บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยและพัฒนาการวิจัยนี้ให้มีคุณภาพและบรรลุผลสำเร็จด้วยดี จึงได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้ การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประเภทของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเกณฑ์ปกติ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบที่ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ดังมีเนื้อหาสาระสำคัญต่อไปนี้

เป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ได้ระบุไว้ว่า ในการจัดการศึกษาจะต้องยึดถือหลักที่ว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถที่จะเรียนรู้และสามารถพัฒนาตนเองได้ โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ดังนั้นกระบวนการจัดการศึกษาจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติและอย่างเต็มศักยภาพ ส่วนในมาตรา 23 (2) ได้ให้ความสำคัญต่อการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา ในส่วนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ต้องการให้เกิดทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ในเรื่องการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนต้องศึกษาเป้าหมายและปรัชญาของการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ โดยทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจนกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ และผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เพื่อให้สามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ และตรงเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในกลุ่มวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิด จินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา สนใจ และใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เพื่อให้การศึกษาวิทยาศาสตร์บรรลุผลตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 จึงได้มีการกำหนดคุณภาพผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี และเมื่อจบช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6) ดังนี้ (เอกสารประกอบหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์, 2545 : 4-6)

1. คุณภาพผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี

1.1 เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวะภาพและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

1.2 เข้าใจสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน

1.3 เข้าใจโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ความสำคัญของทรัพยากรทางธรณี ดาราศาสตร์ และอวกาศ

1.4 ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย และจากเครือข่ายอินเตอร์เน็ต และสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้

1.5 เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หรือสร้างชิ้นงาน

1.6 มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และหรือจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.6.1 ความสนใจใฝ่รู้

1.6.2 ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ

1.6.3 ความซื่อสัตย์ ประหยัด

1.6.4 การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.6.5 ความมีเหตุผล

1.6.6 การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

1.7 มีเจตคติ คุณธรรม ค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1.7.1 มีความพอใจ ความซาบซึ้ง ความสุขในการสืบเสาะหาความรู้ และรักที่จะเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต

1.7.2 ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ

1.7.3 ตระหนักว่าการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.7.4 แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพในสิทธิของผลงานที่ผู้อื่นและตนเองคิดค้นขึ้น

1.7.5 แสดงความซาบซึ้งในความงามและตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์พัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนและในท้องถิ่น

1.7.6 ตระหนักและยอมรับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้และการทำงานต่างๆ

2. คุณภาพผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6)

ผู้เรียนที่จบช่วงชั้นที่ 2 ควรมีความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1 เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

2.2 เข้าใจสมบัติของวัสดุ สถานะของสาร การแยกสาร การทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง

2.3 เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า

2.4 เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2.5 ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ

2.6 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

2.7 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้

2.8 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

2.9 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

2.10 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

เมื่อพิจารณาคุณภาพของผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่จบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและจบแต่ละช่วงชั้น พอจะสรุปได้ว่า พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ต้องการให้ผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่มีคุณภาพซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนด้านความรู้ เจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ และมีคุณลักษณะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกด้วย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายและความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) ที่นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมาย และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

กาเย่ (Gagne, 1965 :3) ได้กล่าวเน้นถึงลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

1. กระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางด้านสติปัญญา และเป็นทักษะกระบวนการทางปัญญาเฉพาะ นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ

2. แต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำแนกได้จากพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้กระบวนการนี้ได้ เพื่อจะได้มีความสามารถในการหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์

3. แต่ละกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถถ่ายโอนจากวิทยาศาสตร์ไปยังสาขาอื่น ๆ ได้และสามารถนำไปใช้เป็นหลักในการคิดอย่างมีเหตุผลในการแก้ปัญหาที่ประสบในชีวิตประจำวันได้

คลอพเฟอร์ (Klopfer, 1971 : 568 - 573) กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับที่ คัสแลน และ สโตน (Kusland and Stone, 1968 : 229) ที่กล่าวว่า เป็นการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เนย์ และคณะ (Nay et al., 1971 : 201 – 203) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการลำดับกิจกรรม หรือลำดับการปฏิบัติการซึ่งทำให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมีกระบวนการต่าง ๆ ในการจัดเรียงลำดับขั้นตอนของการทำงาน

ปีเตอร์สัน (Peterson, 1978 : 153) ได้ให้ความเห็นว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นปฏิบัติการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปพาดพิง การสรุปหลักเกณฑ์ การสื่อความหมาย และการนำไปใช้ประโยชน์

โชติ เพชรชื่น (2527 : 16) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความชำนิชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิด และการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่อาจเห็นได้ เช่น การสังเกต การเลือกเครื่องมือ การประมาณค่า การสร้างสมมติฐาน การหาข้อยุติหรือลงความเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2527 : 249) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จะเป็นในการใช้แสวงหาความรู้ และแก้ปัญหา

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

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540 : ค) ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการใช้กระบวนการด้านต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา การจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมาย การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ

จากความหมายและความคิดเห็นของนักการศึกษาที่ได้กล่าวถึงข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ มีระบบ และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้โดยใช้ทักษะต่าง ๆ ที่เกิดจากการได้ฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีเหตุผลและมีระบบ

สมาคมการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science หรือ AAAS) (1970 : 30 – 176) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 กระบวนการ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (2522 : 1 – 17) ได้รวบรวมและปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้เหมาะสม โดยแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะออกเป็น 2 ระดับ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skills) จำนวน 8 ทักษะ ได้แก่ 1. ทักษะการสังเกต 2. การวัด 3. การคำนวณ 4. การจำแนกประเภท 5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา 6. การจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมาย 7. การลงความเห็นจากข้อมูล และ 8. การพยากรณ์ ทักษะขั้นบูรณาการ (The Integrated Process Skills) จำนวน 5 ทักษะ ได้แก่ (9) การตั้งสมมติฐาน (10) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (11) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (12) การทดลอง และ(13) การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐานเท่านั้น

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน มีจำนวน 8 ทักษะ ดังนี้

2.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกต

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ประกอบด้วย การบ่งชี้ และบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ และบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2.2 ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด แสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือวัด รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ เลือกหน่วยกลางได้เหมาะสมกับสิ่งที่ใช้วัดเลือกเครื่องมือเหมาะสมกับสิ่งที่วัด วัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร และน้ำหนัก ฯลฯ ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง

2.3 ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง เช่นใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการนับได้ ตัดสินได้ว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน การบอกวิธีคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณได้อย่างถูกต้อง การหาค่าเฉลี่ย

2.4 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่กลุ่มเดียวกัน

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้วได้แก่ การแบ่งพวกของสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ สามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตัวเอง พร้อมกับบอกได้ว่าผู้อื่นแบ่งพวกสิ่งของนั้นโดยใช้เกณฑ์อะไร

2.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา

มิติของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างบริเวณที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไป มิติของวัตถุมี 3 มิติ ซึ่งได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูง หรือความหนาของวัตถุ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ ระหว่างมิติของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ สามารถวาดรูป 2 มิติจากรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้หรือวาดรูป 3 มิติ จากรูป 2 มิติที่กำหนดให้ได้ บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ ได้ บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและเงาในกระจกว่าเป็นซ้ายเป็นขวาของกันและกันอย่างไร บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

2.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น โดยจะต้องรู้จักเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม บอกเหตุผลในการเสนอข้อมูลในการเลือกแบบเสนอข้อมูล

2.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือ การทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การอธิบาย หรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลโดยใช้ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

2.8 ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (

Interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolating) การพยากรณ์ที่แม่นยำเป็นผลมาจากการสังเกตที่รอบคอบ การวัดที่ถูกต้อง การบันทึกและการจัดกระทำกับข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คือ สามารถใช้ข้อสรุปจากการทดลองที่ได้ทำมาแล้วหรือใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ ใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่ได้เป็นที่ยอมรับแล้วมาคาดคะเนคำตอบในเรื่องที่ยังไม่ได้ทำการทดลองหรือเรื่องที่ยังไม่เกิดขึ้นได้

แบบทดสอบ

แบบทดสอบสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามรูปแบบของคำถามและคำตอบ คือ แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test) เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ หรือเป็นแบบทดสอบชนิดตอบยาว ภายในเวลาที่กำหนด และแบบทดสอบปรนัย (Objective Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งให้ผู้สอบตอบสั้น หรือเพียงเขียนเครื่องหมาย สัญลักษณ์ใด ๆ เท่านั้น ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแบบทดสอบปรนัย ดังนี้

แบบทดสอบปรนัย (Objective Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบที่มีความเป็นปรนัยสูง ได้แก่ ข้อสอบที่มีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ (ปราณี ทองคำ, 2539 :31)

1) คำถามมีความหมายชัดเจน ทุกคนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน ไม่กำกวม

2) ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน ไม่ว่าใครจะเป็นผู้ตรวจ

3) แปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน

แบบทดสอบปรนัยที่ใช้กันทั่วไปอาจแบ่งตามลักษณะของข้อสอบที่ให้ผู้สอบเขียนคำตอบเองกับเลือกคำตอบที่กำหนดให้ จะแบ่งได้ 2 ประเภท คือ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2524 : 90-92)

1. ข้อสอบแบบเขียนคำตอบ (Supply Item Types) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 ข้อสอบชนิดตอบสั้น (Short-answer Item) เป็นข้อสอบที่ผู้สอบจะต้องหาคำตอบเอง แต่เป็นคำตอบสั้น ๆ เหมาะสำหรับใช้วัดความรู้ความจำเกี่ยวกับคำศัพท์ ข้อเท็จจริง หลักการ และหลักเกณฑ์ต่าง ๆ เป็นการให้ระลึกถึงสิ่งต่าง ๆ ที่ผ่านมา

1.2 ข้อสอบชนิดเติมคำ (Completion Item) มีลักษณะและการใช้เหมือนกับแบบตอบสั้น ต่างกันที่แบบเติมคำจะเว้นช่องว่างไว้ให้เติมคำตอบ ตัวคำถาม (stem) จะเป็นประโยคไม่สมบูรณ์

2. ข้อสอบแบบเลือกคำตอบ (Selection item Types) แบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่

2.1 ข้อสอบชนิด ถูก – ผิด (True – false Item) เป็นข้อสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเลือกตอบว่า ข้อความที่กำหนดให้นั้นถูก หรือผิดเท่านั้น ซึ่งเหมาะสำหรับวัดผลการเรียนรู้ระดับความรู้ความจำ สามารถวัดเนื้อหาได้มาก มักมีค่าความเชื่อมั่นสูง แต่เปิดโอกาสให้เดาได้มาก

2.2 ข้อสอบชนิดจับคู่ (Matching Item) เป็นข้อสอบให้เลือกจับคู่ระหว่างคำหรือข้อความสองแถวให้สอดคล้องกัน ซึ่งเหมาะสำหรับวัดความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ หลักการ ความสัมพันธ์และการตีความในเรื่องเดียวกัน

2.3 ข้อสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice Item) เป็นข้อสอบที่บังคับให้ผู้สอบเลือกคำตอบจากที่กำหนดให้ ซึ่งจะมีให้เลือกตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไป และมักไม่เกิน 6 ตัว แบบทดสอบชนิดนี้นิยมให้กันทั่วไป สามารถใช้วัดผลการเรียนรู้ได้เกือบทุกระดับ แม้จะสร้างยาก ต้องใช้เวลามากในการสร้าง แต่คุ้มค่ากับแรงงานและเวลาที่เสียไป

แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Items) เป็นแบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งแบบทดสอบชนิดนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. ตอนนำ หรือตัวคำถาม (Stem) ทำหน้าที่เสนอปัญหาหรือคำถามเป็นสิ่งเร้าเพื่อให้ผู้สอบตอบสนอง

2. ตัวเลือก (Choices หรือ Option) เป็นสิ่งที่ผู้สอบจะต้องเลือกเป็นคำตอบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ตัวเลือกที่ตอบถูก (Correct Choices) หรือ เรียกว่า คำตอบ (answer or key)

2.2 ตัวเลือกที่ตอบผิด หรือ เรียกว่า ตัวลวง (Distracters)

รูปแบบของแบบทดสอบเลือกตอบ

นักวัดผลได้จำแนกรูปแบบของแบบทดสอบเลือกตอบเป็น 3 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ

3.1 คำถามเลือกตอบประเภทคำถามโดด ๆ (Single Item) ลักษณะคำถามจะถามเรื่องเดียวโดยเฉพาะ ไม่เกี่ยวกับข้ออื่น ๆ คำถามและตัวเลือกจะจบสมบูรณ์ในข้อนั้น ๆ การตอบแต่ละข้อจะอิสระไม่เกี่ยวข้องกัน คำถามชนิดนี้จะประกอบไปด้วยโจทย์ หรือข้อความที่ต้องการจะถามเพื่อวัดความรู้ความสามารถเรื่องหนึ่งกับตัวเลือกตั้งแต่ 3 ตัวหรือมากกว่า รวมกันเป็น 1 ข้อ

3.2 คำถามเลือกตอบประเภทตัวเลือกคงที่ (Constant Choice) เป็นแบบสอบที่ตัวเลือก 1 ชุดใช้ได้กับคำถามหลาย ๆ ข้อ รูปแบบนี้เกิดจากตัวเลือกแต่ละข้อคำถามโดด ๆ ซ้ำกันอยู่บ่อย ๆ ดังนั้นเพื่อให้คำถามและตัวเลือกมีประสิทธิภาพขึ้นจึงเอาตัวเลือกที่ซ้ำมาเป็นตัวเลือกคงที่แล้วเขียนคำถามเป็นข้อ ๆ ไปโดยให้เลือกตอบตามตัวเลือกที่กำหนดให้

3.3 คำถามเลือกตอบประเภทสถานการณ์ (Situational Test) เป็นรูปแบบที่มีการเสนอสิ่งเร้า เช่น สถานการณ์จำลอง ข้อความหรือภาพสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งมาเร้าให้เด็กเกิดความคิดก่อน แล้วจากนั้นตั้งคำถามวัดเฉพาะในสถานการณ์นั้นเท่านั้น จะอาศัยส่วนภายนอกมาตอบถูกไม่ได้

ข้อจำกัดของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีข้อจำกัด ดังนี้

1. สร้างให้มีคุณภาพดี ๆ ได้ยาก ต้องใช้ผู้มีความรู้และทักษะในการสร้างมาก
2. เสียเวลาและแรงงานในการสร้างมาก
3. สิ้นเปลืองกระดาษในการพิมพ์ข้อสอบมาก
4 . ถ้าข้อสอบยากมาก ๆ ผู้สอบจะเดาคำตอบ นั่นคือ ผู้สอบจะมีความคิดว่าได้ตอบดีกว่าไม่ได้ตอบ แม้จะมีโอกาสตอบถูกน้อยมาก (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2524 : 128)

ข้อดีของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีข้อดี ดังนี้

1. ใช้วัดผลการเรียนรู้ระดับสูง ๆ และที่ซับซ้อนได้
2. ตรวจให้คะแนนง่าย สะดวกและรวดเร็ว
3. มีประสิทธิภาพการวัดได้ดีกว่าแบบทดสอบแบบอื่น ๆ
4. มีโอกาสการเดาน้อยกว่าแบบทดสอบปรนัยแบบอื่น ๆ
5. สามารถวัดครอบคลุมเนื้อหาได้มาก จึงมีความตรงตามเนื้อหาสูง
6. มีความเที่ยงธรรมในการนำไปใช้วัดและประเมินผลสูง เพราะมีความเป็นปรนัยมาก
7. สามารถใช้หาความบกพร่อง หรือตรวจสอบเนื้อหาในประเด็นต่าง ๆ ที่นักเรียนไม่เข้าใจได้
8. เหมาะสำหรับเก็บไว้ใช้ได้อีก เพราะสามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อได้ ถ้าดีก็เก็บไว้ใช้ ถ้าไม่ดีก็ทำให้รู้ข้อบกพร่อง นำไปปรับปรุงแก้ไขใหม่ได้ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2524 : 128)

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หน่วยทดสอบและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2518, อ้างถึงใน รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์, 2531:12) ได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจกแจงให้ชัดเจน โดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วนำมาแจกแจงให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวัง และภาคเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นที่ขาดเสียมิได้ ในบทหนึ่ง ๆ ควรจะกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดเสียมิได้ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรจะปรากฏในข้อสอบ

3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรม ทักษะซึ่งมีความมุ่งหมายที่จะกำหนดว่า จะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อ จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังจะทราบต่อไปว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีสัดส่วนมากน้อยเพียงใด

4. การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ ควรจะถือหลักว่าจะใช้การสอบแบบใด จึงจะตรวจวัดพฤติกรรมนั้น ๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลา และง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2518 : 10) ยังได้เสนอลักษณะข้อทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์

1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้นอาจจะเป็นสถานการณ์สมมติ หรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ได้แต่จะต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียนหรือผู้สอบ

1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจได้ง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว

1.3 สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ จะต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล

1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัด จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

1.5 สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กะทัดรัด อ่านเข้าใจได้ง่าย แต่ละสถานการณ์ควรใช้สำหรับถามได้มากกว่า 1 ข้อ เพื่อมิให้นักเรียนหรือผู้สอบเสียเวลาในการอ่านมากเกินความจำเป็น

2. การสร้างคำถาม คำถามที่จะให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาจะมีคุณสมบัติ ดังนี้

2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไม่ถามเรื่องที่เป็นความรู้ ความจำ

2.2 ไม่ถามถึงปัญหา หรือสมมติฐานที่เคยอภิปราย หรือสรุปกันมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำทั้ง ๆ ที่ดูคำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ใช้คำถามรัดกุม บ่งชัดว่าจะให้ตอบเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ก็ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยเฉพาะ

2.4 ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่องและกำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

3. การตรวจ

ถ้าเป็นข้อทอสอบแบบให้ตอบสั้น ๆ แม้จะตั้งคำถามที่ผู้ถามคิดว่าจำเพาะเจาะจง คำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจจะต้องดูเหตุผลของนักเรียนหรือผู้สอบบางคนที่ตอบแตกต่างไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าให้เหตุผลถูกก็ต้องยอมรับ

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

1. หลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเป็นทฤษฎีที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ หรือความสามารถที่อยู่ภายในตัวบุคคลกับพฤติกรรมการตอบสนองข้อสอบของบุคคลนั้น ซึ่งทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่า พฤติกรรมการตอบสนองต่อข้อสอบของผู้สอบจะถูกกำหนดโดยคุณลักษณะ (Trait) หรือความสามารถ (Ability) ที่มีอยู่ภายในตัวบุคคล ซึ่งไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง โดยความสัมพันธ์นั้นแสดงออกในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดด้วยฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ (Item Characteristic Function) หรือเรียกว่า โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve) หรือฟังก์ชั่นการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Function) ซึ่งกำหนดได้หลายรูปแบบ แต่การจะใช้รูปแบบของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบได้ ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้จากการทดสอบจะต้องเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีนี้ (Lord and Novick, 1968 : 360)

2. ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

2.1 แบบทดสอบมิติเดียว (Unidimensionality test) หมายความว่าข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบจะต้องวัดความสามารถหรือคุณลักษณะเดียว หรือมีความเป็นเอกพันธ์ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีความเชื่อว่า ผู้สอบมีความสามารถ k อย่าง ซึ่งความสามารถแต่ละอย่างจะตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ กัน ดังนั้น การจะนำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบนั้น จึงมีข้อตกลงว่า ต้องมีความเป็นมิติเดียว (Unidimensionality) นั่นคือ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบหลาย ๆ ข้อสำหรับวัดความสามารถด้านใดด้านหนึ่งของผู้สอบ (สำเริง บุญเรืองรัตน์, 2529 : 43) การกำหนดข้อตกลงดังกล่าวนี้ก็เพื่อประโยชน์ในการตีความหมายของคะแนนที่ได้จากการสอบ ซึ่งวิธีการตรวจสอบความเป็นมิติเดียวนั้นมีหลายวิธี แต่ที่ได้รับความนิยมมากได้แก่ วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)โดยใช้อัตราส่วนของความแปรปรวนขององค์ประกอบแรกกับความแปรปรวนขององค์ประกอบสอง เป็นดัชนีความเป็นมิติเดียว

ปัญหาที่พบในการวิเคราะห์องค์ประกอบคือ การเลือกใช้ค่าสหสัมพันธ์ฟี (Phi Correlation) และค่าสหสัมพันธ์เตตราคลอริก (Tetrachoric Correlation) นั่นคือ การวิเคราะห์โดยใช้สหสัมพันธ์ฟีนั้น ทำให้ได้องค์ประกอบหลายองค์ประกอบ และอาจทำให้ได้องค์ประกอบที่ไม่ใช่องค์ประกอบที่แท้จริง ซึ่งประเด็นนี้ได้มีคำอธิบายโดยแมคโดนัลด์ และอลาวัท (McDonald and Ahlawat, 1974, อ้างถึงใน ปราณี ศรีทองแก้ว, 2544 : 20) ว่า ที่เกิดผลเช่นนี้เป็นเพราะข้อมูลมีความสัมพันธ์กันแบบไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinearlity) ส่วนการใช้ค่าสหสัมพันธ์เตตราคลอริกในการวิเคราะห์นั้น ค่อนข้างยุ่งยากในการคำนวณ ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ เมื่อความสามารถของผู้สอบไม่แจกแจงเป็นปกติ ฟังก์ชั่นของการตอบสนองข้อสอบไม่เป็นแบบปกติสะสม และเมื่อมีการเดาของผู้สอบ แต่ข้อดีของการใช้วิธีนี้คือ ผลของการวิเคราะห์จะได้องค์ประกอบที่เด่นชัดเพียงองค์ประกอบเดียว ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่เพียงพอในการตรวจสอบความเป็นมิติเดียวของแบบทดสอบ

2.2 ความเป็นอิสระในการตอบข้อสอบ (Local Independence) หมายความว่า การตอบสนองข้อต่าง ๆ ในแบบทดสอบของผู้สอบนั้นมีความเป็นอิสระ ซึ่งข้อตกลงนี้มี 2 ลักษณะ คือ

2.2.1 ความเป็นอิสระทางสถิติ (Statistically Independence) คือ ข้อสอบแต่ละข้อเป็นอิสระไม่เกี่ยวข้องกัน ทำให้คำตอบในแต่ละข้อของแต่ละผู้สอบเป็นอิสระต่อกัน แต่รวมกันแล้วจะวัดคุณลักษณะเดียวเท่านั้น

2.2.2 ความเป็นอิสระจากตำแหน่ง (Uncorrelated Independence) คือ ข้อสอบแต่ละข้อจะปรากฏอยู่ในตำแหน่งใดของแบบทดสอบก็ได้ จะไม่มีผลต่อการตอบข้อสอบ

เมื่อแบบทดสอบมีคุณสมบัติของการวัดเพียงมิติเดียวแล้ว ก็จะมีความเป็นอิสระในการตอบข้อสอบ ดังนั้นการตรวจสอบความเป็นอิสระในการตอบข้อสอบก็ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบได้เหมือนกัน (Lord, 1980 :19)

