บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาจังหวัดนนทบุรี ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในการวิจัย ดังนี้

1. ชุดฝึกอบรมทางไกล
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. การวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ชุดฝึกอบรมทางไกล

1.1 ความหมายของชุดฝึกอบรมทางไกล

ชุดฝึกอบรมทางไกลเป็นรูปแบบและวิธีการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537 : 45-102) ได้อธิบายว่า ชุดฝึกอบรมทางไกลเป็นชุดสำเร็จที่ใช้เป็นแนวทางและเครื่องมือในการดำเนินการฝึกอบรมอย่างมีระเบียบ ทั้งในส่วนวิทยากรให้การฝึกอบรม และในส่วนของสมาชิกที่มารับการฝึกอบรม โดยมีการกำหนดขั้นตอนในการฝึกอบรม กำหนดสื่อ กำหนดกิจกรรม กำหนดเนื้อหา และประสบการณ์ รวมทั้งกำหนดเครื่องมือ และการประเมินการฝึกอบรมไว้อย่างครบถ้วน นอกจากนี้ ชุดฝึกอบรมทางไกลยังหมายถึงสื่อประสมที่สร้างขึ้นอย่างมีระบบ โดยการนำเอาสื่อประเภทวัสดุ อุปกรณ์ เทคนิคและวิธีการต่างๆ ที่ต้องการมาประยุกต์เพื่อเสริมสร้างพัฒนาคุณภาพการฝึกอบรมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งชุดฝึกอบรมทางไกลประกอบด้วยคำชี้แจงสำหรับวิทยากรหรือผู้สอนและผู้รับการอบรมหรือผู้เรียน ทั้งนี้ การใช้จะต้องมีการกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม โครงสร้างเนื้อหาและกิจกรรมสื่อประสม รวมทั้งแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึกอบรม

ศิริพรรณ สายหงษ์ และสมประสงค์ วิทยเกียรติ (2534 : 669-766) ให้ความหมายของชุดฝึกอบรมทางไกลว่า เป็นสื่อการศึกษาประเภทหนึ่งที่ได้พัฒนาขึ้นตามจุดมุ่งหมายของการฝึกอบรมเฉพาะเรื่อง เพื่อใช้เป็นสื่อเสริมกิจกรรมการฝึกอบรม หรือเป็นสื่อสำหรับการศึกษาด้วยตนเองของผู้รับการอบรม สามารถใช้ฝึกอบรมให้แก่คนจำนวนมาก โดยอาจจัดทำในรูปของเอกสาร สื่อสิ่งพิมพ์ ชุดฝึกอบรมระยะสั้น ชุดฝึกอบรมแบบบทเรียนสำเร็จรูป และชุดฝึกอบรมโมดูล เป็นต้น

สมคิด พรมจุ้ย และคณะ (2552 : 4) กล่าวว่า ชุดฝึกอบรมด้วยวิธีการศึกษาทางไกล หมายถึง ชุดของบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นอย่างมีระบบ สำหรับให้กลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากได้ศึกษาด้วยตนเองตามเนื้อหาที่กำหนดไปทีละขั้น โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลาและสถานที่

สุมาลี สังข์ศรี (2546) ให้ความหมายของชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการศึกษาทางไกลไว้ ดังนี้

1) เป็นการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนและผู้สอนที่ไม่อยู่ในที่เดียวกัน ผู้เรียนจะใช้เวลาส่วนใหญ่เรียนด้วยตนเองจากสื่อ อาจมีการกำหนดให้ผู้เรียนมาพบผู้สอนเป็นครั้งคราว

2) เป็นการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาด้วยตนเอง ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดเวลาศึกษาหาความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง กำหนดสถานที่เรียนเอง และทำกิจกรรมเสริมต่างๆ ตามเวลาที่สะดวกหรือมีความพร้อม ไม่ต้องเรียนพร้อมผู้อื่น ไม่ต้องเรียนตามเวลาที่สถาบันกำหนด จะเรียนเร็วหรือช้าได้ตามความสามารถและความพร้อมของตนเอง

3) ใช้สื่อประเภทต่างๆ เป็นเครื่องมือในการจัดการศึกษา ส่วนใหญ่จะมีการใช้สื่อประสม โดยที่สื่อประเภทใดประเภทหนึ่งเป็นสื่อหลักและมีสื่ออื่นๆ เป็นสื่อเสริม สื่อที่ใช้ ได้แก่ สื่อสิ่งพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ เทปเสียง คอมพิวเตอร์ และดาวเทียม เป็นต้น และมีสื่อบุคคลเสริมเป็นครั้งคราว

4) มีการจัดเตรียมสื่ออย่างเป็นระบบก่อนเริ่มการเรียนการสอน ผู้รับผิดชอบหรือสถาบันผู้จัดจะต้องมีการเตรียมความพร้อมในระบบการจัดการศึกษาทุกขั้นตอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของระบบการศึกษาทางไกล สื่อทุกชนิดจะต้องผลิตให้แล้วเสร็จก่อนเริ่มการเรียนการสอน

5) เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นทีมในการผลิตเนื้อหาของวิชาหนึ่ง เพื่อถ่ายทอดไปในรูปของสื่อประเภทต่างๆ

6) เป็นการเรียนการสอนที่จัดแก่ผู้เรียนจำนวนมาก การจัดการศึกษาด้วยวิธีทางไกลนั้นสามารถจัดให้ผู้เรียนได้คราวละมากๆ โดยไม่จำกัดจำนวน สามารถจัดให้แก่ผู้เรียนที่อยู่ทุกภูมิภาคทั้งใกล้หรือไกลได้ทั่วประเทศในคราวเดียวกัน

ดังนั้น ชุดฝึกอบรมทางไกลหรือชุดฝึกอบรมด้วยวิธีการศึกษาทางไกลจึงหมายถึง ชุดของบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นอย่างมีระบบ สำหรับกลุ่มเป้าหมายจำนวนมากได้ศึกษาด้วยตนเองตามเนื้อหาที่กำหนดไปทีละขั้น โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลาและสถานที่

1.2 องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมทางไกล

องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมทางไกลซึ่งมีส่วนช่วยให้การถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจให้บุคคลเกิดการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ ได้มีผู้ให้ความหมายไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537: 116) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดฝึกอบรมทางไกลว่า มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) คู่มือสำหรับวิทยากรผู้ใช้ชุดฝึกอบรมทางไกลหรือผู้รับการฝึกอบรมซึ่งต้องเรียนจากชุดฝึกอบรม (2) คำสั่งหรือการมอบงาน เพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้ชัดเจน (3) เนื้อหาสาระและสื่อโดย

จัดให้อยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการฝึกอบรมแบบกลุ่มและรายบุคคลตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และ (4) การประเมินผล เป็นการประเมินผลของกระบวนการ ได้แก่ แบบฝึกหัด รายงาน การค้นคว้า และผลของการเรียนรู้ในรูปของแบบทดสอบต่างๆ

นิคม ทาแดง (2537: 144-145) กล่าวถึง องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมทางไกลสรุปได้ว่า ประกอบด้วย ส่วนของวิทยากรที่ให้การฝึกอบรมและส่วนของผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยมีการกำหนดขั้นตอนของการฝึกอบรม กำหนดสื่อ กำหนดกิจกรรม กำหนดเนื้อหา ประสบการณ์ และเครื่องมือประเมินผลการฝึกอบรม

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2547 : 154-157) กล่าวว่า องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมทางไกลมี 2 ประเภท ดังนี้

1) องค์ประกอบของผลที่ได้รับในการพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล ซึ่งประกอบด้วย

(1) คู่มือการฝึกอบรม ชุดฝึกอบรมทางไกลทุกชุดจะต้องมีคู่มือสำหรับชุดฝึกอบรมทางไกลนั้นๆ สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง ในส่วนของวิทยากรผู้มีหน้าที่ฝึกอบรมนั้น คู่มือการฝึกอบรมจะช่วยให้วิทยากรรับทราบถึงขั้นตอนต่างๆ ในการวางแผน เตรียมการ ตลอดจนดำเนินกิจกรรมการฝึกอบรม ในส่วนที่เกี่ยวกับผู้รับการฝึกอบรมจะเป็นการแนะนำให้รู้ถึงวิธีการใช้และศึกษาจากชุดฝึกอบรมทางไกลนั้นๆ

(2) สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม เป็นองค์ประกอบที่จะเสนอหรือถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ในชุดฝึกอบรมทางไกลไปสู่ผู้รับการฝึกอบรม และที่สำคัญที่สุด คือ การที่ผู้รับการฝึกอบรมจะได้รับการถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ที่มีมาตรฐานเดียวกัน เพราะเกิดจากชุดฝึกอบรมทางไกลเดียวกัน

(3) กิจกรรมในชุดฝึกอบรมทางไกล เป็นองค์ประกอบที่ได้จัดเตรียมสื่อและวิธีการของการจัดฝึกอบรมไว้ ซึ่งจะเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่วิทยากรผู้มีหน้าที่ฝึกอบรมสามารถดำเนินการได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามความต้องการ

(4) การประเมินในชุดฝึกอบรมทางไกล มี 2 ลักษณะ คือ การประเมินผู้รับการฝึกอบรมกับการประเมินชุดฝึกอบรมทางไกลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมทางไกล ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้รับการฝึกอบรมและประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมทางไกลจะต้องมีการกำหนดและจัดทำวิธีการและเครื่องมือประเมิน

2) องค์ประกอบชุดฝึกอบรมทางไกลเชิงระบบ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมทางไกลด้านปัจจัยนำเข้า ได้แก่ บุคลากร งบประมาณ วัสดุอุปกรณ์ สื่อ อาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อม ปรัชญาการฝึกอบรม แผนและนโยบายการฝึกอบรม หลักสูตรและเนื้อหาสาระการฝึกอบรม

(2) องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมทางไกลในด้านการดำเนินการฝึกอบรม เกี่ยวข้องกับการศึกษาแนวคิดพื้นฐานของระบบการฝึกอบรมในด้านหลักสูตร การกำหนดวัตถุประสงค์ การศึกษาระบบและวิธีการฝึกอบรมที่มีอยู่ การกำหนดปัจจัยนำเข้าในการออกแบบการฝึกอบรมด้านกระบวนการฝึกอบรม

(3) องค์ประกอบการวัดและประเมินผลการฝึกอบรม เป็นองค์ประกอบสำคัญในการตรวจสอบความสำเร็จของผู้รับการฝึกอบรมว่าสามารถปฏิบัติกิจกรรมหรือมีความสามารถตามวัตถุประสงค์ย่อยและวัตถุประสงค์หลักของการฝึกอบรม และเป็นข้อมูลในการปรับปรุงชุดฝึกอบรมทางไกลให้เหมาะสม ทำให้ผู้รับการฝึกอบรมบรรลุเป้าหมายของวัตถุประสงค์การฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นิคม ทาแดง ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และนิพนธ์ ศุขปรีดี (2552 : 114-117) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดฝึกอบรมทางไกลสรุปได้ว่า ประกอบด้วยสื่อหลักและสื่อเสริม โดยยึดสื่ออย่างใดอย่างหนึ่งเป็นสื่อหลัก ซึ่งแบ่งได้ดังนี้ 1) สื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อหลัก โดยบรรจุเนื้อหา สาระ ทักษะ ประสบการณ์ แนวคิด และเจตคติ อาจมีสื่อเสริมประกอบด้วย ได้แก่ สื่อโสตทัศน์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ การปฏิสัมพันธ์ทางสื่อและการปฏิสัมพันธ์ทางบุคคล และ 2) สื่อโสตทัศน์เป็นสื่อหลัก

โดยสรุป องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมทางไกล มี 2 ประเภท คือ (1) องค์ประกอบของผลที่ได้รับการพัฒนาชุดฝึกอบรม ประกอบด้วย คู่มือ สื่อ กิจกรรม และการประเมิน (2) องค์ประกอบชุดฝึกอบรมเชิงระบบ ประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า การดำเนินการ การวัดและประเมินผล

1.3 การออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกล

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2547 : 158-168) กล่าวว่า การออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกลประกอบด้วย

1.3.1 การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกล

ในการออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกลนั้น ขั้นตอนก่อนที่จะดำเนินการออกแบบประกอบด้วย

1) การศึกษาแนวคิดพื้นฐานสำหรับชุดฝึกอบรมทางไกล เป็นการศึกษาเกี่ยวกับด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การปกครอง ศิลปวัฒนธรรมและประเพณีท้องถิ่น เพื่อเป็นข้อมูลการออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกล

2) การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกล ประกอบด้วยวัตถุประสงค์สองประเภท ประเภทแรก คือ การกำหนดวัตถุประสงค์ชุดฝึกอบรมประเภทชุดสื่อฝึกอบรม ซึ่งเป็นการกำหนดแบบกว้างๆ ไม่เจาะจงชัดเจนลงไปนัก เพื่อให้ผู้ใช้ชุดสื่อฝึกอบรมได้สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงชุดสื่อฝึกอบรมให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการจัดฝึกอบรมได้โดยง่าย ส่วนอีกประเภทหนึ่งนั้น คือ การกำหนดวัตถุประสงค์ชุดฝึกอบรมประเภทโมดูลฝึกอบรม จะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนในขั้นการออกแบบชุดฝึกอบรม เพราะชุดฝึกอบรมประเภทนี้จะจัดการฝึกอบรมพร้อมสื่อวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ไม่มีในสถานที่ฝึกอบรม เป็นชุดเพื่อการฝึกอบรมวัตถุประสงค์ใดวัตถุประสงค์หนึ่งโดยเฉพาะ

1.3.2 การศึกษาชุดฝึกอบรมทางไกลที่มีอยู่ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับชุดอุปกรณ์ ชุดฝึกอบรมทางไกลและโมดูลฝึกอบรมที่มีอยู่ก่อนแล้ว เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกลต่อไป

1.3.3 การออกแบบจำลองชุดฝึกอบรมทางไกล ประกอบด้วย 4 ขั้น ดังนี้

1) การกำหนดปัจจัยนำเข้าเพื่อการออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกล ครอบคลุมการวิเคราะห์ทรัพยากรที่มีอยู่และได้มาเป็นปัจจัยนำเข้าของชุดฝึกอบรมทางไกล โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ (1) เป็นทรัพยากรที่

เหมาะสมและเกื้อหนุนวัตถุประสงค์ในการออกแบบ (2) หาง่ายและมีราคาถูก (3) วัสดุ อุปกรณ์ อาคาร สถานที่ และสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยนำเข้าในระบบฝึกอบรมและไม่ต้องขนย้ายมาจากที่อื่น (4) ไม่เป็นอันตรายต่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม เช่น เครื่องมืออันตรายต่างๆ สัตว์ร้ายที่ควบคุมยาก แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้เครื่องมืออันตรายต่างๆ เช่น วัตถุระเบิด ก็ต้องมีมาตรการรักษาความปลอดภัยแก่ผู้รับการฝึกอบรม (5) ต้องไม่ขัดต่อปรัชญา ความเชื่อ ศิลปวัฒนธรรมประเพณีอันดีงามของท้องถิ่น (6) ต้องเกื้อหนุนต่อการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม (7) เกื้อหนุนต่อกิจกรรมที่เป็นขั้นเป็นตอนทีละน้อยในการนำเสนอเนื้อหาสาระหรือปฏิบัติกิจกรรมการฝึกอบรมของชุดฝึกอบรมทางไกลที่ออกแบบ (8) ต้องเกื้อหนุนต่อความสำเร็จในการปฏิบัติกิจกรรมของชุดฝึกอบรมทางไกล และ (9) เกื้อหนุนต่อการให้รางวัลความสำเร็จในการปฏิบัติกิจกรรมสำเร็จตามเกณฑ์ของชุดฝึกอบรมทางไกล

2) การกำหนดกระบวนการออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกล พิจารณาจากปัจจัยที่เกื้อหนุนวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดที่จะกำหนดสื่อที่ใช้ปฏิบัติกิจกรรมของผู้ให้และผู้รับการฝึกอบรมในชุดฝึกอบรมทางไกล

3) การกำหนดการประเมินผลลัพธ์และผลย้อนกลับในชุดฝึกอบรมทางไกล กำหนดทั้งด้านการเตรียมการฝึกอบรม การดำเนินการฝึกอบรม และหลังการฝึกอบรม เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกล

4) การออกแบบจำลองชุดฝึกอบรมทางไกล เป็นการกำหนดทางเลือกในการออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกล และออกแบบจำลองตามรูปแบบตามที่กำหนดในการออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกล

โดยสรุป การออกแบบชุดฝึกอบรมทางไกล ประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ การศึกษาชุดฝึกอบรมทางไกลที่มีอยู่ และการออกแบบจำลองชุดฝึกอบรมทางไกล

1.4 การผลิตชุดฝึกอบรมทางไกล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537 : 45-102) ได้เสนอขั้นตอนการผลิตชุดฝึกอบรมทางไกลไว้ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1) วิเคราะห์เนื้อหา โดยการกำหนดเนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชา หรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการ

2) กำหนดหน่วยหรือคาบในการฝึกอบรม แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการฝึกอบรม โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้วิทยากรสามารถถ่ายทอดความรู้แก่ผู้รับการฝึกอบรมได้ครบถ้วนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

3) กำหนดหัวเรื่องที่วิทยากรผู้ฝึกอบรมจะจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม แล้วกำหนดหัวเรื่องออกมาเป็นหน่วยย่อย และจัดลำดับขั้นให้เหมาะสม

4) กำหนดแนวคิดที่สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาฝึกอบรมให้สอดคล้องกัน

5) กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง โดยกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีพฤติกรรม เงื่อนไข และเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรม

6) กำหนดกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้วิทยากรได้ทราบว่าหลังจากผ่านการฝึกอบรมและประกอบกิจกรรมเสร็จแล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

7) กำหนดการประเมินที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้วิทยากรทราบว่าหลังจากที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมผ่านกิจกรรมแล้วผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8) เลือกและผลิตสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม ทั้งสื่อวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่วิทยากรใช้เป็นสื่อการฝึกอบรม เมื่อผลิตสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรมแต่ละหัวเรื่องแล้ว ให้จัดสื่อเหล่านั้นเป็นหมวดหมู่

9) ทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมทางไกลและปรับปรุงชุดฝึกอบรมทางไกล เพื่อเป็นการประกันว่าชุดฝึกอบรมทางไกลมีประสิทธิภาพ

10) นำชุดฝึกอบรมทางไกลมาใช้จริง โดยมีการกำหนดขั้นตอนในการใช้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำแบบทดสอบก่อนการฝึกอบรม

ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่เรื่องที่ฝึกอบรม

ขั้นที่ 3 ประกอบกิจกรรมการอบรม

ขั้นที่ 4 สรุปผลการฝึกอบรม

ขั้นที่ 5 ทำแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2547 : 169-174) ได้กล่าวถึงการผลิตชุดฝึกอบรมทางไกลไว้ตามขั้นตอน ดังนี้

1) การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการฝึกอบรม ในกระบวนการฝึกอบรมที่ดีจะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ให้ผู้จัดการฝึกอบรมและผู้รับการฝึกอบรมสามารถที่จะทราบว่าตนเองจะฝึกอบรมเกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้าง เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกอบรมแล้วผู้รับการฝึกอบรมและผู้ให้การฝึกอบรมจะสามารถประเมินผลของการฝึกอบรมครั้งนี้ว่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้ไว้หรือไม่ จึงกำหนดวัตถุประสงค์ในรูปวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คือ วัตถุประสงค์ที่ผู้ให้การฝึกอบรมกำหนดให้ผู้รับการฝึกอบรมเปลี่ยนแปลงในการฝึกอบรม

2) การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการฝึกอบรม

(1) ต้องบรรยายให้ทราบว่าผู้รับการฝึกอบรมมีความสามารถจะแสดงพฤติกรรมอะไร ต้องบรรยายด้วยถ้อยคำชัดเจน ช่วยให้สามารถสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดพฤติกรรมเหล่านั้น และเห็นการแสดงออกของผู้รับการฝึกอบรมด้วยการใช้คำแสดงอาการ เช่น เขียน บอก เล่า แยก จำแนก แก้ไข สร้าง เปรียบเทียบ บอกความแตกต่าง เป็นต้น และควรหลีกเลี่ยงคำต่อไปนี้ คือ รู้ เข้าใจ ซาบซึ้ง นำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า

(2) ต้องบรรยายเงื่อนไขของการสังเกตเชิงพฤติกรรมให้ชัดเจนว่าผู้รับการฝึกอบรมแสดงออกมาให้เห็นนั้น ภายใต้เงื่อนไขอันใด การเขียนเงื่อนไขของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจะต้องตอบคำถามต่อไปนี้

ก. การกระทำพฤติกรรมที่กำหนดไว้มีอะไรเป็นเครื่องช่วยในการที่จะแสดงออกเชิงพฤติกรรม

ข. การกระทำเชิงพฤติกรรมมีอะไรที่ไม่ได้กำหนดเงื่อนไข เช่น ให้ผู้รับการฝึกอบรมฉายสไลด์ได้นั้นไม่ได้กำหนดว่าเป็นเครื่องฉายสไลด์รูปแบบหรือรุ่นใด

ค. การบรรยายเงื่อนไขในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ควรจะใช้คำต่อไปนี้ กำหนดหัวข้อให้ กำหนดเนื้อหาในห้องเรียน ไม่ต้องดูต้นแบบ เขียนสื่อด้วยมือ หรือไม่ใช้เครื่องมือ เป็นต้น

(3) กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่ผู้ให้การฝึกอบรมจะให้ผู้รับการฝึกอบรมสามารถแสดงพฤติกรรมนั้นๆ ได้มากน้อยเพียงใด เช่น สามารถควบคุมกล้องได้อย่างน้อยสองแบบ สามารถทำแผ่นใสด้วยวิธีสกรีนอย่างน้อย 3 แผ่น เป็นต้น

3) การจัดลำดับการนำเสนอ

(1) พิจารณาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการฝึกอบรม เป็นการพิจารณาว่าพฤติกรรมสุดท้ายที่เราต้องการในการฝึกอบรมนั้นๆ คืออะไร จากนั้นก็ตั้งเป็นธงคำตอบไว้เพื่อที่จะให้ดำเนินการหากรรมวิธีไปให้ถึงคำตอบหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดนั้นได้

(2) วิเคราะห์พฤติกรรม เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปว่าพฤติกรรมที่เราต้องการที่จะให้เกิดขึ้นหลังจากจบการฝึกอบรมนั้นมีอะไรบ้าง จากนั้นก็จัดลำดับขั้นตอนที่จะดำเนินการ เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมได้มีความรู้ความสามารถตามที่ต้องการ

(3) จัดลำดับประสบการณ์การฝึกอบรม พิจารณาว่าในการฝึกอบรมนั้น สิ่งใดควรจะได้รับการดำเนินการก่อนหลัง เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมมีความรู้ความสามารถเป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม

(4) กำหนดขอบข่ายเนื้อหาสาระการฝึกอบรม จากการวิเคราะห์พฤติกรรมอันที่จะนำไปสู่เป้าหมายจะสามารถพิจารณาได้ว่าเนื้อหาสาระและประสบการณ์ใดที่จะบรรจุลงไปในชุดฝึกอบรมทางไกล และมีลำดับก่อนหลังในการฝึกอบรมอย่างไร

(5) การพิจารณาหลักสูตรการฝึกอบรม ต้องพิจารณาจัดหัวข้อการฝึกอบรมให้เหมาะสมสอดคล้องกับเวลาในการฝึกอบรม โดยการนำเนื้อหาสาระที่ต้องการบรรจุในชุดฝึกอบรมมาทำการจัดทำเป็นขั้นเป็นตอนอย่างละเอียด จากนั้นก็พิจารณาตัดทอนตามความเหมาะสมให้สอดคล้องกับเวลาของการฝึกอบรม เมื่อได้ตอนย่อยในการฝึกแล้วก็ดำเนินการค้นคว้าเนื้อหาจากเอกสาร ตำรา และสื่อต่างๆ เพื่อแสวงหายุทธศาสตร์ในการฝึกอบรมต่อไป

4) ขั้นตอนการผลิตชุดฝึกอบรมทางไกล ระบบการฝึกอบรมสามารถเขียนได้หลายรูปแบบ สำหรับแนวทางที่นิพนธ์ ศุขปรีดี (2547 : 179) ได้วางไว้เป็นแนวคิดของเกอร์ลาดและอีลาย ประกอบด้วย 9 ขั้นตอน คือ (1) วัตถุประสงค์และเนื้อหาการฝึกอบรม (2) การวัดและประเมินผลก่อนการฝึกอบรม (3) ยุทธศาสตร์การฝึกอบรม (4) การจัดกลุ่มผู้รับการฝึกอบรม (5) การจัดสรรเวลาการฝึกอบรม (6) การจัดอำนวยความ

สะดวกและสถานที่การฝึกอบรม (7) การเลือกสื่อฝึกอบรม (8) การประเมินผลการฝึกอบรม และ (9) การวิเคราะห์การฝึกอบรม

(1) วัตถุประสงค์และเนื้อหาชุดฝึกอบรมทางไกล เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมว่าหลังจากที่เสร็จสิ้นการฝึกอบรมแล้วผู้รับการฝึกอบรมจะมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เนื้อหาการฝึกอบรมจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ต้องการ

(2) การประเมินก่อนการรับการฝึกอบรม เป็นการกำหนดเกณฑ์คุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ผู้ให้การอบรมต้องกำหนดให้แน่ชัดว่าคุณสมบัติทางด้านความรู้และทักษะของบุคคลชนิดใดจึงจะร่วมการฝึกอบรมได้ เพื่อให้การฝึกอบรมบรรลุตามเป้าหมาย การประเมินผู้เข้ารับการฝึกอบรมอาจกระทำโดยการสอบข้อเขียน สอบปฏิบัติการ แบบสอบถาม หรือพิจารณาจากประวัติ

(3) การออกแบบยุทธศาสตร์ชุดฝึกอบรมทางไกล เป็นการแสวงหาวิธีการฝึกอบรมเพื่อให้การฝึกอบรมบรรลุเป้าหมาย ในการฝึกอบรมแต่ละครั้งอาจมียุทธศาสตร์ในการดำเนินการหลายๆ รูปแบบได้ เช่น การบรรยายประกอบสื่อ รายงานกลุ่ม การสัมภาษณ์บุคลากร นอกจากนี้ยังครอบคลุมการจัดกลุ่มผู้รับการฝึกอบรม การจัดสรรเวลาการฝึกอบรม การเลือกและจัดสถานที่ การเลือกสื่อในการฝึกอบรม

(4) การประเมินหลังการฝึกอบรม เป็นการประเมินทั้งผู้ให้และผู้รับการฝึกอบรม ตลอดจนวิธีการฝึกอบรม เพื่อพิจารณาว่าการจัดการฝึกอบรมได้ผลเพียงใด และบรรลุเป้าหมายหรือไม่

(5) การวิเคราะห์ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการนำผลการฝึกอบรมมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับปรุงการฝึกอบรมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

5) การเลือกสื่อชุดฝึกอบรมทางไกล

(1) หลักการเลือกสื่อชุดฝึกอบรมทางไกล เนื่องจากสื่อเป็นตัวกลางที่จะถ่ายทอดความรู้ เนื้อหาสาระ ประสบการณ์ ทัศนคติ และทักษะต่างๆ จากผู้ให้การฝึกอบรมไปสู่ผู้รับการฝึก การเลือกสื่อจึงจำเป็นต้องพิจารณาให้มีประสิทธิภาพ สื่อจะต้องสนองวัตถุประสงค์การฝึกอบรม สื่อจะต้องเหมาะสมกับการตอบสนองของผู้รับการฝึกอบรม สื่อจะต้องเหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้รับการฝึกอบรม เลือกสื่อฝึกอบรมเท่าที่พอจะหาได้ในท้องถิ่น ไม่จำเป็นต้องมีราคาสูง

(2) การออกแบบสื่อการฝึกอบรม สื่อที่ดีต้องได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการสื่อความ กล่าวคือ วัตถุประสงค์การใช้สื่อแน่ชัดว่าจะให้ผู้รับการฝึกอบรมรู้ในสิ่งที่ผู้ให้การฝึกอบรมต้องการให้รู้ เนื้อหาที่นำเสนอต้องกระจ่างชัด ง่ายต่อการเข้าใจ ออกแบบถูกต้องตามหลักการทางศิลปะ และผ่านการทดสอบประสิทธิภาพแล้ว

6) การประเมินชุดฝึกอบรมทางไกล เป็นการหาข้อบกพร่องของชุดฝึกอบรมทางไกลเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกลให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ประกอบด้วย การประเมินวัตถุประสงค์ การประเมินเนื้อหาสาระในชุดฝึกอบรมทางไกล การประเมินผู้รับการฝึกอบรม การประเมินยุทธศาสตร์การฝึกอบรม การประเมินสถานที่ เวลา และสื่อการฝึกอบรม

พัชรี ผลโยธิน และคณะ (2548) ได้พัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีขั้นตอนในการพัฒนา 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2 ประชุมปฏิบัติการวิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหาสาระ

ขั้นที่ 3 ผลิตชุดฝึกอบรมทางไกล

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคุณภาพของชุดฝึกอบรมทางไกล

ขั้นที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกอบรมทางไกล

โดยสรุป การผลิตชุดฝึกอบรมทางไกลประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การจัดลำดับการนำเสนอ ขั้นตอนการผลิต การเลือกสื่อ และการประเมิน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาจังหวัดนนทบุรี ซึ่งมีขอบข่ายเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ กำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 และผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพให้ใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ห่างจากเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5% หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพไม่เกิน ± 2.5 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2556)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล โดยผสมผสานขั้นตอนการผลิตชุดฝึกอบรมตามที่ได้นำเสนอข้างต้น และกำหนดเป็นขั้นตอนในการผลิตชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาจังหวัดนนทบุรี ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดจุดประสงค์ของชุดฝึกอบรมทางไกล

ขั้นที่ 2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 3 สร้างชุดฝึกอบรมทางไกล

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคุณภาพชุดฝึกอบรมทางไกล

ขั้นที่ 5 ทดลองใช้และวิเคราะห์ผลการทดลองใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล

ขั้นที่ 6 ปรับปรุงชุดฝึกอบรมทางไกล

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) เป็นกลุ่มของทักษะที่สะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ มีความเหมาะสมกับวิทยาศาสตร์หลายสาขา และเป็นความสามารถที่สามารถถ่ายโยงไปสู่สถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง (Monhardt and Monhardt, 2006) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควบคู่กับการสอนให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหา หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2544) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) หรือเป็นทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2550 : 253) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) เป็นทักษะกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2547 : 249) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้เสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุป ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางการคิด กระบวนการ หรือเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ อย่างมีระเบียบแบบแผน

2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science : AAAS, 1974) จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามลักษณะความยากง่ายของทักษะต่างๆ ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic or simpler science process skills) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (integrated or more complex science process skills) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต (observing) ทักษะการวัด (measuring) ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (using space/space and space/time relationships) ทักษะการใช้ตัวเลข (using number) หรือการคำนวน (calculating) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (manipulating and communicating data) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) และทักษะการทำนาย (predicting) หรือการพยากรณ์ (forecasting) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (operational defining of the variable) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable) ทักษะการทดลอง (experimenting) และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion)

2.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic or simpler science process skills) 8 ทักษะ ได้แก่

(1) ทักษะการสังเกต (observing) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความเห็นของผู้สังเกต

(2) ทักษะการวัด (measuring) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสม และความสามารถในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็ว และใกล้เคียงกับความจริง พร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

(3) ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

(4) ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (using space/space and space/time relationships) จากการที่ที่ว่างบริเวณที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ จะมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ (dimensions) ได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูง หรือความหนาของวัตถุ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือ 1) ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ 2) สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏจะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร 3) ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง 4) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

(5) ทักษะการใช้ตัวเลข (using number) หรือการคำนวน (calculating) หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่คำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

(6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (manipulating and communicating data) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำใหม่โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ การแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจมากขึ้น อาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เป็นต้น

(7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอยู่อาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง คำอธิบายนั้นได้มาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนที่เป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

(8) ทักษะการทำนาย (predicting) หรือการพยากรณ์ (forecasting) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตข้อมูล (interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (extrapolating)

2.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่

(1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานนี้สร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน การคาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลองและแก้ไขได้เมื่อมีความรู้ใหม่

(2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (operational defining of the variable) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้ คำนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่ายๆ ชัดเจน ไม่กำกวม ระบุสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็นการวัด การทดสอบ การทดลองไว้ด้วย

(3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมุติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

(4) ทักษะการทดลอง (experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ 1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดวิธีดำเนินการทดลอง การกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง 2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ และ 3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่นๆ

(5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion) หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

รีนา ภูมิระวิ (2554) ได้สร้างและหาคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยก่อนการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น รีนาได้ระบุความหมาย และกำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะนั้นๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงทักษะ ความหมาย และพฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
1. ทักษะการสังเกต (observing)	การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ 1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น การสัมผัสซึ่งเป็นลักษณะหรือคุณสมบัติที่ยังไม่สามารถระบุออกมาเป็นตัวเลขแสดงปริมาณพร้อมหน่วยวัดมาตรฐานได้ 2. ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ 3. ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง	1. ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง 2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ 3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
2. ทักษะการวัด (measuring)	การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ	1. เลือกเครื่องมือวัดได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด 2. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ 3. บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง 4. ทำการวัดความกว้าง ความยาวความสูงอุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆ ได้ถูกต้อง 5. ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จาก

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
		การวัดได้
3. ทักษะการคำนวณ (calculating)	การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือ หาค่าเฉลี่ย	1. การนับได้แก่ 1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง 1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ 1.3 ตัดสินได้ว่าของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน 1.4 ตัดสินได้ว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน 2. การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่ 2.1 บอกวิธีคำนวณได้ 2.2 คิดคำนวณได้ถูกต้อง 2.3 แสดงวิธีคิดคำนวณได้ 3. การหาค่าเฉลี่ย 3.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ 3.2 หาค่าเฉลี่ยได้ 3.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้
4. ทักษะการจำแนกประเภท (classifying)	การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทพิจารณาจากลักษณะความเหมือนและความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ซึ่งอาจเป็นเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเองหรือมีผู้อื่นกำหนดให้ ถ้าสิ่งที่นำมาจำแนกประเภทมีลักษณะนั้นร่วมกันก็จัดให้อยู่ในพวกเดียวกัน สิ่งที่ไม่มีลักษณะดังกล่าวก็รวมกันเป็นอีกพวกหนึ่ง	1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ 2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ตนเองได้ 3. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
	เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทถ้าเป็นสิ่งไม่มีชีวิต เกณฑ์ที่ใช้มักจะเป็นสี รูปร่าง ขนาด ลักษณะผิว วัตถุที่ใช้ทำ ประโยชน์ ราคา ส่วนสิ่งที่มีชีวิตมักจะใช้เกณฑ์ที่มีลักษณะของสิ่งมีชีวิต อาหาร การสืบพันธุ์ ที่อยู่อาศัย การเคลื่อนไหว เป็นต้น	
5. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (using space/space and space/time relationships)	สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง -ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ -ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา	1. ชี้บ่งรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้ 2. วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้ 3. บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้ 4. บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้ - ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุน รูป 2 มิติได้ -เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา -เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้นได้ -บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน 5. บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้ 6. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง 7. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจก

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
		ว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ 8. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ 9. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (manipulating and communicating data)	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น	1. เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม 2. บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้ 3. ออกแบบเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ 4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลใหม่ให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น 5. บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ 6. บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring)	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้	อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย
8. ทักษะการพยากรณ์ (forecasting)	การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป	การพยากรณ์ โดยทั่วไป ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ การพยากรณ์ ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
	การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำ ได้ 2 แบบคือการพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่	ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)	การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้	หาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (operational definning of the variable)	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้)	การกำหนดความหมายและขอบเขตคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตได้และวัดได้
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable)	การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ	ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมได้

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
	ตัวแปรต้น คือสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อตัวแปรตามด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนๆ กัน	
12. ทักษะการทดลอง (experimenting)	การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ 1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด 1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร) 1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง 2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง	1. ออกแบบการทดลองโดย 1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย 1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้ 2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม 3. จดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้ถูกต้อง

ทักษะ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้ว่าเกิดทักษะ
	การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ 3. การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่นๆ	
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion)	การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด	1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ) 2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

3. การวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในการวัดและการประเมินผลด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จึงมีประเด็นที่สำคัญที่ควรพิจารณา ได้แก่ ลักษณะข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเทคนิควิธีที่ใช้วัดทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

3.1 ลักษณะข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่เน้นการปฏิบัติ ลักษณะข้อสอบควรวัดสิ่งต่อไปนี้ เช่น วัดการสังเกต การระบุตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การทำการทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นต้น

ลักษณะข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในที่นี้ขอนำเสนอการวัดพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ความสำคัญมาก ในการวัดพฤติกรรมด้านนี้ ข้อสอบที่ใช้จะมีลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

1) กำหนดคำอธิบายวิธีทำการทดลองหรือแผนภาพแสดงสถานการณ์การทดลองมาให้ แล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาสมมติฐานหรือจุดมุ่งหมายของการทดลองนั้นๆ

2) กำหนดตารางบันทึกผลการทดลองมาให้ แล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาว่าตารางนั้นใช้สำหรับบันทึกข้อมูลการทดลองที่มีสมมติฐานหรือจุดมุ่งหมายของการทดลองว่าอย่างไร

3) กำหนดสถานการณ์หรือสมมติฐานในการทดลองมาให้ แล้วให้พิจารณาว่าวิธีการทดลองที่กำหนดให้เหมาะสมหรือไม่ ตอนใดจำเป็นตอนใดไม่จำเป็น

4) กำหนดจุดมุ่งหมายหรือสมมติฐานในการทดลองมาให้ แล้วให้พิจารณาว่าวิธีการทดลองที่กำหนดให้เหมาะสมหรือไม่ ตอนใดจำเป็นตอนใดไม่จำเป็น

5) กำหนดคำอธิบายวิธีการทดลองมาให้ แล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาสาเหตุที่อาจทำให้ผลการทดลองที่ทำในแต่ละครั้งคลาดเคลื่อนต่างกันไป

6) กำหนดตารางบันทึกผลการทดลองมาให้ แล้วให้พิจารณาหาเงื่อนไขหรือข้อมูลที่จำเป็นเพิ่มเติมหรือไม่จำเป็นที่สามารถตัดออกได้ เพื่อให้ตารางนั้นสามารถใช้บันทึกผลการทดลองตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

7) ให้ผู้เรียนเขียนกราฟหรือแผนภูมิจากข้อมูลในตารางหรือข้อความที่กำหนดให้หรือพิจารณาว่ากราฟหรือแผนภูมิใดเขียนจากข้อมูลในตารางหรือข้อความใดที่กำหนดให้

8) ให้ผู้เรียนออกแบบตารางเพื่อบันทึกข้อมูลตามคำอธิบายวิธีทำการทดลองหรือพิจารณาว่าตารางบันทึกผลการทดลอง ตารางใดสอดคล้องกับคำอธิบายวิธีทำการทดลองที่กำหนดให้

9) ให้ผู้เรียนออกแบบตารางจากกราฟหรือแผนภูมิที่กำหนดให้ หรือพิจารณาว่าตารางบันทึกผลการทดลองตารางใดสอดคล้องกับกราฟหรือแผนภูมิที่กำหนดให้

10) กำหนดข้อมูลมาให้ แล้วให้ผู้เรียนทำนายหรือคาดการณ์ โดยอาศัยข้อมูลที่กำหนดให้เป็นรากฐาน

11) กำหนดคำอธิบายการทดลองและผลการทดลองมาให้ แล้วให้ผู้เรียนทำนายผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนเงื่อนไขของการทดลองนั้นใหม่

12) ให้ผู้เรียนสรุปหรือแปลความหมายจากข้อมูลในตาราง

13) ให้ผู้เรียนสรุปหรือแปลความหมายจากกราฟหรือแผนภูมิ

14) ให้ผู้เรียนสรุปหรือแปลความหมายจากข้อมูลที่เสนอในรูปของบทความหรือคำบรรยาย

15) ให้ผู้เรียนสรุปหรือแปลความหมายจากรูปภาพหรือไดอะแกรมต่างๆ

16) กำหนดสมมติฐานและวิธีดำเนินการทดลองให้ แล้วให้ผู้เรียนระบุว่าผลการทดลองควรเป็นอย่างไร จึงจะสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้

ข้อสอบที่มีลักษณะดังกล่าวข้างต้น แม้ว่าส่วนใหญ่จะเป็นข้อสอบที่ใช้วัดพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ถ้าหากสถานการณ์หรือคำถามเหล่านั้นเป็นเรื่องที่เคยใช้ เคยถาม เคยเห็นกันมาแล้ว ข้อสอบนั้นก็อาจเป็นเพียงข้อสอบที่วัดเพียงความรู้ความจำเท่านั้น กล่าวโดยสรุป ข้อสอบควรวัดด้านการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทำการทดลอง การสังเกตขณะทดลอง การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล การตรวจสอบข้อมูล และการสรุปผลการทดลอง

รูปแบบการประเมินที่สามารถนำมาประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ 9 รูปแบบ (Rezba, et.al., 2007: xxi) ดังนี้

รูปแบบการวัดและประเมินผล	**ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**
คำถามปลายเปิด	ทักษะการสังเกต
การทดสอบปฏิบัติ	ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการทำนาย ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

รูปแบบการวัดและประเมินผล	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
แฟ้มสะสมงาน	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
แบบตรวจสอบรายการของครูผู้สอน	ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
แบบตรวจสอบรายการโดยตนเอง/เพื่อน/ครอบครัว	ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
การประเมินในรูปแบบดิจิตัลโดยครูผู้สอน	ทักษะการทดลอง
มาตรประมาณค่าโดยครูผู้สอน	ทักษะการทดลอง
มาตรประเมินการปฏิบัติส่วนบุคคลในกลุ่ม	ทักษะการทดลอง
การสัมภาษณ์	ทักษะการตั้งสมมติฐาน

3.2 พฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขอบข่ายของพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 4 ด้านใหญ่ๆ ได้แก่ ด้านการออกแบบและการวางแผน ด้านการดำเนินการ ด้านการวิเคราะห์และแปลความหมาย และด้านการนำไปใช้

ขอบข่ายของพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ทางด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้เสนอไว้หลายรูปแบบ แบบที่จะได้เสนอต่อไปนี้ได้ปรับจากแนวความคิดของทาเมียร์และลูเนตตา (Tamir and Lunetta อ้างถึงใน Doran 1980) ดังนี้

ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หมายถึงผู้เรียนที่มีความสามารถด้านต่างๆ ดังนี้

1) ด้านการออกแบบและวางแผน ประกอบด้วย

(1) ความสามารถในการกำหนดนิยามปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า

(2) ความสามารถในการทำนายหรือคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับผลที่จะได้จากการศึกษาค้นคว้า

(3) ความสามารถในการตั้งสมมติฐานที่จะทำการทดสอบในการศึกษาเรื่องนั้นๆ

(4) ความสามารถในการออกแบบวิธีการสังเกตหรือการวัดตัวแปรต่างๆ

(5) ความสามารถในการออกแบบการทดลอง

2) ด้านการดำเนินการ ประกอบด้วย

(1) ความสามารถในการการดำเนินการทดลองทั้งการทดลองเชิงคุณภาพและการทดลองเชิงปริมาณ

(2) ความสามารถในการใช้เครื่องมือ

(3) ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกตและผลการทดลองทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ

(4) ความสามารถในการคิดคำนวณผลการทดลอง

(5) ความสามารถในการตัดสินใจเลือกและประยุกต์เทคนิคที่จะใช้ในการทดลอง

(6) ความสามารถในการทำงานตามแผนที่ตนเองได้จัดทำไว้

3) ด้านการวิเคราะห์และแปลความหมาย ประกอบด้วย

(1) ความสามารถในการแปลงผลการทดลองให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานรวมทั้งการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น แผนภูมิ กราฟ เป็นต้น

(2) ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

(3) ความสามารถในการหาขอบเขตความเที่ยงตรงของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

(4) ความสามารถในการระบุและอภิปรายเกี่ยวกับข้อจำกัด และ/หรือข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษาค้นคว้านั้นๆ

(5) ความสามารถในการสร้างและเสนอข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

(6) ความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ

(7) ความสามารถในการสร้างคำถามใหม่หรือนิยามปัญหาใหม่ๆ จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไป

4) ด้านการนำไปใช้ ประกอบด้วย

(1) ความสามารถในการใช้ข้อค้นพบจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งหรือเรื่องใหม่ ๆ

(2) ความสามารถในการตั้งสมมติฐานใหม่ โดยอาศัยข้อค้นพบจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

(3) ความสามารถในการนำเทคนิควิธีการที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ไปใช้กับปัญหาอื่นหรือตัวแปรอื่น

3.3 เทคนิควิธีที่ใช้วัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เทคนิควิธีที่ใช้วัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้แบบทดสอบแบบเขียนตอบ การสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ การตรวจจากรายงานผลการทำปฏิบัติการ และการสอบภาคปฏิบัติ

1) ข้อสอบแบบเขียนตอบ พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ทางด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ มีส่วนที่ซ้อนกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยค่อนข้างมาก ข้อสอบที่ใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในพุทธิพิสัย จึงสามารถใช้วัดทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับหนึ่งด้วย ตัวอย่างข้อสอบแบบเขียนตอบที่ใช้ประเมินทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อาจเป็นการให้สถานการณ์มาแล้วให้ผู้เรียนเขียนวิธีทำการทดลอง หรือให้ผลการทดลองมาแล้วให้ผู้เรียนเขียนกราฟหรือแผนภูมิ ให้สถานการณ์มาแล้วถามให้ผู้เรียนเขียนตอบเหตุผลแบบสั้น หรือให้ดูรูปภาพแล้วให้ผู้เรียนทำเครื่องหมายถูกผิด (ธงชัย ชิวปรีชา 2535)

2) การสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ วิธีการประเมินทักษะปฏิบัติการที่ใช้กันมากอีกวิธีหนึ่ง คือ การสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ ในการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการนี้ จะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าว่าจะทำการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติการในด้านใด แล้วจึงออกแบบกิจกรรมหรือปฏิบัติการให้ผู้เรียนทำ อาจทำเป็นกลุ่มพร้อมๆ กันหลายคนก็ได้ จากนั้นจึงสร้างรายการสังเกตพฤติกรรมขึ้นเพื่อใช้

บันทึกผลการสังเกต ดังตัวอย่างที่ไทเลอร์ (Tyler อ้างถึงใน Doran 1980) ได้สร้างรายการสังเกตพฤติกรรมการใช้กล้องจุลทรรศน์เพื่อใช้บันทึกพฤติกรรมการใช้กล้องจุลทรรศน์ของผู้เรียน

ในการสังเกตพฤติกรรมการใช้กล้องจุลทรรศน์ ผู้เรียนจะได้รับมอบหมายให้ใช้กล้องจุลทรรศน์หาลักษณะของพืชที่เจริญเติบโตในขวดเพาะเชื้อ ขณะที่ผู้เรียนกำลังทำปฏิบัติการดังกล่าว ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมการใช้กล้องจุลทรรศน์ของผู้เรียนพร้อมบันทึกลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติลงในรายการสำรวจการประเมินความสามารถในการใช้กล้องจุลทรรศน์ของผู้เรียน จะดูว่าขั้นตอนในการใช้กล้องจุลทรรศน์ถูกต้องเพียงใด และวิธีการใช้ในแต่ละขั้นตอนนั้นเหมาะสมหรือว่ายังต้องได้รับการฝึกฝนเพิ่มเติมอีก ดังนั้นในขณะที่ผู้สอนบันทึกลำดับขั้นตอนการใช้กล้องจุลทรรศน์ของผู้เรียน หากพบขั้นตอนใดที่ผู้เรียนยังปฏิบัติไม่เหมาะสม ผู้สอนจะบันทึกรายละเอียดไว้ด้วยเพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขผู้เรียนคนนั้นๆ ต่อไป

อีเกลนและเคมปา (Eglen and Kempa, 1978) ได้พัฒนาเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้หลายรูปแบบ รูปแบบหนึ่งเป็นการสร้างรายการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ ปฏิบัติการหนึ่งที่เขาใช้เป็นสื่อในการสังเกต ได้แก่ การเตรียมสารละลายของแข็งในน้ำ ซึ่งมีรายการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ

รายการบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการข้างต้นแม้จะมีความเฉพาะเจาะจงเป็นเรื่องของพฤติกรรมการเตรียมสารละลายของแข็งในน้ำ แต่ก็สามารถนำแนวความคิดนี้ไปประยุกต์ใช้กับปฏิบัติการเรื่องอื่นๆ ได้ นอกจากนั้นยังอาจปรับมาตราส่วนประเมินค่าจากประเมินเพียง 2 ระดับ (ใช่ – ไม่ใช่) ตามตัวอย่างข้างต้น เป็นมาตราส่วนประเมินค่าที่มีหลายระดับ เช่น ระดับ 1 = ยังต้องปรับปรุง ระดับ 2 = ใช้ได้ ระดับ 3 = ดี ก็อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดเพิ่มขึ้น

การสร้างแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ อาจสร้างเป็นแนวกว้างๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับการทำปฏิบัติการในทุกเรื่องก็ได้ ในกรณีนี้หัวข้อหรือรายการที่จะสังเกตและประเมินอาจเป็นดังนี้

1) ด้านการออกแบบและวางแผน ก่อนลงมือทำปฏิบัติการ มีการออกแบบและวางแผนการทำปฏิบัติการไว้เหมาะสมเพียงใด

2) ด้านการดำเนินการปฏิบัติทดลอง การใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี การติดตั้งอุปกรณ์ เป็นต้น มีความถูกต้อง คล่องแคล่วว่องไว ละเอียดรอบคอบ และคำนึงถึงความปลอดภัย เหมาะสมเพียงใด

3) ด้านการสังเกตและบันทึกข้อมูล สามารถสังเกตและบันทึกข้อมูลได้ละเอียดชัดเจนเพียงใด

4) ด้านการจัดกระทำและแปลความหมายข้อมูล และการสรุปผลการทดลอง ทำได้ถูกต้องเหมาะสมชัดเจนเพียงใด

5) ด้านความรับผิดชอบและนิสัยในการทำงาน มีความตั้งใจและจริงจังในการทำปฏิบัติการเพียงใด ได้ดูแลบำรุงรักษา ทำความสะอาด และจัดเก็บอุปกรณ์เป็นระเบียบเรียบร้อย รวมทั้งการกำจัดของเหลือทิ้งหรือขยะต่างๆ ที่เกิดจากการทำปฏิบัติการได้เหมาะสมเพียงใด

การประเมินพฤติกรรมทั้ง 5 ด้าน จะกำหนดมาตราส่วนประเมินค่ากี่ระดับก็ได้ ถ้าใช้มาตราส่วนประเมินค่าแบบ 5 ระดับ ก็อาจจะกำหนดความหมายของคะแนนที่ให้ได้ดังนี้

ให้คะแนน 5 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดียอดเยี่ยม

ให้คะแนน 4 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

ให้คะแนน 3 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี

ให้คะแนน 2 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์พอใช้

ให้คะแนน 1 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ยังต้องปรับปรุง

3) การตรวจรายงานผลการทำปฏิบัติการ รายงานผลการทำปฏิบัติการนั้นจะสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของผู้ทำปฏิบัติการหลายๆ ด้าน เช่น ทักษะในการสังเกตและจดบันทึก ทักษะในการใช้ภาษาเพื่อสื่อความหมาย ทักษะในการเขียนกราฟ แผนภาพ หรือตาราง และทักษะในการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป เป็นต้น ดังนั้นการวัดพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการอีกทางหนึ่ง ก็อาจทำได้โดยการตรวจจากรายงานผลการทำปฏิบัติการ ผู้สอนควรได้จัดทำแบบสำหรับบันทึกผลการตรวจรายงานการทำปฏิบัติการของผู้เรียน ตัวอย่างเช่น ให้มีรายการที่ให้คะแนน ได้แก่ การสังเกต ภาษาที่ใช้บันทึก การเขียนกราฟ/แผนภาพ/ตาราง การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป เป็นต้น แล้วให้คะแนน คะแนน 2 = ดี 1 = พอใช้ 0 = ยังต้องปรับปรุงแก้ไข เป็นต้น

4) การสอบภาคปฏิบัติ

(1) การสอบภาคปฏิบัติแบบฐานปฏิบัติการ การวัดพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการอีกแบบหนึ่งทำได้โดยจัดให้มีการสอบภาคปฏิบัติ วิธีสอบภาคปฏิบัติวิธีหนึ่งทำได้โดยจัดเครื่องมือ อุปกรณ์ ตลอดจนวัสดุและสารเคมีจำเป็นต้องใช้วางไว้บนโต๊ะ พร้อมคำสั่ง ปัญหา และคำอธิบายต่างๆ ที่จำเป็นแล้วให้ผู้เรียนไปที่โต๊ะนั้นแล้วทำปฏิบัติการตามคำสั่งหรือคำอธิบายนั้นๆ การจัดสอบลักษณะนี้มักจัดให้มีการสอบหลายๆ ปฏิบัติการ แต่ละปฏิบัติการจัดแยกออกจากกันเป็น โต๊ะๆ ปฏิบัติการที่เลือกมาใช้สอบนั้นควรเป็นปฏิบัติการที่สามารถวัดพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้จริง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้โดยใช้เวลาไม่มากนัก และในแต่ละปฏิบัติการก็ควรมีเวลาในการปฏิบัติใกล้เคียงกัน

ในการดำเนินการสอบ จำนวนผู้เข้าสอบแต่ละรอบจะมีจำนวนเท่ากับปฏิบัติการที่ได้จัดไว้ เช่น จัดไว้ 5 ปฏิบัติการ ผู้เข้าสอบต่อหนึ่งรอบก็จะมีได้เพียง 5 คน และในจำนวน 5 คนนี้ก็จะหมุนเวียนกันทำปฏิบัติการแต่ละอย่างตามเวลาที่กำหนดไว้จนครบทุกปฏิบัติการ ถ้ามีผู้เรียนมากกว่า 5 คน ก็ต้องจัดสอบมากกว่า 1 รอบ หรือจัดสถานที่สอบและอุปกรณ์ไว้หลายๆ ชุด

(2) การแข่งขันความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทุกๆ ปีในช่วงสัปดาห์วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดให้มีการแข่งขันความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น แม้ว่าการแข่งขันความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ สสวท. จัดขึ้นนี้ จะแข่งขันกันเป็นทีม แต่ลักษณะของข้อสอบที่ สสวท. ใช้ในการแข่งขันดังกล่าวก็อาจใช้เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบวัดทักษะปฏิบัติการของนักเรียนได้

ลักษณะของข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ สสวท. จะเป็นแบบกำหนดปัญหามาให้ แล้วให้นักเรียนดำเนินการหาคำตอบของปัญหาโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่จัดไว้ให้ นักเรียนจะต้องเริ่มต้นจากการศึกษาและนิยามปัญหาที่กำหนดให้ให้ชัดเจนว่า ปัญหาที่กำหนดให้นั้นคืออะไร ต้องการคำตอบในด้านใด จากนั้นจึงกำหนดจุดมุ่งหมายหรือสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้าออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำและแปลความหมายข้อมูล สรุปผลการทดลองและเขียนรายงาน จะเห็นได้ว่าการวัดความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ สสวท. นี้วัดความสามารถด้านทักษะปฏิบัติการทั้งด้านการออกแบบและวางแผน ด้านการดำเนินการ และด้านวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลหรือผลการทดลอง ไม่ได้วัดเฉพาะทักษะการใช้เครื่องมือและการดำเนินการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้เท่านั้น

ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการแข่งขัน สสวท. ได้อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการแข่งขันความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1) เป็นปัญหาใหม่ที่นักเรียนไม่เคยทำมาก่อน และสามารถเชื่อมโยงหลักการ ทฤษฎี และทักษะการใช้วัสดุอุปกรณ์พื้นฐานที่นักเรียนคุ้นเคยในชั้นเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา

2) เป็นปัญหาที่เน้นการออกแบบการทดลอง ที่มีการจัดกระทำกับตัวแปรต้น และมีวิธีการทดลองได้หลายแนวทางมากกว่าจะเป็นการทดลองเพื่อสำรวจหรือเพื่อทดสอบปรากฏการณ์

3) เป็นปัญหาที่นักเรียนจะได้แสดงความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้หลากหลาย

4) ปัญหาที่จะใช้ในการแข่งขัน อาจเป็นปัญหาที่มีความเฉพาะเจาะจงมีแนวทางที่จะศึกษาทดลองชัดเจนเป็นแนวเดียวกัน หรืออาจตั้งปัญหาที่เปิดกว้างเพื่อให้นักเรียนระบุปัญหาเฉพาะเองก็ได้ ในกรณีเช่นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มก็จะคิดระบุตัวแปรต้นที่จะศึกษาแตกต่างกัน แต่แนวทางในการดำเนินการทดลองโดยส่วนรวมยังคงเป็นไปทำนองเดียวกัน เพราะนักเรียนจะต้องออกแบบการทดลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้

5) เป็นปัญหาที่สามารถทำการทดลองได้อย่างสะดวกภายในห้องปฏิบัติการและสามารถทำเสร็จทันภายในเวลาที่กำหนด

6) เป็นปัญหาที่นักเรียนทุกคนในกลุ่มสามารถแบ่งงานกันทำได้อย่างเหมาะสม

การประเมินผล การประเมินผลการแข่งขันความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ สสวท. จะแบ่งประเมินเป็น 2 ส่วน คือ จากการสังเกตขณะทำปฏิบัติการ และจากการตรวจรายงาน สัดส่วนของคะแนนระหว่างการสังเกตขณะทำปฏิบัติการต่อการตรวจรายงาน อาจกำหนดเป็น 50: 50 หรือ 60 : 40 หรือ 70 : 30 ก็ได้ ตามความเหมาะสมให้สอดคล้องกับลักษณะของปัญหาซึ่งคณะกรรมการจัดการแข่งขันจะร่วมกันพิจารณาเป็นครั้ง ๆ ไป

1) การสังเกตขณะทำปฏิบัติการ ในการแข่งขันจะมีกรรมการคอยสังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำปฏิบัติการของผู้แข่งขันตามรายการสังเกตพฤติกรรมที่คณะกรรมการได้จัดทำไว้ล่วงหน้า การ

ประเมินในแต่ละรายการของการสังเกตพฤติกรรม กรรมการจะได้ประเมินโดยใช้ข้อตกลงหรือเกณฑ์ที่คณะกรรมการได้ตกลงกันไว้ รายการที่กำหนดไว้ในแบบประเมินผล ปกติจะกำหนดรายการสังเกตและประเมินไว้อย่างละเอียด ตั้งแต่นักเรียนเริ่มช่วยกันคิดนิยามปัญหา วางแผนการทดลอง ลงมือปฏิบัติทดลอง บันทึกผล ใช้อุปกรณ์ ตลอดจนถึงการทำความสะอาดและเก็บอุปกรณ์เข้าที่ กรรมการประเมินผลจะมีหลายคนรับผิดชอบเป็นส่วน ๆ เช่น ในห้องหนึ่งมีนักเรียนเข้าแข่งขัน 15 กลุ่ม ก็จะมีกรรมการประมาณ 5-6 คน แต่ละคนประเมินนักเรียน 2-3 กลุ่ม บางครั้งถ้าจำเป็นอาจให้กรรมการ 1 คน ประเมินนักเรียน 1 กลุ่ม เพื่อจะได้สังเกตความสามารถด้านทักษะภาคปฏิบัติได้อย่างละเอียด

การให้คะแนนในแต่ละรายการสังเกตพฤติกรรม บางครั้งกรรมการอาจกำหนดการให้คะแนนเป็นแบบ ศูนย์ – หนึ่ง นั่นคือให้คะแนน 1 คะแนน ถ้าปฏิบัติได้ถูกต้อง ให้คะแนนเป็น 0 ถ้าปฏิบัติไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสม และบางครั้งกรรมการอาจกำหนดระบบการให้คะแนนเป็นมาตราส่วนประเมินค่า เช่น

ให้คะแนนเป็น 4 ถ้าปฏิบัติตามรายการสังเกตพฤติกรรมนั้นได้ดีมาก

ให้คะแนนเป็น 3 ถ้าปฏิบัติตามรายการสังเกตพฤติกรรมนั้นได้ดี

ให้คะแนนเป็น 2 ถ้าปฏิบัติตามรายการสังเกตพฤติกรรมนั้นได้ปานกลาง

ให้คะแนนเป็น 1 ถ้าปฏิบัติตามรายการสังเกตพฤติกรรมนั้นได้อย่างไม่เหมาะสมนัก

ให้คะแนนเป็น 0 ถ้าปฏิบัติตามรายการสังเกตพฤติกรรมนั้นได้อย่างไม่เหมาะสมเลย

แบบประเมินผลการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการในการแข่งขันความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถวัดพฤติกรรม เช่น การแบ่งงาน การทำงานร่วมกัน การคำนึงถึงความปลอดภัยขณะทำงาน การทำความสะอาดและเก็บอุปกรณ์ เป็นต้น ในกรณีที่มีการใช้กล้องจุลทรรศน์อาจมีรายการสังเกตที่เฉพาะ เช่น ตรวจและจัดสภาพกล้องให้พร้อมที่จะเริ่มศึกษาได้ถูกต้อง ใช้เลนส์ใกล้วัตถุขนาดต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ใช้ปุ่มปรับภาพหยาบและปุ่มปรับภาพละเอียดได้ถูกต้อง เป็นต้น ในกรณีที่มีกิจกรรมเตรียมสารละลายอาจมีรายการสังเกต เช่น ถ่ายสารจากขวดบรรจุสารได้ถูกต้อง เขย่าหรือคนสารได้ถูกต้อง ใช้ขวดชั่งสารและเครื่องชั่งได้ถูกต้อง เป็นต้น ในกรณีที่มีกิจกรรมต่อวงจรและใช้เครื่องวัดไฟฟ้าอาจมีรายการสังเกต เช่น เลือกใช้สายไฟฟ้าได้อย่างมีระบบ เลือกใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุได้ถูกต้อง ใช้กัลวานอมิเตอร์ได้ถูกต้อง เป็นต้น

การตรวจรายงาน นักเรียนที่เข้าแข่งขันแต่ละทีมเมื่อทำปฏิบัติการเสร็จแล้วจะต้องเขียนรายงานส่งให้กรรมการตรวจ กรรมการจะตรวจจากรายงานของนักเรียนตามหลักเกณฑ์ที่คณะกรรมการได้ร่วมกันกำหนดไว้ล่วงหน้า โดยทั่วๆ ไปรายการที่จะประเมินผลจากรายงานมีดังนี้

- การนิยามปัญหา
- การตั้งสมมติฐาน
- การออกแบบการทดลอง
- การเสนอผลการทดลอง
- การอภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง

ตัวอย่างปัญหา ตัวอย่างปัญหาที่ใช้ในการแข่งขันความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้ ได้รวบรวมจากเอกสารอัดสำเนาที่ สสวท. ได้จัดพิมพ์เผยแพร่เพื่อเป็นตัวอย่างทั่วๆ ไป (ธงชัย ชิวปรีชา 2535) เช่น ให้นักเรียนทำการทดลองตามปัญหาที่กำหนดให้ โดยใช้สารเคมีและอุปกรณ์ที่ได้จัดเตรียมไว้ (ก่อนลงมือทำการทดลองนักเรียนควรวางแผนการทดลองให้พร้อม ทั้งนี้เพราะจะได้เก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผล และเขียนรายงานผล รวมทั้งล้างอุปกรณ์ให้สะอาดและเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อยได้ทันตามเวลา)

(3) การสอบภาคปฏิบัติในการแข่งขันวิทยาศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติ ทุก ๆ ปี ประมาณระหว่างเดือนกรกฎาคม- สิงหาคม จะมีการแข่งขันโอลิมปิกทางวิชาการนานาชาติระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีประเทศต่าง ๆ หมุนเวียนเป็นเจ้าภาพจัดแข่งขัน วิชาที่แข่งขันในปัจจุบันมี 5 วิชา ได้แก่ วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาแรกที่จัดให้มีการแข่งขันขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2502 ต่อมาก็ได้จัดให้มีการแข่งขันวิชาฟิสิกส์ในปี พ.ศ. 2510 เคมีในปี พ.ศ. 2512 คอมพิวเตอร์ในปี พ.ศ. 2532 และชีววิทยาในปี พ.ศ. 2533 สำหรับประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนหลายหน่วยงานได้ร่วมมือกันดำเนินการจัดส่งเยาวชนไทยครั้งแรกในปี พ.ศ. 2532 ในวิชาคณิตศาสตร์ ต่อมาก็ได้ส่งไปแข่งขันในวิชาอื่นๆ เพิ่มขึ้น ในปัจจุบันได้ส่งไปแข่งขันครบทุกวิชา เยาวชนไทยได้แสดงความสามารถให้ปรากฏโดยได้รับเหรียญรางวัลในการแข่งขันทุกปี การแข่งขันโอลิมปิกวิชาการในวิชาเคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ มีการสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ และส่วนใหญ่คณะกรรมการจัดการแข่งขันจะ

ให้น้ำหนักความสำคัญของทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเท่าๆ กัน สิ่งหนึ่งที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับจากผู้แทนเยาวชนไทยที่ไปแข่งขัน คือ ทำข้อสอบภาคปฏิบัติได้ไม่ดี ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติในประเทศไทยยังไม่ดีเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ ซึ่งเขาให้ความสำคัญของการทำปฏิบัติการสูงมาก สิ่งเหล่านี้เป็นเรื่องที่ครูวิทยาศาสตร์ทุกคนจะต้องช่วยกันพัฒนาให้ดีขึ้น มิฉะนั้นแล้วเราคงไม่สามารถพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ทางด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาประเทศทัดเทียมกับประเทศอื่นๆ ได้

4. งานวิจัยที่กี่ยวข้อง

ดวงเดือน พินสุวรรณ์ (2557) ได้พัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพและปริมณฑล ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพและปริมณฑล มีประสิทธิภาพ 79.73/81.35 มีขั้นตอนในการพัฒนา 6 ขั้นตอน คือ กำหนดจุดประสงค์ของชุดฝึกอบรมทางไกล ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สร้างชุดฝึกอบรมทางไกล ตรวจสอบคุณภาพชุดฝึกอบรมทางไกล ทดลองใช้และวิเคราะห์ผลการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล และปรับปรุงชุดฝึกอบรมทางไกล ชุดฝึกอบรมทางไกลประกอบด้วย เอกสารชุดฝึกอบรมทางไกล และเอกสารประกอบการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล เอกสารชุดฝึกอบรมทางไกล มีองค์ประกอบ ได้แก่ ชื่อชุดฝึกอบรมทางไกล คำชี้แจงการศึกษา ชุดฝึกอบรมทางไกล โครงสร้างเนื้อหา แนวคิดจุดประสงค์ เนื้อหา และกิจกรรมหลังการศึกษาชุดฝึกอบรมทางไกล เอกสารประกอบการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกลประกอบด้วยคำอธิบายชุดฝึกอบรมทางไกลและจุดประสงค์ คำชี้แจงการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกลกำหนดการฝึกอบรม เอกสารประกอบการบรรยาย และการประเมินที่ใช้ในการฝึกอบรม (2) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างหลังใช้ชุดฝึกอบรมทางไกลสูงกว่าก่อนใช้ชุดฝึกอบรมทางไกลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ในระดับมากที่สุด

สุจินต์ วิศวธีรานนท์ และคณะ (2554) ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกลเพื่อพัฒนาสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพ และ (2) ผลการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นต่อการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกลอยู่ในระดับมาก และทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการใช้ชุดฝึกอบรมทางไกลสูงกว่าก่อนใช้ชุดฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2555) ได้พัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงมโนคติสำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นฝนกรุงเทพและปริมณฑล ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดฝึกอบรม เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงมโนมติสำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีประสิทธิภาพ85.50/87.48 (2) ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เข้ารับการฝึกอบรมทางไกลมีความก้าวหน้าทางความรู้ความเข้าใจเรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงมโนมติคิดเป็นร้อยละ 48.67 และ (3) ครูวิทยาศาสาตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เข้ารับการฝึกอบรมทางไกลมีความพึงพอใจการฝึกอบรมทางไกลการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงมโนมติอยู่ในระดับมากที่สุด

ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2558) ได้พัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง อุทกภัยจากน้ำป่า สำหรับโรงเรียนเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 2 ผลการวิจัยพบว่า (1) ครูผู้สอนมีความต้องการชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง อุทกภัยจากน้ำป่า โดยต้องการทราบความรู้เกี่ยวกับอุทกภัยจากน้ำป่า ส่วนความต้องการเนื้อหาในชุดฝึกอบรมทางไกล พบว่า ครูผู้สอนต้องการเนื้อหาเกี่ยวกับแนวทางการแก้ไขและวิธีป้องกันอุทกภัยน้ำป่า สำหรับนักเรียน พบว่า มีความต้องการชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง อุทกภัยจากน้ำป่า โดยต้องการนำความรู้ที่ได้ไปใช้เมื่อเกิดเหตุอันตรายจากน้ำป่า และนักเรียนส่วนมากไม่มีความรู้เกี่ยวกับอุทกภัยจากน้ำป่ามาก่อน ส่วนความต้องการเนื้อหาในชุดฝึกอบรมทางไกล พบว่า นักเรียนต้องการเนื้อหาเกี่ยวกับแนวทางการแก้ไขและวิธีป้องกันอุทกภัยน้ำป่า (2) ชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่อง อุทกภัยจากน้ำป่า ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 81.09/79.06 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 (3) นักเรียนที่เรียนจากชุดฝึกอบรมมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (4) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อคุณภาพของชุดฝึกอบรมทางไกล อยู่ในระดับมาก

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะได้พัฒนาการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดนนทบุรี ทั้งนี้ การวัดและประเมินผลที่จะได้ออกแบบไว้ในชุดฝึกอบรมทางไกลจะต้องสอดคล้องกับบริบททั่วไปของการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา