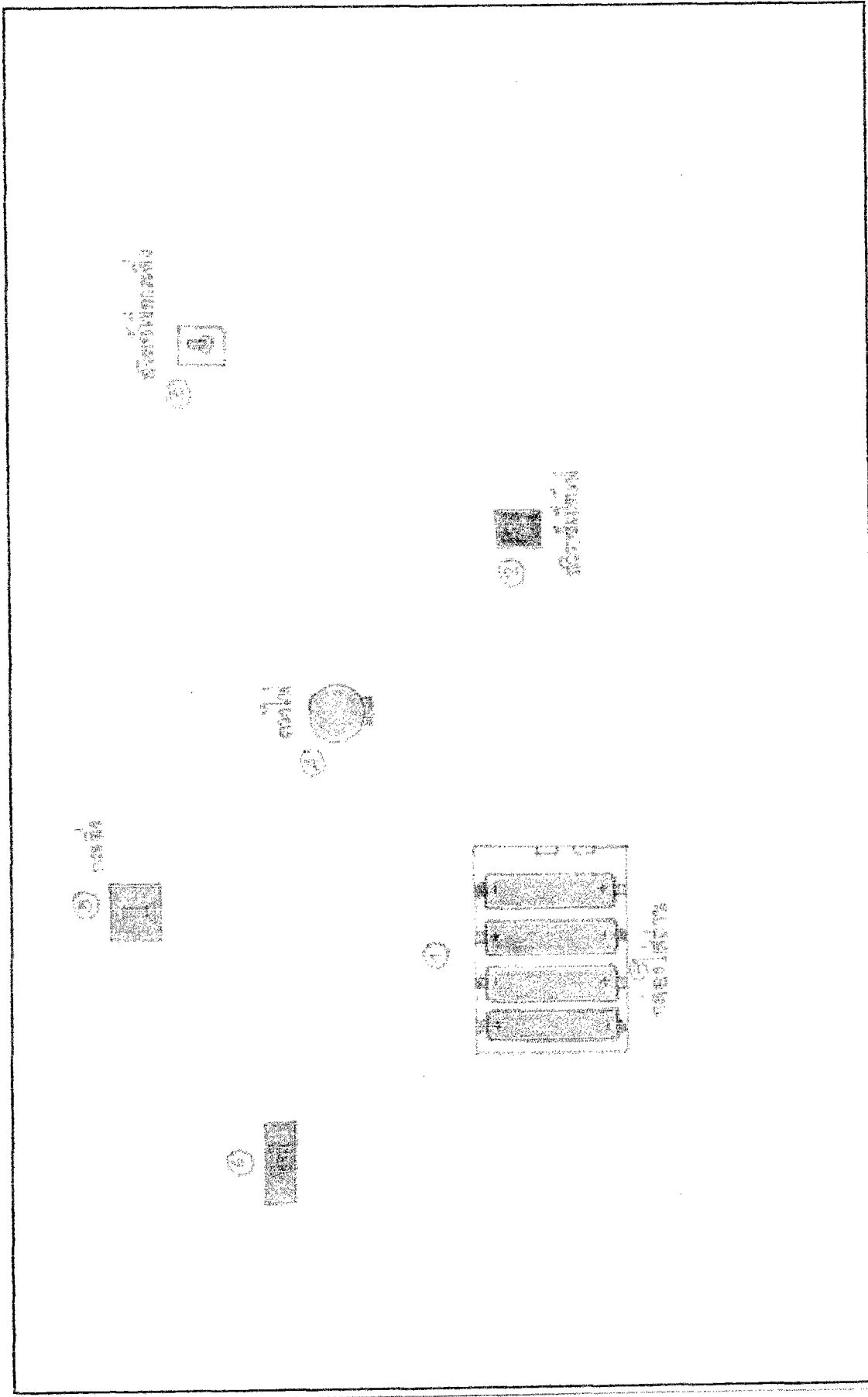
เฉลยสำหรับกรรมการ ชุดที่ 8

ตอนที่ 1

- | | |
|---------------------|-----|
| 1. อุปกรณ์หมายเลข 1 | คือ |
| 2. อุปกรณ์หมายเลข 2 | คือ |
| 3. อุปกรณ์หมายเลข 3 | คือ |
| 4. อุปกรณ์หมายเลข 4 | คือ |
| 5. อุปกรณ์หมายเลข 5 | คือ |
| 6. อุปกรณ์หมายเลข 6 | คือ |
| 7. อุปกรณ์หมายเลข 7 | คือ |
| 8. อุปกรณ์หมายเลข 8 | คือ |
| 9. อุปกรณ์หมายเลข 9 | คือ |

วิธีทำงาน

1. เปิดสวิตช์หมายเลข 1 กระแสไฟฟ้าจะเข้าไปตามสายไฟและจะทำให้หลอดไฟติด
2. เปิดสวิตช์หมายเลข 2 กระดิ่งจะดัง และกดสวิตช์หมายเลข 1 ก็จะมีปิด



อุปกรณ์

1. ร่างถ่าน
2. สะพานไฟ
3. กระดานไม้
4. สายไฟ
5. ลำโพง
6. มอเตอร์
7. ใบพัด
8. สวิตช์สีเหลือง แดง ดำ
9. หลอดไฟสีเขียว

วิธีการใช้งาน

1. สับสวิตช์หมายเลข 2 ไปยัง ON
2. กดสวิตช์หมายเลข 9 สีเหลือง มอเตอร์จะทำงาน
3. เมื่อกดสวิตช์หมายเลข 9 อีกครั้งก็หยุดทำงาน
4. กดสวิตช์หมายเลข 9 สีแดง ลำโพงจะทำงาน
5. เมื่อปล่อยสวิตช์หมายเลข 9 อีกครั้งลำโพงจะหยุดทำงาน

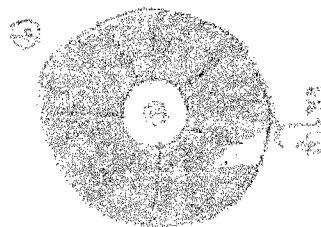
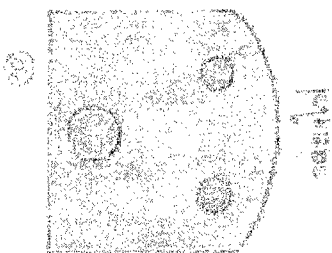
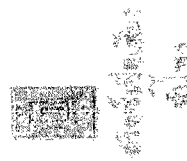
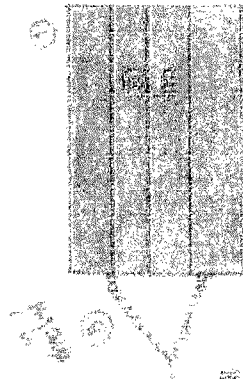
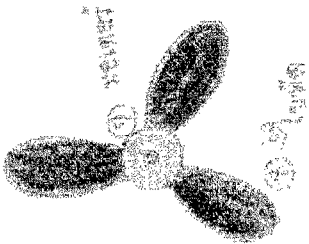
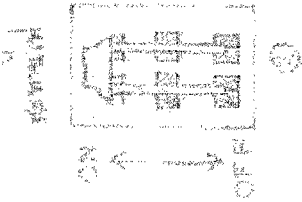
เจลยสำหรับการมการ ชุดที่ 9

ตอนที่ 1

- | | |
|---------------------|-----|
| 1. อุปกรณ์หมายเลข 1 | คือ |
| 2. อุปกรณ์หมายเลข 2 | คือ |
| 3. อุปกรณ์หมายเลข 3 | คือ |
| 4. อุปกรณ์หมายเลข 4 | คือ |
| 5. อุปกรณ์หมายเลข 5 | คือ |
| 6. อุปกรณ์หมายเลข 6 | คือ |
| 7. อุปกรณ์หมายเลข 7 | คือ |
| 8. อุปกรณ์หมายเลข 8 | คือ |
| 9. อุปกรณ์หมายเลข 9 | คือ |

วิธีการใช้งาน

1. สับสวิตช์หมายเลข 2 ไปยัง ON
2. กดสวิตช์หมายเลข 9 สีเหลือง มอเตอร์จะทำงาน
3. เมื่อกดสวิตช์หมายเลข 9 อีกครั้งก็หยุดทำงาน
4. กดสวิตช์หมายเลข 9 สีแดง ลำโพงจะทำงาน
5. เมื่อปล่อยสวิตช์หมายเลข 9 อีกครั้งลำโพงจะหยุดทำงาน



อุปกรณ์

1. ไบพัตกับมอเตอร์
2. กล่องถ่าน
3. สะพานไฟ
4. สวิตช์ปิด-เปิดมอเตอร์หมายเลข 1
5. สวิตช์ปิด-เปิดหลอดไฟหมายเลข 2
6. สวิตช์ปิด-เปิดกล่องเสียงหมายเลข 7
7. กล่องเสียง
8. หลอดไฟ

วิธีการใช้งาน

สับสะพานไฟไปตามลูกศร จะควบคุมสวิตช์ต่าง ๆ ดังนี้

1. กดปุ่มสีขาว หมายเลข 4 ควบคุมการทำงานของมอเตอร์หมายเลข 1 ทำให้ไบพัตหมุน แล้วทำการกดปุ่มสีขาวอีกครั้ง ทำให้มอเตอร์หยุดหมุน
2. กดปุ่มสีขาว หมายเลข 5 ควบคุมการทำงานของหลอดไฟ หมายเลข 8 ทำให้ไฟติด แล้วทำการกดปุ่มสีขาวอีกครั้ง ทำให้ไฟดับ
3. กดปุ่มสีขาว หมายเลข 6 ควบคุมการทำงานของกล่องเสียงหมายเลข 7 ทำให้เกิดเสียง แล้วทำการกดปุ่มสีขาวอีกครั้ง ทำให้เสียงหยุดดัง ปิดวงจรเสียงและไฟโดยการสับสะพานไฟในทิศทางตรงกันข้ามกับลูกศร

แก้ไข

สับสะพานไฟไปตามลูกศร จะควบคุมสวิตช์ต่าง ๆ คือ

1. กดปุ่ม 4 มอเตอร์ทำงาน กดอีกหนึ่งครั้งจะหยุดทำงาน
2. กดปุ่มหมายเลข 5 หลอดไฟติด กดอีก 1 ครั้ง ไฟดับ
3. กดปุ่มหมายเลข 6 จะเกิดเสียงจากลำโพง กดอีก 1 ครั้งปิดเสียงเพลง

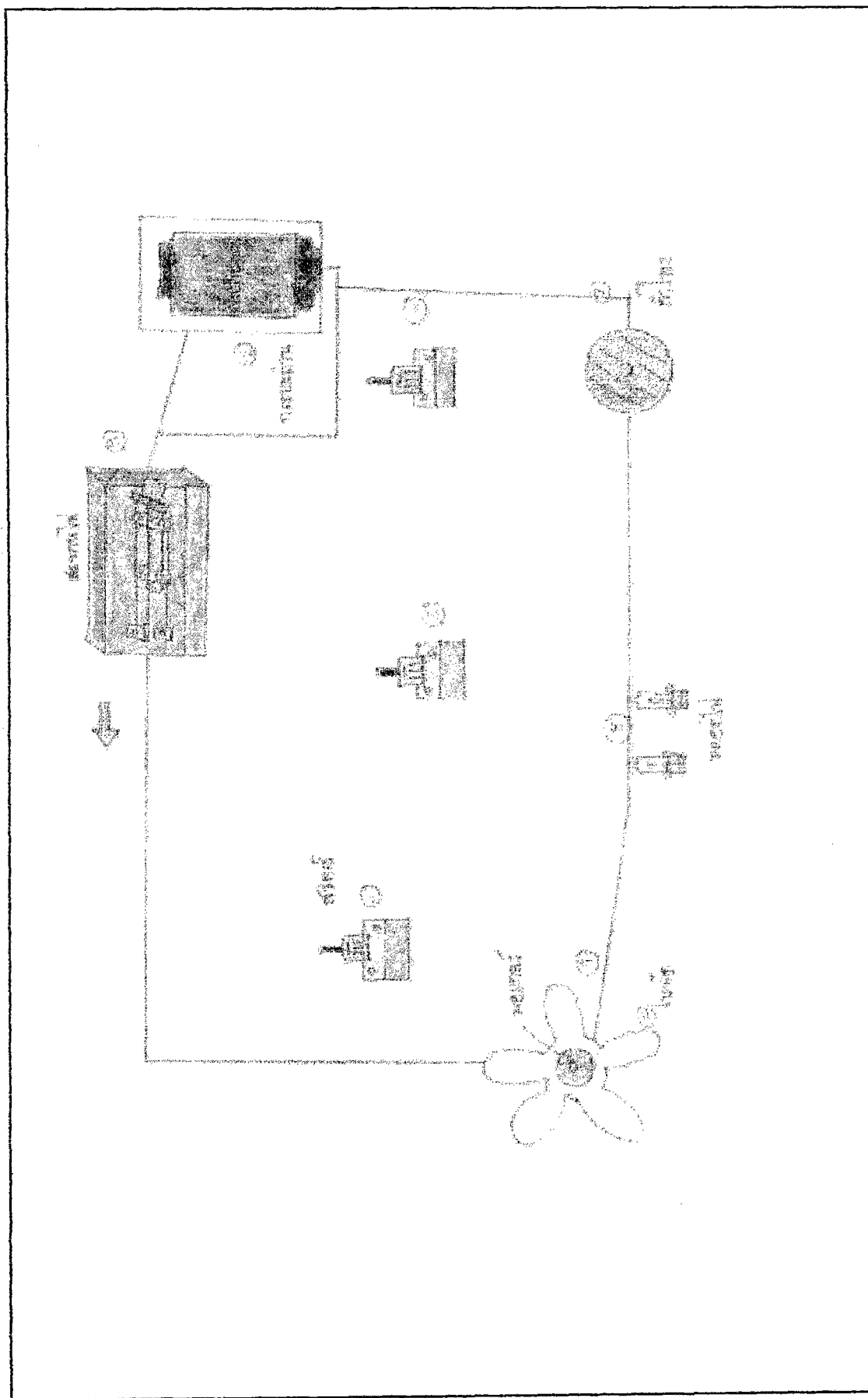
เฉลยสำหรับการ ชูดที่ 10

ตอนที่ 1

- | | |
|---------------------|-----|
| 1. อุปกรณ์หมายเลข 1 | คือ |
| 2. อุปกรณ์หมายเลข 2 | คือ |
| 3. อุปกรณ์หมายเลข 3 | คือ |
| 4. อุปกรณ์หมายเลข 4 | คือ |
| 5. อุปกรณ์หมายเลข 5 | คือ |
| 6. อุปกรณ์หมายเลข 6 | คือ |
| 7. อุปกรณ์หมายเลข 7 | คือ |
| 8. อุปกรณ์หมายเลข 8 | คือ |

วิธีทำงาน

1. กดปุ่มหมายเลข 4 มอเตอร์ทำงาน กดอีกครั้งหนึ่งจะหยุดทำงาน
2. กดปุ่มหมายเลข 5 หลอดไฟติด กดอีกหนึ่งครั้งไฟดับ
3. กดปุ่มหมายเลข 6 จะเกิดเสียงจากลำโพง กดอีก 1 ครั้งปิดเสียงเพลง



ตัวอย่าง

เกณฑ์การประเมินความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี

ตอนที่ 1

1. การเตรียม

บอกอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่ในเทคโนโลยีได้ถูกต้อง

1 คะแนน สามารถบอกชื่ออุปกรณ์ในเทคโนโลยีได้ถูกต้อง

0 คะแนน ไม่สามารถบอกชื่ออุปกรณ์ในเทคโนโลยีได้ถูกต้อง

ตอนที่ 2 เกณฑ์ในการประเมิน

กระบวนการปฏิบัติ/การวางแผน

1. การเขียนแบบ

3 คะแนน แบบถูกต้องแม่นยำ ไม่ผิดพลาด ตรงกับอุปกรณ์ทุกตำแหน่ง

2 คะแนน แบบถูกต้อง แต่ต้องปรับปรุงไม่เกิน 2 ตำแหน่ง

1 คะแนน แบบไม่สมบูรณ์ ต้องปรับปรุงมากกว่า 2 ตำแหน่ง

2. สมมติฐาน

3 คะแนน เขียนสมมติฐานได้ถูกต้อง สมบูรณ์

2 คะแนน เขียนสมมติฐานได้ถูกต้องแต่ต้องปรับปรุงไม่เกิน 2 ครั้ง

1 คะแนน ต้องปรับปรุงสมมติฐานมากกว่า 2 ครั้ง

3. ความเป็นไปได้ของสมมติฐาน

3 คะแนน สามารถดำเนินการแล้วได้ถูกต้องตามสมมติฐาน

2 คะแนน เมื่อดำเนินการแล้วถูกต้องตามสมมติฐานบางส่วน

1 คะแนน ไม่เป็นไปตามสมมติฐานได้เลย

การปฏิบัติ

4. เขียนขั้นตอนวิธีการใช้เทคโนโลยี

3 คะแนน เขียนขั้นตอนการใช้เทคโนโลยีได้ชัดเจน

2 คะแนน เขียนขั้นตอนวิธีการปฏิบัติได้ถูกต้อง โดยต้องปรับปรุงแก้ไขได้ไม่เกิน 2 ครั้ง

1 คะแนน แก้ไขปรับปรุงขั้นตอนวิธีการมากกว่า 2 ครั้ง

5. การกำหนดการใช้อุปกรณ์ตามวิธีการ

3 คะแนน ใช้อุปกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ มีความถูกต้องแม่นยำทุกตำแหน่ง

2 คะแนน ใช้อุปกรณ์ได้โดยแก้ไขปรับปรุงไม่เกิน 2 ครั้ง

1 คะแนน ไม่สามารถใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง ปรับปรุงมากกว่า 2 ครั้ง

ตัวอย่าง

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม

การเตรียม

1. บอกชื่ออุปกรณ์
 - 1 คะแนน บอกชื่ออุปกรณ์ได้
 - 0 คะแนน บอกชื่ออุปกรณ์ไม่ได้
2. บอกหน้าที่อุปกรณ์
 - 1 คะแนน บอกหน้าที่อุปกรณ์ได้ถูกต้อง
 - 0 คะแนน บอกหน้าที่อุปกรณ์ไม่ได้
3. บอกวัสดุเครื่องมือที่ใช้ในการซ่อม
 - 1 คะแนน บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติได้ถูกต้อง
 - 0 คะแนน บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติไม่ถูกต้อง

กระบวนการปฏิบัติการวางแผน

1. สืบรวจอุปกรณ์ที่ต้องการ
 - 3 คะแนน ซ่อมอุปกรณ์ได้มากกว่า 7 ตำแหน่ง
 - 2 คะแนน ซ่อมอุปกรณ์ได้น้อยกว่า 7 ตำแหน่ง แต่มากกว่า 5 ตำแหน่ง
 - 1 คะแนน ซ่อมอุปกรณ์ได้น้อยกว่า 5 ตำแหน่ง
2. กำหนดหมายเลขที่ต้องซ่อม
 - 3 คะแนน กำหนดหมายเลขอุปกรณ์ที่ต้องการซ่อมได้ครบทุกตำแหน่ง
 - 2 คะแนน กำหนดหมายเลขอุปกรณ์ที่ซ่อมผิดไม่เกิน 2 ตำแหน่ง
 - 1 คะแนน กำหนดหมายเลขที่ต้องการซ่อมผิดมากกว่า 2 ตำแหน่ง

การออกแบบ

3. การออกแบบ
 - 3 คะแนน ออกแบบได้ถูกต้องสมบูรณ์
 - 2 คะแนน ออกแบบได้ต้องซ่อมแก้ไขไม่เกิน 2 ครั้ง
 - 1 คะแนน ออกแบบได้ถูกต้องโดยซ่อมมากกว่า 2 ครั้ง หรือออกแบบไม่ถูกต้อง

4. ความยากง่ายของแบบ
 - 3 คะแนน เป็นแบบที่นักเรียนที่ไม่เคยเรียนมาก่อน ยากกว่าความรู้ในระดับชั้น
 - 2 คะแนน เป็นแบบที่นักเรียนเคยเรียนมา เป็นความรู้ในระดับชั้น
 - 1 คะแนน เป็นแบบที่ง่ายเกินไป สำหรับระดับชั้น
5. รูปแบบในการออกแบบ
 - 3 คะแนน รูปแบบถูกต้องไม่มีใครซ้ำเลย
 - 2 คะแนน รูปแบบถูกต้อง แต่ซ้ำกันได้ไม่เกิน 3 แห่ง
 - 1 คะแนน รูปแบบถูกต้องแต่ซ้ำกันเกินกว่า 3 แห่ง และรูปแบบไม่ถูกต้อง
6. ความคิดในการออกแบบ
 - 3 คะแนน เมื่อแบบเป็นแบบใหม่หมด
 - 2 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งที่สร้างดัดแปลงบางส่วน
 - 1 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งที่สร้างเป็นการซ่อมโดยตรง
7. สมมติฐาน
 - 3 คะแนน เขียนสมมติฐานได้ถูกต้องสมบูรณ์
 - 2 คะแนน เขียนสมมติฐานไม่ถูกต้องโดยซ่อมไม่เกิน 2 ครั้ง
 - 1 คะแนน เขียนสมมติฐาน โดยแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง หรือเขียนได้ไม่ถูกต้อง
8. ความเป็นไปได้ของสมมติฐาน
 - 3 คะแนน สมมติฐานถูกต้อง มีความเป็นไปได้มาก
 - 2 คะแนน สมมติฐานมีความเป็นไปได้ โดยซ่อมไม่เกิน 2 ครั้ง
 - 1 คะแนน สมมติฐานไม่มีความเป็นไปได้ หรือต้องแก้ไขใหม่

ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. เขียนวิธีการสร้าง
 - 3 คะแนน เขียนวิธีการลำดับขั้นตอนในการซ่อมได้ชัดเจน สมบูรณ์ เข้าใจง่าย
 - 2 คะแนน เขียนวิธีการลำดับขั้นตอนในการซ่อม โดยปรับปรุงแก้ไขไม่เกิน 2 ครั้ง
 - 1 คะแนน เขียนวิธีการและลำดับขั้นตอนไม่ชัดเจนเข้าใจยาก ต้องแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง

2. ปฏิบัติตามที่ออกแบบ

3 คะแนน ปฏิบัติการตามแผนอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง แม่นยำ ตามแบบที่ออกไว้ โดยไม่ต้องแก้ไข

2 คะแนน ปฏิบัติการตามแผนถูกต้อง ตามลำดับขั้นตอนโดยแก้ไขไม่เกิน 2 ครั้ง

1 คะแนน ดำเนินการซ่อมไม่ถูกต้องตามขั้นตอน แก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง

3. การปฏิบัติตามวิธีการ

3 คะแนน ปฏิบัติตามวิธีการได้ถูกต้องแม่นยำ และมีประสิทธิภาพตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

2 คะแนน ปฏิบัติตามวิธีการได้ถูกต้องตามขั้นตอน โดยแก้ไขไม่เกิน 2 ครั้ง

1 คะแนน ปฏิบัติตามวิธีการได้ถูกต้องตามขั้นตอน ต้องแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง

4. การติดตั้งอุปกรณ์

3 คะแนน ติดตั้งอุปกรณ์ได้ถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนด ในการออกแบบได้ ถูกต้องแม่นยำและมีประสิทธิภาพ

2 คะแนน ติดตั้งอุปกรณ์ได้ถูกต้องโดยผิดพลาดไม่เกิน 2 ครั้ง

1 คะแนน ติดตั้งอุปกรณ์ผิดพลาดมากกว่า 2 ครั้ง

5. ความเหมาะสมกับเวลา

3 คะแนน ปฏิบัติการเสร็จก่อนหรือทันเวลาที่กำหนด

2 คะแนน ปฏิบัติการเสร็จหลังเวลาที่กำหนดแต่ไม่เกิน 10 นาที

1 คะแนน ปฏิบัติการเสร็จหลังเวลาที่กำหนดมากกว่า 10 นาที หรือไม่เสร็จ

6. การเตรียมอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน

3 คะแนน เตรียมเครื่องมือแสดงอุปกรณ์ที่ใช้ได้ถูกต้อง

2 คะแนน เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ถูกต้อง โดยแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 2 ครั้ง

1 คะแนน เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้โดยเปลี่ยนแปลงมากกว่า 2 ครั้ง

7. ประสิทธิภาพของการทำงานของอุปกรณ์

3 คะแนน เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ตามลำดับขั้นตอน แล้วอุปกรณ์ทุกชนิดสามารถทำงานได้ดี

2 คะแนน เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ตามขั้นตอนแล้ว อุปกรณ์สามารถทำงานได้ โดยมีการปรับปรุงแก้ไขไม่เกิน 2 ครั้ง

1 คะแนน เมื่อติดตั้งอุปกรณ์แล้วอุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้

8. การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 3 คะแนน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความถูกต้องแม่นยำ
- 2 คะแนน ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์โดยแก้ไขได้ไม่เกิน 2 ครั้ง
- 1 คะแนน ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้โดยแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง

9. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

- 3 คะแนน วัสดุอุปกรณ์ทุกชิ้นมีความเหมาะสม โดยไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงชิ้นใดเลย
- 2 คะแนน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เหมาะสม แต่ต้องเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 2 ชิ้น
- 1 คะแนน วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ไม่เหมาะสมเลย หรือต้องเปลี่ยนแปลงมากกว่า 2 ชิ้น

10. การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

- 3 คะแนน สามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าที่มีหรือปรับปรุงวิธีการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติได้ถูกต้อง เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
- 2 คะแนน สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นหรือปรับปรุงวิธีการต่าง ๆ ได้ โดยปรับปรุงแก้ไขไม่เกิน 2 ครั้ง
- 1 คะแนน เมื่อเกิดปัญหาหรือต้องปรับปรุงวิธีการต่าง ๆ ไม่สามารถแก้ไขได้

ตัวอย่าง
เอกสารสำหรับครู ชุดที่ 3
ความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง
(แม่เหล็กลอย)

อุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงในหมายเลขของชิ้นงาน

(ไม่กำหนดให้ครูดูความเป็นไปได้ของความคิดของนักเรียน)

หมายเลข 1	คือ	มีหน้าที่ 1
หมายเลข 2	คือ	มีหน้าที่ 2
หมายเลข 3	คือ	มีหน้าที่ 3
หมายเลข 4	คือ	มีหน้าที่ 4
หมายเลข 5	คือ	มีหน้าที่ 5
หมายเลข 6	คือ	มีหน้าที่ 6
หมายเลข 7	คือ	มีหน้าที่ 7
หมายเลข 8	คือ	มีหน้าที่ 8
หมายเลข 9	คือ	มีหน้าที่ 9
หมายเลข 10	คือ	มีหน้าที่ 10
หมายเลข 11	คือ	มีหน้าที่ 11
หมายเลข 12	คือ	มีหน้าที่ 12

อุปกรณ์ที่นักเรียนนำมาปรับปรุงต้องมากกว่า 7 ตำแหน่ง

ตัวอย่าง

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุง ดัดแปลง

การเตรียม

1. บอกชื่ออุปกรณ์
 - 1 คะแนน บอกชื่ออุปกรณ์ได้
 - 0 คะแนน บอกชื่ออุปกรณ์ไม่ได้
2. บอกหน้าที่อุปกรณ์
 - 1 คะแนน บอกหน้าที่อุปกรณ์ได้ถูกต้อง
 - 0 คะแนน บอกหน้าที่อุปกรณ์ไม่ได้
3. บอกวัสดุเครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุง ดัดแปลง
 - 1 คะแนน บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติได้ถูกต้อง
 - 0 คะแนน บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติไม่ถูกต้อง

กระบวนการปฏิบัติการวางแผน

1. สำรองอุปกรณ์ที่ต้องการ
 - 3 คะแนน ปรับปรุง ดัดแปลงอุปกรณ์ได้มากกว่า 7 ตำแหน่ง
 - 2 คะแนน ปรับปรุง ดัดแปลงอุปกรณ์ได้น้อยกว่า 7 ตำแหน่ง แต่มากกว่า 5 ตำแหน่ง
 - 1 คะแนน ปรับปรุง ดัดแปลงอุปกรณ์ได้น้อยกว่า 5 ตำแหน่ง
2. กำหนดหมายเลขที่ต้องปรับปรุง ดัดแปลง
 - 3 คะแนน กำหนดหมายเลขอุปกรณ์ที่ต้องการปรับปรุง ดัดแปลงได้ครบทุกตำแหน่ง
 - 2 คะแนน กำหนดหมายเลขอุปกรณ์ที่ปรับปรุง ดัดแปลงผิดไม่เกิน 2 ตำแหน่ง
 - 1 คะแนน กำหนดหมายเลขที่ต้องการปรับปรุง ดัดแปลงผิดมากกว่า 2

ตำแหน่ง

การออกแบบ

3. การออกแบบ
 - 3 คะแนน ออกแบบได้ถูกต้องสมบูรณ์
 - 2 คะแนน ออกแบบได้ต้องปรับปรุง ดัดแปลงแก้ไขไม่เกิน 2 ครั้ง
 - 1 คะแนน ออกแบบได้ถูกต้องโดยปรับปรุง มากกว่า 2 ครั้ง หรือออกแบบไม่ถูกต้อง

4. ความยากง่ายของแบบ
 - 3 คะแนน เป็นแบบที่นักเรียนที่ไม่เคยเรียนมาก่อน ยากกว่าความรู้ในระดับชั้น
 - 2 คะแนน เป็นแบบที่นักเรียนเคยเรียนมา เป็นความรู้ในระดับชั้น
 - 1 คะแนน เป็นแบบที่ง่ายเกินไป สำหรับระดับชั้น
5. รูปแบบในการออกแบบ
 - 3 คะแนน รูปแบบถูกต้องไม่มีใครซ้ำเลย
 - 2 คะแนน รูปแบบถูกต้อง แต่ซ้ำกันได้ไม่เกิน 3 แห่ง
 - 1 คะแนน รูปแบบถูกต้องแต่ซ้ำกันเกินกว่า 3 แห่ง และรูปแบบไม่ถูกต้อง
6. ความคิดในการออกแบบ
 - 3 คะแนน เมื่อแบบเป็นแบบใหม่หมด
 - 2 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งที่สร้างดัดแปลงบางส่วน
 - 1 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งที่สร้างเป็นการปรับปรุง ดัดแปลงโดยตรง
7. สมมติฐาน
 - 3 คะแนน เขียนสมมติฐานได้ถูกต้องสมบูรณ์
 - 2 คะแนน เขียนสมมติฐานไม่ถูกต้องโดยปรับปรุง ไม่เกิน 2 ครั้ง
 - 1 คะแนน เขียนสมมติฐาน โดยแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง หรือเขียนได้ไม่ถูกต้อง
8. ความเป็นไปได้ของสมมติฐาน
 - 3 คะแนน สมมติฐานถูกต้อง มีความเป็นไปได้มาก
 - 2 คะแนน สมมติฐานมีความเป็นไปได้ โดยปรับปรุง ไม่เกิน 2 ครั้ง
 - 1 คะแนน สมมติฐานไม่มีความเป็นไปได้ หรือต้องแก้ไขใหม่

ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. เขียนวิธีการสร้าง

- 3 คะแนน เขียนวิธีการลำดับขั้นตอนในการปรับปรุง ดัดแปลงได้ชัดเจน

สมบูรณ์

เข้าใจง่าย

- 2 คะแนน เขียนวิธีการลำดับขั้นตอนในการปรับปรุง ดัดแปลง โดยปรับปรุงแก้ไขไม่เกิน 2 ครั้ง

- 1 คะแนน เขียนวิธีการและลำดับขั้นตอนไม่ชัดเจนเข้าใจยาก ต้องแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง

ตัวอย่าง

เอกสารสำหรับครู ชุดที่ 4

ความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างและเลียนแบบ

ความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ กำหนดปั้นจั่นที่สมบูรณ์ให้นักเรียนเลียนแบบจุดของปั้นจั่นที่กำหนด 7 จุด จากตำแหน่งต่าง ๆ ในอุปกรณ์

หมายเลข 1	ฐาน	มีหน้าที่	รองรับปั้นจั่นจำลอง
หมายเลข 2	ฐานรับเฟือง	มีหน้าที่	รองรับเฟือง
หมายเลข 3	เฟือง	มีหน้าที่	ทำหน้าที่ร่วมกับแกนหมุนให้ปั้นจั่นหมุนได้
หมายเลข 4	แกนหมุน	มีหน้าที่	หมุนให้ปั้นจั่นหมุนไปได้
หมายเลข 5	ฐานหมุน	มีหน้าที่	รองรับปั้นจั่น
หมายเลข 6	ปุ่มหมุน	มีหน้าที่	ควบคุมการทำงานของแกนหมุน
หมายเลข 7	ฐานและก้านยก	มีหน้าที่	เป็นฐานไว้รับเสาและก้านยกขณะทำงาน
หมายเลข 8	ก้านยก	มีหน้าที่	ช่วยในการขึ้นลงของแท่นเหล็ก
หมายเลข 9	เสา	มีหน้าที่	ยึดสายแท่นเหล็ก
หมายเลข 10	รอก	มีหน้าที่	ช่วยขณะสายสลิงกำลังเคลื่อนที่
หมายเลข 11	ก๊ว้น	มีหน้าที่	ควบคุมการหมุนของสายสลิงที่ติดกับแท่นเหล็ก
หมายเลข 12	กระบิด่านไฟฉาย	มีหน้าที่	เป็นพลังงานของปั้นจั่นของเปิดสวิตช์
หมายเลข 13	สายสลิง	มีหน้าที่	ควบคุมให้ก้านยกสูงหรือต่ำได้
หมายเลข 14	สวิตช์ปิด-เปิด	มีหน้าที่	ควบคุมกระแสไฟฟ้า
หมายเลข 15	แท่นเหล็ก	มีหน้าที่	จุดสิ่งของให้ติดกับปั้นจั่น
หมายเลข 16	ยางรองฐาน	มีหน้าที่	ยกฐานให้สูงเพื่อไม่ให้แกนหมุนติดพื้น

กำหนด 7 ตำแหน่ง

1. ยางรองฐาน	ปรับปรุงโดยใช้
2. สายสลิง	ปรับปรุงโดยใช้
3. ปุ่มหมุน	ปรับปรุงโดยใช้
4. แบตเตอรี่	ปรับปรุงโดยใช้
5. ระบบแม่เหล็ก	ปรับปรุงโดยใช้
6. แกน ก้านยก (เสา)	ปรับปรุงโดยใช้
7. เฟือง	ปรับปรุงโดยใช้

ตัวอย่าง เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ

การเตรียม

1. บอกชื่ออุปกรณ์
 - 1 คะแนน บอกชื่ออุปกรณ์ได้
 - 0 คะแนน บอกชื่ออุปกรณ์ไม่ได้
2. บอกหน้าที่อุปกรณ์
 - 1 คะแนน บอกหน้าที่อุปกรณ์ได้ถูกต้อง
 - 0 คะแนน บอกหน้าที่อุปกรณ์ไม่ได้
3. บอกวัสดุเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างเลียนแบบ
 - 1 คะแนน บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติได้ถูกต้อง
 - 0 คะแนน บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติไม่ถูกต้อง

กระบวนการปฏิบัติ

การวางแผน

1. สรรวจอุปกรณ์ที่ต้องการ
 - 3 คะแนน สร้างเลียนแบบอุปกรณ์ได้มากกว่า 7 ตำแหน่ง
 - 2 คะแนน สร้างเลียนแบบอุปกรณ์ได้น้อยกว่า 7 ตำแหน่ง แต่มากกว่า 5 ตำแหน่ง
 - 1 คะแนน สร้างเลียนแบบอุปกรณ์ได้น้อยกว่า 5 ตำแหน่ง
2. กำหนดหมายเลขที่ต้องสร้างเลียนแบบ
 - 3 คะแนน กำหนดหมายเลขอุปกรณ์ที่ต้องการสร้างเลียนแบบได้ครบทุกตำแหน่ง
 - 2 คะแนน กำหนดหมายเลขอุปกรณ์ที่สร้างเลียนแบบผิดไม่เกิน 2 ตำแหน่ง
 - 1 คะแนน กำหนดหมายเลขที่ต้องการสร้างเลียนแบบผิดมากกว่า 2 ตำแหน่ง

การออกแบบ

3. การออกแบบ
 - 3 คะแนน ออกแบบได้ถูกต้องสมบูรณ์
 - 2 คะแนน ออกแบบได้ต้องแก้ไขไม่เกิน 2 ครั้ง
 - 1 คะแนน ออกแบบได้ถูกต้องโดยแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง หรือออกแบบไม่ถูกต้อง

4. ความยากง่ายของแบบ
 - 3 คะแนน เป็นแบบที่นักเรียนที่ไม่เคยเรียนมาก่อน ยากกว่าความรู้ในระดับชั้น
 - 2 คะแนน เป็นแบบที่นักเรียนเคยเรียนมา เป็นความรู้ในระดับชั้น
 - 1 คะแนน เป็นแบบที่ง่ายเกินไป สำหรับระดับชั้น
5. รูปแบบในการออกแบบ
 - 3 คะแนน รูปแบบถูกต้องไม่มีใครซ้ำเลย
 - 2 คะแนน รูปแบบถูกต้อง แต่ซ้ำกันได้ไม่เกิน 3 แห่ง
 - 1 คะแนน รูปแบบถูกต้องแต่ซ้ำกันเกินกว่า 3 แห่ง และรูปแบบไม่ถูกต้อง
6. ความคิดในการออกแบบ
 - 3 คะแนน เมื่อแบบเป็นแบบใหม่หมด
 - 2 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งที่สร้างดัดแปลงบางส่วน
 - 1 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งที่สร้างเป็นการสร้างเลียนแบบโดยตรง
7. สมมติฐาน
 - 3 คะแนน เขียนสมมติฐานได้ถูกต้องสมบูรณ์
 - 2 คะแนน เขียนสมมติฐานไม่ถูกต้องโดยแก้ไขไม่เกิน 2 ครั้ง
 - 1 คะแนน เขียนสมมติฐาน โดยแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง หรือเขียนได้ไม่ถูกต้อง
8. ความเป็นไปได้ของสมมติฐาน
 - 3 คะแนน สมมติฐานถูกต้อง มีความเป็นไปได้มาก
 - 2 คะแนน สมมติฐานมีความเป็นไปได้ แก้ไขไม่เกิน 2 ครั้ง
 - 1 คะแนน สมมติฐานไม่มีความเป็นไปได้ หรือต้องแก้ไขใหม่

ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. เขียนวิธีการสร้าง
 - 3 คะแนน เขียนวิธีการลำดับขั้นตอนในการสร้างเลียนแบบได้ชัดเจน สมบูรณ์ เข้าใจง่าย
 - 2 คะแนน เขียนวิธีการลำดับขั้นตอนในการสร้างเลียนแบบ โดยปรับปรุงแก้ไข ไม่เกิน 2 ครั้ง
 - 1 คะแนน เขียนวิธีการและลำดับขั้นตอนไม่ชัดเจนเข้าใจยาก ต้องแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง

ตัวอย่าง
เอกสารสำหรับครู ชุดที่ 5
ความสามารถทางเทคโนโลยีด้วยตนเอง

อุปกรณ์

กระดาษ

หน้าที่

1. กรรไกร
2. ไม้บรรทัด
3. ดินสอ
4. กาว

ตัวอย่าง เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการริเริ่มสร้างสรรค์เทคโนโลยีด้วยตนเอง

การเตรียม

1. บอกชื่ออุปกรณ์
 - 1 คะแนน บอกชื่ออุปกรณ์ได้
 - 0 คะแนน บอกชื่ออุปกรณ์ไม่ได้
2. บอกหน้าที่อุปกรณ์
 - 1 คะแนน บอกหน้าที่อุปกรณ์ได้ถูกต้อง
 - 0 คะแนน บอกหน้าที่อุปกรณ์ไม่ได้
3. บอกวัสดุเครื่องมือที่ใช้ในการริเริ่มสร้างด้วยตนเอง
 - 1 คะแนน บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติได้ถูกต้อง
 - 0 คะแนน บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติไม่ถูกต้อง

การวางแผน

การออกแบบ

1. การออกแบบ
 - 3 คะแนน ออกแบบได้ถูกต้องสมบูรณ์
 - 2 คะแนน ออกแบบได้ต้องแก้ไขไม่เกิน 2 ครั้ง
 - 1 คะแนน ออกแบบได้ถูกต้องโดยแก้ไขมากกว่า 2 ครั้ง หรือออกแบบไม่ถูกต้อง
2. ความยากง่ายของแบบ
 - 3 คะแนน เป็นแบบที่นักเรียนที่ไม่เคยเรียนมาก่อน ยากกว่าความรู้ในระดับชั้น
 - 2 คะแนน เป็นแบบที่นักเรียนเคยเรียนมา เป็นความรู้ในระดับชั้น
 - 1 คะแนน เป็นแบบที่ง่ายเกินไป สำหรับระดับชั้น
3. รูปแบบในการออกแบบ
 - 3 คะแนน รูปแบบถูกต้องไม่มีใครซ้ำเลย
 - 2 คะแนน รูปแบบถูกต้อง แต่ซ้ำกันได้ไม่เกิน 3 แห่ง
 - 1 คะแนน รูปแบบถูกต้องแต่ซ้ำกันเกินกว่า 3 แห่ง และรูปแบบไม่ถูกต้อง
4. ความคิดในการออกแบบ
 - 3 คะแนน เมื่อแบบเป็นแบบใหม่หมด
 - 2 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งที่สร้างดัดแปลงบางส่วน
 - 1 คะแนน เมื่อแบบของสิ่งที่สร้างไม่ได้ริเริ่มสร้างด้วยตนเองโดยตรง

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวดวงใจ ศรีนวล
เกิดวันที่ 25 เดือนมกราคม พุทธศักราช 2504
สถานที่เกิด 52 หมู่ 1 ตำบลน้ำจืดน้อย อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 52 หมู่ 1 ตำบลน้ำจืดน้อย อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง
สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนศรีวิทยา ตำบลท่าตะเภา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร 86000

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2522 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม
กรุงเทพมหานคร
- พ.ศ. 2524 ปกศ.สูง วิทยาลัยครูสวนสุนันทา
- พ.ศ. 2526 กศ.บ. (วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
กรุงเทพมหานคร
- พ.ศ. 2542 กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยี
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทคัดย่อ

ของ

ดวงใจ ศรีนวล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2542

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบ 3 ชั้น ได้แก่ แบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางเทคโนโลยีแบบเขียนตอบ แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีเชิงจำแนก แบบทดสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีแบบวัดการปฏิบัติจริง โดยวัดความสามารถทางเทคโนโลยี 5 ด้าน ได้แก่ ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี ความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม ความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ความรู้ความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ และความสามารถในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 2 โรงเรียนศรีวิทย จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 3 (ว 203) จำนวน 120 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบภาคปฏิบัติความสามารถทางเทคโนโลยีแบบทดสอบ 5 แบบทดสอบ ๆ ละ 3 ชั้น วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการหาค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย, ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า

1. แบบทดสอบที่ 1 ความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี ทั้ง 3 ชั้น มีค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย 0.92, 0.93 และ 1.00 ตามลำดับ ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.52, 0.48, และ 0.58 ตามลำดับ ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.48, 0.55 และ 0.57 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.67, 0.73 และ 0.77 ตามลำดับ

2. แบบทดสอบที่ 2 ความสามารถทางเทคโนโลยีในการซ่อม ทั้ง 3 ชั้น มีค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย 0.92, 0.93 และ 1.00 ตามลำดับ ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.48, 0.55 และ 0.52 ตามลำดับ ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.42, 0.65 และ 0.68 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมินเฉลี่ย ชั้นที่ 2 และ 3 0.96 และ 0.93 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.76, 0.78 และ 0.81 ตามลำดับ

3. แบบทดสอบที่ 3 ความสามารถทางเทคโนโลยีในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ทั้ง 3 ชั้น มีค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย 0.85, 1.00 และ 1.00 ตามลำดับ ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.49, 0.44 และ 0.51 ตามลำดับ ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.35, 0.53 และ 0.44 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมินเฉลี่ย ชั้นที่ 2 และ 3 0.96 และ 0.91 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.86, 0.89 และ 0.90 ตามลำดับ

4. แบบทดสอบที่ 4 ความสามารถทางเทคโนโลยีในการสร้างเลียนแบบ ทั้ง 3 ชั้น มีค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย 0.88, 1.00 และ 1.00 ตามลำดับ ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.54, 0.65 และ 0.55 ตามลำดับ ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.41, 0.58 และ 0.60 ตามลำดับ

ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมินเฉลี่ย ฉบับที่ 2 และ 3 0.89 และ 0.82 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.77, 0.69 และ 0.76 ตามลำดับ

5. แบบทดสอบที่ 5 ความสามารถในการริเริ่มสร้างเทคโนโลยีด้วยตนเอง ทั้ง 3 ชั้น มีค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ย 0.98, 1.00 และ 1.00 ตามลำดับ ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.50, 0.40 และ 0.59 ตามลำดับ ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.58, 0.59 และ 0.66 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมินเฉลี่ย ฉบับที่ 2 และ 3 0.93 และ 0.96 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.76, 0.78 และ 0.80 ตามลำดับ

**A CONSTRUCTION OF TECHNOLOGY CAPABILITY TESTS
OF MATHAYOM SUKSA II STUDENTS**

**AN ABSTRACT
BY
DUANGJAI SREENUAL**

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education degree in Education Science
at Srinakharinwirot University
March 1999

The purpose of this study was to construct of performance test measuring the technology capabilities of Mathayom Suksa II students. There types of tests were constructed the paper and pencil performance, the identification and the work sample. Technology capabilities were categorized into 5 dimensims; understanding of technolgy, repairing the technology, improving the technology, copying the technology, and creating the technology.

The samples were 120 Mathayom Suksa II students of sriyapai school, Chumporn province who were studying science subject in the first semester of 1998 academic year. The instrument used were three performance tests of the 5 dimansims.

The findings were as follows.

1. The understanding of technology tests. The paper and pencil performance identification and work sample had validity of 0.92, 0.93 and 1.00 respectedly; the average item difficulty were 0.52, 48 and 0.58 respectedly; the average discrimination were 0.48, 0.55 and 0.57 respectedly; and test reliability were 0.67, 0.73 and 0.77 respectedly.

2. The repairing the technology tests. The paper and pencil performance identification and work sample had validity of 0.92, 0.93 and 1.00 respectedly ; the average item difficulty were 0.48, 55.00 and 0.52 respectedly; the average discrimination were 0.42, 0.65 and 0.68 respectedly; the reliabilty averaged by evaluators of the copy two and three were 0.96 and 0.93 respectedly; and reliability of the tests were 0.76, 0.79 and 0.81 respectedly.

3. The improving the technology tests. The paper and pencil performance identification and work sample had validity of 0.85, 1.00 and 1.00 respectedly ; the average item difficulty were 0.72, 0.44 and 0.51 respectedly; the average discrimination were 0.35, 0.53 and 0.44 respectedly; the reliabilty averaged by evaluators of the copy two and three were 0.96 and 0.91 respectedly; and reliability of the tests were 0.78, 0.89 and 0.91respectedly.

4. The copying the technology tests. The paper and pencil performance identification and work sample had validity of 0.88, 1.00 and 1.00 respectedly ; the average item difficulty were 0.69, 65.00 and 0.55 respectedly; the average discrimination were 0.41, 0.58 and 0.60 respectedly; the reliabilty averaged by evaluators of the copy two and three were 0.89 and 0.83 respectedly; and reliability of the tests were 0.70, 0.78 and 0.80 respectedly.

5. The initiating the technology tests. The paper and pencil performance identification and work sample had validity of 0.98, 1.00 and 1.00 respectively ; the average item difficulty were 0.64, 39.00 and 0.45 respectively; the average discrimination were 0.58, 0.59 and 0.66 respectively; the reliability averaged by evaluators of the copy two and three were 0.93 and 0.96 respectively; and reliability of the tests were 0.70, 0.78 and 0.80 respectively.