บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเป็นแนวทางในการวิจัย ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
   1.1 ความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์
   1.2 ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์
   1.3 เป้าหมาย วิสัยทัศน์ ของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
   1.4 คุณภาพผู้เรียน
   1.5 สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้
   1.6 ตัวชี้วัดสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   2.3 ลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   2.4 การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   2.5 ลักษณะข้อสอบวัดพฤติกรรมต่าง ๆ
3. การหาคุณภาพของแบบวัด
   3.1 ความตรงเชิงเนื้อหา
   3.2 ความยากและอำนาจจำแนก
   3.3 ความเที่ยง
4. เกณฑ์ปกติ (Norms)
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   5.1 งานวิจัยในประเทศ
   5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จากการศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 92-131) ได้กล่าวถึงความสำคัญธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ คุณภาพผู้เรียน สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้

1.1 ความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็น ต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

1.2 ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ ที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific inquiry) การสังเกต สำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบและการสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา และสืบทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนานความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ นำมาใช้อ้างอิงทั้งสนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่หรือข้อมูลเดิม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีโดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ทักษะ ประสบการณ์ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของมวลมนุษย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากการศึกษาธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ได้มาโดยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบและการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันยาวนานสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้

1.3 เป้าหมาย วิสัยทัศน์ ของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยเฉพาะมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ และนำผลมาจัดระบบ หลักการแนวคิดและทฤษฎี ดังนั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงให้ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาและสร้างความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียน ทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัวมีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถามสามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผลสามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ

1.4 คุณภาพผู้เรียน

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคลโดยอาศัยแหล่งการเรียนรู้ที่เป็นสากลและท้องถิ่น โดยครูผู้สอนมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้ กระตุ้น แนะนำ ช่วยเหลือให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้เพื่อให้การศึกษาวิทยาศาสตร์บรรลุผลตามเป้าหมายและวิสัยทัศน์ที่กล่าวไว้ จึงได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้

1.4.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.4.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.4.3 เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเห และความเข้มของแสง

1.4.4 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.4.5 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บนเปลือกโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

1.4.6 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.4.7 ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลและสร้างองค์ความรู้

1.4.8 สื่อสารความคิดความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1.4.9 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

1.4.10 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

1.4.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

1.4.12 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลและรักษาทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

1.4.13 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.5 สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสาระ ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และนำความรู้ไปใช้ในในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการ

ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก
มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์
การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1.6 ตัวชี้วัดสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี

3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม

4. รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

6. สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ผู้วิจัยได้ยึดเอาเนื้อหาสาระตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.1 – 3 มาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการวิจัยครั้งนี้

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ และมีความชำนาญ เพื่อให้สามารถค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของการแสวงหาความรู้ ได้มีผู้ให้ความหมายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายประการ ดังนี้

ธภัสธร มิ่งไชย (2552 : 23) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้าได้ข้อเท็จจริง หลักการและกฎแห่งความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้น

วิชัย พะวงษ์ (2549 : 8-9) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะความสามารถในการแสวงหาความรู้การคิด การค้นคว้าและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ ๆ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

โคลปเฟอร์ (Klopfer. 1974 : 568-573 ; อ้างอิงถึงใน วรพงษ์ กาแก้ว. 2548 : 8) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ในทางวิทยาศาสตร์

วรพงษ์ กาแก้ว (2548 : 8) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมใจ สมคิด (2547 : 21) ให้ความหมายว่า ทักษะ หมายถึง ความชำนาญ กระบวนการ หมายถึง ลำดับการกระทำซึ่งดำเนินต่อเนื่องกันไปจนสำเร็จลง ณ ระดับหนึ่ง ดังนั้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงหมายถึงความชำนาญในการคิดและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้การกระทำดำเนินต่อเนื่องกันไปจนได้ความรู้ออกมา ณ ระดับหนึ่ง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 75) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิดและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ซึ่งรวมทั้งการค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์พร้อมกับมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงพฤติกรรมในการสังเกต การเลือกเครื่องมือการตั้งสมมติฐาน การหาข้อยุติหรือการแสดงความคิดเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

เบญมาศ ปทุมวัน (2546 : 9) ให้ความหมายของทักษะกระวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาพยายามที่จะนำทักษะกระบวนการเหล่านี้ มาปลูกฝังให้แก่นักเรียนทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น เป็นทักษะตามแนวของสมาคมส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์แห่งอเมริกาซึ่งได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ รู้จักทำเป็น คิดเป็น และแก้ปัญหาเป็นตลอดจนสามารถนำเอาความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

นฤมล สังข์พุทธินันทน์ (2546 : 21-22) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการปฏิบัติการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่วชำนิชำนาญอย่างมีระบบ ซึ่งประกอบด้วยทักษะ 13 ทักษะ และแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ทักษะพื้นฐาน (Basic process skills) จำนวน 8 ทักษะ และทักษะขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการ (Integration process skills) จำนวน 5 ทักษะ

จรัญ ไชยศักดิ์ (2540 : 9) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้าเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ

เคนเนอร์ (Kennet. 1978 : 153) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะที่ประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปอ้างอิง การสื่อความหมายและการกำหนดการทดลอง

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาพอสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มาแก้ปัญหาในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ และนำทักษะดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ รู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และนำความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาจำนวนมากแบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็นหลายแบบด้วยกัน เช่น วรพงษ์ กาแก้ว (2548 : 8 ; อ้างถึงใน สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา The American Association of Science. 1970) ได้แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 8 ทักษะ คือ

1) ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส เข้าสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลที่เป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ ทั้งนี้โดยไม่ใช้ประสบการณ์และความคิดเห็นของผู้สังเกตในการเสนอข้อมูลนั้น

2) ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งของต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอและรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับสิ่งที่วัดด้วย

3) ทักษะการใช้เลขจำนวน หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ และการหาร ตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ทั้งนี้ตัวเลขบวก ลบ คูณ หาร นั้นจะต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกับตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สามารถสื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการชัดเจนยิ่งขึ้น

4) ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่งดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน หรือความแตกต่างกันหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึงความสามารถ ในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 สเปส กับ 3 สเปส ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ซึ่งได้จากการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูล ที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมผัสกับความรู้และประสบการณ์เดิม เพื่อลงข้อสรุป หรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น

7) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถ ในการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การทดลองหรือจากแหล่งอื่น ๆ ที่มีข้อมูลดิบอยู่แล้วมาจัดกระทำเสียใหม่โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การหาค่าเฉลี่ยเป็นต้น แล้วนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมานำเสนอข้อมูลให้บุคคลอื่น ๆ เข้าใจความหมายของข้อมูลนั้น ๆ ได้ดีขึ้นโดยอาศัยการนำเสนอแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ เป็นต้น

8) ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการพยากรณ์หรือคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการพยากรณ์

2.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผสม หรือขั้นบูรณาการ ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 5 ทักษะ คือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1) ทักษะการควบคุมตัวแปร หมายถึง ปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ จะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่หนึ่งเป็นอย่างน้อยซึ่งการศึกษาปรากฏการณ์นั้น ๆ จำเป็นจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นเหตุและตัวแปรที่เป็นผล และสามารถควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่นในขณะที่ศึกษาตัวแปรที่เป็นสาเหตุตัวใดตัวหนึ่ง

2) ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบความเป็นจริงถูกต้องต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเนซึ่งอาจเป็นข้อสรุปของสิ่งที่มาสามารถตรวจสอบได้ด้วยการสังเกตได้โดยตรง หรือเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามข้อความของสมมติฐานที่กำหนดขึ้น โดยอาศัยการสังเกตประกอบกับความรู้ ประสบการณ์เดิม กฎ หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตและวัดได้

4) ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานในการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

5) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบรรยาย ความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำและอยู่ในรูปที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งจะนำไปสู่การระบุความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 100) ได้แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภท 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Skills)

1.1 การสังเกต (Observing)

1.2 การวัด (Measuring)

1.3 การจำแนกประเภท (Classification)

1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Using space/Space and space/and Space/Ttime relationship)

1.5 การคำนวณ (Using number)

1.6 การจัดทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing data and

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

communicating)

1.7 การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

1.8 การพยากรณ์ (Predicating)

2. ทักษะขั้นบูรณาการ (Inveigled skills)

2.1 การตั้งสมมุติฐาน (Formulating hypotheses)

2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)

2.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables)

2.4 การทดลอง (Experimenting)

2.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and concluding)

อำนวย ขำปรางค์ (2543 : 105) ได้แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic skills)

1.1 การสังเกต ได้แก่ การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 (หู, ตา, จมูก, ลิ้น, ผิวกาย) เข้าไปสัมผัสกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อหาข้อมูล

1.2 การวัด ได้แก่ การใช้เครื่องมือวัดชนิดต่างๆ เพื่อหาข้อมูลเชิงปริมาณ (ข้อมูลที่เป็นค่าตัวเลข) รวมทั้งบอกหน่วยของปริมาณนั้น ๆ ด้วย

1.3 การจำแนกประเภท ได้แก่ การแบ่งพวกและเรียงลำดับสิ่งของโดยใช้เกณฑ์ของตนเองหรือของผู้อื่นรวมทั้งการบอกเกณฑ์ที่มีผู้อื่นบางพวกหรือเรียงลำดับ

1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ได้แก่ การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างมิติ ตำแหน่ง และทิศทาง รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลาด้วย ความรู้ในเรื่องนี้ทำให้คนเรารู้จักรูปทรงต่าง ๆ ของวัตถุและการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของวัตถุซึ่งสัมพันธ์กับเวลาด้วย

1.5 การคิดคำนวณ ได้แก่ การนับ การใช้ตัวเลขบอกจำนวน การหาค่าเฉลี่ย และการบวก ลบ คูณ หาร ตัวเลขต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

1.6 การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล ได้แก่ การจัดระเบียบข้อมูลที่มีอยู่ให้อ่านและเข้าใจง่ายขึ้นโดยรูปแบบในการนำเสนอที่เหมาะสม เช่น ทำเป็นตาราง วงจร กราฟ สมการหรือเป็นคำบรรยาย เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.7 การลงความเห็นจากข้อมูล ได้แก่ การเพิ่มความคิดเห็นของตนเองลงไปในข้อมูลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

1.8 การพยากรณ์ ได้แก่ การคาดคะเนหรือหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการปฏิบัติจริง โดยใช้กฎ หลักการ ทฤษฎี หรือปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ มาเป็นรากฐานในการคาดคะเนนั้น ๆ

2. ทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated skills)

2.1 การตั้งสมมติฐาน ได้แก่ การคาดคะเนผลหรือคำตอบล่วงหน้าก่อนเกิดเหตุการณ์จริงหรือก่อนการปฏิบัติจริงโดยกฎ หลักการ ทฤษฎี หรือปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ มาเป็นรากฐานในการคาดคะเนนั้น ๆ การคาดคะเนแบบนี้อาศัยประสบการณ์เดิมหรืออาศัยเทียบเคียงจากข้อมูลในเรื่องอื่นมาเป็นรากฐานในการคาดคะเน

2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ได้แก่ การกำหนดขอบเขตของความหมายของคำต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือการปฏิบัติการ เพื่อความสะดวกในการตรวจวัดหรือทดสอบและเพื่อจะได้เข้าใจตรงกัน

2.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร ได้แก่ การกำหนดปัจจัยที่เป็นต้นเหตุเป็นผลสืบเนื่องและเป็นองค์ประกอบแวดล้อมแห่งปัญญาหรือการปฏิบัติการทดสอบ รวมทั้งวิธีการควบคุมปัจจัยเหล่านี้เพื่อมิให้มีผลต่อการทดสอบเพื่อการแก้ปัญหาได้

2.4 การทดลอง ได้แก่ การออกแบบวิธีทดสอบหรือวิธีแก้ปัญหา รวมทั้งกำหนดวัสดุอุปกรณ์ในการทดสอบ การปฏิบัติการทดสอบหรือแก้ปัญหา และการบันทึกผลที่ได้จากการปฏิบัติการนั้น

2.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ได้แก่ การอ่านและทำความเข้าใจข้อมูลที่ผู้ปฏิบัติการทดลองได้บันทึกไว้ รวมทั้งการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นกระบวนการที่สามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ต่อไปได้ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น จึงได้เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ. 2536 : 3) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ขอบข่ายเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1 – 16) เป็นกรอบเนื้อหาในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3 ลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วยเห็นอย่างไร ได้ยินอย่างไร ได้กลิ่นอย่างไร หรือรสชาติเป็นอย่างไร ก็ตอบไปตามนั้น ประสาทสัมผัสมี 5 ชนิด คือ

1.1 ประสาทตา สังเกตได้โดยการดู เพื่อบอกรูปร่าง สัณฐาน ขนาด สี สถานะ

1.2 ประสาทหู สังเกตโดยการฟัง เพื่อบอกเสียงที่ได้ยินว่า เสียงดัง เสียงค่อย เสียงสูง เสียงต่ำ หรือเสียงดังอย่างไรตามที่ได้ยิน

1.3 ประสาทจมูก สังเกตโดยการดมกลิ่นเพื่อบอกว่ามีกลิ่นหรือไม่หอมเหม็นฉุน

1.4 ประสาทลิ้น สังเกตโดยการชิมรส เพื่อบอกว่ามีรสชาติว่า หวาน ขม เผ็ด เปรี้ยว ฝาด แต่ในการสังเกต โดยการชิมนี้ ต้องแน่ใจว่าสิ่งนั้นไม่มีอันตรายและสะอาดเพียงพอ

1.5 ประสาทกาย สังเกตได้โดยการสัมผัส เพื่อบอก อุณหภูมิ ความหยาบ ความละเอียด ความเรียบ ความลื่น ความเปียกชื้น ความแห้งของสิ่งนั้น

นอกจากการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ชนิด สังเกตโดยตรงแล้ว การใช้ประสาทสัมผัส ทั้ง 5 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ ได้ก็จัดว่าเป็นทักษะการสังเกตเช่นกัน เช่น การเปลี่ยนแปลงของสี การเปลี่ยนแปลงรูปร่างสัณฐาน การเปลี่ยนแปลงขนาด การเปลี่ยนแปลงกลิ่น รส อุณหภูมิ ฯลฯ การสังเกตเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นและสำคัญมากในกระบวนการค้นคว้า หาความรู้แขนงต่าง ๆ โดยเฉพาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่มักจะเริ่มต้นจากการสังเกต นักวิทยาศาสตร์จัดว่าเป็นผู้มีความชำนาญและมีความคิดละเอียดถี่ถ้วนในการสังเกตมากกว่าคนในอาชีพอื่น ๆ การสังเกตบางครั้งอาจต้องอาศัยเครื่องมือช่วย ทั้งนี้เพื่อให้มีผลการสังเกตที่ถูกต้อง ชัดเจนและแน่ใจยิ่งขึ้น เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น ผู้สังเกตจะต้องการทำอย่างละเอียดและรอบคอบทุกแง่ทุกมุมเพื่อให้ได้รายละเอียดของข้อมูลนั้นมากที่สุด ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 2 ประเภท คือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติประจำตัวของสิ่งของที่สังเกต เช่น รูปร่าง รส กลิ่น เสียง และความรู้สึกจากการสัมผัส

2. ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาด อุณหภูมิ ข้อมูลที่ได้นี้จะบอกหน่วยมาตรฐานไว้ เช่น มะนาวหนัก 20 กรัม