2.3 โอกาสที่ผู้สอบจะตอบข้อสอบข้อใดข้อหนึ่งถูก เป็นไปตามโค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve : ICC) ของแต่ละโมเดลที่ใช้ ไม่ขึ้นกับการแจกแจงความสามารถของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งโค้งลักษณะข้อสอบเป็นฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบข้อใดข้อหนึ่งได้ถูกต้อง กับระดับความสามารถที่วัดได้โดยแบบทดสอบนั้น เป็นฟังก์ชั่นการถดถอยชนิดไม่ใช่เชิงเส้นตรง (Non Linear Regression) ของคะแนนข้อสอบบนระดับความสามารถที่วัดโดยแบบทดสอบ ซึ่งโค้งลักษณะข้อสอบมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับรูปแบบการตอบสนองข้อสอบในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าว

3. รูปแบบที่ใช้ในทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากผู้สอบมีหลายลักษณะ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนารูปแบบที่แสดงความสัมพันธ์ตามแนวคิดทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในหลายลักษณะต่าง ๆ กันเพื่อให้แต่ละรูปแบบมีความเหมาะสมกับข้อมูลที่ได้ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

3.1 รูปแบบการตอบสนองข้อสอบที่ใช้กับการตรวจให้คะแนนรายข้อแบบ 2 ค่า (Dichotomous) คือเป็นข้อสอบที่ตรวจให้คะแนนเป็น 0 เมื่อตอบผิด ให้คะแนนเป็น 1 เมื่อตอบถูก ในระยะเริ่มแรกมีการพัฒนารูปแบบประเภทนี้ ซึ่งได้แก่ รูปแบบของกัตแมนสมบูรณ์ (Guttman Perfect Scale) รูปแบบระยะห่างแฝง (Latent Distance Model) รูปแบบเชิงเส้นตรง (Linear Model) เป็นต้น ในระยะต่อมาได้มีการพัฒนารูปแบบประเภทนี้เพิ่มขึ้น เช่นรูปแบบปกติสะสม (Normal Ogive Model) แบบ 1 , 2 , 3 พารามิเตอร์ และรูปแบบโลจิสติก (Logistic Model) แบบ 1, 2, 3, 4 พารามิเตอร์ เป็นต้น ซึ่งเป็นรูปแบบที่ได้รับการปรับปรุงให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลจากการสอบในสถานการณ์จริงมากขึ้น สามารถนำไปปฏิบัติได้ง่ายและมีผู้สนใจนำไปใช้อย่างกว้างขวาง

3.2 รูปแบบการตอบสนองข้อสอบที่ใช้การตรวจให้คะแนนรายข้อแบบมากกว่า 2 ค่า (Polytomous)

ได้แก่ รูปแบบการตอบสนองข้อสอบแบบนามบัญญัติ (Normal Response Model : PCM) รูปแบบการให้คะแนนบางส่วน (Partial Credit Model : PCM) ซึ่งรูปแบบประเภทนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ โดยใช้ประโยชน์จากค่าสารสนเทศทั้งจากการตอบข้อสอบถูกหรือผิด

3.3 รูปแบบการตอบสนองข้อสอบที่ใช้กับการตรวจให้คะแนนรายข้อแบบต่อเนื่อง (Contineous)

ได้แก่ รูปแบบการตอบสนองข้อสอบแบบต่อเนื่อง (Contineous Response Model : CRM) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบทางจิตวิทยา หรือผู้ที่สนใจศึกษาทางด้านที่เกี่ยวกับทัศนคติ (Attitude) ซึ่งการตอบสนองข้อสอบเป็นมาตราที่ต่อเนื่อง (Contineous Scale)

โดยสามารถจะสรุปรูปแบบต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสมกับลักษณะข้อมูลดังกล่าวข้างต้นและผู้ที่นำเสนอรูปแบบนั้น ๆ ได้ตามตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 ลักษณะของข้อมูล รูปแบบ (Model) ที่ใช้วิเคราะห์ และผู้นำเสนอรูปแบบ

ลักษณะของข้อมูล	รูปแบบที่ใช้วิเคราะห์	ผู้นำเสนอรูปแบบ
Dichotomous	Latent Linear	Lazarsfeld & Henry
	Latent Distance	(1968)
	Perfact scale	
	One, Two, Three Parameter Normal Ogive	Guttman (1944)
	One, Two, Three Parameter Logistic	Lord (1952)
		Birnbaum (1975,1958a, 1958b,1968)
		Lord & Novick (1968)
	Four Parameter Logistic	Wright & Stone (1979)
		McDonald (1967)
Polytomous	Nomal Response	Barton & Lord (1981)
	Graded Response	Bock (1972)
	Partial Cradit Model	Samejima (1969)
Contineous	Contineous Response	Master (1982)
		Samejima (1972)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะกล่าวถึงเฉพาะรูปแบบโลจิสติก (Logistic Model) เท่านั้น

4. รูปแบบโลจิสติก (Logistic Model)

รูปแบบโลจิสติก เป็นรูปแบบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับรูปแบบปกติของออไจว์ (Normal Ogive Model) แต่มีความสะดวกในการประมาณค่ามากกว่า และยังได้พัฒนาให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์จริงในการทดสอบอีกด้วย เช่น ในกรณีที่ตอบข้อสอบได้ด้วยการเดา ปลายโค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) ไม่เป็นศูนย์ แสดงว่า การทำข้อสอบย่อมมีการเดา และในกรณีผู้สอบทำข้อสอบด้วยความสะเพร่า รูปแบบนี้จะเพิ่มค่าความรอบคอบขึ้นอีกหนึ่งค่า ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากปลายสูงสุดของโค้งลักษณะข้อสอบมีค่าน้อยกว่า 1

รูปแบบโลจิสติกแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบตามจำนวนของพารามิเตอร์โค้งลักษณะข้อสอบดังนี้ (Hambleton and Swaminathan, 1985 : 34-49)

4.1 รูปแบบโลจิสติกที่มี 1 พารามิเตอร์ (One Parameter Logistic Model)

เบิร์นบอม (Birnbaum) ได้พัฒนารูปแบบนี้ในปี ค.ศ.1968 เป็นรูปแบบที่อธิบายคุณลักษณะของข้อสอบด้วยค่าพารามิเตอร์เพียงตัวเดียว คือ ค่าความยากของข้อสอบ (b) โดยรูปแบบนี้เชื่อว่า ค่าความน่าจะเป็นที่ผู้สอบจะตอบข้อสอบได้ถูกต้องหรือไม่ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของผู้สอบ (θ) และค่าความยากของข้อสอบ โดยค่าการเดาของข้อสอบ (c) มีค่าน้อยที่สุดซึ่งถือว่ามีค่าเป็นศูนย์ และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) มีค่าคงที่ทั้งฉบับ ซึ่งรูปแบบนี้มีความเหมือนกับรูปแบบของราส์ช (Rasch Model) เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ (Hambleton, Swaminathan and Roger, 1991 : 12-14 ; Hambleton and Swaminathan, 1987 : 46)

$$P_i(\theta) = \frac{e^{D(\theta - b_i)}}{1 + e^{D(\theta - b_i)}} \quad ; \; i = 1, 2, 3, ..., n$$

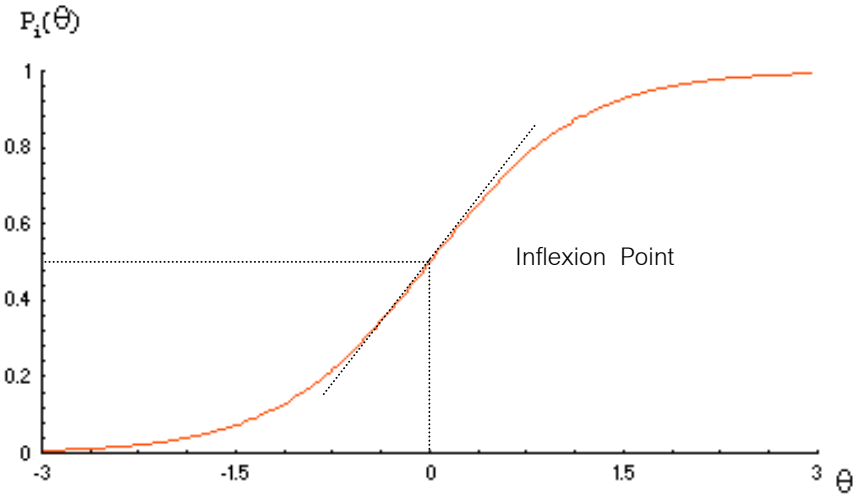
เมื่อ $P_i(\theta)$ หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบซึ่งมีระดับความสามารถ θ_i จะทำข้อสอบข้อที่ i ถูก

θ หมายถึง ระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ

b_i หมายถึง ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ i

e หมายถึง ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 2.7182818

D หมายถึง ค่าคงที่ โดยปกติมีค่า 1.702 หรือ 1.7



ภาพประกอบ 1 แสดงค่าความหมายของค่า Item Parameter (1 พารามิเตอร์) ของข้อสอบ

4.2 รูปแบบโลจิสติกที่มี 2 พารามิเตอร์ (Two-Parameter Logistic Model)

เบิร์นบอม (Birnbarm) ได้พัฒนารูปแบบนี้ขึ้นมาจาก Normal Ogive Model ซึ่งรูปแบบใหม่มีรูปแบบไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก จะเปลี่ยนแต่เพียงการคิดคำนวณเท่านั้น และกำหนดให้ทุกข้อไม่มีการเดาเกิดขึ้น คือ ค่า c_i มีค่าเป็นศูนย์ทุกข้อ กล่าวคือ ผู้สอบที่มีความสามารถต่ำสุดไม่มีโอกาสที่จะทำข้อสอบถูกในข้อสอบที่มีค่าความยากสูง ซึ่งเบิร์นบอม ได้เสนอรูปแบบของสมการดังนี้

$$P_i(\theta) = \frac{e^{Da_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta - b_i)}} \quad ; \ i = 1, 2, 3, ..., n$$

เมื่อ $P_i(\theta)$ หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบซึ่งมีระดับความสามารถ θ จะทำข้อสอบข้อที่ i ถูก

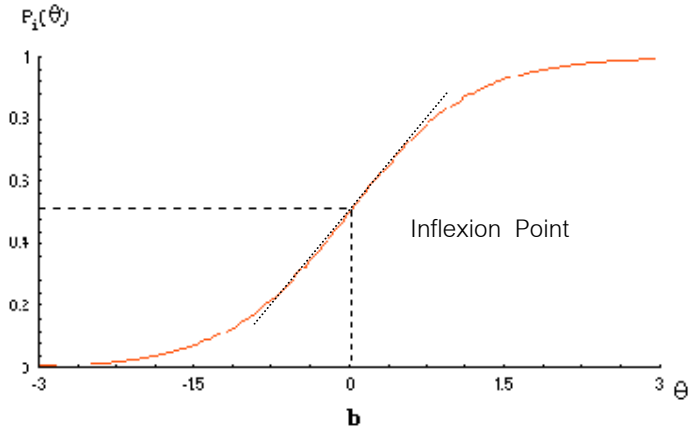
θ หมายถึง ระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ

a_i หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งสัดส่วนโดยตรงกับความชันของโค้ง ณ จุดเปลี่ยนโค้งและมีค่าอยู่ระหว่าง $-\infty$ ถึง $+\infty$ ค่าอำนาจจำแนกที่เป็นลบแสดงว่าข้อสอบจำแนกคนเก่งอ่อนไม่ได้ ถ้าค่าอำนาจจำแนกเป็นบวก แสดงว่าข้อสอบสามารถจำแนกคนเก่งอ่อนได้ โดยทั่วไปแล้วจะเอาค่าที่ .3 ถึง 2.0

b_i หมายถึง ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ i มีค่าเท่ากับระดับความสามารถของผู้สอบ ณ จุดเปลี่ยนโค้ง และมีค่าอยู่ระหว่าง $-\infty$ ถึง $+\infty$ ในทางปฏิบัติจะเลือกข้อสอบที่มีค่าอยู่ระหว่าง –2 ถึง +2 ค่า –2 แสดงว่าข้อสอบง่ายมากและค่า +2 แสดงว่าข้อสอบยากมาก

e หมายถึง ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 2.7182818

D หมายถึง ค่าคงที่ โดยปกติมีค่า 1.702 หรือ 1.7



ภาพประกอบ 2 แสดงค่าความหมายของค่า Item Parameter (2 พารามิเตอร์) ของข้อสอบ

4.3 รูปแบบโลจิสติกที่มี 3 พารามิเตอร์ (Three-Parameter Logistic Model)

เป็นรูปแบบที่พัฒนามาจาก Two-Parameter Logistic Model เพื่อให้เหมาะกับแบบสอนที่มีอิทธิพลจากการเดาเข้ามาแฝงอยู่ด้วย และเป็นโค้งลักษณะข้อสอบที่แสดงถึงลักษณะข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ 3 ตัวซึ่งเบิร์นบอม ได้เสนอรูปแบบของสมการดังนี้

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i)\frac{e^{Da_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta - b_i)}} \quad ; \ i = 1, 2, 3, ..., n$$

เมื่อ $P_i(\theta)$ หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบซึ่งมีระดับความสามารถ θ จะทำข้อสอบข้อที่ i ถูก

θ หมายถึง ระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ

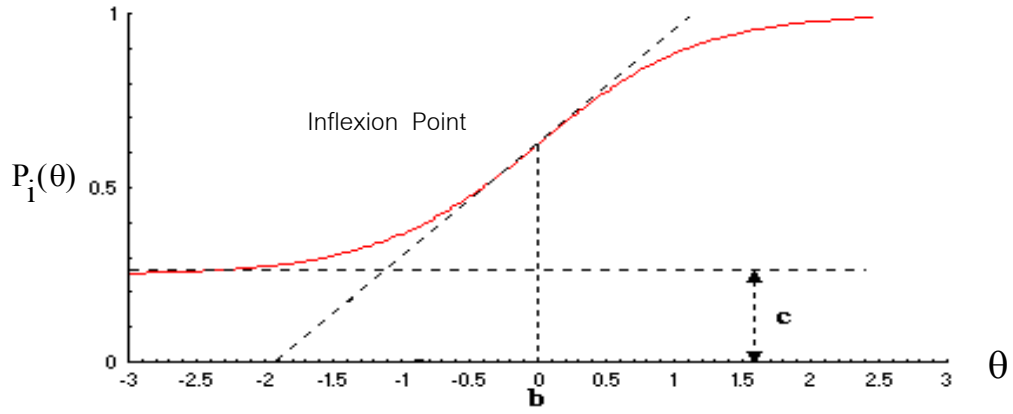
a_i หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i ซึ่งสัดส่วนโดยตรงกับความชันของโค้งณ จุดเปลี่ยนโค้งและมีค่าอยู่ระหว่าง $-\infty$ ถึง $+\infty$ ค่าอำนาจจำแนกที่เป็นลบแสดงว่าข้อสอบจำแนกคนเก่งอ่อนไม่ได้ ถ้าค่าอำนาจจำแนกเป็นบวก แสดงว่าข้อสอบสามารถจำแนกคนเก่งอ่อนได้ โดยทั่วไปแล้วจะเอาค่าที่ .3 ถึง 2.0

b_i หมายถึง ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ i มีค่าเท่ากับระดับความสามารถของผู้สอบ ณ จุดเปลี่ยนโค้ง และมีค่าอยู่ระหว่าง $-\infty$ ถึง $+\infty$ ในทางปฏิบัติจะเลือกข้อสอบที่มีค่าอยู่ระหว่าง –2 ถึง +2 ค่า –2 แสดงว่าข้อสอบง่ายมากและค่า +2 แสดงว่าข้อสอบยากมาก

c_i หมายถึง ค่าการเดาของข้อสอบข้อที่ i เป็นความน่าเป็นหรือโอกาสของคนที่มีความสามารถต่ำจะตอบข้อสอบถูกมีค่าอยู่ระหวา 0 ถึง 1 โดยทั่วไปแล้วข้อสอบที่ดีจะต้องมีค่าการเดาต่ำกว่า 0.30

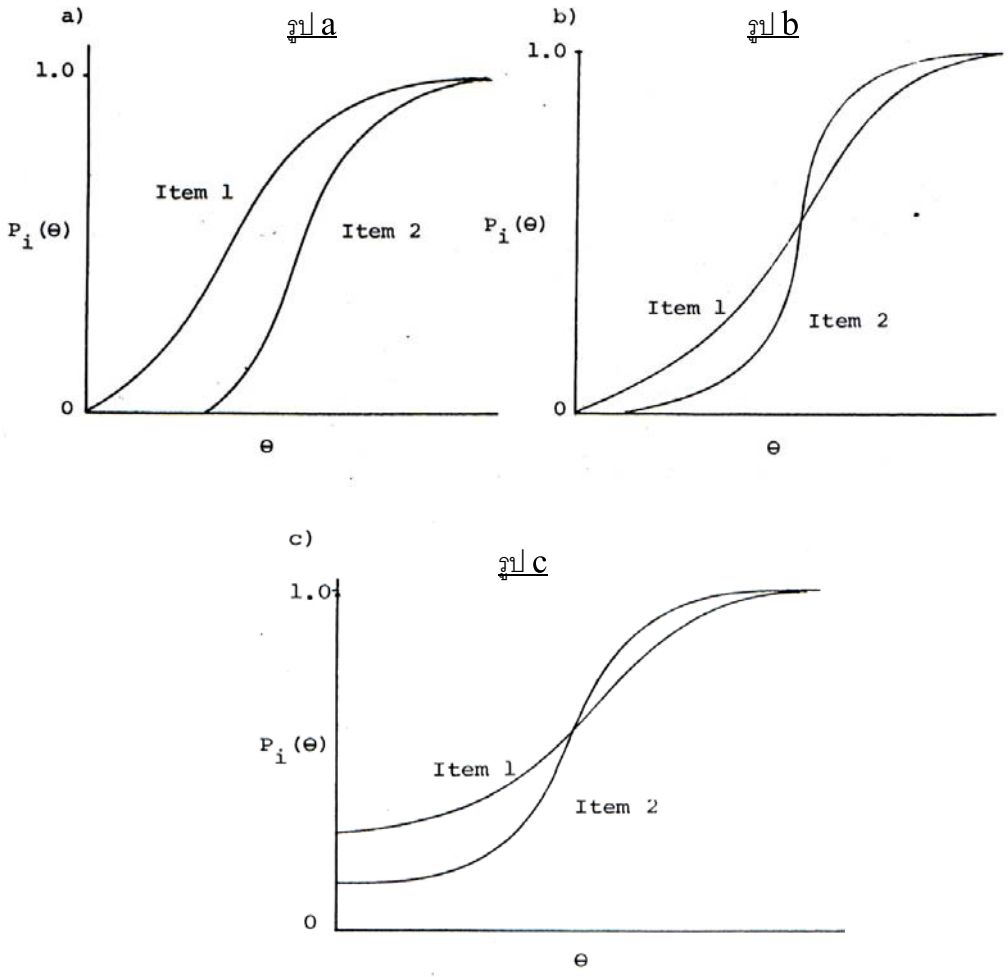
e หมายถึง ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 2.7182818

D หมายถึง ค่าคงที่ โดยปกติมีค่า 1.702 หรือ 1.7



ภาพประกอบ 3 แสดงค่าความหมายของค่า Item Parameter (3 พารามิเตอร์) ของข้อสอบ

จากรูปแบบโลจิสติกทั้ง 3 รูปแบบ สามารถเขียนแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้ (Hambleton and Cook, 1977 : 79, อ้างถึงใน ประดิษฐ์ เรืองตระกูล, 2529 : 21 – 22)



ภาพประกอบ 4 แสดงโค้งลักษณะข้อสอบของรูปแบบโลจิสติก 1, 2, 3 พารามิเตอร์

จากภาพประกอบ 4 แสดงถึงโอกาสที่ผู้ทำข้อสอบได้ถูกต้อง ขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ ได้แก่

รูป a แสดงถึงโอกาสที่จะตอบข้อสอบได้ถูกต้องขึ้นอยู่กับความสามารถของข้อสอบเพียงอย่างเดียว โดยถือว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าอำนาจจำแนกเท่ากันหมด คือ เท่ากับหนึ่ง และค่าการเดาเท่ากับศูนย์ ในรูปแสดงให้เห็นว่าข้อสอบข้อที่ 2 ยากกว่าข้อที่ 1

รูป b แสดงถึงโอกาสที่จะทำข้อสอบได้ถูกต้อง ขึ้นอยู่กับความความยากและค่าอำนาจจำแนก ในรูปแสดงให้เห็นว่าข้อสอบข้อที่ 2 ยากกว่าข้อที่ 1 และข้อสอบข้อที่ 2 จำแนกคนได้ดีกว่าข้อที่หนึ่ง

รูป c แสดงถึงโอกาสที่จะทำข้อสอบได้ถูกต้อง ขึ้นอยู่กับค่าอำนาจจำแนก ค่าความความยากและค่าการเดา ในรูปแสดงให้เห็นว่าข้อสอบข้อที่ 1 ยากกว่าข้อที่ 2 และข้อสอบข้อที่ 2 จำแนกคนได้ดีกว่าและมีค่าการเดาน้อยกว่าข้อที่ 1

5. ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบทดสอบ (Test and Item Information Functions)

ในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบด้วยวิธีแมกซิมัมไลลีฮูด(Maximum Likelihood) นั้นความแน่นอนของการประมาณค่าความสามารถแสดงได้ในเทอมของค่าฟังค์ชันสารสนเทศ (Information Functions) โดยที่ในทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม นั้นเราศึกษาเรื่องความเที่ยง (Reliability) ของคะแนนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (Standard Error Measurement) ซึ่งค่าที่ได้จะแปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มผู้สอบดังเป็นจุดอ่อนประการศึกษา แต่ในทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบจะศึกษาถึงค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Functions) แทนการหาค่าความเที่ยง (Hambleton , 1979 : 64)

สำหรับโมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ จะสามารถหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Functions) ในแต่ละระดับความสามารถ (θ) ได้จากสูตร (Lord ,1980 :75 –74)

$$I\{\theta, u_i\} = \frac{(1.7\ a_i)^2 (1 - c_i)}{[c_i + e^{1.7\ a_i(\theta - b_i)}][1 + e^{1.7\ a_i(\theta - b_i)}]} \quad \ldots(1)$$

และสามารถกำหนดโค้งฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Curve) ได้จากสมการ

$$I\{\theta, u_i\} = \frac{(P_i')^2}{P_i Q_i} \quad \ldots(2)$$

เมื่อ $I\{\theta, u_i\}$ คือ ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Functions)

P_i' คือ ความชันของ ICC ที่ระดับความสามารถ θ

P_i คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบที่มีความสามารถ θ จะต้องตอบข้อสอบข้อที่ i ถูก

Q_i คือ $1 - P_i$

และจะสามารถหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Functions) ได้โดยหาผลรวมของค่าฟังก์ชันสารสนเทศ (Item Information Functions)

$$I\{\theta\} = \sum_{i=1}^{n} I\{\theta, u_i\} \quad \ldots(3)$$

เมื่อ $I\{\theta\}$ คือ ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Functions)

จากสมการ (2) จะเห็นว่าข้อสอบแต่ละข้อมีโค้งฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Curve) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความชันของ ICC และความแปรปรวนของการตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อในแต่ละระดับความสามารถ และความชันของ ICC มีค่ามาก ๆ ประกอบกับความแปรปรวนมีค่าน้อย ๆ โค้งฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Curve) ณ ระดับหนึ่งของความสามารถใดก็จะจำแนกระดับความสามารถผู้สอบได้ดี ณ ระดับความสามารถนั้น (Hambleton, 1979 : 66)

ดังนั้นประโยชน์ที่ได้จากประเด็นข้างต้นก็คือ ถ้ามีกลุ่มของข้อสอบอยู่ชุดหนึ่งที่สามารถทราบโค้งฟังค์ชันสารสนเทศ (Information Curve) ของแต่ละข้อ เราก็จะสามารถสร้างแบบสอบฉบับหนึ่งให้มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Curve) ณ ระดับหนึ่งของความสามารถตามที่เราต้องการได้ และนั่นหมายถึงว่าเราสามารถสร้างฉบับแบบทดสอบให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการสอบได้ ซึ่งก็คือ เลือกข้อสอบที่จะให้ได้โค้งฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Curve) สูงที่ระดับความสามารถสูง ๆ เป็นต้น

6. การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ปัจจุบันได้มีการนำเอาทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยเฉพาะรูปแบบของราสค์ (Rasch Model) มาใช้อย่างกว้างขวางในการวัดผลและการทดสอบโดยทั่วไปซึ่งไรด์ (Wright, 1980 : 194 – 196 อ้างถึงใน, ประดิษฐ์ เรืองตระกูล. 2529 : 29) ได้รวบรวมประโยชน์ถึงการนำรูปแบบของราสค์ (Rasch Model) มาใช้ไว้มากมาย แต่อย่างไรก็ตามในงานที่ Rasch Model สามารถทำได้นั้น โมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ย่อมทำได้และอาจทำได้ดีกว่าในบางกรณี ดังนั้นการนำรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ไปใช้ประโยชน์จึงพอสรุปได้ดังนี้

6.1 ใช้ในการสร้างคลังข้อสอบ (Item Bank) เนื่องจากข้อสอบที่วิเคราะห์แล้วค่าพารามิเตอร์มีลักษณะคงที่ ดังนั้น ข้อสอบเหล่านี้จึงนำมาใช้สร้างข้อสอบชุดใหม่ตามเกณฑ์ที่ต้องการวัด

6.2 ใช้วิเคราะห์ข้อสอบ (Item Analysis) การวิเคราะห์ข้อสอบด้วยรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ จะสามารถแก้ปัญหาที่รูปแบบทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมแก้ไม่ได้ (Hambleton , 1979 :14 - 15) อันได้แก่

6.2.1 ค่าสถิติและค่าพารามิเตอร์ต่างขึ้นอยู่กับสภาพกลุ่มตัวอย่างที่ทำการสอบ

6.2.2 การเปรียบเทียบความสามารถหรือคุณลักษณะ (Trait) ใด ๆ ในแต่ละบุคคลจะเปรียบเทียบกันได้ก็ต่อเมื่อต้องสอบด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกัน

6.2.3 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแต่ละคนเท่ากัน ซึ่ง ลอร์ด และโนวิค (Lord and Novick, 1968 : 15) ได้แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดสำหรับคะแนน
ปานกลางจะมีขนาดเล็กกว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดที่ระดับคะแนนสูงหรือคะแนนต่ำ

6.3 ใช้ในการกำหนดเกณฑ์ของระดับความสามารถของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ผลของการวิเคราะห์ข้อสอบถูกดัดแปลงให้เป็นคะแนนความสามารถของแต่ละกลุ่มบุคคลจึงสามารถเปรียบเทียบกับคะแนนความสามารถซึ่งเป็นเกณฑ์คงที่ได้ ทำให้เราทราบได้ว่าระดับความสามารถอิงเกณฑ์แต่ละชุด (Minimum Mastery Level) ของข้อสอบแต่ละข้อควรเป็นอย่างไร

6.4 ใช้วินิจฉัยความสามารถของผู้สอบ (Diagnostic) ในกรณีที่ ICC ของข้อสอบไม่เหมาะสมกับโค้งของโมเดล แสดงว่าบางสิ่งบางอย่างผิดปกติในตัวผู้สอบที่เราควรสนใจแก้ไข

6.5 ใช้ในการค้นหาความเป็นอคติของข้อสอบ (Item Bias) เมื่อเกิดเหตุดังกล่าวในข้อ 3 แสดงว่ามีความสามารถอื่นแฝงเข้ามาในความสามารถที่ต้องการวัด เราก็สามารถที่จะทำการตรวจสอบความลำเอียงของข้อสอบได้

6.6 ใช้ในการวัดระดับความสามารถของแต่ละบุคคล (Tailloring Test) เราอาจสุ่มข้อสอบที่วิเคราะห์แล้ว และมีความยากแยกตามลำดับมาสอบวัดระดับความสามารถของแต่ละบุคคลได้

6.7 ใช้ในการจัดชั้นเรียน (Grade – Placement Tailloring) ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบอาจใช้ในการจัดชั้นเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ได้

6.8 ใช้ในการสร้างแบบทดสอบที่ดีที่สุด(Best Test Design) ผลจากการวิเคราะห์ข้อสอบโดย Latent Trait Models สามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อสอบที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ตามที่ต้องการได้

6.9 ใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนต่างชุด (Equating Score)ในแบบสอบที่วิเคราะห์แล้ว 2 ชุดที่ต่างกัน แต่วัดในสิ่งเดียวกัน จะสามารถนำคะแนนของผู้สอบในแบบสอบฉบับหนึ่งเปรียบเทียบกับคะแนนของผู้สอบในแบบสอบอีกฉบับหนึ่งได้ ทั้งนี้เพราะคะแนนแต่ละชุดของทฤษฎี IRT นั้นถูกแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานที่สามารถเปรียบเทียบกันได้

6.10 ใช้หาค่าการเดา (Guessing)ในทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมได้มีการใช้สูตรแก้การเดา แต่ในทางปฏิบัติจริงแล้วถ้าผู้สอบมีเวลาเพียงพอ มีตัวเลือกที่มีประสิทธิภาพ และผู้สอบได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่ สำหรับในทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบจะไม่ใช้สูตรแก้การเดา แต่จะใช้การพิจารณาค่าการเดา ซึ่งหาได้จากการนำรูปแบบทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยสนับสนุนทำให้หลักการพิจารณาค่าการเดามีความสมเหตุสมผลยิ่งขึ้น

7. สรุปแนวคิดทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

จากแนวคิดทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีผู้สรุปไว้ดังนี้ (ชัยพจน์ รักงาม, 2538 : 12 – 13) แนวคิดทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีความเชื่อว่าความสามารถของผู้สอบและโอกาสในการตอบข้อสอบถูก สามารถเขียนเป็นสมการได้ และมีความสัมพันธ์กันเป็นโค้งโลจิสติก (Logistic Curve) นั่นคือมีลักษณะเป็นฟังก์ชันที่เพิ่มขึ้นทางเดียว

จากแนวคิดทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบสามารถเขียนเป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้สอบและโอกาสที่จะตอบข้อสอบถูกชัดเจน เรียกว่า ทฤษฎีแกร่ง (Strength Theory หรือ Hard Theory)

สาระสำคัญของทฤษฎีนี้ก็คือ ค่าคุณลักษณะของข้อสอบ (a, b และ c) เป็นค่าพารามิเตอร์ประจำข้อสอบ นั่นคือค่าคุณลักษณะข้อสอบจะเป็นค่าคงที่ ไม่ว่าจะนำไปสอบกับผู้สอบกลุ่มใด ต่างกับทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม (Classical Test Theory) ซึ่งความยากของข้อสอบขึ้นอยู่กับกลุ่มนักเรียนที่เรานำข้อสอบนั้นไปสอบ ถ้ากลุ่มนักเรียนนั้นเก่ง ข้อสอบนั้นก็จะถูกวิเคราะห์ว่าข้อสอบนั้นง่าย เพราะคนส่วนใหญ่ในกลุ่มทำได้ ในทำนองเดียวกันถ้านำข้อสอบเดียวกันมาสอบกลุ่มนักเรียนที่อ่อน ข้อสอบข้อนั้นก็จะถูกวิเคราะห์ออกมาว่ายาก เพราะคนส่วนใหญ่ในกลุ่มทำไม่ได้ แต่สำหรับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบนั้น ถ้านำไปสอบกลุ่มนักเรียนอ่อนก็จะได้ความ

สัมพันธ์ของสมการในตำแหน่งความสามารถต่ำ แต่ถ้าไปสอบกับนักเรียนเก่งก็จะได้ความสัมพันธ์ของสมการในตำแหน่งความสามารถสูง ซึ่งเป็นโค้งความสัมพันธ์อันเดียวกัน

ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบในทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแต่ละตัวมีความหมาย ดังนี้

θ : คือ ระดับความสามารถของผู้สอบในสเกลคะแนนมาตรฐาน อยู่ระหว่าง – 3 ถึง +3 โดยประมาณ ผู้ที่มีความสามารถปานกลางจะมีค่า θ อยู่ระหว่าง – 1.0 ถึง +1.0 ถ้าค่า θ มากกว่า 1.0 แสดงว่าค่าความสามารถค่อนข้างสูง ถ้า น้อยกว่า –1.0 แสดงว่าค่าความสามารถค่อนข้างต่ำ

a : คือ ค่าความชัน (Slope) หรือค่าอำนาจจำแนก (Item Discriminating) ของสมการที่จุดบนโค้งที่ตรงกับค่าโอกาสที่จะทำข้อสอบถูกเท่ากับ 0.5 (ค่าแกนตั้งที่ 0.5) เป็นค่าพารามิเตอร์ที่แสดงถึงความสามารถของข้อสอบในการจำแนกบุคคลที่มีความสามารถต่างไปออกได้มากน้อยเพียงใด ถ้าค่าความชันสูงคนที่มีความสามารถต่างกันเพียงเล็กน้อยก็ส่งผลให้โอกาสที่ทำข้อสอบถูกต่างกันมาก ถ้าข้อสอบใดมีค่า a มากกว่า 0.5 หมายความว่า ข้อสอบข้อนั้นมีการจำแนกอยู่ในระดับที่ดี ถ้าค่า a มีค่าตั้งแต่ 0.3 ถึง 0.5 หมายความว่า ข้อสอบข้อนั้นมีการจำแนกได้ในระดับปานกลาง ถ้าค่า a มีค่าน้อยกว่า 0.3 หมายความว่า ข้อสอบข้อนั้นมีการจำแนกไม่ดี

b : คือ ค่าความยาก (Item Difficulty) ก็คือตำแหน่งบนสเกลของค่าความสามารถ (แกนนอน) ที่ตรงกับ ค่าโอกาสที่จะทำข้อสอบถูกเท่ากับ 0.5 นั้น ค่าความยากก็คือ ค่าความสามารถของผู้สอบที่มีโอกาสทำข้อสอบข้อนั้นถูกร้อยละ 50 ค่าความยากเป็นค่าที่บอกถึงความเหมาะสมในการที่จะเอาข้อสอบข้อนี้ไปใช้ ถ้าค่าความยากสูงกว่า 1.0 ก็ควรนำไปใช้กับผู้มีความสามารถสูง (กลุ่มเก่ง) เช่น นำไปใช้ในการสอบแข่งขัน ถ้าค่าความยากต่ำกว่า -1.0 ก็ควรนำไปใช้กับผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำ (กลุ่มอ่อน) เช่นนำไปใช้กับนักเรียนอ่อนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชานั้น ส่วนข้อที่มีค่า b อยู่ระหว่าง –1.0 ถึง +1.0 เหมาะสำหรับไปใช้กับ นักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง เช่น ใช้ในการเรียนการสอนในชั้นปกติ หรือเรียกว่า วัดผลสัมฤทธิ์นั่นเอง

c : คือค่าจุดตัดบนแกนตั้ง (ค่าโอกาสที่จะทำข้อสอบข้อนั้นถูก) เรียกค่าโอกาสการเดา (Item Guessing) เพราะเป็นโอกาสที่จะทำข้อสอบนั้นถูกโดยไม่มีความสามารถ มีค่าที่เป็นไปได้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าข้อสอบข้อนั้นไม่สามารถที่จะตอบถูกด้วยการเดาแล้ว $c_i = 0$ และปกติควรจะมีค่าน้อยกว่า0.3 ซึ่งความหมายของค่าการเดามีดังนี้ ถ้า $c < 0.2$ แสดงว่าข้อสอบนั้นมีตัวเลือกดีมาก ถ้า c มีค่าในช่วงตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.3 แสดงว่าข้อสอบนั้นมีตัวเลือกดี ถ้าค่า $c > 0.3$ แสดงว่าข้อสอบนั้นมีตัวเลือกที่เดาถูกได้ง่าย

เกณฑ์ปกติ (Norms)

1. ความหมายเกณฑ์ปกติ

ชวาล แพรัตกุล (2519 : 275) ได้อธิบายเกณฑ์ปกติว่า เป็นปริมาณคุณภาพปานกลางของคุณลักษณะต่าง ๆ และเป็นสถานภาพตามความจริงในปัจจุบัน

สมบูรณ์ ชิตพงษ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2524 : 56) ได้ให้ความหมายเกณฑ์ปกติว่า หมายถึง ตัวเลขที่มีไว้เพื่อเปรียบเทียบความสามารถของบุคคล เป็นคะแนนเฉลี่ย หรือจุดกึ่งกลางของคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่เรียกว่า กลุ่มอ้างอิง (Norm Group หรือ Reference Group) ที่ทำการสุ่มเลือกมา และมีตารางคะแนน (Norm Table) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบ (Raw Score) กับคะแนนแปลงรูป (Derived Score) ซึ่งจะบอกให้ทราบว่าบุคคลอยู่ในตำแหน่งใด หรือคะแนนของบุคคลนั้น ๆ ใกล้เคียงคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มอ้างอิงหรือไม่

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539 : 313-314) ให้ความหมายว่า หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรที่นิยามไว้อย่างดีแล้ว และเป็นคะแนนตัวที่จะบอกระดับความสามารถของผู้สอบว่า อยู่ระดับใดของกลุ่มประชากร

ดังนั้นพอจะสรุปได้ว่า เกณฑ์ปกติ หมายถึง ตัวเลขที่เป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มอ้างอิงที่สุ่มเลือกมา ที่มีไว้เพื่อเปรียบเทียบ และบอกให้ทราบว่าบุคคลนั้น ๆ มีความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร

2. หลักการสร้างเกณฑ์ปกติ

หลัก 3 ประการที่ต้องคำนึงถึงในการสร้างเกณฑ์ปกติ มีดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539 : 314-315)

2.1 ความเป็นตัวแทนที่ดี ก่อนการสร้างเกณฑ์ปกติต้องวางแผนการสุ่มให้ดีเพื่อให้เกณฑ์ปกติเชื่อมั่นได้ เนื่องจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างของประชากร โดยอาศัยความน่าจะเป็นสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ต้องเลือกสุ่มตามความเหมาะสมโดยการพิจารณาประชากรเป็นสำคัญ เช่น ถ้าประชากรมีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันไม่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ก็ใช้วิธีการสุ่มแบบธรรมดา (Simple Random Sampling) ถ้าระหว่างประชากรกลุ่มย่อยมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น ขนาดโรงเรียนต่างกัน จะต้องใช้วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) คือสุ่มมาจากประชากรทุกกลุ่มย่อย ในทางตรงกันข้าม ถ้าระหว่างประชากรกลุ่มย่อยมีลักษณะเหมือนกัน เช่น นักเรียนในแต่ละห้องเรียน มีการคละกันระหว่างเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน ก็ให้ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) คือสุ่มเพียงบางกลุ่มจากประชากรกลุ่มย่อย ซึ่งในการสร้างเกณฑ์ปกติมักใช้การสุ่มทั้ง 3 วิธีข้างต้นนี้มากที่สุด

2.2 มีความเที่ยงตรง เกณฑ์ปกติที่สร้างจะต้องสามารถแปลความหมายได้ตรงกับความเป็นจริงนั่นคือ เมื่อนำคะแนนดิบไปเทียบกับเกณฑ์ปกติที่ทำไว้แล้ว สามารถแปลความหมายได้ตรงกับความเป็นจริง เช่น คะแนนสอบวิชาหนึ่งของผู้สอบได้ 20 คะแนน ตรงกับเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 50 และตรงกับคะแนนที (T) 50 แปลความหมายได้ว่า ผู้สอบนั้นมีความสามารถปานกลางของกลุ่มซึ่งตรงกับสภาพความเป็นจริงของผู้สอบ

2.3 มีความทันสมัย เนื่องจากเกณฑ์ปกติขึ้นอยู่กับความสามารถของประชากรกลุ่มนั้น ๆ และมีปัจจัยที่ช่วยให้ความสามารถของประชากรเปลี่ยนแปลงได้ เช่น การพัฒนาคนที่มีอยู่ตลอดเวลา เทคโนโลยี สภาพแวดล้อม หรือ อาหารการกิน ดังนั้น เกณฑ์ปกติที่เคยศึกษาไว้นานแล้วหลายปี อาจมีความคลาดเคลื่อนหรืออาจผิดพลาดจากความเป็นจริง จำเป็นต้องสร้างขึ้นมาใหม่ให้ทันสมัย โดยทั่วไปแล้วเกณฑ์ปกติควรเปลี่ยนทุก ๆ 5 ปี

3. ชนิดของเกณฑ์ปกติ

ชนิดของเกณฑ์ปกติแบ่งได้ตามลักษณะของประชากร และตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบ ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539 : 315-317)

3.1 การแบ่งชนิดของชนิดของเกณฑ์ปกติตามลักษณะประชากร

3.1.1 เกณฑ์ปกติระดับชาติ (National Norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่ต้องใช้ประชากรทั่วประเทศ ดังนั้นต้องสุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วประเทศ จำนวนตัวอย่างที่เข้าสอบจึงมีจำนวนมาก

3.1.2 เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่มีขนาดประชากรเล็กลงมา เช่น ระดับจังหวัด หรือระดับอำเภอ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายน้อยลง และเป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบคะแนนของผู้สอบกับคนทั้งจังหวัด หรืออำเภอ

3.1.3 เกณฑ์ปกติของโรงเรียน (School Norms) เป็นเกณฑ์ปกติของโรงเรียนเดียว หรือกลุ่มโรงเรียนในเครือใช้ประเมินนักเรียนแต่ละคนกับนักเรียนส่วนรวมของโรงเรียน และใช้ประเมินการพัฒนาของโรงเรียนได้ด้วย โดยพิจารณาจากการศึกษาแต่ละปีว่า เด่น หรือด้อยกว่าปีที่สร้างเกณฑ์ปกติเอาไว้

3.2 การแบ่งชนิดของชนิดของเกณฑ์ปกติตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบ

3.2.1 เกณฑ์ปกติ เปอร์เซนไทล์ (Percentile norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่เป็นคะแนนจัดอันดับเท่านั้น จะนำไปบวกลบกันไม่ได้ แต่สามารถเทียบและแปลความหมายได้ เพราะเกณฑ์ปกติแบบนี้สร้างจากคะแนนดิบที่มาจากประชากร หรือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีที่นำมาเทียบกับตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ ซึ่งแปลความหมายในรูปของร้อยละของตัวคะแนนที่จุดใต้จุดคะแนนดิบนั้น ๆ เช่น ผู้สอบคนหนึ่งสอบได้คะแนน 25 คะแนน เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ปกติตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 ก็หมายความว่ามีคนเข้าสอบ 100 คน ผู้สอบคนนั้นมีความสามารถเหนือกว่าคนอื่น 80คน

3.2.2 เกณฑ์ปกติคะแนนที (T – score norms) นิยมใช้กันมากเพราะเป็นคะแนนมาตรฐาน สามารถนำมาบวกลบและเฉลี่ยได้ มีค่าเหมาะสมในการแปลความหมาย คือมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 มีคะแนนเฉลี่ย 50 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 เรียกคะแนนชนิดนี้ว่า คะแนนทีปกติ (Normalized T - Score)

3.2.3 เกณฑ์ปกติสเตไนน์ (Stanine norms) เป็นคะแนนมาตรฐานชนิดหนึ่ง แต่มีค่าเพียง 9 ตัว (Standard nine points) โดยมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 9 คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 5 คะแนน มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 2 คะแนน วิธีการหามักจะเทียบจากเปอร์เซนต์ของความถี่ที่คะแนนเรียงตามค่าจะสะดวกกว่า ดังตัวอย่างในตารางต่อไปนี้

คะแนนสเตไนน์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ร้อยละของจำนวนคนที่อยู่ในสเตไนน์	4	7	12	17	20	17	12	7	4

3.2.4 เกณฑ์ปกติตามระดับชั้น (Grade norms) เป็นการหาเกณฑ์ปกติตามระดับชั้นว่าคะแนนเท่าไรควรอยู่ระดับชั้นไหนจึงจะเหมาะสม แบบทดสอบที่จะทำเกณฑ์ปกติชนิดนี้ได้ต้องเป็นเนื้อหาเดียวกัน เพราะจะสามารถอธิบายการแปลผลเปรียบเทียบได้ ดังนั้น วิชาที่นิยมสร้างเกณฑ์ปกติชนิดนี้มักจะเป็นวิชาพื้นฐาน เช่น คำศัพท์ คณิตศาสตร์เบื้องต้น นอกจากนี้ยังนิยมใช้กับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Standardized Achievement Test) เพราะหลักสูตรค่อนข้างจะเทียบเคียงได้ และนิยมใช้กันมากในระดับประถมศึกษา

3.2.5 เกณฑ์ปกติตามอายุ (Age norms) เกณฑ์ปกติแบบนี้คล้ายคลึงกับแบบตามระดับชั้น ต่างกันที่แบบนี้จำแนกตามอายุ นิยมใช้กับแบบทดสอบที่ไม่ได้วัดผลสัมฤทธิ์ตามหลักสูตร เช่นใช้กับแบบทดสอบวัดความถนัด สติปัญญา อารมณ์ และอื่น ๆ ซึ่งคะแนนปรับเปลี่ยนของเกณฑ์แบบนี้เป็นไปตามอายุ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยหาเกณฑ์ปกติในรูปคะแนนทีปกติ (Normalized T- Score) และเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile norms)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัย พบว่า มีผู้ที่สนใจและทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายท่าน โดยมีวัตถุประสงค์แตกต่างกัน พอจะสรุปได้ดังนี้

1) สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินผลหลักสูตรการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ (Riley, 1972 ; Walbesser & Carter ,1970 ; Mcleod et al. , 1975 ; Ludeman , 1975 ; Ross & Maynes , 1983 ; Shaw , 1983 ; Smith & Welliver , 1990, อ้างถึงใน Adams & Callahan , 1995 : 14-20)

2) สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทำวิจัยได้แก่แบบทดสอบของ เปเรซ (Perez , 1979 : 3496-A) เสริม ทัดศรี (2522 : 23-43) มาโนช วาทะพุกกณะ (2523 : บทคัดย่อ) อนันต์ จันทร์กวี (2523 : 48) ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 51) วินัย เทียมเมือง (2529 ; 59) และแบบทดสอบที่ ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง (2539 : 26) ได้ระบุในงานวิจัยว่าจัดเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยเช่นกันได้แก่ แบบทดสอบของดวงจิต สุขสุเมฆ (2527) ; พจนีย์ วราลักษณ์ (2530) ; สุภาวดี ลักยาอนุกูล (2532) ; มณีรัตน์ เพคยางกูล (2532) ; บุบผา อนันตรศิริชัย (2532) ; วลัยรัตน์ องค์ศิริมงคล (2533) และแบบทดสอบของ พรทิพย์ ไชยโส (2533)

3) สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นแบบวัดมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอน และการทำวิจัย ซึ่งลักษณะของแบบวัดกลุ่มนี้ไม่ได้อิงเนื้อหาของหลักสูตรใดหลักสูตรหนึ่ง ส่วนใหญ่สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเพื่อใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา และสร้างขั้นผสมเพื่อใช้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา ได้แก่ แบบทดสอบของ โทบิน และคาพาย (Tobin & Capie, 1981 : 133-141) เบิร์น และคณะ (Burn et. al., 1985 : 169-177) พาดิลลา และคณะ(Padilla et al.,1983 : 239-246) วัลลภา ถนอมวงศ์ (2528 : 70-71) และแบบทดสอบที่ ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง (2539 : 26) ได้ระบุไว้ในงานวิจัยว่าจัดเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นทั้งแบบวัดมาตรฐานและเพื่องานวิจัยเช่นกันซึ่งได้แก่แบบทดสอบของ คำนูณ สายแสงจันทร์ (2526) ; วรรณทิพา รอดแรงค้า (2528)

เมื่อพิจารณาชนิดของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นดังกล่าวนั้น พบว่าส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice) ซึ่งณัฏฐภรณ์ หลาวทอง (2539 : 21) ได้ให้ความเห็นในประเด็นนี้ว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบเป็นที่ยอมรับในคุณภาพ และมีความเหมาะสมในการใช้งาน ที่สะดวกรวดเร็วและใช้งบประมาณน้อยกว่าแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติ เช่นเดียวกับที่ ชวาล แพรัตกุล (มปป. : 56) กล่าวถึงแบบทดสอบชนิดเลือกตอบในเชิงสนับสนุนว่า เป็นแบบทดสอบที่ได้รับการพัฒนาทั้งรูปแบบและคุณภาพได้ก้าวล้ำหน้ากว่าแบบทดสอบแบบอัตนัย หรือแบบปรนัยชนิดอื่น ๆ เพราะสามารถจะวัดความรู้ความสามารถของผู้สอบได้ตั้งแต่ขั้นความจำไปจนถึงขั้นการประเมินค่า และสามารถจะวัดสมรรถภาพที่ซับซ้อนของสมองก็ได้ ในทำนองเดียวกัน กรอนลันด์และลินน์ (Gronlund and Linn, 1990 : 166) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบชนิดเลือกตอบเป็นแบบสอบปรนัยที่มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้วัดผลได้อย่างกว้างขวางมากที่สุด เพราะนอกจากจะใช้สอบวัดความรู้ ความจำที่เป็นผลการเรียนรู้อย่างง่าย ๆ ได้ดีกว่าแบบอื่น ๆ แล้วยังสามารถวัดผลการเรียนรู้ที่เป็นความเข้าใจ และการประยุกต์ใช้ มีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพในในการวัดสูงกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น สอดคล้องกับที่ ดร.วิเชียร เกตุสิงห์ ที่ปรึกษาด้านระบบการศึกษา คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ(สกศ.) (2545) ได้กล่าวแสดงความคิดเห็นในรายการบ่ายนี้มีคำตอบทางสถานีโทรทัศน์ ช่อง 9 ในหัวข้อ การประเมินผลสัมฤทธิ์ระดับชาติ ที่เกี่ยวกับข้อสอบปรนัยว่า ในการวัดและประเมินผลยังสามารถใช้ข้อสอบปรนัยได้ดี แต่การที่นักเรียนทำข้อสอบชนิดอัตนัยหรือเขียนไม่เป็น ไม่ใช่เป็นความผิดของการใช้ข้อสอบปรนัย แต่เป็นเรื่องของวิธีการสอนของครูที่ไม่ได้สอนหรือไม่ได้ฝึกให้กับนักเรียน นั่นคือ ไม่ได้หมายความว่าข้อสอบปรนัยไม่ดี ข้อสอบปรนัยยังใช้ได้ดี เพียงแต่ผู้ออกข้อสอบจะต้องรู้จักรูปแบบของคำถามชนิดต่าง ๆ มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการเขียนคำถาม และตัวเลือกที่จะต้องมีความเป็นเอกพันธ์ ตลอดจนมั่นฝึกหัดเขียนและฝึกหัดวิจารณ์ข้อสอบ (ชวาล แพรัตกุล (มปป. :61)

ผู้วิจัยจะขอนำเสนอแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการสร้างและพัฒนาในประเทศไทย ดังรายละเอียดตามตารางที่ 2

ตาราง 2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้สร้าง/พัฒนาแบบทดสอบ	ปีที่สร้าง/พัฒนา	ระดับชั้น	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด (ทักษะที่)*	จำนวนข้อ	ค่าความเที่ยงของแบบวัด
1. คำนูณ สายแสงจันทร์	2526	ม. 5	8, 10, 12, 13	30	KR-20 มีค่า 0.89
2. ดวงจิต สุขสุเมฆ	2527	ป. 6	1, 5, 6, 8, 12, 13	60	KR-21 มีค่า 0.71
3. วัลลภา ถนอมวงศ์	2528	ป. 5	1-8	80	KR-21 มีค่า 0.82
4. วรรณทิพา รอดแรงค้า	2528	ม. 1 - 6	9 – 13	36	Cronbach มีค่า 0.75
5. พจนีย์ วรางลักษณ์	2530	ป. 6	1, 8, 10, 12	40	KR-21 มีค่า 0.79
6. สมัย ยอดอินทร์	2530	ผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์	1, 2, 3, 10, 12, ทักษะการหาหลักฐานมาพิสูจน์ยืนยัน ทักษะในการค้นหาหลักฐาน	4 กิจกรรม	ความสอดคล้องของผู้ให้คะแนน จำนวน 3 ท่าน
7. รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์	2531	ม. 2	1 – 13	44	KR-20 มีค่า 0.84
8. สุภาวดี ลัภยานุกูล	2532	ปฐมวัย	2, 8	30	Pearson มีค่า 0.41
9.มณีรัตน์ เพคยางกูล	2532	ม. 3	1 – 13	33	KR-20 มีค่า 0.83
10. บุบผา อนันตรศิริชัย	2532	ม. 4 - 6	6, 8, 10, 13, การวางแผนและออกแบบการทดลอง, การเลือกและจัดอุปกรณ์เพื่อใช้ในการทดลอง	30	KR-20 มีค่า 0.67
11. พรทิพย์ ไชยโส	2532	ม. 1 – 3	9 – 13	40	KR-20 มีค่า 0.83
12. วลัยรัตน์ องค์ศิริมงคล	2533	ม. 6	1 – 13	40	KR-20 มีค่า 0.78
13. จรัญ ไชยศักดิ์	2540	ม. 3	1 – 13	73	KR-20 มีค่า 0.80

หมายเหตุ * 1. ทักษะการสังเกต 2. การวัด 3. การคำนวณ 4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา 5. การจำแนกประเภท 6. การลงความเห็นจากข้อมูล 7. การพยากรณ์ 8. การจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมาย 9. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 10. การตั้งสมมติฐาน 11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร 12. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 13. การทดลอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า มีผู้สนใจและทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายท่าน ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2523) ได้วิจัยศึกษาคุณภาพผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยสร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ จำนวน 65 ข้อ ทำการศึกษากับนักเรียนในเขตกรุงเทพฯ เขตการศึกษา 3 , 5 , 8 , 9 และ 12 จำนวน 12 โรงเรียน พบว่า นักเรียนในแต่ละชั้นมีคุณภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ทั้งตอนต้นและตอนปลายปีการศึกษา แต่ตอนปลายปีการศึกษามีแนวโน้มที่จะสูงกว่า ส่วนคุณภาพผู้เรียนด้านการพัฒนาทักษะ เมื่อพิจารณาตามระดับชั้นพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทางทักษะสูงขึ้นตามระดับชั้น

งานวิจัยที่เกี่ยวกับคุณภาพผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นงานวิจัยทำนองเดียวกันต่อไปนี้คือ งานวิจัยที่เปรียบเทียบคุณภาพผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่งานวิจัยของ บุญญรัตน์ ศรีอาชากุล (2522 :68) รุจี โรจนประศาสน์ (2523 : บทคัดย่อ) ผกามาศ วรานุสันติกูล (2524 : บทคัดย่อ) ได้ผลการวิจัยในทำนองเดียวกัน คือ คุณภาพผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ คือนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงด้วยเช่นกัน

งานวิจัยของ เชาวนีย์ อายะวงศ์ (2526 : บทคัดย่อ) รายงานผลงานวิจัยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีวะวิทยา ด้วยการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมกับเรียนด้วยการใช้ครูฝึก พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

ส่วนปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคุณภาพผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือ สสวท. ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การสอนเน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน การพยากรณ์ และการสอนตามคู่มือ สสวท.ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งรายงานผลวิจัยต่างจาก นงนุช มาบุตร (2532 :บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคุณภาพผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล กับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งรายงานผลวิจัยว่า

ทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ประทิว มีเสน (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้เกมทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

มนูญ พืชสะกะ (2540 : 78) ได้ศึกษาสมรรถภาพด้านการสอนของครูที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดยะลา พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยภาพรวมอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ มีทักษะขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ และทักษะขั้นผสมอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ งานวิจัยของอุทัย บุญมาดี (2529 : 60-61) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนด้วยตนเอง และตามคู่มือครู สสวท. ผลปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แต่ในกลุ่มทดลองนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงและปานกลางจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มความสามารถต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิรดี สุวีรานนท์ (2532 :79) ที่ได้ศึกษาผลการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับที่เรียนตามคู่มือครู มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

งานวิจัยที่ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับรูปแบบการสอน รูปแบบการฝึก หรือตัวแปรอื่น ๆ ทั้งในและต่างประเทศที่ผู้วิจัยนำเสนอมีดังต่อไปนี้

สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (2523 :76) ได้เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ สรุปผลได้ว่า ผลการเรียนทั้งสองแบบทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ สูงขึ้นมากกว่ากลุ่มมีคำแนะนำปฏิบัติการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อารยา แสงไชย (2529 :79-80) และ กัญญา ทองมั่น (2534 :96) ที่ศึกษาทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง และไม่กำหนดแนวทาง พบว่า นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ทำการทดลองแบบมีกำหนดแนวทาง

ประสานวงศ์ บูรณะพิมพ์ (2528 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนสาธิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดมหาวิทยาลัย ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน และเพื่อเปรียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนหญิงและชาย ในรูปแบบการคิดแต่ละแบบ ปรากฏว่า นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกันมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหญิงและชายที่มีรูปแบบการคิดแบบเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกัน

งานวิจัยของประสาน วัฒนประดิษฐ์ (2533 :52)ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยวิธีการค้นพบด้วยตนเองกับการสอนแบบปกติ มีผลรายงานว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีการค้นพบด้วยตนเอง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

สมจิตร ศรีคะ (2539 : 53) ได้ศึกษาผลของวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดพัทลุง พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน และวิธีสอนตามปกติมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

ส่วนงานวิจัยที่ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2534 :86)ได้ศึกษาในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ งานวิจัยของ บุญเลิศ เสียงสุขสันติ (2531 : บทคัดย่อ) และ สำราญ ชวนวัน (2534 : บทคัดย่อ)โดยบุญเลิศ ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสอนแบบปกติ สำราญศึกษาผลการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบ

การณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 – 6 ที่มีต่อความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งให้ผลวิจัยตรงกัน คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมาลี ดำรงไชย (2537 :111-112) ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคุณภาพผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคุณภาพผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยของ สุธรรม อ่อนคำ (2534 :60) ศึกษาผลการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู เป็นไปในทำนองเดียวกันกับงานวิจัยของ เขมิกาญจน์ ทองมา (2540 : 101-108) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวของ สสวท. โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ส่วนงานวิจัยที่ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่ปัจจุบันได้รับความสนใจอย่างมากในการนำมาประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มีผลวิจัยยืนยันผลดีของโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น งานวิจัยของ เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชัน (2529 :9)ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่ไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ

วนิดา ฉัตรวีราคม (2537 :92-93)ได้ศึกษาการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายงานผลวิจัยว่า นักเรียนตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ทักษะด้านการสังเกต การเลือกใช้เครื่องมือวัดและการใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง ทักษะการจำแนกประเภท ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับมิติ การสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การออกแบบการทดลอง แต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านที่นักเรียนน้อยกว่าร้อยละ 25 ใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะการพยากรณ์ และการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ศรีนวล นาคแท้ (2544 : 90-91) ได้ศึกษาผลของวิธีการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังสอนด้วยวิธีสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนสอนแบบโครงงานฯ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังสอนด้วยวิธีสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในการพัฒนาแบบทดสอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบทดสอบที่ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในการวิเคราะห์หาคุณภาพ ได้แก่ งานวิจัยของ สกาว สันติเทวกุล (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาฟิสิกส์ ว.021 โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 994 คน สามารถพัฒนาได้แบบทดสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ดังนี้ ค่าอำนาจจำแนก (a) มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.30 ถึง 2.07 ค่าความยาก (b) มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ –2.75 ถึง 3.00 ค่าการเดา (c) มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.03 ถึง 0.30 และค่าฟังก์ชั่นสารสนเทศสูงสุดที่ 19.526 ที่ระดับความสามารถ 0.1 นั่นคือ แบบทดสอบนี้จะมีเหมาะสมหรือมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อนำไปทดสอบกับผู้เรียนในระดับความสามารถปานกลาง งานวิจัยที่พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนอีกงานคืองานวิจัยของ สุภาพร ละอองวิจิตร (2543 : บทคัดย่อ) ที่ศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชั่น โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบจำนวน 515 คน ผลวิจัยปรากฏว่า ค่าอำนาจจำแนก (a) มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.449 ถึง 7.959 ค่าความยาก (b) มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ –0.795 ถึง 1.898 ค่าการเดา (c) มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.085 ถึง 0.466 และพบว่าแบบทดสอบนี้จะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อใช้ทดสอบกับผู้เรียนที่ระดับความสามารถปานกลางและค่อนข้างสูง

ส่วนงานวิจัยของ บรรหาร จิตหวัง (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบสอบความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิเคราะห์แบบสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยใช้โมเดลโลจีสติก 3 พารามิเตอร์ มีผลวิจัยปรากฏว่า ค่าอำนาจจำแนก (a) มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.558 ถึง 3.064 ค่าความยาก (b) มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ –0.097 ถึง 2.822 ค่าการเดา (c) มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.105 ถึง 0.346 และพบว่าแบบทดสอบนี้จะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อใช้ทดสอบกับผู้เรียนที่ระดับความสามารถค่อนข้างสูง

งานวิจัยของ ปิยวดี คงช่วย (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบความคิดวิจารณญาณ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ค่าอำนาจจำแนก (a) มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.69 ถึง 1.34 ค่าความยาก (b) มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.52 ถึง 1.80 ค่าการเดา (c) มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.19 ถึง 0.29 และค่าฟังก์ชั่นสารสนเทศของแบบทดสอบสูงมากที่ระดับความสามารถ 1.1 – 1.6 นั่นคือ แบบทดสอบนี้มีความเหมาะสมเมื่อใช้ทดสอบกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูง

จากงานวิจัยดังกล่าวพอจะสรุปได้ว่า ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบนอกจากจะใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบได้แล้ว ยังสามารถวิเคราะห์ได้ว่าแบบทดสอบนั้นมีความเหมาะสมเมื่อใช้ทำการทดสอบกับกลุ่มผู้สอบที่ระดับความสามารถใด อันจะช่วยทำให้การใช้แบบทดสอบนั้น ๆ มีประสิทธิภาพ

งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ

บัทโซ (Butzow ,1971 :85)ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยทดลองนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน ทำการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 บทแรก แล้วใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการสอน และภายหลังการสอน พบว่า คะแนนจากการทดลองทั้งสองครั้งแตกต่างกัน คือนักเรียนมีความสามารถในการสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดจำพวก การวิเคราะห์ การสรุปอ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น

วีเบอร์ (Weber, 1972 :74) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักสูตรที่สร้างขึ้นเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับใช้หลักสูตรเดิม ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยทักษะการสังเกต การจัดจำพวก การวัด การทำนาย ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ใช้หลักสูตรพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะสูงกว่ากลุ่มที่ใช้หลักสูตรเดิม

วิดเดน (Widden, 1973 :84) ศึกษาผลของหลักสูตรที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ SAPA กับหลักสูตรเดิมและไม่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มา

ก่อน ผลวิจัยรายงานว่าผลของหลักสูตรของ SAPA มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่าหลักสูตรเดิม

แวนเนค (Vaneck, 1974 :1522-A)ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชนบทระดับ 3 จำนวน 54 คน ระดับ 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยการทำกิจกรรม กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้หนังสือ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ไรลีย์ (Riley,1975 :94)ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนฝึกหัดครู 2 วิธี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และ 2 เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือปฏิบัติการจริง ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป หลังจากนั้นได้ให้ตอบแบบสอบถาม 4 ฉบับ เพื่อศึกษาตัวแปร 5 ชนิด คือ ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่ 3 แต่ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

ฮอกูส และ พีนิค (Haukoos and Penick, 1983 :104) ศึกษาอิทธิพลของบรรยากาศในชั้นเรียนต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัย Du Page, Ellyn Illinios โดยกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยครูสร้างบรรยากาศให้นักเรียนได้ค้นพบตนเองมากกว่ากลุ่มควบคุม พบว่า บรรยากาศในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จริง โดยกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

ส่วนงานวิจัยในต่างประเทศเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบที่ผู้วิจัยใช้ศึกษาเป็นแนวทาง ได้แก่ มอริเตอร์ (Moriter. 1972 : 6241-A-6242-A) ได้พัฒนาแบบทดสอบประเมินผลทักษะด้านการสรุปอ้างอิง (Inference) การทำนาย (Predictor) และการตรวจสอบ (Verification) โดยให้ชื่อแบบทดสอบนี้ว่า Science Process Skills Test (SPST) ซึ่งจากผลการวิจัยนี้ทำให้มีประเด็นสำคัญที่ควรคำนึงถึงในการสร้างแบบทดสอบให้มีประสิทธิภาพ คือ ข้อสอบที่มีใจความเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนคุ้นเคยมาก ๆ จะไม่สร้างแรงจูงใจเท่าที่ควรในการทำแบบทดสอบ

โรบินสัน (Robinson. 1973 : 1522-A) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะด้านการควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) และการแปลความหมายจากข้อมูล ซึ่งแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ ปรากฏว่า แบบทดสอบนี้มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนที่สอบได้เป็นรายบุคคล (Individual Test) เป็น .66

ลูดแมน (Ludeman. 1974 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาแบบทดสอบ Development of Science Process Skills Test โดยสร้างแบบทดสอบ 4 ทักษะได้แก่ ทักษะการแปลความหมายจากข้อมูล การควบคุมตัวแปร การสร้างสมมติฐาน และการสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยมีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อคำถามส่วนใหญ่สร้างขึ้นจากสถานการณ์ที่เร้าความสนใจ โดยใช้ภาพถ่ายหรือตารางประกอบสถานการณ์ และบางสถานการณ์ใช้สำหรับคำถามมากกว่า 1 ข้อ

พีเรซ (Perez. 1978 : 3496-A) สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเชื่อมั่นสูง สามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการทำวิจัยได้ โดยสร้างขึ้นสำหรับใช้ในประเทศฟิลิปปินส์ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยทักษะการสังเกต 11 ข้อ การเปรียบเทียบ 6 ข้อ และการทดลอง 11 ข้อ ซึ่งวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับด้วยสูตร KR – 20 ได้ .87 ค่าความยาก .39

ดูเรน (Deren. 1978 : 24-25) กล่าวว่า Science Problem Solving Skill Test ของ Diet และ George ที่ใช้สำหรับนักเรียนเกรด 1-3 ซึ่งแต่ละข้อประกอบด้วยรูปภาพที่เหมาะสมกับสติปัญญาของเด็กแต่ละระดับ มีเกณฑ์ที่ใช้วัด คือ ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และความสามารถในการอธิบายข้อความที่เป็นเหตุเป็นผล

เบิร์น และคณะ (Burn et. al. , 1985 : 169) ได้พัฒนาแบบทดสอบที่ชื่อว่า Development of a Integrated Process Skills Test : TIPS 2 ลักษณะของแบบทดสอบมีจำนวน 36 ข้อ วิเคราะห์หาคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบได้เท่ากับ 19.14 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .86 ความยากเฉลี่ย .53 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย .35

โรส และ เมเนส (Rose and Maynes, 1985 : 325-326) ได้พัฒนาแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ โดยใช้พื้นฐานการเรียนรู้ตามลำดับขั้นที่แตกต่างกัน 7 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การบันทึกและการสื่อความหมาย การลงความเห็นจากข้อมูล การสรุปและการตีความหมายข้อมูล โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 1,600 คน คำนวณค่าความเชื่อมั่นแบบ Hoyt มีค่าอยู่ระหว่าง .58 - .69 ค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะอยู่ระหว่าง .25 - .45

จากผลการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับตัวแปรต่าง ๆ ทำให้ได้ข้อค้นพบดังนี้

1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ การพัฒนาการทางสติปัญญา และความมีเหตุผล

2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหญิงและชายไม่แตกต่างกัน

3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาการสูงขึ้นเรื่อยตามระดับชั้นของนักเรียน

4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกันจะไม่แตกต่างกัน

5) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เคยทำและไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาตร์มีความแตกต่างกัน

6) การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบต่าง ๆ มีทั้งที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และให้ผลไม่แตกต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ส่วนงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีข้อค้นพบว่ามีการใช้เครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ พอสรุปได้ว่ามีทั้งที่เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 - 5 ตัวเลือก แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม แบบเติมคำ และแบบมาตรประมาณค่า ซึ่งการเลือกใช้เครื่องมือชนิดใดขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายที่ผู้ใช้ต้องการ และข้อควรคำนึงถึงในการสร้างแบบทดสอบให้มีประสิทธิภาพ คือ ข้อสอบที่มีใจความเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนคุ้นเคยมาก ๆ จะไม่สร้างแรงจูงใจเท่าที่ควรในการทำแบบทดสอบ