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดการใช้ทักษะการสังเกต คือ

1. ชี้บ่งและบรรยายลักษณะของวัตถุด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณซึ่งต้องอ้างอิงหน่วยมาตรฐาน

3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณของวัตถุได้ หรือแยกแยะถึงสิ่งที่ได้จากการสังเกตและสรุปอ้างอิงได้

2. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง ความสามารถในการจัดพวกแบ่งหมวดหมู่ หรือเรียงลำดับวัตถุสิ่งของหรือสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง โดยมีเกณฑ์เป็นตัวกำหนดแนวทาง เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกอาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ร่วมอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

การจำแนกวัตถุหรือสิ่งใด ๆ ออกเป็นหมวดหมู่นั้น เริ่มต้นด้วยการตั้งเกณฑ์ขึ้นมา อย่างหนึ่ง แล้วใช้เกณฑ์นั้นแบ่งวัตถุออกเป็นกลุ่มย่อย โดยทั่วไปแล้วมักจะเลือกเกณฑ์ที่ทำให้แบ่งวัตถุเหล่านั้นออกเป็นสองกลุ่มย่อยก่อน แล้วค่อยเลือกเกณฑ์อื่นแบ่งกลุ่มย่อยนั้นออกเป็นกลุ่มย่อยต่อไปอีก การเลือกอะไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนกขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจำแนกเป็นหลัก

ความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการจำแนก คือ

1. บ่งชี้และบรรยายคุณสมบัติของสิ่งที่ศึกษาได้ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของวัตถุ

2. จำแนกสิ่งที่ศึกษากลุ่มหนึ่งออกเป็นหลายประเภท ตามเกณฑ์ในการจำแนกประเภทที่สร้างขึ้นได้

3. จำแนกสิ่งที่ศึกษาตามเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

4. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้จำแนกสิ่งที่ศึกษาได้

3. ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึง ความสามารถในการเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างถูกต้องและ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เหมาะสม โดยมีหน่วยกำกับอยู่เสมอ การวัดจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ

3.1 เครื่องมือที่ใช้วัด เช่น ไม้บรรทัด เครื่องชั่ง นาฬิกา เทอร์โมมิเตอร์ เป็นต้น

3.2 ค่าที่ได้จากการวัดซึ่งเป็นตัวเลขที่แน่นอนไม่ใช่ได้จากการประมาณ

3.3 หน่วยในการวัด เช่น หน่วยของความยาวเป็นเมตร หน่วยของน้ำหนักเป็นกิโลกรัม หน่วยของเวลาเป็นวินาที เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการวัด คือ

1. เลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
2. บอกเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้
3. บอกวิธีการใช้เครื่องมือ และใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องปลอดภัย
4. ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้
5. อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็วและแม่นยำ ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

4. ทักษะการคำนวณ (Using numbers) หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หรือหารตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรง หรือจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ทั้งนี้ตัวเลขที่นำมา บวก ลบ คูณ และหารนั้นต้องอยู่ในหน่วยเดียวกัน ซึ่งตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สามารถสื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

ความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการคำนวณ คือ

1. การนับ โดยสามารถนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง สามารถใช้ตัวเลขแทนจำนวนได้ สามารถตัดสินใจได้ว่าในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

2. การบวก ลบ คูณ และหาร โดยบอกวิธีการคำนวณได้ คิดคำนวณได้ถูกต้องและแสดงวิธีการคำนวณได้

3. การหาค่าเฉลี่ย โดยบอกวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ หาค่าเฉลี่ยได้ แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้

4. หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากข้อมูลมาสร้างเป็นสูตรได้

5. คำนวณเกี่ยวกับปริมาณที่มีคำอุปสรรคประกอบหน่วยได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริภูมิกับปริภูมิและปริภูมิกับเวลา (Space/ Space relationship and space / Time relationship) หมายถึง ความสามารถในการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่ง ต่อไปนี้

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริภูมิของวัตถุหนึ่งกับปริภูมิของวัตถุหนึ่ง ซึ่งได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ (ปริภูมิหรือสเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วปริภูมิของวัตถุนั้นจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง)

5.2 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือปริภูมิของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

การกระทำที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริภูมิแบบปริภูมิและปริภูมิกับเวลา ได้แก่ ความสามารถในการกระทำ ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการวดรูป 3 มิติของวัตถุธรรมดาหรือทั่วไปได้ เช่น วาดรูป 3 มิติ ของดินสอ กล่องไม้ขีด เป็นต้น

2. ความสามารถในการบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติ และรูป 3 มิติได้ เช่น บอกได้ว่ารูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีเส้นสมมาตร 3 เส้น เป็นต้น

3. ความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และรูป 3 มิติได้

4. บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

5. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกในกระจก ว่าเป็นซ้ายและขวาของกันและกันอย่างไร

6. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

7. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing data and communicating) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดลำดับ การจัดกลุ่ม หรือการคำนวณหาค่าใหม่ ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้และหรือให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตารางแผนภูมิ สมการ หรือเขียนบรรยาย

ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการจัดกระทำแล้ว มาเสนอและแสดงให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นได้ดีขึ้น การนำเสนออาจทำได้หลายรูปแบบ คือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. โดยการพูดปากเปล่าหรือเล่าให้ฟัง

2. โดยการเขียนเป็นรายงาน

3. โดยการเขียนเป็นตารางแผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ แผนสถิติ สมการ หรือใช้สัญลักษณ์

4. โดยการผสมผสานหลายวิธีตามความเหมาะสม

ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูลมีความจำเป็นต่อการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องกับการรายงานสิ่งที่ตนเองได้กระทำให้ผู้อื่นเข้าใจ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลและจุดมุ่งหมายของการสื่อความหมาย

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้แก่

1. ความชัดเจนหรือความสมบูรณ์ของข้อมูล

2. ความถูกต้องแม่นยำ

3. ความไม่กำกวม

4. ความกะทัดรัด

ความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ดังนี้

1. สามารถบรรยายรูปร่างลักษณะและคุณสมบัติของวัตถุได้จนผู้ฟังสามารถชี้ หยิบ จับ หรือระบุวัตถุนั้นได้ถูกต้อง

2. สามารถบรรยายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ โดยการให้นักเรียนทำกิจกรรม อย่างหนึ่งที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงวัตถุแล้วให้นักเรียนสังเกต บันทึกการสังเกตแล้วเขียนบรรยายเพื่อให้คนอื่นที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอ่านแล้วเข้าใจ

3. สามารถเขียนแผนผัง แผนที่ วงจรของวัตถุ เครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบของการทำงานของสิ่งต่าง ๆ ได้

4. มีความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลและเลือกสื่อเพื่อเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดีขึ้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือปรากฏการณ์ไปสัมผัสกับความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น โดยทั่วไปการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จะกระทำได้เมื่อได้ข้อมูลจากการสังเกต และผู้สังเกตนั้นได้ใช้ข้อมูลที่ได้มานำมาใช้เป็นพื้นฐานนำไปสู่การอธิบายหรือลงข้อสรุป

การลงความเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกันอาจลงความคิดเห็นได้หลายอย่างซึ่งอาจถูกหรือผิดก็ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1. ความละเอียดลออของข้อมูล
2. ความถูกต้องของข้อมูล
3. ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น
4. ความสามารถในการสังเกต

ความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการลงความคิดเห็น คือ

1. อธิบายหรือสรุปโดยมีการเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมได้
2. แยกความแตกต่างระหว่างการลงความคิดเห็นจากข้อมูลและข้อมูลจากการสังเกตได้
3. อธิบายและแสดงให้เห็นวิธีการสังเกตเพิ่มเติม เพื่อทดสอบการลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้กระทำไปแล้ว
4. บ่งชี้การลงความคิดเห็นที่ควรจะยอมรับหรือไม่ยอมรับหรือควรปรับปรุงภายหลังที่ได้กระทำเพิ่มเติมไปแล้วได้

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predictive) หมายถึง ความสามารถในการสรุปหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะมีการทดลองโดยอาศัยกฎ ทฤษฎี หลักการ และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุปการพยากรณ์นั้นทำได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ (Interpolating) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่อยู่ในขอบเขตข้อมูลที่สังเกตหรือวัดได้ หรือหมายถึงการพยากรณ์ถึงสิ่งที่ไม่ได้ทดลองแต่อยู่ในขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ
2. การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ (Extrapolating) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่อยู่ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่สังเกต หรือวัดได้หรือหมายถึง การพยากรณ์ในสิ่งที่ยังไม่ได้ทดลองและอยู่ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การพยากรณ์มีประโยชน์มากในทางวิทยาศาสตร์ การที่นักวิทยาศาสตร์พยายามหากฎเกณฑ์หรือหลักการของธรรมชาตินั้น วัตถุประสงค์ก็เพื่อนำไปพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อจะได้ทำการควบคุมและป้องกันอันตรายจากธรรมชาติได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนที่จะมีการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน โดยทั่วไปมักจะเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามสมมติฐานเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูลประเภทหนึ่ง ซึ่งข้อแถลงจะอยู่ในรูปของข้อมูลสรุปรวมเชิงหลักการทั่วไป ข้อแถลงนี้ยังไม่สามารถพยากรณ์ได้ และยังไม่ใช่หลักการวิทยาศาสตร์ เพราะมันยังไม่ผ่านการทดลองยืนยังสถานภาพของมันจึงเป็นแต่เพียงหลักการวิทยาศาสตร์ชั่วคราวที่ยกร่างขึ้นเพื่อรอการทดลองต่อไป

ความสามารถที่แสดงว่านักเรียนมีทักษะการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

1. หาคำตอบล่วงหน้าก่อนมีการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม
2. แสดงวิธีทดลองสมมติฐานได้
3. แยกแยะข้อมูลการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐาน และไม่สนับสนุนสมมติฐานได้

10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variable) หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษาหรือตัวแปรที่ต้องการทดลองดูว่าจะก่อให้เกิดเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม (Dependent variable) เป็นตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้นเมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม (Controlled variable) เป็นตัวแปรอื่น ๆ ที่ยังไม่สนใจศึกษาที่อาจจะมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน

11. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตและวัดได้ การนิยามเชิงปฏิบัติการจะต้องประกอบด้วยสาระสำคัญ 2 ประการ คือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. บรรยายวิธีการทดสอบในนิยามให้เห็นอย่างชัดเจน

2. ระบุสิ่งที่จะต้องสังเกตไว้ในคำนิยาม

ความสามารถแสดงว่านักเรียนมีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. กำหนดนิยามและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

2. แยกแยะคำนิยามเชิงปฏิบัติการกับคำนิยามที่ไม่ใช่นิยามเชิงปฏิบัติการ ได้ชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่กำหนดไว้ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. ออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองล่วงหน้าก่อนทำการทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการลงมือปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบที่ได้วางแผนการทดลองไว้แล้ว

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการทดลอง ดังนี้

1. กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

2. ระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

3. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่แล้วนำมาสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นกระบวนการขั้นสุดยอดหรือขั้นสุดท้ายของกระบวนการวิทยาศาสตร์ การทดลองใด ๆ แม้ว่าจะออกแบบการทดลองทำการทดลองอย่างรัดกุม ได้ข้อมูลจากการทดลองอย่างละเอียดแต่ถ้าขาดกระบวนการขั้นนี้ก็จะไม่สามารถสรุปผลการทดลองตอบรับหรือปฏิเสธสมมติฐานได้ เพราะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปเป็นการมองข้อมูลในทุกแง่ทุกมุม การพิจารณาถึงความหนักแน่นของหลักฐานที่สนับสนุนหรือขัดแย้งการดึงเอาประสบการณ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความรู้ และหลักการคิดหาเหตุผลมาเป็นเครื่องมือในการตีความหมายแล้วจึงลงเป็นข้อสรุป ต่อไปนี้

ความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ดังนี้

1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้
2. อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้
3. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จากประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ ๆ 13 ทักษะได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเป็นทักษะที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ

2.4 การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการประเมินว่าผู้เข้ารับการประเมินมีความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ดังมีผู้กล่าวไว้ ดังนี้

นัฐพร ตื้อจันตา (2552 : 44) กล่าวถึง การสร้างเครื่องมือจะต้องมีการวางแผนการสร้าง ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายของการวัดก่อนที่จะสร้างเครื่องมือจะต้องรู้จุดมุ่งหมายของการวัดว่าวัด เพื่ออะไรเพราะถ้าจุดมุ่งหมายของการวัดต่างกัน แนวของเครื่องมือก็แตกต่างกันด้วย
2. การวิเคราะห์หลักสูตร (Curriculum analysis) ได้แก่ การแยกแยะความมุ่งหมาย และเนื้อหาวิชาในหลักสูตรว่ามีรายละเอียดปลีกย่อยอะไรบ้าง
3. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การกำหนดสิ่งที่จะวัดในทางการศึกษาก็คือการกำหนดลักษณะพฤติกรรมนั่นเอง ซึ่งตัวลักษณะเชิงพฤติกรรมเหล่านี้กำหนดได้จากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรโดยเฉพาะในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำเป็นต้องกำหนดลักษณะออกมาให้ได้ว่า มีพฤติกรรมลักษณะใดบ้าง วิธีที่จะกำหนดลักษณะสิ่งที่จะวัดจาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือรายวิชาจึงจำเป็นที่ต้องทำการวิเคราะห์หาลักษณะของสิ่งที่จะวัดออกมาให้ได้ ซึ่งต้องใช้วิธีการ ที่เรียกว่า การวิเคราะห์หลักสูตรหรือการวิเคราะห์รายวิชา

4. การสร้างเครื่องมือ หลังจากทำการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรแล้วจะทำให้เรา ทราบว่าเราต้องสร้างเครื่องมือวัดพฤติกรรมในด้านใดบ้าง และแต่ละด้านจะวัดอะไร ซึ่งถ้าเป็นพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยเครื่องมือที่ใช้ส่วนใหญ่ก็คือ ข้อสอบอาจเป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยโดยให้พิจารณาจากเนื้อหาและจุดประสงค์ ถ้าเป็นพฤติกรรมด้านจิตพิสัย การวัดอาจทำได้โดยการสังเกตหรือการให้รายงานตนเอง เครื่องมือที่ต้องสร้างก็คือแบบสังเกต แบบตรวจสอบรายการ หรือแบบสอบถาม และถ้าเป็นพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย การวัดอาจทำได้โดยการให้ลงมือปฏิบัติงานหรือการสังเกตพฤติกรรมการทำงาน เครื่องมือที่เหมาะสมน่าจะเป็นแบบบันทึกการสังเกตแบบประเมินการปฏิบัติงาน ฯลฯ

5. การทดลองใช้ หลังจากสร้างเครื่องมือแล้วควรมีการนำไปทดลองใช้ก่อนใช้จริงเพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือนั้น ๆ ว่ามีคุณภาพตามที่ต้องการแล้วหรือไม่

6. การวิเคราะห์หาคุณภาพ การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือเป็นขั้นตอนต่อจากการทดลองใช้ คือการนำเอาผลการทดลองมาวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือในด้านความเชื่อมั่นความยากง่าย อำนาจจำแนก ฯลฯ

7. การนำไปใช้จริง จากการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ อาจพบว่ายังมีคุณภาพไม่ตรงตามที่ต้องการ หากสามารถปรับปรุงได้ควรทำการปรับปรุง และถ้ายังไม่แน่ใจว่าจะมีคุณภาพตามที่ต้องการหรือไม่ อาจต้องนำไปทดลองใช้อีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพจนได้คุณภาพตามที่ต้องการแล้วจึงจะนำไปใช้จริงในโอกาสต่อไป

หน่วยทดสอบและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2518 ; วรพงษ์ กาแก้ว. 2548 : 18) ได้เสนอแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์

1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะเป็นสถานการณ์สมมติหรือนำมาจากเอกสารอื่นใด ก็ตามจะต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว

1.3 สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
BANSOMDEJCHAOPHRAYA RAJABHAT UNIVERSITY

1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัดจะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

1.5 สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กะทัดรัด อ่านเข้าใจง่าย แต่ละสถานการณ์ควรใช้สำหรับถามได้มากกว่า 1 ข้อ เพื่อมิให้นักเรียนเสียเวลาในการอ่านมากเกินความจำเป็น

2. การสร้างคำถาม คำถามที่จะให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาจะมีคุณสมบัติดังนี้

2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถามในเรื่องที่เป็นความรู้-ความจำ

2.2 ไม่ถามถึงปัญหาหรือสมมติฐานที่เคยอภิปราย หรือสรุปกันแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำทั้ง ๆ ที่ดูคำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ใช้คำถามรัดกุม บ่งชัดว่าใช้ตอบเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ก็ต้องเป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยเฉพาะ

2.4 ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่องและกำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรตรวจให้คะแนนเป็น 1 ถ้าถูก และ 0 ถ้าตอบผิด

3. การตรวจ ถ้าเป็นข้อทดสอบแบบให้ตอบสั้นแม้จะต้องตองคำถามที่ผู้ถามคิดว่าจำเพาะเจาะจงคำตอบน่าจะออกแน่นอน แต่ในการตรวจต้องดูเหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างกันไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกจะต้องยอมรับ

การออกข้อทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายครั้ง และถือว่าข้อทดสอบเป็นเครื่องมือหลักในการใช้วัดผล การเขียนข้อทดสอบจึงเป็นงานที่ผู้วิจัยควรให้ความสำคัญ การเขียนให้ได้ดีนั้นจะต้องวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดและวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ได้อย่างครอบคลุม หลักการวางแผนการสร้างแบบทดสอบมี ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์

2. สร้างคำถาม

3. การตรวจ

สรศักดิ์ แพรดำ (2544 : 25) กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมโดยผู้สอนต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจแล้วมาแจกแจงให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวัง และภาคเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหา ที่จำเป็นที่ขาดเสียไม่ได้ ในบทหนึ่ง ๆ ควรจะกำหนดว่าทักษะใดเนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ ทักษะนั้นเนื้อหานั้นก็ควรจะปรากฏในข้อสอบ

3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรม ทักษะซึ่งจะมีความมุ่งหมายที่กำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมอย่างละกี่ข้อจะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนี้ผู้ออกข้อสอบยังจะทราบต่อไปว่าข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีสัดส่วนมากน้อยเพียงใด

4. การเลือกแนวทางในการออกข้อสอบควรจะถือหลักว่าจะใช้การสอนแบบใดจึงจะตรวจวัดพฤติกรรมนั้น ๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดทั้งเหมาะสมกับวัยของนักเรียน ประหยัดเวลาและง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

จากเอกสารดังกล่าว สรุปได้ว่า การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควรจะต้องดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาและกำหนดจุดมุ่งหมายพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. เลือกเนื้อหาที่จะวัดว่าควรจะกำหนดว่าทักษะใดเนื้อหาใดควรจะปรากฏในข้อสอบ

3. สร้างตารางเพื่อกำหนดสัดส่วนว่าจะวัดพฤติกรรมในแต่ละทักษะ

4. เขียนข้อคำถามและสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการวัด

5. การตรวจคำตอบจะต้องมีความเป็นปรนัยในการให้คะแนน และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน

การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพ จะต้องกำหนดขอบเขตการวัดให้ชัดเจนเพื่อให้ได้แบบวัดทักษะที่วัดได้ครบถ้วนซึ่งประกอบด้วย การกำหนดจุดมุ่งหมาย การเลือกเนื้อหาที่จะวัด การสร้างตารางกำหนดเนื้อหา และการเลือกแนวทางในการออกข้อสอบ

2.5 ลักษณะข้อสอบวัดพฤติกรรมต่าง ๆ

ธงชัย ชิวปรีชา และคณะ (2526 : 298 - 326 ; อ้างถึงใน ชูสกุล คำขาว. 2546 : 28) ได้กล่าวถึงลักษณะของข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ พฤติกรรมด้านความเข้าใจ พฤติกรรมด้านกระบวนการสืบหาความรู้ และพฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ครูต้องออกข้อสอบตรงตามตารางการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมไว้ดังกล่าวไว้ดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. ลักษณะของข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ

ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ จะมีลักษณะเป็นการวัดเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องราวหรือความรู้ต่าง ๆ ที่นักเรียนเรียนมาแล้ว นักเรียนสามารถระลึกได้มากน้อยเพียงใด พฤติกรรมด้านความรู้ความจำเป็นพฤติกรรมขั้นต่ำสุด ตามสาระบบการจำแนกวัตถุประสงค์ทางการศึกษาและคำถามของ Bloom ข้อสอบฉบับหนึ่ง ๆ ไม่ควรถามเกี่ยวกับความรู้ความจำมากเกินไปโดยทั่วไปแล้วไม่ควรเกินร้อยละ 20 ของข้อสอบทั้งหมด ตัวอย่างข้อสอบวัดความรู้ความจำ มีดังนี้

1) เทอร์มอมิเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับวัดอะไร

ก. ความหนาแน่น ข. ความเร็ว

ค. ความดัน ง. ความร้อน

จ. ความถี่

2) จุดเดือดของเหลวที่มีความดันอากาศเป็นปกติที่ระดับน้ำทะเลซึ่งมีความดัน 1 บรรยากาศ จุดเดือดของของเหลวมีความดันเท่าไร

ก. 560 มม. ข. 670 มม.

ค. 760 มม. ง. 770 มม.

จ. 780 มม.

2. ลักษณะข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจ

ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจ อาจเขียนได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 กำหนดสถานการณ์ใหม่มาให้แล้วให้นักเรียนระบุข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ หรือให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่กำหนดให้ ตัวอย่างเช่น

1) จากกฎข้อที่ 1 ของนิวตันกล่าวว่า "วัตถุจะรักษาสภาพอยู่นิ่ง หรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ" สถานการณ์ในข้อใดต่อไปนี้เป็นไปตามกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน

ก. การชนแบบยืดหยุ่นของลูกบิลเลียดกับขอบโต๊ะ

ข. การกลิ้งลูกบอลให้เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงบนพื้นราบ

ค. วัตถุเคลื่อนที่ลงตามพื้นเอียงที่ไม่มีแรงเสียดทาน

ง. การเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะในของเหลวด้วยความเร็วสุดท้าย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
BAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จ. การเคลื่อนที่แบบสั่นด้วยแอมปลิจุดคงที่

ลักษณะที่ 2 กำหนดสถานการณ์ใหม่มาให้ แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือระบุสถานการณ์อีกสถานการณ์หนึ่งที่เป็นไปตามวิธีการ หลักการ กฎหรือทฤษฎีเดียวกัน ตัวอย่างเช่น

2) สถานการณ์ใดต่อไปนี้เป็นไปตามหลักการเดียวกับการปล่อยยางรัดลูกโป่งแล้ว ลูกโป่งเคลื่อนที่

ก. การผลักให้เรือลอยห่างจากผู้ผลักที่อยู่ริมตลิ่ง

ข. การเตะลูกบอลให้เคลื่อนที่

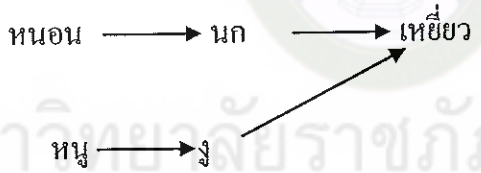
ค. การปล่อยฟองอากาศในน้ำและฟองอากาศลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ

ง. การพายเรือด้วยไม้พายทำให้เรือเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

จ. การวางลูกบอลบนพื้นเอียงแล้วปล่อยให้กลิ้งลงมา

ลักษณะที่ 3 การกำหนดสถานการณ์ใหม่มาให้ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ สัญลักษณ์รูปภาพหรือแผนภาพ แล้วให้นักเรียนแปลความหมายของสถานการณ์ที่กำหนดให้นั้น ตัวอย่างเช่น

3) จงศึกษาแผนภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้างล่าง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ในที่นี้ งู เป็นอาหารของสัตว์ชนิดใด

ก. หนอน

ข. หนู

ค. นก

ง. เหยี่ยว

ในการออกข้อสอบวัดความเข้าใจนั้น สถานการณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในข้อสอบต้องเป็นสถานการณ์ใหม่ที่ดัดแปลงจากที่ได้เคยสอนในห้องเรียน ถ้าเป็นสถานการณ์ที่เหมือนกับที่ได้เคยเรียนมาแล้วจะเป็นการวัดความรู้ความจำ

3. ลักษณะของข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 4 พฤติกรรม ได้แก่ พฤติกรรมการสังเกตและการวัด การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาการแปลความหมายข้อมูลและการสร้างข้อสรุป การสร้างการทดสอบและการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี ซึ่งมีลักษณะของข้อสอบและตัวอย่างข้อสอบสำหรับแต่ละพฤติกรรม ดังนี้

3.1 การสังเกตและการวัด

พฤติกรรมด้านการสังเกตและการวัดนี้ส่วนใหญ่ไม่อาจวัดผลได้ด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ แต่เป็นการประเมินผลทักษะของนักเรียนจากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมาในการทำงานในห้องปฏิบัติการ ครูอาจทำเป็นแบบตรวจสอบรายการ ที่แสดงถึงรายละเอียดของพฤติกรรมของนักเรียนที่ใช้เกณฑ์ในการสังเกต เพื่อที่จะประเมินทักษะในการสังเกตและการวัดของนักเรียน อย่างไรก็ตามครูก็สามารถออกข้อสอบเพื่อวัดพฤติกรรมด้านการสังเกตและการวัด ในส่วนที่เกี่ยวกับการสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ การบรรยายผลการสังเกต การวัดขนาดของวัตถุรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงวิธีการวัดในวิธีต่าง ๆ กันการเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมการรู้จักประเมินผลในการวัดและความถูกต้องของเครื่องมือได้ ตัวอย่างเช่น

1) หินบะซอลต์มีลักษณะอย่างไร
   ก. มีผลึกหยาบมาก
   ข. ผิวเรียบแววววาว
   ค. เป็นรูพรุนง่าย
   ง. หยาบกระด้างไม่มีผลึก
2) เครื่องมือชนิดใดใช้เป็นเครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์
   ก. เทอร์มอมิเตอร์
   ข. บารอมิเตอร์
   ค. ไฮโกรมิเตอร์
   ง. แอมมิเตอร์
   จ. แอนนิโมมิเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.2 การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีการแก้ปัญหา

การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีการแก้ปัญหานั้นเป็นผลที่เกิดมาจากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของสิ่งต่าง ๆ ของนักเรียน นักเรียนสามารถที่จะถามปัญหาต่าง ๆ ได้อีกมากทั้งนี้แล้วแต่ความสามารถในการสังเกตของแต่ละคน พฤติกรรมในกลุ่มนี้ได้แก่ การรับรู้ว่าปัญหานั้นเป็นอย่างไร การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน ข้อสอบที่วัดพฤติกรรมต่าง ๆ อาจมีลักษณะดังต่อไปนี้

ลักษณะที่ 1 กำหนดคำอธิบายวิธีทำการทดลองหรือแผนภาพแสดงสถานการณ์การทดลองมาให้ แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์หาสมมติฐานหรือจุดมุ่งหมายของการทดลองนั้นๆ ตัวอย่างเช่น

1. การทดลองเรื่องหนึ่ง ผู้ทดลองได้กำหนดวิธีการทดลอง ดังนี้

1.1 ใส่น้ำ 50 cm^3 ในหลอดทดลองขนาดกลาง 5 หลอด

1.2 ใส่สาร P 1 ช้อนเบอร์ 1 ในหลอดทดลองที่ 1 เขย่า ถ้าสารละลายหมดใส่สารไปอีกทีละช้อน เขย่าทุกครั้งจนเหลือสารบางอย่างส่วนที่ไม่ละลาย บันทึกจำนวนช้อนของสารที่ใส่

1.3 ทำแบบเดียวกับข้อ 1- 2 แต่ใช้สาร Q R S T แทนสาร P

1.4 ทำแบบเดียวกับข้อ 1- 3 แต่ใช้แอลกอฮอล์แทนน้ำ

1.5 ทำแบบเดียวกับข้อ 1- 3 และ 4 แต่แช่หลอดทดลองในถ้วยน้ำอุ่น

จงวิเคราะห์ข้อสมมติฐานต่อไปนี้ว่าข้อใดไม่สอดคล้องกับการทดลองนี้

ก. ความสามารถในการละลายของสารต่างชนิดมีค่าต่างกัน

ข. สารละลายได้มากหรือน้อยขึ้นกับปริมาณตัวทำละลาย

ค. อุณหภูมิอาจทำให้ความสามารถในการละลายเปลี่ยนไป

ง. เมื่อเปลี่ยนตัวทำละลายความสามารถในการละลายอาจจะเปลี่ยนไป

จ. สารบางอย่างที่ไม่ละลายน้ำอาจละลายได้ในแอลกอฮอล์

ลักษณะที่ 2 การกำหนดสถานการณ์หรือสมมติฐาน แล้วให้นักเรียนเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับตรวจสอบสมมติฐานนั้น ตัวอย่างเช่น

2. การทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า "พื้นที่ผิวหน้าของของเหลวยิ่งมากอัตราการระเหยยิ่งเร็วขึ้น" ผู้ทดลองรินน้ำ 10 cm^3 ลงในถาดในการทดลองนี้ เขาควรจะต้องวัดอะไรจึงจะสะดวกและสามารถทดสอบสมมติฐานนี้ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ก. ความจุของถาดแต่ละใบ

ข. ระยะเวลาที่น้ำระเหยในแต่ละถาด

ค. อุณหภูมิของน้ำในแต่ละถาดในเวลาเดียวกัน

ง. ปริมาณน้ำที่เหลือในแต่ละถาดในเวลาเดียวกัน

จ. ความชื้นของอากาศรอบ ๆ ถาดแต่ละใบในเวลาเดียวกัน

ลักษณะที่ 3 กำหนดจุดมุ่งหมายหรือสมมติฐานในการทดลองมาให้แล้วให้พิจารณาว่าในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น ๆ จำเป็นหรือไม่จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรใดบ้าง เช่น

3. การทดลองเพื่อศึกษาลักษณะคลื่นนิ่งในเส้นด้าย โดยเครื่องเคาะสัญญาณเวลา ตัวแปรใดจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงระหว่างทำการทดลอง

ก. ขนาดของเส้นด้าย

ข. ความยาวของเส้นด้าย

ค. ความถี่ของการสั่น

ง. ทิศทางของการสั่น

จ. ความต่างศักย์ที่ให้กับเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

ลักษณะที่ 4 ในการทดลองวัดแรงหนืดของของเหลวชนิดหนึ่ง โดยการปล่อยลูกกลมที่ทำด้วยโลหะชนิดเดียวกันไปในของเหลว ซึ่งบรรจุอยู่ในกระบอกแก้ว แล้ววัดความเร็วสุดท้ายของลูกกลมโลหะ ปรากฏว่าแรงหนืดที่ทำต่อลูกกลมโลหะที่ได้จากการทดลองแต่ละลูกไม่เท่ากันการที่ได้ผลเช่นนี้เป็นเพราะเหตุใด

ก. ความเร็วต้นของลูกกลมแต่ละลูกไม่เท่ากัน

ข. ความดันของเหลวที่กระทำต่อลูกกลมโลหะแต่ละลูกไม่เท่ากัน

ค. ระดับของเหลวในกระบอกแก้วของแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน

ง. ลูกกลมโลหะแต่ละลูกมีขนาดไม่เท่ากัน

จ. ความสูงของผิวของเหลวถึงระดับที่ปล่อยลูกกลมต่างกัน

ลักษณะที่ 5 กำหนดจุดมุ่งหมายของการทดลองมาให้แล้วให้เขียนคำอธิบายวิธีทำการทดลองให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น ตัวอย่างเช่น

5. จงเขียนอธิบายวิธีทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า "ของเหลวยิ่งจุดเดือดต่ำ ยิ่งมีอัตราการระเหยสูง"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.3 การแปลความหมายของข้อมูล และการสร้างข้อสรุป

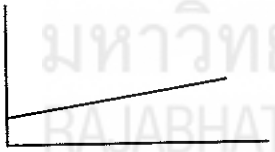
พฤติกรรมการแปลความหมายข้อมูลและการสร้างข้อสรุป ประกอบด้วย พฤติกรรมย่อย 6 พฤติกรรม ได้แก่ การจัดกระทำข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล การทำนายทั้งแบบเพิ่มเติมความและขยายความ การตรวจสอบสมมติฐานและการลงข้อสรุป เป็นการเน้นการแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งที่อยู่ในรูปของการบรรยาย ตารางหรือแผนภาพต่าง ๆ ลักษณะและตัวอย่างของข้อสอบวัดพฤติกรรมกลุ่มนี้ มีดังนี้

ลักษณะที่ 1 เขียนกราฟหรือแผนภูมิจากข้อมูลในตารางหรือข้อความที่กำหนดให้หรือพิจารณาว่ากราฟหรือแผนภูมิรูปใด เขียนจากข้อมูลในตารางหรือข้อความที่กำหนดให้ ตัวอย่างเช่น

1. จากการทดลองเผาแผ่นทองแดงกับกำมะถัน แล้ววัดความยาวของทองแดงที่เหลือจากปฏิกิริยา พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณกำมะถันให้มากขึ้น ความยาวของทองแดงที่เหลือจะลดน้อยลงทุกที จนในที่สุดถ้าเราเพิ่มกำมะถันให้มากขึ้นเรื่อย ๆ จะมีอัตราส่วนหนึ่งที่สารทั้งสองนี้ ทำปฏิกิริยากันหมดพอดี ไม่มีสารใดเหลือ

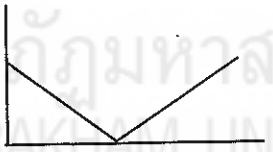
กราฟในข้อใดเป็นไปตามผลการทดลองข้างต้น

ก. ทองแดงที่เหลือ



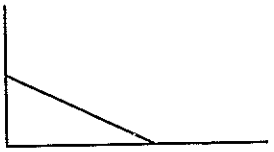
ปริมาณกำมะถัน

ข. ทองแดงที่เหลือ



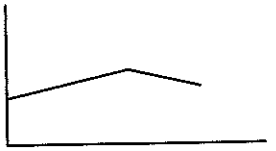
ปริมาณกำมะถัน

ค. ทองแดงที่เหลือ



ปริมาณกำมะถัน

ง. ทองแดงที่เหลือ



ปริมาณกำมะถัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จ. ทองแดงที่เหลือ

ปริมาณกำมะถัน

ลักษณะที่ 2 ออกแบบตารางเพื่อบันทึกข้อมูลตามคำอธิบายวิธีทำการทดลอง หรือพิจารณาว่าตารางบันทึกผลการทดลอง ตัวอย่างเช่น

1. การทดลองเรื่องหนึ่งมีวิธีการ ดังนี้

- นำหลอดทดลองขนาดใหญ่มา 3 หลอด บรรจุน้ำหลอดละ 5 cm^3 วัดอุณหภูมิของน้ำ บันทึกผลไว้

-ใส่สาร A ประมาณ 1 กรัม ลงในหลอดทดลองที่หนึ่ง คนหรือเขย่าเบาๆ จนละลายหมด วัดอุณหภูมิของสารละลาย บันทึกผล

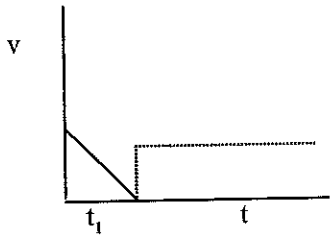
-ทดลองเช่นเดียวกันอีกครั้งแต่ใช้สาร C ประมาณ 1 กรัม แทนสาร A จงสร้างตารางบันทึกผลการทำลองให้สอดคล้องกับคำอธิบายการทดลองนี้

ลักษณะที่ 3 กำหนดข้อมูลมาให้นักเรียนทำนายหรือคาดการณ์ โดยอาศัยข้อมูลที่กำหนดให้เป็นรากฐาน ตัวอย่างเช่น

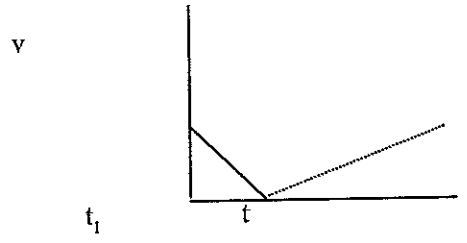
1. ในการโยนก้อนหินขึ้นไปในอากาศในแนวดิ่ง ให้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาดังเส้นทึบในรูป หลังจากเวลา t_1 จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาดังเส้นประ ในข้อใด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

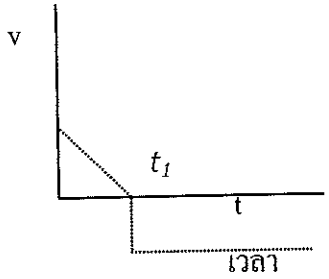
ก. ความเร็ว



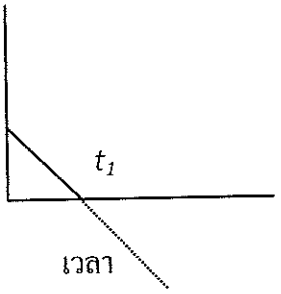
ข. ความเร็ว



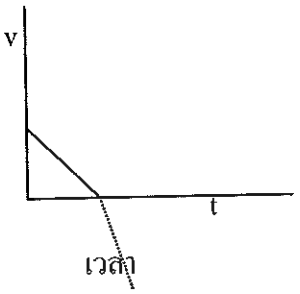
ค. ความเร็ว



ง. ความเร็ว



จ. ความเร็ว



ลักษณะที่ 4 ให้สรุปหรือแปลความหมายจากข้อมูลในตารางกราฟหรือแผนภูมิ รูปภาพหรือแผนภาพ และจากข้อมูลที่เสนอในรูปของบทความ หรือคำบรรยายตัวอย่างเช่น

4. การทดลองเพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุพบว่าได้ผลดังตาราง

เวลา (s)	0	1	3	4	7	8
ขนาดความเร็ว (m/s)	0	1	10.5	12	17	19

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วัตถุนี้มีการเคลื่อนที่อย่างไร

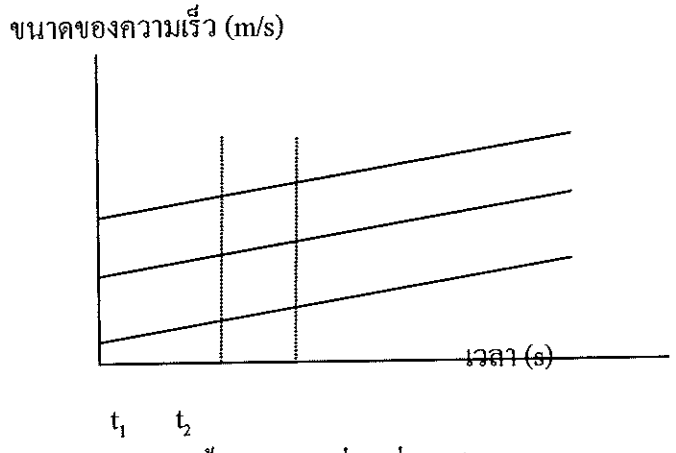
ก. เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ

ข. เคลื่อนที่โดยมีขนาดความเร่งคงที่

ค. เคลื่อนที่เร็วขึ้นและช้าลง

ง. เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่แล้วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

จ. รถยนต์ A, B, C เคลื่อนที่ไปบนถนนราบตรง ซึ่งเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความเร็วกับเวลาของรถยนต์ทั้งสามคันได้ดังรูป



ในช่วง t_1 ถึง t_2 รถยนต์ทั้งสามคันเคลื่อนที่โดยมี

ก. การกระจัดคงที่ ข. ทิศทางเดียวกัน

ค. อัตราเร็วเท่ากัน ง. ขนาดความเร่งเท่ากัน

จ. ขนาดความเร่งและความเร็วเท่ากัน

6. A มีการเคลื่อนที่จากสภาวะหยุดนิ่ง ได้ระยะทาง 10 เมตรใน 2 วินาที และ B มีการเคลื่อนที่จากสภาวะหยุดนิ่งเช่นกัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วจาก 10 เมตรต่อวินาที ไปเป็น 16 เมตรต่อวินาที ในระยะทาง 15 เมตร ถ้า A และ B เคลื่อนที่แข่งกันจากสภาวะหยุดนิ่ง โดยใช้ระยะทางเท่ากัน ผลจะเป็นอย่างไร

ก. A ชนะ B ข. B ชนะ A ค. A และ B เสมอกัน

ง. A หรือ B จะชนะขึ้นกับระยะทางที่ใช้ในการแข่งขัน

จ. A หรือ B จะชนะขึ้นกับเวลาที่ใช้ในการแข่งขัน

ลักษณะที่ 5 กำหนดสมมติฐานและวิธีดำเนินการทดลองให้แล้วนักเรียนระบุผลการทดลองได้ว่าผลการทดลองควรเป็นอย่างไร จึงสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ตัวอย่างเช่น

1. ตารางต่อไปนี้ใช้สำหรับบันทึกผลการทดลองเพื่อศึกษาความรู้ในการละลายของสาร

การทดลองครั้งที่	ปริมาตรของน้ำที่ใช้ (cm^3)	ละลายสารลงในน้ำที่มีอุณหภูมิ c	ปริมาตรของสาร x ที่ละลายได้มากที่สุด (g)
1	100	50	a
2	100	30	b
3	100	10	c

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

a, b และ c จะต้องมีค่าอย่างไรจึงจะสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า ยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้น สาร x จะละลายน้ำได้น้อยลง

3.4 การสร้างการทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี

พฤติกรรมในกลุ่มนี้อาจวัดได้ด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ ได้แก่ พฤติกรรมการระบุปรากฏการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่อธิบายได้ด้วยแบบจำลองเชิงทฤษฎี การร้างสมมติฐานจากแบบจำลองเชิงทฤษฎี การแปลความหมายและการประเมินผลการทดลองเพื่อตรวจสอบแบบจำลองเชิงทฤษฎี การปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลองเชิงทฤษฎี ข้อสอบวัดพฤติกรรมเหล่านี้อาจมีลักษณะ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 กำหนดแบบจำลองเชิงทฤษฎีและปรากฏการณ์มาให้แล้วให้วิเคราะห์แบบจำลองเชิงทฤษฎีที่กำหนดให้นั้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้หรือไม่โดยใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งของแบบจำลอง ตัวอย่างเช่น

1. ผลการสังเกตต่อไปนี้ข้อใดที่สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีที่ว่าโลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาล สิ่งอื่น ๆ หมุนรอบโลกโดยมีแนวโคจรเป็นวงกลม

ก. ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ช้าลงในฤดูร้อนและเคลื่อนที่เร็วขึ้นในฤดูหนาว

ข. ในช่วงเดือนหนึ่ง ๆ ดวงจันทร์จะปรากฏให้เห็นในระยะต่าง ๆ กัน

ค. อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ กันในวงโคจรของมันจะแตกต่างกันออกไป

ง. ขนาดและระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ถอยหลังของดาวอังคารไม่เท่ากับขณะเมื่อมันเคลื่อนที่กลับคืนสู่ตำแหน่งเดิม

จ. ที่ตำแหน่งต่าง ๆ กันในวงโคจรของมันนั้น ดาวเคราะห์จะเคลื่อนที่ผ่านดาวฤกษ์ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน

ลักษณะที่ 2 กำหนดแบบจำลองเชิงทฤษฎีและปรากฏการณ์มาให้แล้วให้วิเคราะห์ว่าแบบจำลองเชิงทฤษฎีนั้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่ถ้าไม่ได้ต้องเปลี่ยนแปลงปรับปรุงอย่างไร ตัวอย่างเช่น

1. ผลการสังเกตต่อไปนี้ข้อใดที่สามารถได้ด้วยทฤษฎีที่ว่าโลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาล สิ่งอื่น ๆ ที่หมุนรอบโลกโดยมีแนวโคจรเป็นวงกลม

ก. ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ช้าลงในฤดูร้อนและเคลื่อนที่เร็วขึ้นในฤดูหนาว

ข. ในช่วงเดือนหนึ่ง ๆ ดวงจันทร์จะปรากฏให้เห็นในระยะต่าง ๆ กัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ค. อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ กันในแนวโคจรของมันจะแตกต่างกันออกไป

ง. ขนาดและระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ถอยหลังของดาวอังคารไม่เท่ากับขณะเมื่อมันเคลื่อนที่กลับคืนสู่ตำแหน่งเดิม

จ. ที่ตำแหน่งต่าง ๆ กันในวงโคจรของมันนั้น ดาวเคราะห์จะเคลื่อนที่ผ่านดาวฤกษ์ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน

ลักษณะที่ 3 กำหนดแบบจำลองเชิงทฤษฎีและปรากฏการณ์มาให้แล้วให้วิเคราะห์ระหว่างแบบจำลองเชิงทฤษฎีนั้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่ถ้าไม่ได้ต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอย่างไร ตัวอย่างเช่น

2. เราอาจเทียบผลึกของของแข็งได้ว่าเป็นดังกลุ่มทรงกลมเกาะกันในสามมิติโดยที่แต่ละอันยึดติดกันอยู่ด้วยสปริงแข็งทรงกลมเหล่านี้สั่นไหวไปมาได้หลายทิศทาง

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับผลึกของของแข็งดังที่บรรยายไว้ข้องต้นและมีคำตอบ ก - จไว้ให้ หากนักเรียนเห็นว่าคำตอบใดเป็นข้อความที่บอกถึงการนำเอาแบบจำลองทฤษฎีดังกล่าวไปใช้ในการอธิบายข้อเท็จจริงได้เหมาะสมที่สุด ให้เอาตัวอักษรที่กำกับคำตอบที่ว่าไปใส่ไว้ที่หน้าข้อเท็จจริงนั้นเพียงคำตอบเดียว

คำตอบ

ก. ข้อเท็จจริงสามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองเชิงทฤษฎีที่ให้

ข. ข้อเท็จจริงที่สามารถอธิบายได้ หากปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎีนี้เสียใหม่ดังนี้ อัมปลิจูดของความสั่นสะเทือนของทรงกลมเหล่านั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

ค. ข้อเท็จจริงนี้สามารถอธิบายได้ หากปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎีเสียใหม่ดังนี้ การเรียงตัวของทรงกลมเหล่านั้นไม่เป็นระเบียบ

ง. ข้อเท็จจริงนี้สามารถอธิบายได้ หากปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎีเสียใหม่ดังนี้ ในของแข็งต่างชนิดกันนั้นความยืดหยุ่นของสปริงจะแตกต่างกันออกไป

จ. ข้อเท็จจริงนี้ไม่อธิบายได้ ด้วยแบบจำลองเชิงทฤษฎีแม้ว่าไจได้ปรับปรุงดังได้กล่าวมาแล้วทั้งหมดก็ตาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อเท็จจริง

..... ของแข็งจะหดตัวเมื่อเย็นลง

..... ของแข็งจะถูกบีบอัดได้บ้างเล็กน้อย

..... ของแข็งไม่ซึมแพร่ผ่านของแข็งอื่น

..... ของแข็ง (เป็นตัว)

..... ของแข็งบางชนิดมีความแข็งมากกว่าของแข็งชนิดอื่น

..... อัตราเร็วของเสียงในเหล็กกล้าจะมีค่าสูงกว่าอัตราเร็วของเสียงในตะกั่ว

4. ลักษณะข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้

ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะแบบยกสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ ซึ่งนักเรียนต้องใช้ความคิดหลายขั้นตอนมากกว่าข้อสอบวัดความเข้าใจ ตัวอย่างเช่น

1. อุณหภูมิตามชายทะเลและริมทะเลสาบใหญ่ๆ จะเปลี่ยนแปลงได้น้อยกว่าและช้ากว่าเมื่อเทียบกับในที่ที่อยู่ไกลจากแหล่งน้ำการที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากสาเหตุสำคัญ คือ

ก. น้ำร้อนกว่าเดิม

ข. น้ำเย็นกว่าเดิม

ค. น้ำร้อนและเย็นได้ช้ากว่าเดิม

ง. น้ำร้อนและเย็นได้กว่าเดิม

จ. ในที่ไกลจากแหล่งน้ำนั้นลมมักพัดแรงกว่า

2. กะลาสีเรือแตกผู้หนึ่งขณะลอยแพอยู่กลางมหาสมุทรเกิดขาดแคลนน้ำจืดขึ้นมา แต่แม้จะกระหายจนแทบขาดใจเขาก็ไม่กล้าดื่มน้ำทะเล ทั้งนี้เพราะเคยได้ฟังมาว่า ถ้าทำเช่นนั้นอาจทำให้ถึงตายได้ มีหลักการใดทางชีววิทยาที่ทำให้กะลาสีคนนั้นต้องมีอันเป็นไปเมื่อดื่มน้ำทะเล จงเลือกข้อความที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ก. มีจุลินทรีย์มากมายอยู่ในน้ำทะเลซึ่งบางอย่างจะทำให้ถึงแก่ความตายได้

ข. เกลือสารพัดชนิดที่ปะปนอยู่ในน้ำทะเลจะกัดกระเพาะอาหาร

ค. เมื่อน้ำเค็มเข้าไปถึงลำไส้เกลือที่อยู่ในการแสเลือดจะถูกขับออกมาปะปนกับเกลือในลำไส้

ง. น้ำเค็มจะซึมแพร่ไปถึงไตอย่างรวดเร็วผ่านเข้าไปในไตทำให้ไตทำงานหนักมากจนเกินไปจึงถึงความตายเพราะไตพิการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จ. น้ำที่เป็นองค์ประกอบของเลือดจะถูกปล่อยจากกระแสเลือดออกมาปะปนกับน้ำทะเลในลำไส้

ในการวางแผนการออกข้อสอบนั้น ครูผู้สอนควรจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่พึงประสงค์สำคัญได้แก่ พฤติกรรมความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสร้างข้อสอบ ครูต้องพิจารณาว่าจะใช้ข้อสอบชนิดใดเป็นข้อสอบอัตนัยหรือข้อสอบปรนัย ถ้าเป็นข้อสอบปรนัยจะใช้แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิด หรือ แบบจับคู่ เมื่อได้เขียนข้อสอบแล้ว ครูมีการทบทวนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องอีกครั้งข้อสอบที่ได้รับการแก้ไขปรับปรุงแล้ว ถือได้ว่าอยู่ในขั้นที่ไปทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ มาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขอีครั้งหนึ่งก่อนนำไปใช้จริงต่อไป แต่ในทางปฏิบัติแล้วจะนำข้อสอบไปใช้จริงเลย และนำผลจากการใช้จริงเป็นข้อมูลป้อนกลับในการทบทวนปรับปรุงข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ จะทำให้ทราบข้อบกพร่องในการสร้างข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบสามารถทำได้ทั้งการวิเคราะห์ข้อสอบในการวัดผลแบบอิงกลุ่มและในการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ การวิเคราะห์ข้อสอบแบบเลือกตอบ ของข้อสอบแบบอิงกลุ่มสามารถบอกค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบและประสิทธิภาพของตัวลวง การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์เป็นการวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบพฤติกรรมของนักเรียนก่อนการสอนกับพฤติกรรมของนักเรียนหลังการสอน และอาจวิเคราะห์ได้โดยการหาค่าดัชนีความไว

ลักษณะของข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะของข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ พฤติกรรมด้านความเข้าใจ พฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ ลักษณะของข้อสอบพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำจะเป็นการถามให้นักเรียนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจอาจเขียนได้หลายลักษณะ เช่น กำหนดสถานการณ์ใหม่มาให้แล้วให้นักเรียนระบุข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย พฤติกรรมย่อยหลายพฤติกรรม ข้อสอบที่วัดแต่ละพฤติกรรมจะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ จะมีลักษณะแบบกำหนดปัญหาใหม่ ๆ มาให้นักเรียนแก้โดยอาศัยความรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาแล้ว

3. การหาคุณภาพของแบบวัด

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอความคิดเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือไว้ดังนี้

ไพศาล วรคำ (2552 : 254) กล่าวว่า คุณภาพของเครื่องมือ หมายถึง คุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เช่น ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก เป็นต้น คุณสมบัติที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นเป็นหลักส่วนอำนาจจำแนกนั้นจะใช้เฉพาะในกรณีของแบบทดสอบและแบบสอบถาม และความยากจะใช้เฉพาะกรณีแบบทดสอบเท่านั้น

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551 : 134) กล่าวถึง เครื่องมือวัดผลที่ดีจะต้องเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพจึงจะช่วยให้การวัดผลมีความถูกต้องเชื่อถือได้และผลการประเมินที่ได้ย่อมเชื่อถือได้ ดังนั้นก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้จริงจึงควรตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือก่อนทุกครั้งการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่องความยาก อำนาจจำแนก ความเป็นปรนัย ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น เครื่องมือวัดผลบางชนิดจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพให้ครบทั้ง 5 ประการ แต่เครื่องมือบางชนิดอาจตรวจสอบเพียงบางประการแล้วแต่ลักษณะเครื่องมือ

จากแนวความคิดข้างต้นสรุปได้ว่า คุณภาพของเครื่องมือ หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้วยวิธีการทางสถิติทั้งรายข้อและโดยรวมทั้งฉบับจึงจะนำไปใช้ได้จริง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.1 ความยากและอำนาจจำแนก

ไพศาล วรคำ (2552 : 287) กล่าวถึง ความยากและอำนาจจำแนก ดังนี้

ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูกถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficulty Index : p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยากหรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ

การหาค่าความยากของข้อสอบโดยทั่วไปนิยมหาเฉพาะในการทดสอบแบบอิงกลุ่ม เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ ข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้นต้องพิจารณาความรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่ค่อยคำนึงถึงความยากของข้อสอบ แต่จะพิจารณาพฤติกรรมและเนื้อหาที่ต้องการวัดมากกว่า การหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการหาเพื่อให้ทราบระดับความยากเท่านั้น ซึ่งถ้ามีการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์ก็มักจะหาทั้งดัชนีความยากก่อนเรียนและดัชนีความยากหลังเรียนโดยใช้สูตรเดียวกับการหาดัชนีความยากแบบอิงกลุ่ม

สำหรับข้อสอบอัตนัยการหาดัชนีความยากจะมีวิธีการแตกต่างไปจากข้อสอบปรนัยบ้างเนื่องจากคะแนนที่เป็นไปได้ของข้อสอบอัตนัยแต่ละข้อไม่ใช่ 0 กับ 1 เหมือนกับข้อสอบปรนัย การหาดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยทำได้โดยการแบ่งผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่มเท่า ๆ กัน คือกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ จากนั้นคำนวณหาดัชนีความยากจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney & Sabers) ส่วนการแปลผลดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยก็ใช้เกณฑ์เดียวกับดัชนีความยากของข้อสอบปรนัย

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น ในแบบทดสอบข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกก็คือข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ เครื่องมือที่นิยมหาอำนาจจำแนกได้แก่ แบบทดสอบและในกรณีของข้อสอบอัตนัยค่าคะแนนในแต่ละข้อจะมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตรวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers)

พิสณุ ฟองศรี (2552 : 133) กล่าวถึง ความยากและอำนาจจำแนก ดังนี้

ความยาก (Difficulty) จะใช้กับเครื่องมือที่วัดความรู้ มีการให้คะแนนการตอบถูก - ผิด จะพิจารณาจากสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก – ผิด ถ้าตอบถูกมากถือว่าไม่ยาก ถ้าตอบถูกน้อยถือว่ายากก็คือแบบสอบทั้งหลายนั่นเอง ถ้าเป็นแบบสอบถามวัดความคิดเห็นต่าง ๆ ไม่ต้องมีคุณลักษณะข้อนี้ เพราะไม่มีการตอบถูก – ผิด

อำนาจจำแนก (Discrimination power) เป็นความสามารถของเครื่องมือวัดที่จะจำแนกคนกลุ่มเก่งออกจากกลุ่มอ่อน โดยจะนำผลการตอบถูก – ผิดมาคิดคำนวณ มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 ยิ่งมีค่ามากยิ่งดีแสดงว่าจำแนกคนได้ดี ดังนั้น จึงเหมาะกับเครื่องมือที่วัดความรู้ เช่น แบบทดสอบต่าง ๆ หรือเครื่องมือที่ต้องการจำแนกกลุ่มคนออกจากกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สายยศและอังคณา สายยศ (2543 : 299) กล่าวถึง อำนาจจำแนกว่า อำนาจจำแนก (Discrimination Index) หมายถึง ความสามารถในการแยกลักษณะคน 2 กลุ่ม นั่นคือแยกคนที่มีคุณลักษณะนั้นสูงกับคนที่มีคุณลักษณะนั้นต่ำได้ เช่น วัดความซื่อสัตย์คนที่ได้คะแนนสูง แปลว่า มีความซื่อสัตย์มาก ส่วนคนที่ได้คะแนนต่ำแปลว่าเป็นคนไม่มีความซื่อสัตย์ หรือซื่อสัตย์น้อยข้อสอบแต่ละข้อต้องการคุณสมบัติด้านนี้มาก ไม่อยากให้มีคุณสมบัติจำแนกไม่ได้ หรือจำแนกกลับกันที่ว่าจำแนกไม่ได้คือ คนได้คะแนนสูงหรือต่ำ ไม่แน่ใจว่ามีความซื่อสัตย์สูงหรือต่ำจริง

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551 : 138) กล่าวถึง ความยากและอำนาจจำแนก ดังนี้

ความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อยถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่าย ถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยากถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลางข้อสอบข้อนั้นก็มีความยาก ปานกลาง ข้อสอบที่ดีมีความยากพอเหมาะควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คน และไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนได้ตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูกคนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคน ไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูง

จากการศึกษาเกี่ยวกับความยากและอำนาจจำแนกของเครื่องมือ สรุปได้ว่า ค่าความยาก (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างจำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกกับจำนวนคนที่ตอบ ข้อนั้นทั้งหมด ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยากสูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก หรือมีค่าดัชนีความยากต่ำโดยใช้วิธีของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) ในการประมาณค่าความยาก

ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณสมบัติที่บ่งบอกถึงความสามารถของข้อสอบที่จำแนกเด็กเก่ง - อ่อน ถ้าข้อสอบข้อใดมีอำนาจจำแนกสูงก็เป็นข้อสอบที่ดี หมายถึง ข้อสอบข้อนี้คนทำถูกจะเป็นพวกกลุ่มเก่ง ถ้าใครทำผิดจะเป็นพวกกลุ่มอ่อนโดยใช้วิธี ของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) ในการประมาณค่าอำนาจจำแนก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.2 ความเที่ยง

ไพศาล วรคำ (2552 : 267 - 268) ให้ความหมายของความเที่ยงหรือเชื่อมั่นว่า หมายถึงความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดพัฒนามาจากนิยาม คือเป็นความสัมพันธ์กันระหว่างค่าการวัดหลาย ๆ ครั้ง แต่ด้วยเหตุที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้นมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอ เมื่อเวลาผ่านไปจึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธีภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิดคือ

1. การวัดความคงที่ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลาย ๆ ครั้ง
2. การวัดความสมมูลกัน เป็นการวัดด้วยแบบวัดที่คู่ขนานกันเพื่อเลี่ยงการวัดซ้ำ
3. การวัดความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียวแล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัดนั้น

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 : 59 – 60) ให้นิยามเชิงทฤษฎีของความเชื่อมั่นไว้ว่า ความเชื่อมั่นหมายถึงความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ โดยมีความหมายและวิธีการประมาณค่าดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประเภทของความเชื่อมั่น ความหมาย และวิธีการประมาณค่า

ประเภท	ความหมาย	วิธีประมาณค่า
1. ความเชื่อมั่นแบบคงที่ (Measure of stability)	ความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบเดิม (Test – retest method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากคนกลุ่มเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกัน โดยทำการวัดซ้ำสองครั้งในเวลาที่ต่างกัน
2. ความเชื่อมั่นแบบความสมมูล (Measure of equivalent)	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกัน โดยใช้แบบสอบที่สมมูลกัน (Equivalent forms method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในเวลาเดียวกันจากคนกลุ่มเดียวกันโดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับที่ทัดเทียมกัน

ประเภท	ความหมาย	วิธีประมาณค่า
3. ความเชื่อมั่นแบบคงที่และสมมูล (Measure of stability and equivalent)	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกันโดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบที่สมมูลกัน (Test – retest equivalent forms)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในเวลาต่างกันจากคนกลุ่มเดียวกันโดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับที่ทัดเทียมกัน
4. ความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน (Measure of internal consistency)	ความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้อหรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหารายข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัด ดังนี้ 4.1 วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (Split – half method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเป็นเอกพันธ์ระหว่างคะแนนของกลุ่มข้อสอบ 2 กลุ่ม จากการวัดด้วยแบบสอบเดียวกัน คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากการแบ่งครึ่งข้อสอบที่สมมูลกัน เช่น แบ่งเป็นข้อคู่ และข้อคี่ จากนั้นจึงใช้สูตรของสเปียร์แมน บราวน์
	4.2 วิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson method)	คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อ (ซึ่งให้คะแนนแบบ 0, 1) และคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน
	4.3 วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method)	คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อและคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค
	4.4 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's analysis of variance method)	วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางจากนั้นจึงใช้สูตรของฮอยท์

ที่มา : ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 : 60 – 61)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากการศึกษาวิธีการหาคุณภาพรายฉบับด้านความเชื่อมั่นของเครื่องมือ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยหาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นโดยการหาความเที่ยงโดยใช้สูตรของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน KR 20 (Kuder-Richard)

7.3 ความตรง

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเที่ยงตรง (Validity) หรือความตรง (Validity) ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551 : 134 – 135) กล่าวถึงความเที่ยงตรงว่าเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดความเที่ยงตรงของแบบทดสอบนั้นมีสิ่งที่ควรพิจารณาดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องที่อ้างถึงการตีความหมายของผลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือการประเมินผลมิใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือแต่เป็นความเที่ยงตรงของการตีความหมายที่ได้จากผลของการทดสอบ

2. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องของระดับ (Matter of degree) มิใช่เป็นเรื่องมีหรือไม่มี การบอกความเที่ยงตรงของแบบทดสอบควรเสนอในรูประดับที่เฉพาะเจาะจง เช่น มีความเที่ยงตรงสูง ปานกลาง หรือต่ำ

3. ความเที่ยงตรงจะเป็นความเที่ยงตรงเฉพาะเรื่องที่ต้องการวัดเสมอ (Specific to some particular use) ไม่มีแบบทดสอบใดที่มีความเที่ยงตรงทุกวัตถุประสงค์ เช่น แบบทดสอบเลขคณิตอาจมีความเที่ยงตรงสูงในการวัดทักษะการคำนวณ แต่มีความเที่ยงตรงต่ำในการวัดเหตุผลเชิงตัวเลข และอาจมีความเที่ยงตรงปานกลางในการคาดคะเนผลการเรียน

4. ความเที่ยงตรงเป็นมโนทัศน์เดี่ยว (Unitary concept) หมายความว่า ความเที่ยงตรงเป็นค่าตัวเลขตัวเดียวที่ได้มาจากหลักฐานหลายแหล่ง

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 : 99) กล่าวถึง ความเที่ยงตรงว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบสามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง การตรวจสอบความเที่ยงตรงเป็น “กระบวนการรวบรวมและวิเคราะห์หลักฐานเพื่อการสนับสนุนความเหมาะสมและความถูกต้องของการนำคะแนนจากเครื่องมือวัดไปสรุปอ้างอิงถึงคุณลักษณะที่มุ่งวัด” วิธีตรวจสอบความเที่ยงตรงแต่ละประเภทดังแสดงในตารางที่ 2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2 ประเภทของความเที่ยงตรง ความหมาย และวิธีการตรวจสอบ

ประเภท	ความหมาย	วิธีการตรวจสอบ
1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)	ความสามารถในการวัดกลุ่มตัวอย่าง เนื้อเรื่องวัดได้ครอบคลุม และเป็นตัวแทนของมวลเนื้อเรื่องหรือประสบการณ์ที่มุ่งวัด	1. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของนิยามและขอบเขตของมวลเนื้อเรื่องหรือประสบการณ์ 2. ตรวจสอบกลุ่มตัวอย่าง เนื้อเรื่องหรือพฤติกรรมที่นำมาใช้วัดในเครื่องมือว่ามีความครอบคลุมเนื้อเรื่องหรือประสบการณ์ทั้งหมดหรือไม่ 3. เปรียบเทียบสัดส่วนของข้อคำถามว่ามีความสอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละลักษณะเนื้อเรื่องที่มุ่งวัดมากน้อยเพียงไร
2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion – related validity) 2.1 ความเที่ยงตรงตามสภาพ หรือความร่วมสมัย (Concurrent validity)	ความสามารถในการวัดลักษณะที่สนใจได้สอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอก	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือกับคะแนนจากเกณฑ์ภายนอก ซึ่งวัดได้จากเครื่องมืออิสระอื่นที่เชื่อถือได้
	ความสามารถในการวัดลักษณะที่สนใจได้ตรงตามสมรรถนะของสิ่งนั้นในสภาพปัจจุบัน	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือกับคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือมาตรฐานอื่น ซึ่งสามารถวัดสิ่งนั้นได้ในสภาพปัจจุบัน
2.2 ความเที่ยงตรงเชิงทำนาย (Predictive validity)	ความสามารถในการวัดลักษณะที่สนใจได้ตรงตามสมรรถนะของสิ่งนั้นที่จะเกิดขึ้นในอนาคต	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือกับคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือมาตรฐานอื่นซึ่งสามารถวัดสิ่งนั้นได้ในเวลาต่อมาหรือในอนาคต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประเภท	ความหมาย	วิธีการตรวจสอบ
3. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity)	ความสามารถในการวัดได้ตรงตามลักษณะที่มุ่งวัด โดยผลการวัดมีความสอดคล้องกับโครงสร้างและความหมายทางทฤษฎีของลักษณะที่มุ่งวัดนั้น	ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดที่ได้จากเครื่องมือกับโครงสร้างและคำทำนายทางทฤษฎีของลักษณะที่มุ่งวัด โดยอาศัยข้อสนับสนุนเชิงสะสมของหลักฐานจากวิธีการวิเคราะห์ต่าง ๆ เช่น 1) วิธีตัดสิน โดยผู้เชี่ยวชาญ 2) วิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มที่ทราบผล 3) วิธีวิเคราะห์เมทริกซ์พหุลักษณะ – พหุวิธี 4) วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ

ที่มา : ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 : 103 – 104)

ไพศาล วรคำ (2552 : 254) กล่าวว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่องหรือเกณฑ์หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความเที่ยงตรงจึงถือว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกประเภท เพราะเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือความเที่ยงตรงเป็นความใกล้เคียงกันระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริงถ้าค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงเพียงใดก็ถือว่าการวัดมีความเที่ยงตรงมากขึ้นเพียงนั้น ความเที่ยงตรงของเครื่องมือจำแนกได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) เป็นการหาว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้เที่ยงตรงและครอบคลุมเนื้อหาวิชามากน้อยเพียงใดโดยการเทียบกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางกำหนดข้อสอบซึ่งกำหนดตัวอย่างหัวข้อเนื้อหาสาระวิชาและพฤติกรรมจากเนื้อหาสาระทั้งหมดและถือว่าเป็นตัวแทนที่ดีแล้ว การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวัดสามารถพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของวิชา (ซึ่งจะครอบคลุมทั้งเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด) โดยคำนวณจากดัชนีความสอดคล้องของระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ค่า IOC ที่มีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่ามีความสอดคล้องหรือเป็นตัวแทนจุดประสงค์ของวิชา

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related validity) เป็นความสอดคล้องสัมพันธ์กันระหว่างคะแนนจากเครื่องมือวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับเกณฑ์ภายนอก (Criterion) ที่สามารถใช้วัดคุณลักษณะที่ต้องการนั้นได้ เกณฑ์ภายนอกนี้อาจเป็นคะแนนจากแบบวัดอื่นหรือวิธีการอื่น ๆ ที่วัดสภาพปัจจุบันหรือสภาพในอนาคตของกลุ่มตัวอย่างได้ตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพหรือความเที่ยงตรงร่วมสมัย (Concurrent validity) หมายถึงความสอดคล้องสัมพันธ์กันระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบวัดที่สร้างขึ้นกับคะแนนที่ได้จากแบบวัดอื่น ๆ ที่กำหนดไว้แล้วในช่วงเวลาเดียวกัน หรือวิธีการอื่น ๆ ที่วัดสภาพปัจจุบันของกลุ่มตัวอย่าง

2.2 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) หมายถึงความสามารถของเครื่องมือที่จะบ่งบอกผลที่วัดในขณะนั้นได้ถูกต้องตามสภาพที่แท้จริงในอนาคตโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของเครื่องมือกับคะแนนเกณฑ์สัมพันธ์ซึ่งจะปรากฏในอนาคต เช่น แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อทำนายผลการเรียนในอนาคตก็อาจใช้คะแนนเฉลี่ยสะสมปีสุดท้ายเป็นเกณฑ์สัมพันธ์ ซึ่งการคำนวณหาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์นี้อาจต้องเสียเวลารอคอย

3. ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) เป็นการหาว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดขอบเขตความหมายหรือคุณลักษณะประจำตามโครงสร้างทางทฤษฎีที่สมมุติขึ้นนั้นได้เพียงใด ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างจัดว่าเป็นคุณสมบัติสำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดลักษณะที่เป็นนามธรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

พิสณุ ฟองศรี (2552 : 131 - 132) กล่าวว่า ความตรง (Validity) เป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ใช้หรือไม่ ความตรงของเครื่องมือแบ่งย่อยออกเป็น 3 ประเภท

1. ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยทั่วไปแล้วการสอบแต่ละครั้งจะมีการออกข้อสอบตามเนื้อหาที่สอน แต่ไม่สามารถจะออกข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดได้หรือออกได้ก็ต้องใช้เวลาในการสอบนานมาก จึงต้องออกมาในลักษณะสุ่ม ชุดข้อคำถามที่ออกมาต้องเป็นตัวแทนที่ดีของเนื้อหาทั้งหมดเพียงใดก็มีความตรงเชิงเนื้อหาเพียงนั้น การพิจารณาตรงเชิงเนื้อหาทำได้โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ พิจารณาโดยยึดเนื้อหาตามหลักสูตร หรือจุดประสงค์รายวิชาหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ฯลฯ ถ้าเป็นการสอบถามก็อาจยึดทฤษฎี เนื้อหาหรือประเด็นสำคัญตามความเหมาะสม

2. ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion – related validity) ความตรงประเภทนี้เป็นความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดกับตัวแปรภายนอก หรือตัวแปรเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง เช่นความสัมพันธ์คะแนนสอบเข้า สถาบันการศึกษา และเกรดเฉลี่ยชั้นปีที่ 1 เป็นการศึกษาคะแนนสอบเข้าโดยใช้เกรดเฉลี่ยชั้นปีที่ 1 เป็นเกณฑ์ ความตรงตามเกณฑ์นี้จะเน้นไปที่เกณฑ์มากกว่าตัวเครื่องมือ โดยสนใจว่าเครื่องมือนั้น ๆ ทำนายเกณฑ์ได้ดีเพียงใดมากกว่าสนใจเนื้อหาของเครื่องมือ ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์นี้ยังแบ่งย่อยออกเป็นความตรงเชิงทำนาย (Predictive validity) และความตรงร่วมสมัย (Concurrent validity) โดยความตรงเชิงทำนายจะใช้เมื่อมีการวัดผ่านไประยะหนึ่ง เช่น ใช้คะแนนสอบเข้าทำยานการสำเร็จการศึกษาต้องใช้เวลานาน ส่วนความตรงร่วมสมัยวัดในระยะเวลาใกล้เคียงกัน คือ ใช้ทำนายเกรดเฉลี่ยชั้นปีที่ 1

3. ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ความตรงประเภทนี้บางครั้งเรียกว่าความตรงเชิงทฤษฎี เพราะเครื่องมือที่จะใช้วัดลักษณะที่เป็นนามธรรมยากที่จะให้คำนิยามที่ชัดเจนเป็นสากลได้ จึงให้นิยามตามทฤษฎีขึ้นอยู่กับว่าจะนำทฤษฎีใดมาใช้ เช่น ภาวะผู้นำเครื่องมือจะมีความตรงเชิงทฤษฎีเพียงใดขึ้นอยู่กับผลการวัดที่ได้ว่าได้เท่าไร ตรงกับคุณลักษณะที่เป็นจริงเพียงใด

จากการศึกษาวิธีการหาคุณภาพรายฉบับด้านความเที่ยงตรง พบว่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือจำแนกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยหาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นโดยการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item – Objective Congruence Index : IOC) โดยใช้การตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

4. เกณฑ์ปกติ (Norms)

4.1 ความหมายของเกณฑ์ปกติ

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอความคิดเกี่ยวกับความหมายของเกณฑ์ปกติ ไว้ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 269 - 270) และล้วน สายยศและคณะ (2543 : 313 - 315) กล่าวสอดคล้องกันว่า เกณฑ์ปกติ (Norms) หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ของคะแนนจากประชากรที่นิยามไว้อย่างดีแล้ว และเป็นตัวที่จะบอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ระดับใดของกลุ่มประชากร การสร้างเกณฑ์ปกติควรคำนึงถึงหลัก 3 ประการ คือ

1. ความเป็นตัวแทนที่ดี การสุ่มตัวอย่างของประชากรที่นิยามไว้ทำได้หลายวิธี เช่น การสุ่มแบบธรรมดา การสุ่มแบบแบ่งชั้น การสุ่มแบบเป็นระบบ หรือการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เป็นต้น เลือกสุ่มตามความเหมาะสมโดยพิจารณาประชากรเป็นหลัก ถ้าประชากรมีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ไม่มีคุณสมบัติอะไรที่แตกต่างกันมากนัก ใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) จะดีที่สุด แต่ถ้ามีลักษณะแตกต่างกันมาก เช่น ขนาดโรงเรียนแตกต่างกัน ระดับความสามารถแตกต่างกัน ทำเลการตั้งแตกต่างกัน และมีผลต่อการเรียน การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) จึงจะเหมาะสม ถ้าแต่ละหน่วยการสุ่ม เช่น โรงเรียน หรือห้องเรียน มีคุณลักษณะไม่แตกต่างกัน คือ มีปะปนกันทั้งเด็กเก่ง เด็กอ่อน อาจใช้การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) จะดีที่สุด การสุ่ม 3 วิธีนี้ใช้เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติมากที่สุด ดังนั้น ก่อนสร้างเกณฑ์ปกติต้องวางแผนการสุ่มให้ดีก่อนเพื่อให้เกณฑ์ปกติเชื่อมั่นได้

2. มีความเที่ยงตรง ในที่นี้หมายถึง การนำคะแนนดิบไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติที่ทำไว้แล้ว สามารถแปลความหมายได้ตรงกับความเป็นจริง เช่น คนหนึ่งสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 20 คะแนน ตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 และตรงกับคะแนนที (T) ที่ 50 แปลว่า นักเรียนคนนี้มีความสามารถปานกลางของกลุ่ม แต่ในความเป็นจริงจะเป็นเช่นนั้นหรือไม่ ดังนั้นความสอดคล้องของคะแนนการสอบกับเกณฑ์ปกติตามความเป็นจริง จึงถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการแปลความหมายของคะแนนการสอบแต่ละครั้ง

3. ความทันสมัย เนื่องจากเกณฑ์ปกติขึ้นอยู่กับความสามารถของประชากรกลุ่มนั้น ๆ ซึ่งมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาดังนั้นเกณฑ์ปกติต้องมีการเปลี่ยนแปลง โดยทั่วไปแล้วควรเปลี่ยนเกณฑ์ปกติทุก ๆ 5 ปี จึงจะทันสมัย แต่ถ้าเนื้อหาในหลักสูตรเปลี่ยนแปลงเมื่อไร ข้อสอบทั้งหลายก็ต้องเปลี่ยนแปลงด้วย ดังนั้นเกณฑ์ปกติก็ต้องเปลี่ยนแปลงอยู่แล้วแต่กรณีเนื้อหาหลักสูตรไม่เปลี่ยนแปลงเกณฑ์ปกติของข้อสอบมาตรฐานชุดนั้นควรเปลี่ยนแปลงเรื่อย ๆ ตามความจำเป็นเกณฑ์ปกติเดิมก็สามารถเอามาใช้เปรียบเทียบดูการพัฒนาของนักเรียนกลุ่มนั้นได้ ถึงแม้ว่าจะสร้างเกณฑ์ใหม่ไว้แล้ว

กิตติ กาญจนภาชน์ (2544 : 34) ได้กล่าวถึงเกณฑ์ปกติ ไว้ดังนี้

เกณฑ์ปกติ หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรที่นิยมไว้อย่างดีแล้ว และเป็นคะแนนตัวที่จะบอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ระดับใดของกลุ่มประชากร แต่ในทางปฏิบัติประชากรที่นิยมไว้อย่างดีเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ดีของ

ประชากรนั่นเอง แต่ต้องมีจำนวนมากพอที่จะเป็นตัวแทนของประชากรได้ด้วย ไม่อย่างนั้นแล้ว เกณฑ์ปกติเชื่อมั่นไม่ได้ การสร้างเกณฑ์ปกติจึงขึ้นอยู่กับเกณฑ์ 3 ประการ

1. ความเป็นตัวแทนที่ดี การสุ่มตัวอย่างของประชากรที่นิยามทำได้หลายวิธี เช่น สุ่มแบบธรรมดา สุ่มแบบแบ่งชั้น สุ่มแบบเป็นระบบ หรือสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เป็นต้น เลือกสุ่มตามความเหมาะสม โดยพิจารณาประชากรเป็นตัวสำคัญ ถ้าประชากรมีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันไม่มีคุณสมบัติอะไรแตกต่างกันมากนัก ใช้วิธีการสุ่มแบบธรรมดาดีที่สุด แต่ถ้าเป็นลักษณะมีอะไรแตกต่างกันมาก เช่นขนาดโรงเรียนแตกต่างกัน ระดับความสามารถแตกต่างกัน ทำเลการตั้งแตกต่างกัน และมีผลต่อการเรียน ถ้าเป็นแบบนั้นการสุ่มจะต้องใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นซึ่งจะเหมาะ แต่ถ้าหน่วยการสุ่ม เช่นโรงเรียน ห้องเรียนมีคุณลักษณะที่ไม่แตกต่างกัน แต่แบ่งหน่วยการสุ่มไว้แล้ว การสุ่มแบบนี้จะใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม จะดีที่สุด วิธีนี้ใช้ในการสุ่มเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติมากที่สุด ดังนั้นก่อนสร้างเกณฑ์ปกติต้องวางแผนการสุ่มให้ดีก่อน เพื่อให้เกณฑ์ปกติเชื่อมั่นได้

2. มีความเที่ยงตรง ในที่นี้หมายความถึง การนำคะแนนดิบไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติที่ทำไว้สามารถแปลความหมายได้ตรงกับความเป็นจริง เช่น คนหนึ่งสอบเลขได้ 20 คะแนน ตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 และตรงกับคะแนนที 50 แปลว่า เป็นความสามารถปานกลางของกลุ่ม ความเป็นจริงจะเป็นอย่างตัวเลขในเกณฑ์ปกติดังกล่าวได้หรือเปล่า ดังนั้นความสอดคล้องของคะแนนการสอบกับเกณฑ์ปกติตามความเป็นจริง จึงถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการแปลความหมายของคะแนนการสอบแต่ละครั้ง

3. มีความทันสมัยเกณฑ์ปกตินั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของประชากรกลุ่มนั้น การพัฒนาคนมีอยู่ตลอดเวลา เทคโนโลยี สภาพแวดล้อม อาหารการกิน เหล่านี้ คนจะเก่งหรืออ่อนลงได้ ดังนั้นเกณฑ์ปกติที่สร้างขึ้นไว้หลายปีอาจมีความผิดพลาดจากความเป็นจริง จำเป็นต้องศึกษาใหม่หรือเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอยู่เรื่อย ๆ โดยปกติแล้วเกณฑ์ปกติควรเปลี่ยนทุก ๆ 5 ปี จึงจะทันสมัย แต่ถ้าเนื้อหาในหลักสูตรเปลี่ยนแปลงเมื่อไร ข้อสอบทั้งหลายก็ต้องเปลี่ยนแปลงด้วย ดังนั้นเกณฑ์ปกติก็ต้องเปลี่ยนแปลงอยู่แล้ว แต่กรณีของเนื้อหาในหลักสูตรไม่เปลี่ยนแปลง เกณฑ์ปกติของข้อสอบมาตรฐานชุดนั้นควรเปลี่ยนแปลงเรื่อย ๆ ตามความจำเป็นที่เห็นว่าพื้นฐานความสามารถของคนเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใดเกณฑ์ปกติเดิมก็สามารถเอามาเปรียบเทียบ ดูการพัฒนาของนักเรียนกลุ่มนั้นก็ได้ ถึงแม้ว่าจะสร้างเกณฑ์ใหม่ไว้เปรียบเทียบแล้วก็ตาม

มหาวิทยาลัยศิลปากร
SILPAKORN UNIVERSITY

4.2 ชนิดของเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติแบ่งชนิดได้ตามลักษณะของประชากรและตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบ การแบ่งตามลักษณะของประชากร แบ่งได้ดังนี้

ล้วน สายยศ และคณะ (2543 : 315) ได้แบ่งประเภทของเกณฑ์ปกติเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. เกณฑ์ปกติระดับชาติ (National norms) หมายถึง เกณฑ์ปกติ หรือคุณลักษณะปานกลางที่ได้มาจากกลุ่มตัวอย่างหรือประชากรที่มาจากทั้งประเทศ ต้องมีการกำหนดวัน เดือน ปี ของการสร้างไว้ด้วย เพื่อให้ทราบว่าเกณฑ์ปกตินั้นทันสมัยหรือไม่

2. เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local norms) หมายถึง เกณฑ์ปกติหรือคุณลักษณะปานกลางที่ได้มาจากกลุ่มตัวอย่างหรือประชากรที่มาจากท้องถิ่นใดท้องถิ่นหนึ่ง โดยอาจจะเป็นระดับจังหวัดหรืออำเภอ เพื่อใช้ประโยชน์ในการเปรียบเทียบความสามารถในทางวิชาการของนักเรียนคนหนึ่งกับนักเรียนทั้งจังหวัดหรืออำเภอ ว่านักเรียนเก่งหรืออ่อนกว่าคนอื่นเพียงใดจะได้หาแนวทางปรับปรุงแก้ไขได้ทัน

3. เกณฑ์ปกติของโรงเรียน (School norms) หมายถึง เกณฑ์ปกติที่ใช้ในการประเมิน เปรียบเทียบนักเรียนแต่ละคนกับนักเรียนส่วนรวมของโรงเรียน และใช้ประเมินการพัฒนาของโรงเรียนได้ด้วย โดยดูจากการศึกษาแต่ละปีว่าเด่นหรือด้อยกว่าปีที่สร้างเกณฑ์ปกติเอาไว้

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 271 - 272) ได้แบ่งเกณฑ์ปกติตามลักษณะของประชากรและตามลักษณะของการใช้สถิติเปรียบเทียบ ดังนี้

1. แบ่งตามลักษณะของประชากร ได้แก่

1.1 เกณฑ์ปกติระดับชาติ (National norms) ต้องใช้ประชากรทั่วประเทศ เช่น หาเกณฑ์ปกติวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก็ต้องสร้างเกณฑ์จากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั่วประเทศ จำนวนนักเรียนจะต้องมีจำนวนมาก

1.2 เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local norms) เป็นการสร้างเกณฑ์ปกติระดับเล็กลงมา เช่น ระดับจังหวัด หรือระดับอำเภอ เป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบคะแนนของผู้สอบกับคนทั้งจั้งหวัดหรือคนทั้งอำเภอ

1.3 เกณฑ์ปกติระดับโรงเรียน (School norms) โรงเรียนบางแห่งมีขนาดใหญ่ นักเรียนแต่ละชั้นมีจำนวนมาก เมื่อสร้างแบบทดสอบแต่ละวิชาของแต่ละระดับชั้นได้ดีมีคุณภาพแล้ว จะสร้างเกณฑ์ปกติของโรงเรียนก็ได้ กรณีสร้างเกณฑ์ปกติของโรงเรียนเดียวกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หรือในกลุ่มโรงเรียนเดียวกัน เรียกว่า เกณฑ์ปกติของโรงเรียน ใช้ประเมินเปรียบเทียบนักเรียนแต่ละคนกับนักเรียนส่วนรวมของโรงเรียน และใช้ประเมินการพัฒนาของโรงเรียนได้ด้วย โดยพิจารณาจากผลการสอบแต่ละปีว่าเด่นหรือด้อยกว่าปีที่สร้างเกณฑ์ปกติเอาไว้

2. แบ่งตามลักษณะของการใช้สถิติเปรียบเทียบ ได้แก่

2.1 เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile norm) เกณฑ์ปกติแบบนี้สร้างจากคะแนนดิบที่มาจากประชากร หรือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดี แล้วดำเนินการตามวิธีการสร้างเกณฑ์ปกติทั่วไป เมื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์เสร็จก็จะหยุดแค่นั้น เกณฑ์ปกติแบบนี้เป็นคะแนนจัดอันดับเท่านั้น จะนำไปบวกลบกันไม่ได้ แต่สามารถเปรียบเทียบและแปลความหมายได้ เช่น เด็กคนหนึ่งสอบได้ 25 คะแนน ไปเทียบกับเกณฑ์ปกติตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 แสดงว่าถ้ามีคนเข้าสอบ 100 คน เด็กคนนี้มีความสามารถเหนือกว่าคนอื่นอยู่ 80 คน

2.2 เกณฑ์ปกติคะแนนที (T-score norm) นิยมใช้กันมาก เพราะเป็นคะแนนมาตรฐานสามารถบวกลบและเฉลี่ยได้ มีค่าเหมาะสมในการแปลความหมาย คือ มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 50 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 10 เรียกคะแนนชนิดนี้ว่า คะแนน T ปกติ (Normalized T - Score)

2.3 เกณฑ์ปกติสเตไนน์ (Stanine norm) คะแนนแบบนี้เป็นคะแนนมาตรฐานชนิดหนึ่งที่มี 9 ตัว คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2 แต่ละสเตไนน์ จะถูกกำหนดตามอัตราส่วนร้อยละของการแจกแจงโค้งปกติ ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 3 เกณฑ์ปกติสเตไนน์ (Stanine norm)

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

ที่มา : สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 272)

2.4 เกณฑ์ปกติตามอายุ (Age norm) แบบทดสอบมาตรฐานบางอย่างหาเกณฑ์ปกติตามอายุ เพื่อดูพัฒนาการในเรื่องเดียวกันว่า อายุต่างกันจะมีพัฒนาการอย่างไร หรืออายุเท่ากันจะมีพัฒนาการต่างกันหรือไม่ การสร้างแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาและความถนัดนิยมหาเกณฑ์ปกติโดยวิธีนี้ ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะหาเฉพาะแบบทดสอบ ที่เป็นวิชาพื้นฐาน เช่น ภาษา หรือคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2.5 เกณฑ์ปกติตามระดับชั้น (Grade norm) เป็นการหาเกณฑ์ปกติตามระดับชั้นเรียนในโรงเรียน แบบทดสอบที่จะทำเกณฑ์ปกติชนิดนี้ได้ต้องเป็นเนื้อหาเดียวกันวิชาที่นิยมสร้างเกณฑ์ปกติแบบนี้มักจะเป็นวิชาพื้นฐาน เช่น ภาษา คณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความรู้ความสามารถที่ค่อนข้างกว้างขวาง เช่น คำศัพท์ที่ครอบคลุมตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 แล้วหาดูว่าระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จะได้กี่คะแนน ปีที่ 2 ได้กี่คะแนนไปเรื่อย ๆ จนถึงประถมศึกษาปีที่ 6 ได้กี่คะแนน ก็จะเป็นคะแนนปกติของชั้นนั้น ๆ

4.3 วิธีสร้างและหาเกณฑ์ปกติ (Norms) โดยอาศัยสมการพยากรณ์

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 272 - 279) ได้กล่าวเกี่ยวกับวิธีการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) โดยอาศัยสมการพยากรณ์ ว่าเป็นการนำวิธีกำลังสองต่ำสุดมาสร้างเกณฑ์ปกติ จากฐานความคิดที่ว่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลการสอบและคะแนน T ปกติ เป็นแบบเส้นตรง จึงใช้สมการพยากรณ์เส้นตรงมาพยากรณ์คะแนนทีปกติ (T_c) ตามสมการ

$$T_c = a + bX \qquad \text{.....(1)}$$

เมื่อ $$b = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2} \qquad \text{.....(2)}$$

และ $$a = \overline{Y} - b\overline{X} \qquad \text{.....(3)}$$

T_c แทน คะแนน T ปกติที่คำนวณจากสมการเส้นตรงอยู่ในรูปของฟังก์ชันของคะแนนสอบ

a แทน Y – intercept (ตำแหน่งที่เส้นตรงตัดแกน Y)

b แทน ความชันของเส้นตรง (ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายหรือพยากรณ์)

X แทน คะแนนสอบ

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ

Y แทน คะแนน T ปกติ

$\overline{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน T ปกติ

สมการข้างต้น (1) ต้องหา b และ a ตามลำดับ เพื่อพยากรณ์คะแนน T ปกติ (T_c) จากสมการเส้นตรง โดยเส้นตรงดังกล่าวเป็นเส้นถดถอย (Regression line) กล่าวคือ เมื่อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลากเส้นถดถอยผ่านจุดพิกัดของคะแนนสอบ และคะแนน T ปกติ (T_c) ผลรวมกำลังสองของความเบี่ยงเบนจากเส้นถดถอยของคะแนน T ปกติ (T_c) มีค่าต่ำสุด (Least squares)

ก่อนจะสร้างสมการเส้นตรง (จากสมการ 1) ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์คะแนน T ปกติ (T_C) ต้องหาค่า $\sum X, \sum Y, \sum XY$ และ $\sum X^2$ โดยให้คะแนนสอบ (X) และคะแนน T ปกติ (Y) มาแทน T ปกติค่าในสมการที่(2)และ(3) เพื่อหาค่า b และ a ตามลำดับ

ขั้นตอนการแปลงคะแนนสอบเป็นคะแนน T ปกติ (T_C) เป็นดังนี้

ขั้นที่ 1 แปลงคะแนนสอบเป็นคะแนน T ปกติ ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

(สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 265-268)

1. สร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย แล้วนำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนมาลงรอยขีด (Tally)

2. หาค่าความถี่ f และความถี่สะสม cf หมายถึงจำนวนนักเรียนรวมตั้งแต่คะแนนต่ำสุดถึงคะแนนนั้น ความถี่สะสมของคะแนนใดอาจหาโดยเอาตัวเลขในแถว f ของคะแนนนั้น บวกกันจนถึง f ของคะแนนต่ำสุด หรือเอา cf ของคะแนนที่ต่ำกว่าหนึ่งขั้น บวกกับ f ของคะแนนนั้นก็เป็น cf ของคะแนนที่ต้องการ

3. หาค่า cf - $\frac{1}{2}$f (จะหาค่า cf - $\frac{1}{2}$f ของชั้นใด ต้องใช้ค่า cf ที่อยู่ก่อนถึงชั้นนั้น แต่ใช้ค่า f ของชั้นนั้น)

4. เอาค่า cf - $\frac{1}{2}$f ไปคูณด้วย $\frac{100}{N}$ ได้เป็น $\left(cf-\frac{1}{2}f\right)\frac{100}{N}$ ค่าที่ได้เรียกว่าตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile Rank = PR) แสดงถึงค่าพื้นที่ใต้โค้งการแจกแจงซึ่งมีค่าทั้งหมดเป็น 1 หรือ 100%

5. นำค่า $\left(cf-\frac{1}{2}f\right)\frac{100}{N}$ หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ (PR) ที่ได้ในขั้นที่ 4 ไปเทียบเป็นค่า T ปกติ (Normalized T score) จากตารางสำเร็จรูปต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4 การแจกแจงความถี่

T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	.003	.004	.007	.011	.016	.023	.034	.048	.069	.097
2	.13	.19	.26	.35	.47	.62	.82	1.07	1.39	1.79
3	2.28	2.87	3.59	4.46	5.48	6.68	8.08	9.68	11.51	13.57
4	15.87	18.41	21.19	24.20	27.43	30.85	34.46	38.21	42.07	46.02
5	50.00	53.98	57.93	61.79	65.54	69.15	72.57	75.80	78.81	81.59
6	84.13	86.43	88.49	90.32	91.92	93.32	94.52	95.54	96.41	97.13
7	97.72	98.21	98.61	98.93	99.18	99.38	99.53	99.65	99.74	99.81
8	99.865	99.903	99.931	99.952	99.966	99.977	99.984	99.989	99.993	99.995

ขั้นที่ 2 หาค่า b **และ** a **เพื่อนำไปสร้างสมการเส้นตรง :** $T_C = a + bX$

หาค่า b และ a จากสมการ ที่ (2) และ (3) ซึ่งจะได้ค่า b และ a ไปแทนในสมการเส้นตรงสำหรับพยากรณ์

ขั้นที่ 3 คำนวณหาค่าคะแนน T ปกติ (T_C**) จากคะแนนสอบ (X)** โดยใช้สมการในการพยากรณ์จากขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 ขยายคะแนน (Extrapolate) T ปกติ (T_C**)** โดยพิจาณาจากคะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุดของคะแนน T ปกติ โดยใช้สมการพยากรณ์ที่ได้จากขั้นที่ 2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การประเมินผลคะแนนมาตรฐานทีปกติ

การประเมินผลคะแนนมาตรฐานทีปกติ หมายถึง การประเมินคะแนนว่ามีคุณภาพสูงหรือต่ำเพียงใด ซึ่งเป็นการชี้ขาด หรือสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ โดยสามารถพิจารณาจากเกณฑ์ ดังนี้ พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545 : 63)

ตั้งแต่ T65 และสูงกว่า	แปลว่า	มีความสามารถอยู่ในระดับสูงมาก
ตั้งแต่ T55 - T65	แปลว่า	มีความสามารถอยู่ในระดับสูง
ตั้งแต่ T45 - T55	แปลว่า	มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง
ตั้งแต่ T35 - T45	แปลว่า	มีความสามารถอยู่ในระดับต่ำ
ตั้งแต่ T35 และต่ำกว่า	แปลว่า	มีความสามารถอยู่ในระดับต่ำมาก

ถ้าผู้ที่ได้คะแนนตรงจุดแบ่งพอดี คือ ตั้งแต่ T35, T45, T55 และ T65 ให้เลื่อนขึ้นไปอยู่ในกลุ่มถัดขึ้นไปเสมอ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

จรัญ ไชยศักดิ์ (2540 : 58 - 60) ได้ศึกษาการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการศึกษาเอกชนและสังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 473 คน และ 225 คน พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 13 ทักษะ จำนวน 73 ข้อ มีค่าความยากง่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ .51 อำนาจจำแนกเท่ากับ .35 ความเชื่อมั่นเท่ากับ .8031 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .60 ขึ้นไป

เกษกาญจน์ มาเวียง (2542 : 76 - 77) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีประสิทธิภาพ 72.74/70.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 35.92 และนักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีทักษะหลังฝึกเพิ่มขึ้นกว่าก่อนฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุกัญญา มาชำนิ (2543 : 85) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ พบว่า ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนบ้านหนองทุ่ม สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการสอนตามรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกประจำวันของครู แบบสังเกตการสอนของครูผู้ช่วยวิจัย แบบสัมภาษณ์ผู้เรียน ใบงานของนักเรียน แบบทดสอบท้ายบท แผนการสอนแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3 แบบทดสอบวัดทักษะการคิด แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ร้อยละเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดจากการใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติ กาญจนภาษณ์ (2544 : 57) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานคร เขตลาดกระบัง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 308 คน พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 40 ข้อมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหามีดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานระหว่าง 0.66-1.00 ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ และค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีค่าระหว่าง 0.20 - 0.78 และ0.10 - 0.44 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทั้งฉบับ มีค่าเป็น 0.71 และเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เมื่อนำมาหาค่าคะแนนทีปกติ ได้ค่าทีปกติอยู่ระหว่าง T18 - T79

พงษ์พิมล คำลอย (2545 : 104 - 105) ได้พัฒนาแบบวัดทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ (ว101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานประถมศึกษาอำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 90 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ครั้งละ 30 คน โดยการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เป็นการทดลองเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำ ส่วนการทดลองครั้งที่ 3 เป็นการหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อถือได้ของแบบวัด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบสังเกตการณ์ปฏิบัติงานวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 9 ฉบับ และแบบประเมินผลการปฏิบัติงานวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 9 ฉบับ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหา ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย และการทดสอบค่า t ผลการวิจัย พบว่า 1) แบบสังเกต การปฏิบัติงานวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้ง 9 ฉบับ มีค่าอำนาจจำแนก t รายข้อ ตั้งแต่ 2.07 ถึง 4.58 ด้านความแม่นตรงเชิงเนื้อหามีค่า IOC ตั้งแต่ .67 ถึง 1.00 และค่าความเชื่อถือได้มีค่าตั้งแต่ .83 ถึง .97 2) แบบประเมินผล การปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้ง 9 ฉบับ มีค่าอำนาจจำแนก t รายข้อ ตั้งแต่ 2.26 ถึง 14.00 ด้านความแม่นตรงเชิงเนื้อหา มีค่า IOC ตั้งแต่ .67 ถึง 1.00 และค่าความเชื่อถือได้มีค่าตั้งแต่ .94 ถึง .99

เบญจมาศ ปทุมวัน (2546 : 90) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นกรมสามัญศึกษา จังหวัดยโสธร จำนวน 600 คน เลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง ดังนี้ ทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เพื่อคัดเลือก และปรับปรุงแบบทดสอบ ใช้กลุ่มตัวอย่างครั้งละ 100 คน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพและเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน ผลการศึกษา พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย 13 ทักษะ คือทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริภูมิกับปริภูมิและปริภูมิกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และทักษะการตีความหมายจากข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งได้แบบวัดทักษะ จำนวน 65 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.66 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.73 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตร KR-20 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะและทั้งฉบับมีค่าอยู่ในช่วง 0.41 ถึง 0.61 และ 0.87 ตามลำดับ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบซึ่งได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.442 ถึง 0.733 และเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบอยู่ในช่วง T_{12} ถึง T_{94}

ชูสกุล คำขาว (2546 : 118 - 121) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดศรีษะเกษ พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 1 ฉบับ จำนวน 52 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐานทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการลงข้อสรุปและตีความหมายจากข้อมูล โดยคะแนนของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง เท่ากับ 16.05, 5.75, 1.29 และ 3.66 ตามลำดับ 2) คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ ค่าความยากอยู่ระหว่าง .2-.74 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .20-.57 ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ เท่ากับ .70 ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 2.29 และค่าความแม่นตรงเชิงโครงสร้างใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ได้ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ ก่อนหมุนแกน เป็นค่าความแม่นตรงเชิงโครงสร้าง อยู่ระหว่าง .30-.46 3

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ปราณี คล้ายหนองสรวง (2547 : 62) ได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน เรื่อง กลไกมนุษย์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนโนนแท่นพิทยาคม สังกัดสำนักงานสามัญศึกษา จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 แผน ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จำนวน 5 ชุด และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ การวิจัยครั้งนี้ ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.58 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองฉบับเท่ากับ 0.97 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมุติฐานใช้ t-test (Dependent samples) พบว่าชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีประสิทธิภาพ 76.00/73.80 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.50 และนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรพงษ์ กาแก้ว (2548 : 62 - 63) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใน อำเภอพบพระ จังหวัดตาก พบว่า 1) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 13 ทักษะ มีข้อสอบทั้งหมด 66 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบดังกล่าว ค่าความยากง่ายเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบเท่ากับ 0.47 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.92 และ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป และ เมื่อนำแบบทดสอบมาวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) เพื่อจำแนกตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกัน สามารถจำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ 13 องค์ประกอบ สำหรับค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 3.09 2) ความสัมพันธ์ของผลสอบจากแบบวัดทักษะกรับวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันในทางบวก 3) ผู้วิจัยได้สร้างคู่มือในการใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ สร้างเกณฑ์ปกติสำหรับใช้ในการแปลผลคะแนน

เชิดชัย อมรกิจบำรุง (2548 : 63 - 64) ได้สร้างแบบประเมินการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง และเรื่องการวัดค่าความต่างศักย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ในวงจรไฟฟ้า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนาเวศวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 เครื่องมือที่ใช้มี 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 เป็นแบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง ฉบับที่ 2 เรื่อง การวัดค่าความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้า ผลการวิจัย พบว่า ฉบับที่ 1 มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1 ค่าความง่ายของแบบประเมินมีค่าเท่ากับ 0.40 ถึง 1.65 และ 0.60 ถึง 1.80 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมินเท่ากับ 0.991 ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพเท่ากับ 0.865 ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินเท่ากับ 0.992 ฉบับที่ 2 มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1 ค่าความง่ายของแบบประเมินมีค่าเท่ากับ 0.40 ถึง 0.7 และ 0.60 ถึง 0.90 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมินเท่ากับ 0.989 ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพ เท่ากับ 0.930 ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินเท่ากับ 0.989

วิชัย พะวงษ์ (2549 : 68 - 69) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาแล้ว มีจำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .21 ถึง .60 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .21 ถึง .61 ถือได้ว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพทั้งฉบับอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมทุกข้อ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าความตรงเหมาะสมและมีค่าความเที่ยงทั้งฉบับ เท่ากับ .89

ชมนาด พรมมิจิตร (2550 : 102 - 105) ได้ศึกษาการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยสารพัดช่างเชียงใหม่ สาขาสารภี พบว่า ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย 13 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกตจำนวน 6 ข้อ ทักษะการวัดจำนวน 6 ข้อ ทักษะการคำนวณ 6 ข้อ ทักษะการจำแนกประเภทจำนวน 6 ข้อ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปส กับเวลา จำนวน 3 ข้อ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจำนวน 6 ข้อ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลจำนวน 6 ข้อ ทักษะการพยากรณ์จำนวน 4 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐานจำนวน 6 ข้อ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจำนวน 3 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรจำนวน 6 ข้อ ทักษะการทดลองจำนวน 6 ข้อ และทักษะการตีความหมายจากข้อมูลและลงข้อสรุปจำนวน 4 ข้อ รวม 65 ข้อ ที่ผ่านกระบวนการทดลองและปรับปรุงให้มีคุณภาพเข้าเกณฑ์มาตรฐาน คือ ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอยู่ในช่วง 0.143 ถึง 0.871 และ 0.191 ถึง 0.767 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตร Kuder-Richardson KR-20 โดยมีค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะและทั้งฉบับอยู่ในช่วง -0.519 ถึง 0.506 และ 0.842 ตามลำดับ และเกณฑ์แกติของแบบทดสอบอยู่ในช่วง T_{11} ถึง T_{84}

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

เบอร์แมน (Berman. 1997 : 338 - 342) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาในระดับวิทยาลัยเป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมที่แสดงออกด้านทักษะกระบวน การทางวิทยาศาสตร์และประสบการณ์ในการทำงานที่ผ่านมาและบรรยายในวิชากายภาคและสรีรวิทยาของนักศึกษาในวิทยาลัยฟิลเดลาเฟีย จำนวน 118 คน การศึกษาครั้งนี้ใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (TIPS) และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (TIPS II) แล้วนำผลไปวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สันและสหสัมพันธ์ของเคนดอลล์พบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทั้งสองฉบับอยู่ระหว่าง .379 ถึง .629 และพบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สหสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ของนักศึกษากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดด้วยแบบทดสอบจากการบรรยายครั้งแรกมีคะแนนอยู่ในระดับต่ำ แต่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทำการวิเคราะห์ ความถดถอยทั้งหมดพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติและมีค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .294 ถึง .389

ไวท์ (White. 1999 : 1896 - 1902) ได้ศึกษาตัวแปรหลายประการ เช่น ความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และระดับความคาดหวังของผู้ปกครองต่อผลการเรียนวิทยาศาสตร์ของลูกที่อาจมีผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนในชั้นประถมปีที่ 5 มัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3 จำนวน 543 คน และผู้ปกครอง 474 คน จากโรงเรียนประถมศึกษาในชนบท 6 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า เพศ และระดับชั้นมีผลทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับระดับชั้น และระดับชั้นต่างกันมีผลทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ต่างกัน และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้น และเพศต่อการมีเจตคติดังกล่าวที่น่าสนใจอย่างยิ่งก็คือ เฉพาะในด้านความสนุกสนานกับการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนชายมีเจตคติลดลงเมื่อเรียนอยู่ในระดับชั้นที่สูงขึ้น แต่นักเรียนหญิงมีเจตคติดังกล่าวลดลงจากชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ไปสู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เท่านั้น แต่มีเจตคติเพิ่มขึ้นจากชั้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปสู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่วนผู้ปกครองที่มีเพศต่างกัน มีความคาดหวังผลการเรียนวิทยาศาสตร์ของลูกไม่แตกต่างกันและนักเรียนที่มีเพศต่างกันมีการคาดหวังจากผู้ปกครองไม่แตกต่างกัน

ดิสิโมนี่ (Disimoni. 2002 : 66 - 72) ได้ศึกษาผลของการใช้การเขียนเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการคิดที่มีต่อการส่งเสริมและพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีงานวิจัยสนับสนุนว่า มีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างประสิทธิภาพทางการเขียนกับการพัฒนาทักษะในการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนระดับชั้น 4 จำนวน 24 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 12 คน เรียนปกติกับกลุ่มทดลอง มี 12 คน เรียนโดยการเขียนการตอบสนองต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการมีประสบการณ์จากการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การทดลองใช้การสอบก่อนและหลังการเรียน การตัดสินคะแนนการเขียนรายงานใช้กรรมการ 3 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจาก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนในกลุ่มทดลองกลุ่มควบคุมมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการใช้แบบทดสอบมาตรฐานไม่เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ดังนั้นการเขียนจึงไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุดในการส่งเสริมการมีทักษะกระบวนการ แต่การเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการพัฒนาทักษะดังกล่าว

จากการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ จะเห็นว่า ส่วนใหญ่จะสอดคล้องและสนับสนุนซึ่งกันและกัน จึงสรุปได้ว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ได้ผลดีนั้น จะต้องให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงควรมีการนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนการสอน จึงจะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้เพราะการใช้แบบวัดทำให้ทราบว่านักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีการพัฒนาความคิด จึงมีผลทำให้เกิดการพัฒนาในทางบวกและถือได้ว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากแบบวัดที่สร้างขึ้นมีการพัฒนาโดยผ่านผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วยโดยครูสามารถเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการนำแบบวัดไปใช้เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มัธยมศึกษาปีที่ 2 ขึ้น และนำผลการการวัดไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาการเรียนการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลในรายวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY