

## บทที่ 2

### การทบทวนวรรณกรรม

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเห็ด สำหรับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
3. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
4. ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. ทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การจัดการเรียนรู้อิงกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, น. 92-109)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงแยัดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

### 2.1.1 คุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

#### 2.1.1.1 เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

2.1.1.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ

2.1.1.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.1.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.1.1.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

2.1.1.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบการนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.1.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

2.1.1.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกลคุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

2.1.1.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.1.10 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.1.1.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.1.1.12 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

2.1.1.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

2.1.1.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.1.1.15 อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.1.1.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบรอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

2.1.1.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

2.1.1.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

2.1.1.19 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

2.1.1.20 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

## 2.1.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกตสำรวจ ตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการแนวคิด และทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

### 2.1.3 มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ความคิดทักษะกระบวนการเรียนรู้คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้นในงานวิจัยครั้งนี้เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำนวน 3 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 สาระที่ 2 และ สาระที่ 8 ดังนี้

#### สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กันมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศมีกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่นประเทศและโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

#### สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน

สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

#### 2.1.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยมีดังนี้

##### ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

##### สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

#### ตารางที่ 2.1

##### มาตรฐาน ว 1.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-ม. 6	1. อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรมการแปรผันทางพันธุกรรมมิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สิ่งมีชีวิตมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จากพ่อแม่มาสู่รุ่นลูกหลาน ได้ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะที่ปรากฏ</li> <li>- ดีเอ็นเอเป็นนิวคลีโอไทด์สายยาวสองสายพันกันเป็นเกลียวคู่วนขวา แต่ละสาประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์นับล้านหน่วย ซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาลเพนโทส ไนโตรเจนเบส สี่ชนิดและหมู่ฟอสเฟต โดยที่ลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์จะมีข้อมูลทางพันธุกรรมบันทึกอยู่</li> <li>- มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในระดับยีนหรือโครโมโซมซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอโดยมิวเทชันที่เกิดในเซลล์สืบพันธุ์สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกและหลานได้</li> <li>- การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดใหม่มีลักษณะที่แตกต่างกันหลากหลายชนิดก่อให้เกิดเป็นความหลากหลายทางชีวภาพ</li> </ul>

(ต่อ)

#### ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	2. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผล	- มนุษย์นำความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	ของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<p>ด้านพันธุวิศวกรรม การโคลนและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มาใช้ในการพัฒนาให้เกิดความก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ มากขึ้น และแพร่หลาย</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่สร้างสิ่งมีชีวิตใหม่เกิดขึ้น หรือสิ่งมีชีวิตที่มีการดัดแปรพันธุกรรมส่งผลกระทบต่อทั้งทางด้านที่เป็นประโยชน์และโทษต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม</li> </ul>
3.	สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โลกมีความหลากหลายของระบบนิเวศ ซึ่งมี สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากมายหลายสปีชีส์สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันก็ยังมี ความหลากหลายทางพันธุกรรม</li> <li>- ความหลากหลายทางชีวภาพส่งผลทำให้มนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้ใช้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นอาหาร ที่อยู่อาศัย แหล่งสืบพันธุ์และขยายพันธุ์ ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงพันธุ์อยู่ได้</li> <li>- สิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีความต้องการปัจจัยต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตแตกต่างกันซึ่งจะ ช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศบนโลกได้</li> </ul>
4.	อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ และผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์จะมีความหลากหลายที่แตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตในสปีชีส์เดียวกัน จะผสมพันธุ์และสืบลูกหลานต่อไปได้</li> <li>- การคัดเลือกตามธรรมชาติจะส่งผลทำให้ลักษณะพันธุกรรมของประชากรในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มแตกต่างกันไปจนกลายเป็นสปีชีส์ใหม่ทำให้เกิดเป็นความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต</li> </ul>

## สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

### ตารางที่ 2.2

#### มาตรฐาน ว 2.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-ม. 6	<p>1. อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ</p> <p>2. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ระบบนิเวศในธรรมชาติจะมีความสมดุลได้ก็ต่อเมื่อมีสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ในระบบนิเวศ จนทำให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศบนโลก</li> <li>- ระบบนิเวศในโลกที่มีความหลากหลาย มีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากมนุษย์เป็นผู้กระทำ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจส่งผลทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุลได้</li> <li>- เมื่อระบบนิเวศเสียสมดุลจะเกิดการเปลี่ยนแปลง แทนที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศนั้น การเปลี่ยนแปลงสภาพทางธรรมชาติของระบบนิเวศย่อมส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นด้วย</li> </ul>



3. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และเสนอแนะแนวทางในการดูแลและรักษา
- ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีความสำคัญต่อระบบนิเวศ ถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งถูกทำลายหรือสูญหายไป ก็จะมีผลกระทบต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศด้วย

(ต่อ)

## ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศหนึ่งยังอาจเกื้อกูลต่อระบบนิเวศอื่น ๆ ได้ด้วย</li> <li>- ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญต่อ มนุษย์ มนุษย์ใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพมากมาย การใช้ที่ขาดความระมัดระวังอาจส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพได้ซึ่งทุกคนควรมีส่วนร่วมในการดูแลและรักษา</li> </ul>

## วิเคราะห์ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

## ตารางที่ 2.3

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
1. อธิบาย	1. สิ่งมีชีวิตมีการถ่ายทอดลักษณะทาง	สังเกต ตั้งคำถาม คาดการณ์สิ่งที่

กระบวนการ	พันธุกรรม จากพ่อแม่มาสู่รุ่น	พบ คั่นคว่ำ รวบรวม จัด
ถ่ายทอดสาร	ลูกหลานได้ ซึ่งสังเกตได้จาก	กระทำ วิเคราะห์ ลง
พันธุกรรมการ	ลักษณะที่ปรากฏ	ความเห็น สรุปผล และ
แปรผันทาง	2. ดีเอ็นเอเป็นนิวคลีโอไทด์สายยาว	อธิบาย กระบวนการถ่ายทอด
พันธุกรรม มิวเท	สองสายพันกันเป็นเกลียวคู่วนขวา	สารพันธุกรรม การแปรผัน
ชัน และการเกิด	แต่ละสายประกอบด้วยนิวคลีโอ	ทางพันธุกรรม มิวเทชัน และ
ความหลากหลาย	ไทด์นับล้านหน่วย ซึ่งมีโครงสร้าง	การเกิดความหลากหลายทาง
ทางชีวภาพ	ประกอบด้วยน้ำตาลเพนโทส	ชีวภาพและนำเสนอข้อมูลให้
	ไนโตรเจนเบส สี่ชนิดและหมู่	ผู้อื่นเข้าใจ
	ฟอสเฟต โดยที่ลำดับเบสของ	
	นิวคลีโอไทด์จะมีข้อมูลทาง	
	พันธุกรรมบันทึกอยู่	

(ต่อ)

## ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
	3. มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในระดับยีนหรือโครโมโซมซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอ โดยมีวเทชันที่เกิดในเซลล์สืบพันธุ์สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกและหลานได้	
	4. การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดใหม่มีลักษณะที่แตกต่างกันหลากหลายชนิดก่อให้เกิดเป็นความหลากหลายทางชีวภาพ	
2. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีว	เทคโนโลยีชีวภาพด้านพันธุวิศวกรรมกรรม การโคลนและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มาใช้ในการพัฒนาให้เกิดความก้าวหน้าในด้าน	สังเกต ตั้งคำถาม คั่นคว่ำ รวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์ แปลความ ลง

ภาพที่มีต่อ มนุษย์และ สิ่งแวดล้อมและ นำความรู้ไปใช้ ประโยชน์	ต่าง ๆ มากขึ้นแต่ส่งผลกระทบต่อ ทางด้านที่เป็นประโยชน์และโทษต่อ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม	ความเห็น สรุปผล และ อภิปรายผลของ เทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อ มนุษย์และสิ่งแวดล้อม และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์และการ นำเสนอความรู้ให้ผู้อื่น เข้าใจได้
3. สืบค้นข้อมูลและ อภิปรายผลของ ความหลาก หลายทาง ชีวภาพที่มีต่อ มนุษย์และ สิ่งแวดล้อม	1. โลกมีความหลากหลายของระบบนิเวศซึ่ง มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากมายหลายสปีชีส์ สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันก็ยังมี ความ หลากหลายทางพันธุกรรม 2. ความหลากหลายทางชีวภาพส่งผลทำให้ มนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ มีความ ต้องการปัจจัยต่าง ๆ ในการดำรงชีวิต แตกต่างกันซึ่งจะช่วยรักษาสมดุลของ ระบบนิเวศบนโลก	สังเกต ตั้งคำถาม ค้นคว้า รวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์ แปลความ ลง ความเห็น สรุปผล และ อภิปรายผลของความ หลากหลายทางชีวภาพ ที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม

(ต่อ)

## ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
4. อธิบาย กระบวนการ คัดเลือกตาม ธรรมชาติ และ ผลของการ คัดเลือกตาม ธรรมชาติต่อ ความ	1. สิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์จะมีความหลาก หลายที่แตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตในสปีชีส์ เดียวกันจะผสมพันธุ์และสืบลูกหลาน ต่อไปได้ 2. การคัดเลือกตามธรรมชาติจะส่งผลทำให้ ลักษณะพันธุกรรมของประชากรในกลุ่ม ย่อยแต่ละกลุ่มแตกต่างกันไปจน กลายเป็นสปีชีส์ใหม่ทำให้เกิดเป็นความ	สังเกต ตั้งคำถาม ค้นคว้า รวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์ แปลความ ลง ความเห็น สรุปผล และ อธิบายกระบวนการ คัดเลือก ตามธรรมชาติ ต่อความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิตและนำเสนอ

หลากหลายของ สิ่งมีชีวิต	หลากหลายของสิ่งมีชีวิต	ข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจ
----------------------------	------------------------	------------------------

## ตารางที่ 2.4

### สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
1. อธิบายคุณลักษณะ ของระบบนิเวศ	ระบบนิเวศธรรมชาติจะมีความสมดุล ได้ก็ต่อเมื่อมีสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่ เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของ สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ระบบนิเวศจนทำให้ เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศ บนโลก	สังเกต รวบรวมข้อมูล บันทึกผล จัดกระทำข้อมูล พิจารณาข้อมูล กระบวนการเปลี่ยนแปลง แทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบ นิเวศ
2. อธิบาย กระบวนการ เปลี่ยนแปลง แทนที่ของ สิ่งมีชีวิต	1. ระบบนิเวศในโลกมีความหลากหลาย มีความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิด ขึ้นอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรือการเปลี่ยนแปลง ที่เกิดขึ้นจาก มนุษย์เป็นผู้กระทำ การเปลี่ยนแปลง เหล่านี้อาจส่งผลทำให้ระบบนิเวศ เสียสมดุลได้ 2. เมื่อระบบนิเวศเสียสมดุลจะเกิดการ เปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดขึ้นในระบบ นิเวศนั้น การเปลี่ยนแปลงสภาพทาง ธรรมชาติของระบบนิเวศย่อมส่งผล ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นด้วย	สังเกต รวบรวมข้อมูล บันทึกผล จัดกระทำข้อมูล พิจารณาข้อมูล กระบวนการเปลี่ยนแปลง แทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบ นิเวศ

(ต่อ)

### ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
-----------	-----------------	-------------------

3. อธิบาย ความสำคัญของ ความหลากหลาย ทางชีวภาพ และ เสนอแนะ แนวทางในการ ดูแลและรักษา	<p>1. ความหลากหลายทางชีวภาพมี ความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิต ทุกชนิดมีความสำคัญต่อระบบนิเวศ ถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งถูก ทำลายหรือสูญหายไป ก็จะมีส่งผล กระทบต่อความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบด้วย</p> <p>2. ความหลากหลายทางชีวภาพของ ระบบนิเวศหนึ่งยังอาจเกื้อกูลต่อ ระบบนิเวศอื่น ๆ ได้ด้วย</p> <p>3. ความหลากหลายทางชีวภาพมี ความสำคัญต่อมนุษย์ มนุษย์ใช้ ประโยชน์จากความหลากหลายทาง ชีวภาพมากมาย การใช้ที่ขาดความ ระมัดระวังอาจส่งผลกระทบต่อ ความหลากหลายทางชีวภาพได้ ซึ่งทุกคนมีส่วนร่วมในการดูแล และรักษา</p>	ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน สืบค้น ข้อมูลรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ตรวจสอบ บันทึกและจัดกระทำ ข้อมูลสังเคราะห์ความรู้ความ สำคัญของความหลากหลาย ทางชีวภาพ และเสนอแนะ แนวทางในการดูแลและรักษา
--	---	--

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวการเรียนรู้ดังกล่าวซึ่งถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดทั้งนี้ได้พัฒนากระบวนการเรียนรู้มาโดยลำดับกล่าวคือในระยะเริ่มแรกของการพัฒนาหลักสูตรสสวท. เน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แต่กำหนดแนวในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก (Structured Inquiry) นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดตามลงมือปฏิบัติออกแบบบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเองการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมาสสวท. ได้เริ่มพัฒนาโดยให้ปัญหาปลายเปิด (Open-ended Problems) ให้นักเรียนได้คิดวางแผนออกแบบการทดลองและลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าตรวจสอบความคิดด้วยตนเองมากขึ้นการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมาคือกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Science and Technology Project) ซึ่งเป็นกิจกรรมขั้นสุดยอดที่นักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหาหรือคำถามตามความสนใจของตนเองหรือของกลุ่มแล้ววางแผนหาวิธีการที่จะแก้ปัญหาด้วยการสร้างทางเลือกหลากหลายโดยใช้ความรู้และกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้มา มีการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติและ ประเมินผลการแก้ปัญหาสรุปเป็นความรู้ใหม่

ในการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนต้องศึกษาเป้าหมายและปรัชญาของการจัดการเรียนรู้ ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆตลอดจนกระบวนการ เรียนการสอนที่เน้นกระบวนการและผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดแล้วพิจารณาเลือกนำไปใช้ออกแบบ กิจกรรมที่หลากหลายให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของโรงเรียนแหล่งความรู้ ของท้องถิ่นและที่สำคัญคือศักยภาพของผู้เรียนด้วยดังนั้นในเนื้อหาสาระเดียวกันผู้สอนแต่ละโรงเรียน ย่อมจัดการเรียนการสอนและใช้สื่อการเรียนการสอนที่แตกต่างกันได้ด้วยเหตุผลที่กล่าวข้างต้น

## 2.2 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้จัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมี ส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากที่สุด ให้นักเรียนได้มีโอกาสค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียง ผู้ชี้แนะแนวทาง ซึ่งในการสอนให้ได้ผลดีนั้น นอกจากครูจะต้องมีความรู้เข้าใจในเนื้อหาวิชาที่ เกี่ยวข้องแล้ว ครูต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอน และมีทักษะใน วิธีการสอนต่าง ๆ

การสอนวิทยาศาสตร์ที่ดี ควรสอนให้ผู้เรียนได้ความรู้ครบถ้วนทั้งส่วนของความรู้และส่วนของ กระบวนการ ซึ่งในการปฏิบัติจริงไม่มีวิธีสอนใดที่มีความสมบูรณ์แบบ และผลิตบุคลากรทางการศึกษา ได้ตามแต่ใจผู้สอนต้องการ เพียงแต่สามารถทำให้บุคลากรส่วนใหญ่ในห้องเรียนให้ความสนใจและ ปฏิบัติตามได้ก็นับว่าเป็นการสอนที่ดีแล้ว ในบทนี้จึงนำเสนอวิธีสอนแบบต่างๆที่มีใช้ในการเรียนการ สอนวิทยาศาสตร์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 2.2.1 การเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือตามความหมายของ Slavin (1987) และ Johnson and Johnson (1987) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 182) กล่าวว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ ร่วมมือ และช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็กๆ ประกอบด้วยสมาชิกที่มี ความสามารถแตกต่างกันทำงานร่วมกันเพื่อเป้าหมายกลุ่ม สมาชิกมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วน ตนและส่วนรวม มีการฝึกและใช้ทักษะการทำงานกลุ่มร่วมกัน ผลงานของกลุ่มขึ้นอยู่กับผลงานของ สมาชิกแต่ละบุคคลในกลุ่ม สมาชิกต่างได้รับความสำเร็จร่วมกัน จึงมีองค์ประกอบของการเรียนรู้ 5 ส่วนคือ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน ทักษะการทำงาน เป็นกลุ่มความสัมพันธ์กันในทางบวก และกระบวนการกลุ่ม

### 2.2.2 การเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

การสอนแบบโครงการเป็นการสอนที่ผู้สอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ให้ความสำคัญ เพราะเชื่อว่า จะช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ที่ครบถ้วน แต่มีการใช้สอนน้อยเพราะไม่มีเวลาในการดูแลให้ผู้เรียน ทุกคน ประพนอม เดชชัย (2531) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 343 – 344) ได้ให้ความหมายและคุณค่าของการสอนแบบนี้ไว้ว่า เป็นการสอนที่ให้โอกาสผู้เรียนได้

วางโครงการและดำเนินการให้สำเร็จตามความมุ่งหมายของโครงการนั้น อาจเป็นโครงการที่ จัดทำเป็นหมู่หรือคนเดียวก็ได้ ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมรับผิดชอบในการทำงานนั้นด้วยตนเอง ลักษณะ การสอนคล้ายตามสภาพจริงของสังคม เป็นการทำงานที่เริ่มต้นด้วยปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหา โดยลงมือทดลองปฏิบัติจริง

### 2.2.3 การเรียนรู้นอกห้องเรียน

การเรียนรู้นอกห้องเรียน (Hammerman, 1994, p. 5) คือ การใช้สถานที่นอกห้องเรียนเป็น ห้องปฏิบัติการ สำหรับการเรียนการสอนเกี่ยวกับเรื่องธรรมชาติ หรือสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะให้ ประสบการณ์ตรง และสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอน โดยมีจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ นอก ห้องเรียน ดังนี้

2.2.3.1 เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและมีประสิทธิภาพ

2.2.3.2 เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นต่อการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็น การพัฒนาความคิดคู่ไปกับความสามารถในการทำงาน

2.2.3.3 เพื่อให้ผู้สอนและผู้เรียนได้เรียนรู้ไปด้วยกันในสถานการณ์ที่หลากหลายนอก ห้องเรียน

2.2.3.4 เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างสนุกสนาน

### 2.2.4 การเรียนรู้โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น

รุ่ง แดงแก้ว (2541), ประเวศ วะสี (2534) และ ธวัช ปุณโณทก (2531) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 167) ได้กล่าวถึงภูมิปัญญาท้องถิ่นหรือภูมิปัญญาชาวบ้านไว้สรุปได้ว่าหมายถึง องค์ความรู้ ความสามารถ และทักษะของคนไทยหรือชาวบ้านในท้องถิ่นอันเกิดจากการสั่งสมมาจากประสบการณ์ ของชีวิต สังคม และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ผ่านกระบวนการเลือกสอน เรียนรู้ ประยุกต์ พัฒนา และถ่ายทอดสืบต่อกันมาทั้งทางตรงและทางอ้อมเพื่อใช้แก้ปัญหา หรืออำนวยความสะดวกแก่บุคคล ในท้องถิ่น และพัฒนาวิถีชีวิตของคนไทย ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม และเหมาะสมกับยุคสมัย ความรู้ที่ได้จากภูมิปัญญา

ท้องถิ่นหรือภูมิปัญญาชาวบ้านไม่ได้จำกัดแค่ความรู้ในอดีตแต่จะผสมผสานความรู้ในยุคสมัย ต่าง ๆ ที่ผ่านการพัฒนามาอย่างดีและเหมาะสมมาใช้ด้วย

### 2.2.5 การเรียนรู้โดยวิธีค้นพบ

การสอนแบบค้นพบ (2010) เป็นแนวคิดที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงถาวรอยู่ในความจำระยะยาว ซึ่งผู้สอนไม่สามารถสร้างขึ้นได้ แต่ผู้สอนเป็นเพียงผู้จัดประสบการณ์เรียนรู้ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ขึ้นเอง การสอนแบบนี้มีชื่อที่แตกต่างกันหลายชื่อและทุกชื่อยังเรียกขานอยู่ในปัจจุบัน ตัวอย่างเช่นการสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบสอบสวน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนโดยใช้การแก้ปัญหา การสอนแบบค้นพบ ในปัจจุบันนิยมใช้คำว่า วิธีสอนแบบสืบสอบ ผู้คิดค้นวิธีสอนแบบนี้คือ โรเบิร์ตคาร์พลัส (Robert Karplus) เป็นนักฟิสิกส์ชาวสหรัฐอเมริกา คิดวิธีการสอนแบบค้นพบเพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้มีความสนใจเรียนและช่วยลดความน่าเบื่อหน่ายของการเรียนในห้องเรียน ต่อมานักการศึกษาของสหรัฐอเมริกา จากกลุ่ม BSCB (Biological Science Curriculum Study) ได้นำมาใช้ในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โดยพัฒนาเป็นขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ในรูปแบบวัฏจักร(Learning Cycle) โดยเริ่มต้นจากขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน สำรวจ อธิบาย ลงข้อมูล และจบลงโดยการประเมิน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ หรือช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้จึงเรียกว่า เป็น การเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning)

กระบวนการที่ใช้สำหรับการสอนแบบค้นพบจะใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ,ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สุวัฒน์ นิยมคำ (2531), (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 331) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อน จนสามารถออกแบบทดลองและทดสอบสมมติฐานได้

การเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหา (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 341) เป็นการเรียนรู้การสอนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา แล้วให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเป็นกลุ่มในการแก้ไขปัญหา มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันจนหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและมีความเข้าใจลึกซึ้ง

### 2.2.6 การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา

การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา คิดค้นโดยทศนา แคมมณี (ทศนา แคมมณี, 2548) มีอีกชื่อเรียกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบ 5 ประสานแนวคิดหลัก หรือการจัดการเรียนการสอนแบบ 5 ประสาน ส่วนคำว่า CIPPA มาจากตัวย่อของคำสำคัญซึ่งใช้เป็นแนวคิดหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งอักษรแต่ละตัวมีความหมายสรุปได้ดังนี้

2.2.6.1 C (Construction of Knowledge) หมายถึง การสร้างความรู้ด้วยตนเอง



2.2.6.2 I (Interaction) หมายถึง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Interaction)

2.2.6.13 P (Physical Participation) หมายถึง การช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้มีการเคลื่อนไหวทางด้านร่างกาย

2.2.6.4 P (Process Learning) มาจากแนวคิดการเรียนรู้กระบวนการต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

2.2.6.15 A (Application) หมายถึง การนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

ปัจจุบันได้มีผู้สนใจในศึกษาการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักมากขึ้น จึงมีผู้ให้ความหมายไว้หลากหลาย เช่น Illinois Mathematics and science Academy (IMSA) (2001), ยूरวัฒน์ คล้ายมงคล (2545) และ Barrows and Tamblyn (1980) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 335) ซึ่งสามารถสรุปความหมายของ การสอนโดยใช้ปัญหาหลัก ได้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นและพัฒนาให้ผู้เรียนคิดหาวิธีแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ และทักษะต่างๆ ที่เคยเรียนหรือต้องศึกษาเพิ่มเติม มาประกอบการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะแนวทางให้ การเรียนการสอนแบบนี้จะมีความยืดหยุ่นสูง และจะใช้ปัญหาในสภาพความเป็นจริงมาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้

### 2.2.7 การเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม หรือการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 82) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) โดยผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น โดยจะต้องท้าทายความคิดของผู้เรียนในการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ให้ได้ด้วยตัวผู้เรียนเอง ตามแนวทางที่ผู้สอนวางไว้อย่างกว้าง ๆ วิธีการสอนแบบนี้จะเน้นที่การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพราะผู้สอนจะคอยดูแลและช่วยผู้เรียนทุกเรื่องไม่ว่าจะเป็นการจัดหาอุปกรณ์ การแนะนำหนังสือที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ ชี้แนะแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติม ฯลฯ เป็นต้น

### 2.2.8 การเรียนรู้ตามสภาพจริง

การเรียนรู้ตามสภาพจริง หรือการเรียนรู้แท้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 87) สรุปได้ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะเป็นผู้คิด ประเมิน และตัดสินใจได้เองอย่างเป็นระบบ แล้วผู้เรียนเป็นผู้นำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ได้อย่างมีหลักวิชาที่ถูกต้องครอบคลุมชัดเจน นำไปใช้ปฏิบัติในชีวิตจริงได้อย่างมีคุณภาพและเป็นปกติวิสัย

### 2.2.9 การเรียนรู้โดยหมวก 6 ใบ

เดอ โบโน (1992 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 357 – 359) ได้ให้ความหมายของเทคนิคหมวก 6 ใบไว้ว่าเป็นการใช้สีของหมวกแต่ละใบที่มีสีต่างกันแทนความคิดแต่ละด้านโดยให้วิธีคิดแต่ละอย่างกำหนดจากสีของหมวก ซึ่งสีของหมวกแต่ละใบจะสอดคล้องกับแนวคิดของหมวกใบนั้น ๆ เป็นการบอกให้ทราบว่าต้องการให้คิดไปในทิศทางใด ในการคิดนักคิดจะใช้หมวกครั้งละหนึ่งใบแทนแต่ละความคิด สีของหมวกนี้จะเป็นกรอบที่เป็นรูปธรรมที่สำคัญต่อการรับรู้ช่วยให้เข้าใจและจดจำง่ายขึ้นเพราะเป็นการสอนด้วยสัญลักษณ์ซึ่งหมวกแต่ละใบมีความหมายดังนี้

หมวกสีขาว แทน ข้อมูล ข้อเท็จจริง ที่ทุกคนยอมรับไม่มีการโต้แย้ง

หมวกสีแดง แทน อารมณ์ความรู้สึก

หมวกสีดำ แทน การมองในด้านลบ เช่น ข้อบกพร่อง

หมวกสีเหลือง แทน การมองในด้านบวก เช่น ข้อดี

หมวกสีเขียว แทน การมองด้วยความคิดใหม่ๆที่สร้างสรรค์

หมวกสีน้ำเงิน แทน การควบคุม ประเมิน และสรุป

#### 2.2.10 การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

Brain – Based Learning (Brain Facts, 2005 อ้างถึงใน สมยศ ชิตมงคล, 2549, น. 150-151) สรุปได้ว่า เป็นทฤษฎีที่อธิบายการเรียนรู้โดยอาศัยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของสมอง ทาให้ทราบว่าปรากฏการณ์อะไรบ้างที่เกิดขึ้นในสมอง โดยเฉพาะขณะอยู่ในสถานการณ์การเรียนรู้ (Learning Situations) และมีเงื่อนไขอะไรบ้างที่เหมาะสมสำหรับทำให้เกิดการเรียนรู้ และการคิดที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะนำความรู้ดังกล่าวมาจัดกระบวนการเรียนการสอนที่ปรับให้สอดคล้องกับการทำงานของสมอง ซึ่งการสอนที่แฝงด้วยความเข้าใจในพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมอง จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ซึ่งจะเพิ่มศักยภาพในการทำงานของสมองได้ดี ทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้เต็มศักยภาพอย่างมีความสุข ไม่เกิดความเครียดโดยไม่จำเป็น

#### 2.2.11 การเรียนรู้แบบลีลาการเรียนรู้

ลีลาการเรียนรู้ หรือวิธีการเรียนรู้ หรือแบบการเรียนรู้ (ทิสนา แคมมณี, 2551) เป็นลักษณะหรือวิธีการเรียน หรือวิธีการคิด หรือวิธีการแก้ปัญหา ที่บุคคลชอบหรือมีความถนัดในการใช้เป็นประจำ หรือใช้เป็นส่วนใหญ่ในการเรียนรู้เรื่องต่างๆในชีวิตประจำวัน และเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ช่วยให้บุคคลนั้นเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด แบ่งเป็น 4 แบบ คือ ลีลาการเรียนรู้ที่จำแนกตามช่องทางการรับรู้ (Perceptual pathways or learning modality) ลีลาการเรียนรู้ที่จำแนกตามลักษณะหรือกระบวนการคิด (Cognitive style) ลีลาการเรียนรู้ที่จำแนกตามลักษณะของพฤติกรรม (Behavior style) ลีลาการเรียนรู้ที่จำแนกตามบริบทหรือสภาพแวดล้อม (Context / Environment)

#### 2.2.12 การเรียนรู้โดยใช้พหุปัญญา

การเรียนรู้โดยใช้พหุปัญญาเป็นการเรียนรู้โดยมุ่งพัฒนาปัญญาในทุก ๆ ด้านของคน โฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) จากมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด (Harvard University) เป็นผู้คิดขึ้น การ์ดเนอร์ กล่าวว่า เขาวนปัญญาของบุคคลประกอบด้วยความสามารถ 3 ประการ ดังนี้ (Gardner, 1983)

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพการณ์ต่างๆ ที่เป็นไปตามธรรมชาติและตามบริบททางวัฒนธรรมของบุคคลนั้น
2. ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีประสิทธิภาพและสัมพันธ์กับบริบททางวัฒนธรรม
3. ความสามารถในการแสวงหาหรือตั้งปัญหาเพื่อหาคำตอบและเพิ่มพูนความรู้เดิม การ์ดเนอร์ ได้เสนอว่าเขาวนปัญญาของบุคคลไว้ 8 ด้าน ปัจจุบัน ได้เพิ่มปัญญาด้านการดำรงอยู่ของชีวิตหรือด้านจิตนิยม (Existential Intelligence) ซึ่งเป็นปัญญาที่เกี่ยวกับการดำรงอยู่ของมนุษย์ การหาความหมายของชีวิต เข้าใจความสัมพันธ์ของโลกทางกายภาพกับโลกของจิตใจ มีความเข้าใจในสังขรณ์ของชีวิตเข้าไปด้วย เนื่องจากทฤษฎีนี้มองปัญญาอย่างแตกต่างและหลากหลาย การจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับปัญญาจึงต้องจัดการเรียนการสอนให้ครอบคลุมกว้างขวางตามไปด้วย

### 2.2.13 การเรียนรู้โดยพัฒนากระบวนการคิด

การคิด (Krudow, 2008) หมายถึง พฤติกรรมภายในที่เกิดจากกระบวนการทำงานของสมอง ในการรวบรวมจัดระบบข้อมูลและประสบการณ์ต่าง ๆ ทำให้เกิดเป็นรูปร่างหรือมโนภาพที่เป็นเรื่องราวขึ้นในใจและสื่อสารออกมาโดยใช้คำพูดหรือการแสดงออกซึ่งมีแนวคิดดังนี้

1. การคิดและการสอนคิดเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่งในการจัดการศึกษาเพื่อให้มีคุณภาพสูง ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกได้มีการศึกษาเรื่องของการพัฒนาผู้เรียนให้เติบโตอย่างมีคุณภาพทุกด้าน ทั้งด้านสติปัญญา คุณธรรม และความเป็นพลเมืองดีของประเทศโดยเน้นการฝึกการคิดและกระบวนการคิด
2. การคิดเป็นกระบวนการทางปัญญาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา และมักจะเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ไม่มีขอบเขตจำกัด การคิดแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 การคิดอย่างไม่มีจุดมุ่งหมาย (Associative Thinking) เป็นการคิดแบบไม่ตั้งใจหรือมีจุดมุ่งหมายการคิด มีลักษณะคิดไปเรื่อย ๆ การคิดเช่นนี้มักไม่มีผลสรุป และไม่สามารถนำผลของการคิดไปใช้ประโยชน์

2.2 การคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย (Directed Thinking) เป็นการคิดเพื่อหาคำตอบ เพื่อแก้ปัญหา หรือนำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายโดยตรง สามารถนำผลของการคิดไปใช้ประโยชน์

3. การสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการจัดการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพราะความคิดอย่างมีจุดมุ่งหมายช่วยให้ผู้เรียนตัดสินใจหรือ

แก้ปัญหาได้อย่างมีคุณภาพ และเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยเฉพาะในยุคที่โลกกำลังเจริญก้าวหน้า สภาพสังคมและเศรษฐกิจเปลี่ยนไป เป็นสังคมแห่งการพัฒนาข่าวสารข้อมูล

4. ความสามารถในการคิด ส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ด้วยการฝึกฝนภายในสถานการณ์ที่เหมาะสม โดยเริ่มจากความสามารถพื้นฐานในการคิดที่เรียกว่า ทักษะการคิด แล้วเพิ่มความซับซ้อนขึ้นโดยการฝึกลักษณะการคิดและกระบวนการคิดตามลำดับ

กรอบความคิดของการคิด ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดของ ทิศนา ขัมมณี และคณะ (2540) ได้แบ่งประเภทของการคิดเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ทักษะการคิด หรือทักษะการคิดพื้นฐานที่มีขั้นตอนการคิดไม่ซับซ้อน เป็นทักษะพื้นฐานของการคิดขั้นสูง หรือระดับสูงที่มีขั้นตอนซับซ้อน แสดงออกถึงการกระทำหรือพฤติกรรมที่ต้องใช้ความคิด แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะการคิดพื้นฐาน และทักษะการคิดขั้นสูง ดังนี้

#### 1. ทักษะการคิดพื้นฐาน ประกอบด้วย ทักษะต่อไปนี้

1.1 ทักษะการสื่อความหมาย หมายถึง ทักษะการรับสารที่แสดงถึงความคิดของผู้อื่นเข้ามาเพื่อรับรู้ ตีความแล้วจดจำ และเมื่อต้องการที่จะระลึก เพื่อนำมาเรียบเรียงและถ่ายทอดความคิดของตนให้แก่ผู้อื่น โดยแปลความคิดในรูปของภาษาต่าง ๆ ทั้งที่เป็นข้อความ คำพูด ศิลปะ ดนตรี คณิตศาสตร์ ฯลฯ เช่น ทักษะการฟัง ทักษะการพูด ทักษะการอภิปราย ทักษะการทำให้กระจ่าง เป็นต้น

1.2 ทักษะการคิดที่เป็นแกนหรือทักษะการคิดทั่วไป หมายถึง ทักษะการคิดที่จำเป็นต้องใช้อยู่เสมอในการดำรงชีวิตประจำวัน เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการสำรวจ ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะเก็บรวบรวมข้อมูล ทักษะการระบุ ทักษะการจำแนก ทักษะการเปรียบเทียบ เป็นต้น

2. ทักษะการคิดขั้นสูงหรือทักษะการคิดที่ซับซ้อน หมายถึง ทักษะการคิดที่มีขั้นตอนหลายขั้น และต้องอาศัยทักษะการสื่อความหมาย และทักษะการคิดที่เป็นแกนหลาย ๆ ทักษะในแต่ละขั้น เช่น ทักษะการสรุปความ ทักษะการให้คำจำกัดความ ทักษะการวิเคราะห์ ทักษะการผสมผสานข้อมูล ทักษะการจัดระบบความคิด ทักษะการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ทักษะการตั้งสมมุติฐาน เป็นต้น

กลุ่มที่ 2 ลักษณะการคิด หรือการคิดขั้นกลาง/ระดับกลาง มีขั้นตอนในการคิดซับซ้อนมากกว่าการคิดในกลุ่มที่ 1 การคิดในกลุ่มนี้เป็นพื้นฐานของการคิดระดับสูง ซึ่งลักษณะการคิดแต่ละลักษณะต้องอาศัยทักษะการคิดขั้นพื้นฐานมากบ้างน้อยบ้างในการคิดแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. ลักษณะการคิดทั่วไปที่จำเป็น ได้แก่ การคิดคล่อง การคิดละเอียด การคิดหลากหลาย การคิดชัดเจน

2. ลักษณะการคิดที่เป็นแกนสำคัญ ได้แก่ การคิดถูกทาง การคิดไกล การคิดกว้าง การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดลึกซึ้ง

กลุ่มที่ 3 กระบวนการคิด หรือการคิดระดับสูง มีขั้นตอนในการคิดซับซ้อนและต้องอาศัยทักษะการคิด และลักษณะการคิดเป็นพื้นฐานในการคิด กระบวนการคิดมีอยู่หลายกระบวนการ เช่น กระบวนการคิดแก้ปัญหา กระบวนการคิดตัดสินใจ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

#### 2.1.4 การเรียนการสอนแบบบูรณาการ

การเรียนการสอนแบบบูรณาการ (Integration Instruction) (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2547, น. 183) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นองค์รวมของเนื้อหามากกว่าองค์ความรู้ของแต่ละรายวิชา และเน้นที่การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ การบูรณาการที่ดีควรบูรณาทั้งหลักสูตรและการเรียนการสอน ซึ่งมีรูปแบบการจัดการเรียนการสอน 3 รูปแบบดังต่อไปนี้

##### 2.1.4.1 จำแนกตามจำนวนผู้สอน

- 1) การบูรณาการแบบผู้สอนคนเดียว
- 2) การบูรณาการแบบคู่ขนาน
- 3) การบูรณาการแบบสอนเป็นทีม

##### 2.1.4.2 จำแนกตามกลุ่มสาระการเรียนรู้

- 1) การบูรณาการภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้
- 2) การบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้

##### 2.1.4.3 จำแนกตามประเภทของการบูรณาการ

- 1) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ
- 2) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ

#### สรุป

แม้การสอนจะไม่มีวิธีใดที่สมบูรณ์แบบแต่ถ้าผู้สอนรู้วิธีการสอนที่หลากหลายและเลือกใช้อย่างเหมาะสมแก่โอกาสและเวลาจะช่วยให้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้มีความหมายน่าสนใจ และเกิดคุณค่าได้

#### 2.15 การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน นอกจากความรู้เบื้องต้นที่ผู้สอนต้องเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้เกิดขึ้นได้อย่างไร (Learning How to Learn) (Novak and Gowin, 2002 ; James et al., 2006) มนุษย์เรียนรู้ได้อย่างไร (How People Learn) และผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างไร (How Student Learn) (NAP, 2005) แล้ว ผู้สอนยังต้องเปลี่ยนแปลงจากการใช้วิธีสอนแบบบรรยาย (lecture teaching) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child-oriented Learning) และเปลี่ยนวิธีการวัดผลจากการวัดผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ผู้สอนกำหนดตามเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ (Forwarddesign) มาเป็นกำหนดสมรรถนะหรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ผู้เรียนควรได้รับก่อนเขียน

แผนจัดการเรียนรู้และเขียนจุด-ประสงค์ให้ตรงกับสมรรถนะที่ผู้เรียนควรได้รับ (Backward design) (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551; Wiggins and Mc-Tighe, 2005) การวัดผลการเรียนรู้ในปัจจุบันมีลักษณะเป็นการประเมินตามสภาพจริงมากยิ่งขึ้น ส่วนใหญ่เป็นการวัดประเมินเชิงปฏิบัติมากกว่า การวัดประเมินโดยใช้ข้อสอบข้อเขียน (Wiggins and McTighe, 2011) การจัดการเรียนรู้ในยุคศตวรรษที่ 21 เน้นให้ทั้งผู้-เรียนและผู้สอนก้าวเข้าสู่การเรียนรู้ในอนาคตไปพร้อม ๆ กันการจัดการเรียนรู้ในยุคศตวรรษที่ 21 จึงต้องปรับสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ในเรื่องการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เวลาในการเรียนรู้ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ชุมชน และนโยบายของรัฐและสถานศึกษา เพื่อให้สนับสนุนสมรรถนะของผู้สอนและผู้เรียนในโลกอนาคตการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีลักษณะสำคัญ 9 ประการ

1. เป็นลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. ใช้สื่อต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้ (Media-driven) (สื่อในที่นี้ไม่ได้หมายถึงสื่ออิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น)
3. เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ (Personalized)
4. เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนและสังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ได้ (Transfer-by-design)
5. แสดงออกได้อย่างโปร่งใส (Visibly relevant) โดยยึดหลักการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างชาติ และทำให้เกิดความร่วมมือในการทำงานอย่างมีความสุข
6. ผู้เรียนได้รับความรู้ในปริมาณมาก (Data-rich) จากการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตร โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้และทรัพยากรต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
7. มีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ตลอดเวลา (Adaptable) จนเกิดการเรียนรู้ อย่างไม่มีที่สิ้นสุด
8. มีการประสานงานและจัดการเรียนรู้ร่วมระหว่างสถานศึกษาและชุมชน (Interdependent)

## 2.3 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

### 2.3.1 ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คำว่า “ปฏิบัติการ” ตามความหมายในพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2525 (2531, น. 494) หมายถึง การทดลอง พิสูจน์ข้อเท็จจริงตามทฤษฎี ส่วนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นั้นยังไม่มีผู้ให้คำนิยามไว้ แต่มีนักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ให้ความหมายในลักษณะของวิธีการสอน วิธีหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ชัยยง พรหมวงค์ (ไชยยศ เรื่องสุวรรณ, 2522) บทปฏิบัติการ เป็นเอกสารการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้อง ยังเป็นการฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ เช่น ทักษะการปฏิบัติ ทักษะการสังเกต ทักษะการทดลอง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

บุญชม ศรีสะอาด (2541, น. 68) ได้ให้ความหมายการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (Laboratory) คือ การสอนที่ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้การแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยทำการทดลองปฏิบัติการฝึกการใช้ทฤษฎีโดยผ่านการทดลอง

เปรมจิตร์ บุญสาย (2541, น. 145) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้จากการทดลองด้วยตนเอง เพื่อมุ่งให้นักเรียนได้มีเสรีภาพทางความคิดและได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

อรอุมา ละมุล (2541, น. 14) ได้ให้ความหมายว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการอันเป็นหัวใจของวิทยาศาสตร์นักเรียนจะได้มีโอกาสปฏิบัติการร่วมกันในขณะที่ทำการทดลองมีโอกาสที่จะได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์โดยมีครูเป็นผู้นำคำแนะนำ

ฐานีย์ เมธิพลกุล (2542, น. 47) ได้ให้ความหมายว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติภายในสภาวะที่ควบคุม โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

สุรพล วิหคไพบูลย์ (2543, น. 24) ได้ให้ความหมายว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการนักเรียนจะได้มีโอกาสปฏิบัติงานร่วมกันในขณะที่ทำการทดลองมีโอกาสที่จะได้สัมผัสและรู้จักใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยมีครูคอยเป็นผู้แนะนำ

สมเกียรติ แก้วจรัสสุขสันติ (2544, น. 25) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การสอนโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยใช้เครื่องมือทดลองต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงให้คำปรึกษาและแนะนำ เมื่อนักเรียนได้ประสบการณ์ตรง จะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางด้านต่าง ๆ มากขึ้น และยังเป็นการพิสูจน์ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับที่ได้ศึกษามา

จรัส อินทลาภาพร (2545, น. 40) ได้ให้ความหมายว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรมที่เน้นการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นโดยการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ได้ปฏิบัติจริงเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเน้นทักษะปฏิบัติ

ของนักเรียนเช่นทักษะการใช้เครื่องมือทักษะการสังเกตทดลองด้วยตนเองอย่างชำนาญคล่องแคล่ว และปลอดภัยการจัดทำรายงานการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

### 2.3.2 จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่านเช่น

Anderson (1976, p. 60–79, Hofstien and Lunetta, 1982, p. 203) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนโดยใช้ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในกิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
2. เพื่อส่งเสริมความคิดแบบวิทยาศาสตร์และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อปลูกฝังทักษะการสืบสวนสอบสวนซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่น ๆ ได้
4. เพื่อปลูกฝังให้เกิดความสนใจเจตคติและความพึงพอใจความมีใจกว้างและความอยากรู้อยากเห็นในวิชาวิทยาศาสตร์
5. เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความซาบซึ้งและเลียนแบบบทบาทของนักวิทยาศาสตร์
6. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการทั้งทางด้านความรู้สึกลึกซึ้งซึ่งต่อความมีระเบียบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทางด้านความเข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
7. เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหา
8. เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และความสามารถทางสติปัญญา
9. เพื่อพัฒนาความสามารถทางการปฏิบัติ

ในส่วนของประโยชน์ของการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษาสรุปไว้ดังนี้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, น. 140) และบุญชมศรีสะอาด (2541, น. 68-69) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่า

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
2. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอนและได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง



3. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นพบหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองเนื่องจากนักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบการทดลองทำการทดลองวิเคราะห์หาเหตุผลทดสอบสมมติฐานสรุปผลและวัดผลปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง

4. ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน

5. การทำกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการทดลองอาจดำเนินการโดยผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็กได้

6. นักเรียนสามารถเพิ่มพูนความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นมีทักษะมากขึ้น

7. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้การสรุปครอบคลุมหรือการวางนัยทั่วไปดังกล่าวในสถานการณ์ใหม่

8. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และการเรียนวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่าการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีพัฒนาการทั้งด้านความรู้ความคิดโดยใช้การสืบสวนสอบสวนส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ปลูกฝังลักษณะนิสัยทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการปฏิบัติการมีทักษะปฏิบัติใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์

### 2.3.3 ประเภทของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การให้นักเรียนทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นั้นโดยทั่วไปจัดได้ 2 แบบ คือ การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) และการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory)

สวัธม์ นิยมคำ (2531, น. 142-144) ได้กล่าวเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการทดลองแบบสำเร็จรูป และแบบไม่กำหนดแนวทางสรุปได้ดังนี้

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป การทดลองแบบนี้ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา บอกวิธีการแก้ปัญหาและอื่นๆ ไว้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำสั่งในคู่มือการทดลอง (Lab Direction)

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง การทดลองแบบนี้ นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบ โดยครูกำหนดปัญหาให้ เมื่อได้แนวทางแล้วจึงแยกย้ายกันทำการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายหน้าชั้นอีกครั้งหนึ่ง การทดลองแบบนี้เป็นการส่งเสริมสมรรถภาพทางด้านความคิด ควรให้นักเรียนวางแผนการทดลองก่อน แล้วจึงลงมือทดลองตามแบบที่กำหนดไว้ การวางแผนการทดลองครูอยู่ในฐานะเป็นที่ปรึกษา ซึ่งการวางแผนการทดลองประกอบด้วย การกำหนดปัญหาการตั้งสมมติฐานและการสร้างแบบทดลองตามลำดับ

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, น. 87-88) ได้กำหนดชนิดของวิธีสอนแบบทดลองโดยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ชนิด คือ

1. วิธีสอนแบบทดลองตามบทปฏิบัติการหรือตามแบบฝึก (Laboratory approach or Cookbook experiment) โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนปฏิบัติตามใบงานการทดลอง (Lab sheet) ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้เรียบร้อย โดยมุ่งหวังให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ในข้อเท็จจริงหรือมโนคติและเน้นการตรวจสอบหลักการ กฎ ทฤษฎี
2. วิธีการสอนแบบทดลองโดยมีการชี้แนะ (Guided experiment) มุ่งเน้นให้นักเรียนได้คิดออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยตนเอง โดยมีครูคอยตั้งคำถามชี้แนะแนวทาง
3. วิธีสอนแบบทดลองที่แท้จริง (Pure experiment) มุ่งเน้นให้นักเรียนมีวิธีการคิดทั้งด้านการเลือกกำหนดปัญหาตั้งสมมติฐานการออกแบบการทดลองปฏิบัติการทดลองและสรุปผลการทดลองได้ด้วยตนเอง

สรุปได้ว่ารูปแบบการจัดกิจกรรมบทปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันตามจุดมุ่งหมายของผู้จัดทำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ซึ่งส่งผลต่อทักษะกระบวนการและทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนครูควรฝึกนักเรียนโดยเริ่มต้นจากการทดลองแบบสำเร็จรูปก่อนเพื่อฝึกทักษะปฏิบัติให้กับนักเรียนแล้วลดการกำหนดแนวทางของครูจากการทดลองแบบสำเร็จรูปเป็นแบบกำหนดแนวทางเพื่อให้นักเรียนคิดแบบสืบเสาะหาความรู้วางแผนการทดลองตลอดจนสามารถแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ได้เองผู้วิจัยจัดกิจกรรมในบทปฏิบัติการให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองโดยใช้บทปฏิบัติการที่กำหนดให้ในรูปแบบใบงานการทดลองก่อนโดยครูเป็นผู้แนะนำหลังจากนั้นจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางให้นักเรียนกำหนดปัญหาและออกแบบการทดลองตลอดจนดำเนินการทดลองด้วยตนเอง

#### 2.3.4 ขั้นตอนการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2527, น. 85-86) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ครูตั้งปัญหาให้
2. ครูเสนอแนะวิธีการรวบรวมข้อมูลหรือใช้วิธีการตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน
3. นักเรียนลงมือปฏิบัติการเพื่อรวบรวมข้อมูลตามวิธีการที่ได้รับการเสนอแนะ
4. นักเรียนจัดทำตารางแสดงข้อมูลเขียนกราฟตามที่ระบุไว้ในบทปฏิบัติการ
5. นักเรียนตอบคำถามของครูโดยใช้ข้อมูลจากการทดลอง
6. นักเรียนและครูช่วยกันรวบรวมคำตอบเพื่อสรุปเป็นความคิดรวบยอดหรือเนื้อหาของสิ่งที่ศึกษาขั้นตอนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบไม่กำหนดแนวทางมีรูปแบบดังนี้

1. ครูตั้งปัญหาให้นักเรียนหรืออาจจะให้นักเรียนเลือกปัญหาที่อยากจะศึกษาซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่อาจคาดผลการศึกษได้ล่วงหน้า
2. นักเรียนช่วยกันนิยามปัญหาอย่างชัดเจน
3. นักเรียนเสนอวิธีการทดลองโดยอาจจะใช้เวลาระยะหนึ่งในการค้นคว้าเพื่อวางแผนการทดลองซึ่งอาจจะกำหนดวิธีการค้นคว้าที่เป็นไปได้ 2-3 ปี
4. นักเรียนทำการทดลองโดยสามารถปรับระยะเวลาได้
5. นักเรียนสังเกตและสรุปผลการทดลองได้ด้วยตนเองซึ่งผลการทดลองอาจจะมีคำตอบที่ถูกต้องได้มากกว่า 1 คำตอบ

6. การทดลองอาจก่อให้เกิดปัญหาในการแสวงหาคำตอบนอกชั้นเรียนต่อไป
7. นักเรียนปรึกษาเกี่ยวกับผลการทดลองกับเพื่อนๆซึ่งจะทำให้เกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง
8. ครูอาจตั้งคำถามในตอนท้ายเพื่อให้นักเรียนสรุปหลักเกณฑ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้และใช้หลักเกณฑ์เหล่านี้ทำนายผลการทดลองที่เกี่ยวข้องนอกจากนี้รอมมี (Romey, 1968, p. 125) ได้แบ่งกิจกรรมการสอนแบบทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

8.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) ในขั้นนี้จะมีการตั้งปัญหาถามนักเรียนเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองทำการสาธิตเพื่อสร้างความสนใจและให้ความสัมพันธ์บางอย่าง

8.2 ขั้นทำการทดลอง (Lab Activity) ในขั้นนี้เป็นการลงมือให้นักเรียนทำการทดลองตามแนวที่ได้อภิปรายไว้ในขั้นก่อนบทบาทของครูจะอยู่ในฐานะผู้อำนวยความสะดวกมากกว่าที่จะเป็นผู้ทำการทดลองเป็นกอดหนุนดูแลช่วยเหลือและให้กำลังใจอภิปรายร่วมกับนักเรียนส่วนผู้มีบทบาทสำคัญคือนักเรียน

8.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion) หลังจากนักเรียนได้ทำการทดลองแล้วให้นักเรียนเสนอผลการทดลองในช่วงนี้สิ่งที่อยู่ในมือครูคือผลการทดลองที่ถูกต้องจากหนังสือจากการทดลองมีอาชีพจากการทดลองที่ใช้เครื่องมืออย่างดีหรือจากครูข้อมูลและผลการทดลองชุดนี้มีไว้เพื่อเปรียบเทียบกับของนักเรียนว่าการทดลองของนักเรียนเป็นอย่างไรนอกจากนี้ครูอาจจะให้ความรู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม

สรุปได้ว่าขั้นตอนการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งกิจกรรมการเรียนการสอนได้เป็น 3 ขั้นคือขั้นอภิปรายก่อนการทดลองขั้นทำการทดลองและขั้นอภิปรายหลังการทดลองซึ่งผู้วิจัยจะได้นำขั้นตอนดังกล่าวมาใช้ในการจัดกิจกรรมของบทปฏิบัติการเรื่องความหลากหลายและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเห็ด สำหรับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6

### 2.3.5 ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังนี้  
 บุญชม ศรีสะอาด (2528, น. 278 - 279) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สามารถจัดกิจกรรมการทดลองให้กับผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม
2. ผู้เรียนสามารถศึกษากิจกรรม วิธีปฏิบัติจากสื่อที่เรียนด้วยตนเอง
3. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นความรู้ และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียน มีทักษะในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ
5. ช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ภัทรา ไชยเวช (เปรมจิตร์ บุญสาย, 2541, น. 153-154) อ้างอิงจาก ภัทรา ไชยเวช, ม.ป.ป. น. 36) ได้กล่าวถึงคุณค่าของการจัดการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เด็กได้รับประสบการณ์ตรงมีโอกาสฝึกทักษะในการทดลองและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ขั้นตอนในการสอนปฏิบัติการ มีแนวโน้มการเตรียมประสบการณ์ตรงมากกว่าวิธีอื่น ๆ
3. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง
4. กิจกรรมในการทดลองหนึ่งๆ สามารถจัดเตรียมได้หลายรูปแบบ เพื่อตอบสนองความสนใจ และความต้องการของนักเรียนได้อย่างทั่วถึง
5. สามารถสร้างให้เด็กได้ค้นพบ การสืบเสาะ โดยที่หลังจากการทดลองแล้ว นักเรียนสามารถวิเคราะห์เหตุผล สมมติฐาน และสรุปอย่างมีเหตุผล
6. เป็นการเตรียมนักเรียนแต่ละคนให้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาทั้งปัญหาเดิม และปัญหาต่อเนื่องจากปัญหาเดิม
7. ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง และจดจำได้นาน
8. เป็นสื่อในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และสามารถนำไปสู่การศึกษาระดับสูงต่อไป
9. ทำให้เด็กมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบุรย์ (2542, น. 171) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
2. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน และได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองเนื่องจากนักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ทำการทดลองโดยได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์เหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปผล และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง

4. ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน

5. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

บุญชม ศรีสะอาด (อ้างถึงใน พรทิพย์ วงษ์นาป่า, 2548, น. 53) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. สามารถจัดกิจกรรมการทดลองให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม
2. นักเรียนสามารถศึกษากิจกรรม วิธีปฏิบัติจากสื่อที่เรียนด้วยตนเอง
3. ช่วยให้นักเรียนสามารถสืบค้นความรู้ และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
4. ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ
5. ช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการหรือการสอนแบบทดลอง มีประโยชน์คือนักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเองสนใจใฝ่หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

## 2.4 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้

ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้จัดเป็นการวัดและประเมินผลในระดับชั้นเรียนที่กำหนดขึ้น ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 โดยผู้วิจัยได้ให้นิยามคำว่า ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ตามแนวคิดของณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542, น. 46-49) ดังนี้

ผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย อันเป็นผลมาจากการใช้สมองรับรู้และขบคิดตามเนื้อหาของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ประกอบด้วยพฤติกรรม 4 ด้าน ได้แก่

1. ความรู้-ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดที่สำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเฉพาะอย่าง (Specific facts)
- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยามทางวิทยาศาสตร์ (Scientific terminologies)
- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (Concept of science)
- 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง (Conventions)

- 1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับชั้น (Trends and sequences)
- 1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนก การจัดประเภท และเกณฑ์ (Classifications, categories, and criteria)
- 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific techniques and procedures)
- 1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ และกฎทางวิทยาศาสตร์ (Scientific principles and laws)
- 1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆหรือแนวคิดที่สำคัญ (Theories or Major conceptual schemes)

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ หรือจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปความรู้ใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่งซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งกว่าความรู้ความจำโดยจำแนกได้ดังนี้

- 2.1 ความสามารถจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ (Identification of knowledge in a new context)
- 2.2 ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง (Translation of knowledge from one symbolic form to another)

3. กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of scientific inquiry) ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยดังนี้

- 3.1 การสังเกตและการวัด (Observing and measuring)
- 3.2 การมองเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญหา (Seeing a problem and seeking ways to solve it)

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและการสรุป (Interpreting data and Formulating generalizations)

3.4 การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองหรือทฤษฎีต่าง ๆ (Building, testing and revising a theoretical model)

4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of scientific knowledge and skills) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา กล่าวได้ว่าการนำความรู้ไปใช้เป็นพฤติกรรมที่ลึกซึ้งที่สุด เพราะเป็นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้นั้นจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจอย่างดีเสียก่อนซึ่งจำแนกเป็นพฤติกรรมย่อย ดังนี้

- 4.1 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน

4.2 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน

4.3 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้เป็นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประกอบด้วยพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1. ด้านความรู้-ความจำ 2. ความเข้าใจ 3. กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ของนักเรียนจากพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง ความหลากหลายและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเห็ด สำหรับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 จำนวน 40 ข้อ แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ (4 ตัวเลือก) ซึ่งผู้วิจัยสร้างแบบ ทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้จากเนื้อหาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทปฏิบัติการ

## 2.5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการคิดเป็นกระบวนการทางปัญญาที่เป็นพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าหมายถึงกระบวนการคิดเป็นกระบวนการทางปัญญาที่เป็นพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ถือปฏิบัติกันมาโดยมีวิธีการอย่างมีระบบในขณะปฏิบัติการย่อมต้องใช้ความคิดควบคู่ไปด้วยซึ่งก่อให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญาสามารถแก้ปัญหา ค้นหาและแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพน่าเชื่อถือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้ร่วมในการค้นคว้าทดลองและใช้แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์และยังสามารถนำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม, 2530 น. 1-8)

### 2.5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความหมายต่างกันหลายประการสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

2.5.1.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นสติปัญญา ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึงทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าทดลองปฏิบัติการเพื่อค้นหาความจริง และพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่างซึ่งในขณะที่ปฏิบัติงานดังกล่าวผู้ทดลองจะใช้ทั้งทักษะในด้านการปฏิบัติและความนึกคิดควบคู่กันไปด้วย (ศศิเกษม ทองยงค์และลีลาสินานุกูล, 2524, น. 76)

2.5.1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึงทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มีโนมติและหลักการช่วยให้การลงข้อสรุปแบบอุปนัยมีความเที่ยงตรงถูกต้องเชื่อถือ

ได้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีตั้งแต่กระบวนการอย่างง่ายไปจนถึงกระบวนการที่ซับซ้อน (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม, 2530, น. 3) (Gagne, 1965, p. 10)

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2542, น. 3) ได้เสนอว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual skill) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่น่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และเป็น 13 ทักษะทักษะที่ 1 - 8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะที่ 9-13 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการ

มีผู้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายคน ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual skills) หรือเป็นทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่น่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ

กุสุมา พันธุ์ไหล (2544) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงพฤติกรรมออกมาเพื่อแก้ปัญหาอย่างคล่องแคล่วและชำนาญในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บุญฤดี แซ่ล้อ (2545, น. 41) ได้กล่าวไว้ว่า การส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนมีแนวทางดังต่อไปนี้

1. ก่อนจะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน ครูผู้สอนควรได้วิเคราะห์ดูว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะใดบ้างที่จะส่งเสริมและพัฒนาให้แก่ผู้เรียน
2. ครูผู้สอนควรจะให้ให้นักเรียนได้ทราบและเข้าใจถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ
3. ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนโดยครูอาจสร้างสถานการณ์ที่ให้นักเรียนมีโอกาสใช้กระบวนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
4. ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีอิสระในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อจะได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมทำกิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกปฏิบัติจริงหรือได้พบสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เป็นจริงและหลากหลาย โอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



บุญร่วม ทุมจีน (2545, น. 22) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าหมายถึงทักษะทางสติปัญญา รวมถึงยุทธวิธีในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักฐานเชิงตรรกะและความสมเหตุ สมผลเชิงตรรกะในการตัดสินใจความชัดเจนในค่านิยมและความปลอดภัย

จุฑามาศ พันธุ์ศรี (254, น. 13) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าหมายถึงกระบวนการคิดเป็นกระบวนการทางปัญญาที่เป็นพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ถือปฏิบัติกันมาโดยมีวิธีการอย่างมีระบบในขณะที่ปฏิบัติการย่อมต้องใช้ความคิดควบคู่ไปด้วยซึ่งก่อให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญาสามารถแก้ปัญหาค้นหาและแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพน่าเชื่อถือซึ่งนักการศึกษาพยายามที่จะปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้แก่นักเรียนเพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้จักแก้ปัญหาตลอดจนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ชุติมา โชติจิรพรธม (2547, น. 13) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติ ผูกฝนกระบวนการทางความคิดในการค้นคว้าหาความรู้ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่ว

วรพงษ์ กาแก้ว (2548, น. 8) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจัดจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายของข้อมูลและการลงสรุป อย่างคล่องแคล่ว

สิวพร สุวรรณเจริญ (2552, อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2546) กล่าวว่าไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางสติปัญญา (intellectual skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่น่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะ หาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ

#### 2.5.1.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นพฤติกรรม

ไพฑูรย์สุขศรีงาม (2530, น. 3) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าหมายถึงทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มนติและหลักการช่วยให้การลงข้อสรุปแบบอุปนัยมีความเที่ยงตรงถูกต้องเชื่อถือได้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรียงลำดับจากกระบวนการที่ง่ายไปถึงกระบวนการที่ซับซ้อน

ภพ เลหาไพบูลย์ (2540, น. 14) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง

นารีลือภูเขียว (2541, น. 18) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าหมายถึงวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาจัดกระทำตรวจสอบและสื่อความหมายหรือความรู้วิธีการที่เรียกว่าวิทยาศาสตร์นี้ได้แก่การสังเกตการวัดการลงความคิดเห็นจากข้อมูลการตั้งสมมติฐานการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปการทำนายการจำแนกการคำนวณการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการการสื่อความหมายข้อมูลการกำหนดและการควบคุมตัวแปรและการทดลอง

เอกวัฒน์ ราชไชย (2545, น. 21) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง กระบวนการคิดเป็นกระบวนการทางปัญญาที่เป็นพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ถือปฏิบัติมาโดยมีวิธีปฏิบัติอย่างมีระเบียบ ในขณะที่ปฏิบัติการย่อมต้องใช้ความคิดควบคู่กันไปด้วย ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาด้านสติปัญญา สามารถแก้ปัญหาค้นหาและแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 76) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา

สิวพร สุวรรณเจริญ (2552) ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะที่ใช้อธิบายทั่วไปของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และมีความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ทักษะเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถขยายแนวความคิดจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ (Small idea) และเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้นเพื่ออธิบายโดยภาพรวม (Big idea) ของปรากฏการณ์ใดๆ ได้อย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ยังต้องทดสอบแนวความคิดภาพรวมที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยวิธีการต่างๆ ด้วย

กล่าวโดยสรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นที่จะนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้ที่มีระเบียบแบบแผนทำให้เกิดความรู้สัจนิรันดร์ และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ

### 2.5.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้มากมายซึ่งขอกกล่าวพอสังเขปดังนี้

สมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของอเมริกา (America Association For the Advancement of Science : AAAS) ได้กำหนดได้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ เป็นทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะและทักษะขั้นผสมผสานหรือทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2540, น. 3-4)

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skills) ได้แก่

1.1 การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ตาหูจมูก ลิ้นและผิวหนังเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลคุณลักษณะหรือรายละเอียดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งที่เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ

1.2 การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่างๆเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งการประมาณค่าที่ควรจะได้

1.3 การใช้จำนวนและตัวเลข (Using Numbers) หมายถึง การนำเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่นความกว้างความยาวสูงพื้นที่ปริมาตรหรือจำนวนของสิ่งของต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้นเช่นการหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน

1.4 การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆโดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกันสัมพันธ์กันหรือต่างกันของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้นๆซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธีทั้งขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

1.5 การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การพูดหรือการแสดงสัญลักษณ์ต่างๆเช่นแผนภูมิสมการกราฟหรือตัวอักษรเป็นต้นเพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือทราบความคิดความรู้สึกต่างๆได้ตามต้องการ

1.6 การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติกับเวลา (Using Space - Time Relationships) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลาหรือมิติกับมิติหรือเวลากับเวลามาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งในที่นี้มีมิติหมายถึงคุณสมบัติเกี่ยวกับ

1.6.1 ความกว้างความยาวความหนาหรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

1.6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติเช่นการหารูปทรงของวัตถุโดยสังเกตจากเงาของวัตถุเมื่อให้แสดงตกกระทบวัตถุในมุมต่าง ๆ กัน

1.6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลาเช่นความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกากับจังหวะการเดินของชีพจร

1.6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลาเช่นการหาดำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

1.7 การสรุปอ้างอิง (Inferring) หมายถึง การอภิปรายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่างๆโดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้ร่วมประกอบกับประสบการณ์เดิม

1.8 การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตน่าจะเป็นอย่างไรโดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกตหรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหรือขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skill) ได้แก่

2.1 การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในรูปที่สังเกตวัดหรือนำมาปฏิบัติการได้และบอกว่าในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีสังเกตหรือวิธีสังเกตหรือวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulating Variables)

2.2.1 การกำหนดตัวแปรหมายถึงการแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม

2.2.2 การควบคุมตัวแปรหมายถึงการพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นจากตัวแปรต้นโดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

2.3 การสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไรเป็นการสรุปของคำอธิบายโดยการอาศัยความสังเกต หรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

2.4 การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting)

2.4.1 การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปของ ตารางข้อความ ข้อความกึ่งตาราง หรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากข้อมูล

2.4.2 การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลผลมาแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

2.5 การออกแบบการทดลอง (Designing and Investigating) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลอง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐานโดยคำนึงถึงนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS) ได้วิเคราะห์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์และจัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท 13 ทักษะได้แก่ (ประสาท เนืองเฉลิม, 2557 อ้างถึงใน จากสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS), 1990)

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจำนวน 8 ทักษะประกอบด้วย

- 1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)
- 1.2 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
- 1.3 ทักษะการวัด (Measuring)
- 1.4 ทักษะการคำนวณ (Using Number)
- 1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

(Space/Space and Space/Time Relationships)

1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communicating)

- 1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)
- 1.8 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated Scientific Process Skills) เป็นทักษะกระบวนการที่ต้องอาศัยการบูรณาการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานซึ่งผู้เรียนควรฝึกฝนให้เกิดความชำนาญมาก่อนจึงจะทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีประสิทธิภาพประกอบด้วย 5 ทักษะดังนี้

2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) การตั้งสมมติฐานเป็นการค้นหาคำตอบล่วงหน้าที่จะทำการทดลองเป็นคำตอบที่รอการพิสูจน์สมมติฐานได้มาโดยอาศัยการสังเกตความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้าสมมติฐานเป็นการคาดเดาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและมักตั้งขึ้นก่อนที่จะมีการดำเนินการทดลองสมมติฐานที่ตั้งขึ้นบอกให้ทราบเกี่ยวกับข้อมูลที่ต้องการรวบรวมความสามารถในการให้คำตอบล่วงหน้าหรือการทำนายผลล่วงหน้าในสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่เคยรู้มาก่อนได้อย่างเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ทดสอบได้ต้องอาศัยหลักการและเหตุผลที่ได้เรียนรู้มาช่วยตั้งสมมติฐานซึ่งเป็นเครื่องมือกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลอง

โดยกล่าวไว้เป็นข้อความที่บ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบผลได้ก็ต่อเมื่อมีการพิสูจน์ทดลองเพื่อหาคำตอบมาสนับสนุนสมมติฐานหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้เมื่อตั้งสมมติฐานแล้วก็ต้องมีการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานถ้าข้อมูลที่ได้มีผลตรงกันข้ามกับสมมติฐานสมมติฐานนั้นก็จะได้รับการยกเลิกไป แต่ถ้าหากข้อมูลสนับสนุนเพียงบางส่วนสมมติฐานก็จะได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วนำมาทดลองในครั้งต่อไปถ้าสมมติฐานที่ได้รับการทดลองยืนยันว่าเป็นความจริงแล้วก็อาจกลายเป็นหลักการกฎหรือทฤษฎี

การตั้งสมมติฐานสิ่งที่ควรคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐานคือการบอกชื่อตัวแปรต้นซึ่งอาจจะส่งผลต่อตัวแปรตามการตั้งสมมติฐานผู้เรียนต้องทราบตัวแปรเช่นมีตัวแปรอะไรบ้างที่มีผลต่อ

การสูญเสียพันธุ์ของมนุษย์ตัวแปรจึงเกี่ยวข้องกับทั้งมนุษย์และสภาพแวดล้อมเมื่อผู้เรียนบอกตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีอยู่แล้วก็สามารถตั้งสมมติฐานเพื่อทำการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนทราบว่าควรออกแบบการทดลองอย่างไรการตั้งสมมติฐานจึงเป็นการแสดงให้ทราบว่าตัวแปรใดจะเป็นตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระตัวแปรใดจะเป็นตัวแปรตามและตัวแปรใดจะเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุม

2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นความสามารถในการกำหนดความหมายของคำหรือข้อความต่างๆ หรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตามในสมมติฐานให้สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่งเช่นการสังเกตหรือการวัดโดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

ตัวอย่างเช่น ก. คนหุ่นดีคือคนสูงมากและมีน้ำหนักพอดี

ข. คนหุ่นดีคือคนที่มีความสูงระหว่าง 175-185 เซนติเมตรและมีน้ำหนักระหว่าง 65-76 กิโลกรัม

จะเห็นได้ว่านิยาม ข. เป็นนิยามเชิงปฏิบัติการเพราะตรวจสอบได้ง่ายโดยการชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่งวัดความสูงได้ด้วยไม้เมตรส่วนนิยาม ก. เป็นเพราะ “หุ่นดี” ตรวจสอบได้ยากการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจะแตกต่างกันกับการกำหนดนิยามทั่ว ๆ ไปเพราะการกำหนดนิยามทั่วไปเป็นการให้ความหมายของคำหรือข้อความกว้าง ๆ ส่วนการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นการกำหนดความหมายให้เข้าใจตรงกันสามารถสังเกตและวัดได้ในสถานการณ์นั้น ๆ ลองพิจารณานิยามต่อไปนี้

ก. นิยามทั่วไปออกซิเจนหมายถึงธาตุชนิดหนึ่งมีสถานะเป็นก๊าซมีน้ำหนักอะตอม 16 และมีเลขอะตอมเป็น 8

ข. นิยามเชิงปฏิบัติการออกซิเจนหมายถึงก๊าซที่ช่วยให้ติดไฟเมื่อนำรูปที่ติดไปเป็นถ่านแดงแห้งลงไปในกระบอกเก็บก๊าซออกซิเจนจะเกิดเป็นเปลวไฟขึ้น

จะเห็นได้ว่านิยาม ก. ทดสอบได้ยากส่วนนิยาม ข. ทดสอบได้ง่ายดังนั้นการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจึงมีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันสามารถสังเกตหรือตรวจสอบได้ง่ายการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้นอาจมีคำหรือข้อความในสมมติฐานที่มีความหมายได้หลายอย่างทำให้เข้าใจไม่ตรงกันและอาจสังเกตวัดหรือตรวจสอบได้ยากจึงจำเป็นต้องกำหนดความหมายของคำหรือข้อความนั้นให้สามารถเข้าใจตรงกันได้และสามารถสังเกตหรือตรวจสอบได้ง่ายซึ่งเป็นการจำกัดขอบเขตของการศึกษาทดลอง

2.3 ทักษะการกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดและควบคุมตัวแปรเป็นความสามารถในการชี้บ่งหรือกำหนดสิ่งที่เป็นตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมตัวแปรเป็นสิ่งที่แปรเปลี่ยนค่าได้เช่นอายุความสูงน้ำหนักอุณหภูมิระดับการศึกษา เป็นต้นซึ่งตัวแปรที่มี 3 ประเภทได้แก่

2.3.1 ตัวแปรต้น (Independent Variable) หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลต่างๆหรือสิ่งที่ต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่เป็นตัวแปรที่เป็นต้นเหตุให้คาดว่าทำให้ผลออกมาต่างกัน

2.3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้นเมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

2.3.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variable) หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนเป็นสิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันและเพื่อให้แน่ใจว่าผลการทดลองเกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

ตัวอย่างเช่นดินอะไรปลูกต้นลิลาวดีได้ดีที่สุด? ผู้เรียนสามารถออกแบบการทดลองโดยการนำกิ่งลิลาวดีจากต้นเดียวกันปลูกลงในกระถางที่มีขนาดเท่ากันโดยแยกใส่ดินให้ต่างกันชนิดละ 3 กระถางแล้วสังเกตการณ์เจริญเติบโตที่คาดว่าจะแตกต่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องคือลิลาวดีกระถางดินปุ๋ยการดูแลรักษาสถานที่และระยะเวลาดังนั้นจึงต้องกำหนดและควบคุมตัวแปรโดยกำหนดตัวแปรต้นคือชนิดของดินตัวแปรตามคือการเจริญเติบโตของต้นลิลาวดีและตัวแปรควบคุมคือกิ่งลิลาวดีกระถางน้ำปุ๋ยการดูแลรักษาสถานที่และระยะเวลาที่ทดลองตัวแปรทั้งสามนี้ย่อมมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละการศึกษาค้นคว้าทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การจะบ่งชี้ว่าอะไรเป็นตัวแปรต้นตัวแปรตามหรือตัวแปรที่ต้องควบคุมอาจไม่มีข้อกำหนดตายตัวแน่นอนแต่จะเน้นให้ความสำคัญกับการออกแบบการทดลองเพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อสรุปของวัตถุประสงค์

## 2.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

การทดลองเป็นกระบวนการการปฏิบัติเพื่อพิสูจน์คำตอบจากสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้การทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

2.4.1 การออกแบบการทดลอง (Experimental Design) เป็นการวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีการดำเนินการทดลองซึ่งสัมพันธ์กับการกำหนดและควบคุมตัวแปรรวมถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลองการออกแบบการทดลองเป็นการวางแผนการทดลองจะช่วยบอกวิธีการทดลองให้รู้ว่าจะทำการทดลองหรือปฏิบัติอย่างไรจะเลือกอุปกรณ์เครื่องมือวัสดุหรือสารเคมีที่จะใช้ทดลองให้รู้ว่าจะต้องใช้อะไรจำนวนเท่าไรและใช้อย่างไรการออกแบบการทดลองที่ดีต้องสามารถทดลองได้สะดวกปลอดภัยรวดเร็วเที่ยงตรงประหยัดและเห็นผลได้อย่างชัดเจนก่อนที่ผู้เรียนจะออกแบบการทดลองผู้เรียนต้องรู้ว่าตัวแปรในการทดลองของผู้เรียนคืออะไรสมมติฐานข้อใดที่ต้องการทดสอบคำถามเหล่านี้จะหาคำตอบได้โดยการวิเคราะห์การทดลองมีหลายตัวแปรซึ่งอาจส่งผลต่อผลที่ได้จากการทดลองและก็มีหลายตัวแปรที่ผู้ทำการทดลองไม่ได้สนใจในช่วงเวลานั้น

ตัวอย่างสมมติฐานเช่นเมื่อพืชได้รับแสงมากขึ้นพืชเจริญเติบโตมากขึ้นผู้เรียนสามารถทำการทดลองได้โดยปลูกพืชในที่ที่มีแสงและปลูกในที่มืดสลัวอย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการทดลองอาจจะ

ไม่มีความหมายถ้าปริมาณน้ำที่พืชแต่ละต้นที่ได้รับไม่เท่ากันหรือต่างปลูกในดินที่ต่างชนิดกันเพื่อที่จะให้ผลที่เกิดขึ้นมาจากตัวแปรนั้นจริง ๆ จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรอื่น ๆ เพื่อไม่ให้มีผลต่อการทดลอง

#### 2.4.2 การปฏิบัติการทดลอง (Experimentation)

เป็นการลงมือปฏิบัติการทดลองจริงและใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมซึ่งจะต้องใช้ทักษะด้านอื่นๆประกอบอีกมากเช่นทักษะการวัดทักษะการสังเกตทักษะการใช้เครื่องมือต่างๆเป็นต้นการทดลองแต่ละครั้งจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งสามารถที่จะบอกชนิดของตัวแปรในการทดลองได้ว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรตามตัวแปรอิสระหรือตัวแปรควบคุม

2.4.3 การบันทึกผลการทดลอง (Recording) เป็นการจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งเป็นผลของการสังเกตการวัดและอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องการบันทึกผลการทดลองอาจจะอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้งพร้อมทั้งแสดงตำแหน่งค่าของตัวแปรบนกราฟได้อย่างถูกต้องการบันทึกผลการทดลองเป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องจากการปฏิบัติการทดลองเมื่อผู้ทดลองได้สังเกตได้วัดปริมาณได้นับจำนวนหรือได้ให้คะแนนอย่างไรก็บันทึกผลตามนั้นลงในแบบบันทึกผลที่ได้เตรียมไว้ซึ่งแบบบันทึกนี้จัดเป็นวัสดุอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ต้องเตรียมไว้

#### 2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

การตีความหมายข้อมูลเป็นการบรรยายถึงลักษณะหรือปริมาณหรือส่วนประกอบของข้อมูลที่มีอยู่เช่นตารางแผนภูมิกราฟให้เข้าใจได้ชัดเจนการตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆเช่นการสังเกตการใช้ตัวเลขเป็นต้นการลงข้อสรุปเป็นการบอกผลรวมของข้อมูลทั้งหมดหรือสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ให้เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงตามที่แสดงไว้

การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปเป็นความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำและจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายสามารถบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ และสรุปความสัมพันธ์ไว้ในรูปกราฟตารางภาพประกอบ ฯลฯ ได้อย่างถูกต้องชัดเจนรวมทั้งบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติ

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ซึ่งนักศึกษาพยายามที่จะนำทักษะกระบวนการเหล่านี้มาปลูกฝังให้นักเรียนทั้งระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และระดับอุดมศึกษา สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น ได้ยึดทักษะตามแนวของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าวิทยาศาสตร์แห่งอเมริกา (AAAS) ซึ่งกำหนดทักษะกระบวนการไว้ 13 ทักษะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ 5 ทักษะ



ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการกำหนดตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละขั้นตอนสามารถฝึกฝนได้ ฉะนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นที่จะต้องปลูกฝังให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ก็สามารถที่จะให้ผู้เรียนเกิดทักษะขั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) ทักษะการกำหนดการนิยามเชิงปฏิบัติ (Defining Operationally) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling) ทักษะการทดลอง (Experimenting) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

## 2.6 ทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

การปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 22 ให้ความสำคัญการจัดการศึกษาโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นให้นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติจริง ดังนั้น การประเมินผลจึงต้องเปลี่ยนแปลงใหม่ให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ตามสภาพที่แท้จริง (Authentic learning) ไม่ควรประเมินโดยการทดสอบเพื่อวัดความจำของนักเรียน แต่ต้องเปลี่ยนเป็นการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) ซึ่งเป็นการประเมินที่ดำเนินการควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สามารถกำหนดวิธีการและเครื่องมือสำหรับวัดและประเมินผลภายใต้กรอบของจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สำคัญ ได้แก่ การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ และการประเมินคุณภาพของชิ้นงาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เน้นให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมพัฒนาการเรียนการสอนด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และการประเมินผลให้สอดคล้องกันในการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง ตามแนวทางการปฏิรูปการศึกษาในด้านการปฏิรูปหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอน ดังนั้นผู้วิจัยนำเสนอเกี่ยวกับความหมายของการวัดการปฏิบัติ พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติ ประเภทของการวัดการปฏิบัติ หลักการวัดการปฏิบัติ การพัฒนาเครื่องมือวัดการปฏิบัติ เกณฑ์การวัดการปฏิบัติ ความเที่ยงตรงของการวัดการปฏิบัติ ความเชื่อมั่นของการวัดการปฏิบัติ ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 2.6.1 ความหมายของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติ

แบบทดสอบวัดการปฏิบัติเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียนในการทำงานได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย หรือเป็นการทดสอบเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำ ได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านให้ความหมายของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติไว้ดังนี้

แบบทดสอบวัดการปฏิบัติ หมายถึง การทดสอบเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวหรือการตอบสนอง ที่เป็นการกระทำของผู้สอน โดยปกติแล้วการทดสอบจะเกิดขึ้นได้ต้องให้ผู้สอบอยู่ในสถานการณ์จริง หรือคล้ายของจริงมากที่สุด โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ (กรมวิชาการ, 2535, น. 1-16, อ้างอิงมาจาก Marshall, 1971, น. 135)

1. แบบทดสอบวัดการปฏิบัติที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมอง
2. แบบทดสอบวัดการปฏิบัติที่เกี่ยวกับความสามารถในการใช้เครื่องจักร และเครื่องมือต่าง ๆ มาประกอบในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งให้บังเกิดผล
3. แบบทดสอบวัดการปฏิบัติที่ได้กำหนดให้เกิดการทำงานของสถานการณ์จำลอง ซึ่งเป็นการเขียนข้อสอบที่จะต้องเลือกสถานการณ์จำลองข้อความหรือภาพมา โดยผู้ออกข้อสอบจะต้องถามล่วงหน้าเฉพาะสถานการณ์จะต้องชี้แนะผู้สอบให้เข้าใจว่าการตอบแต่ละข้อใช้สถานการณ์ที่ให้เป็นหลัก หลักการถามควรเป็นข้อเท็จจริงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ หัวใจของเรื่องจุดมุ่งหมายของผู้เขียน ทศนคติ หรืออุดมการณ์ของผู้เขียนตลอดจนการวิพากษ์วิจารณ์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2531, น. 87)

Thorndike (1971, p. 238) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดการปฏิบัติ (Performance test) บางครั้งก็ถูกนำมาใช้ในความหมายของแบบทดสอบอาชีพ (Trade test) แบบทดสอบจะถูกใช้เพื่อประเมินความสามารถในทางอาชีพของช่างฝีมือ เช่น ช่างเครื่อง ช่างก่ออิฐ หรือช่างประปา

Erickson (1976, p. 69) ได้ให้ความหมายการวัดการปฏิบัติมีเป้าหมาย 3 ประการ ดังนี้

1. มีทักษะหรือผลผลิต
2. มีเงื่อนไข
3. มีเกณฑ์

Mehren and Lehmann (1984, p. 206) ให้ความหมายของการวัดการปฏิบัติได้อย่างกว้างขวางว่า แบบทดสอบวัดการปฏิบัติโดยทั่วไปจะเป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะใดลักษณะ 1 ใน 3 แบบ คือ

1. แบบทดสอบการจำได้ (Recognition Tests) ความหมายของแบบทดสอบลักษณะเฉพาะของผลผลิตและการปฏิบัติได้หรือไม่หรือความสามารถในการจำแนกแยกแยะ
2. แบบทดสอบภายใต้สภาวะการณ์ที่จำลองขึ้นมา (Tests Under Simulated conditions) เช่น การฝึกบินของนักบินภายใต้อุปกรณ์ฝึกภาคสนามสำหรับนักบิน
3. แบบทดสอบตัวอย่างงาน (Work Sample Tests) เป็นแบบทดสอบที่เชื่อถือได้และสมเหตุสมผลมากที่สุดเพราะ ผู้เข้าสอบจะกระทำการผลิตบางอย่างแท้จริง

ไพศาล หวังพานิช (2526, น. 89) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การวัดการปฏิบัติ คือ ความสามารถในการปฏิบัติ เป็นการวัดที่ให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมด้วยการกระทำ โดยถือว่าการปฏิบัติเป็น

ความสามารถในการผสมผสานหลักการ วิธีการต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะของผู้เรียน

เขียน ไชยศร (2529, น. 37) ได้ให้ความหมายของการวัดการปฏิบัติว่า เป็นการวัดความสามารถของบุคคลในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยบุคคลนั้นได้ลงมือปฏิบัติการจัดกระทำ ซึ่งมีการเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่อยู่ในลักษณะของรูปธรรม โดยทางกายหรือการรับรู้ทางประสาทสัมผัส

สมศักดิ์ สินธุระเวช (2530, น. 97) ให้ความหมายของการวัดการปฏิบัติว่า การวัดการปฏิบัติอาจเริ่มตั้งแต่การทดสอบทางด้านความรู้ ความคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติจนกระทั่งให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง ดังนั้นการวัดการปฏิบัติจึงเป็นการเลียนแบบชีวิตจริงในระดับต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณความเป็นจริงที่กำหนดขึ้น การวัดการปฏิบัติอาจจะมีวัตถุประสงค์หรือผลงานหรือทั้งสองประการ

สุนันท์ ศลโกสุม (2534, น. 65) กล่าวว่า การวัดการปฏิบัติเป็นการทดสอบเพื่อพิจารณาความสามารถในการทำงานได้ตามจุดมุ่งหมาย (Manipulate objective) หรือเป็นการทดสอบเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพ (Efficient) และประสิทธิผล (Effect) ที่เกิดขึ้นจากการกระทำหรือจากสถานการณ์ที่ได้กำหนดขึ้น

สมนึก ภัททิยธนี (2544, น. 50) ให้ความหมายของการวัดการปฏิบัติไว้ว่า เป็นการวัดผลงานที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติซึ่งสามารถวัดได้ทั้งกระบวนการและผลงาน ในสภาพตามธรรมชาติ (สถานการณ์จริง) หรือในสภาพที่กำหนดขึ้น (สถานการณ์จำลอง)

จากความหมายของการวัดการปฏิบัติดังกล่าวพอสรุปความหมายของการวัดการปฏิบัติได้ว่าการวัดการปฏิบัติเป็นการวัดความสามารถในการปฏิบัติหรือการทำงานของผู้เรียนมีการผสมผสานหลักวิธีการต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะอย่างใดอย่างหนึ่งของผู้เรียน ให้ลงมือปฏิบัติซึ่งสามารถวัดได้ทั้งกระบวนการและผลงาน โดยใช้พื้นฐานความรู้ ความคิดและประสบการณ์ภายใต้สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

## 2.6.2 พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติ

พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติ เป็นเรื่องเกี่ยวกับการกระทำอย่างมีทักษะในการดำเนินการเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนได้กล่าวไว้ดังนี้

สมศักดิ์ สินธุระเวช (2530, น. 100) กล่าวว่า การเรียนรู้ในด้านการปฏิบัติจริงมีระดับความเป็นจริงสูงสุด นักเรียนจะต้องแสดงตัวอย่างของงานภายใต้สถานการณ์จริง เช่น การมีเครื่องหมายจราจรต่าง ๆ มีเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ติดไฟแดง ขึ้นสะพาน โดยนักเรียนจะต้องแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาที่เผชิญหน้าได้ การปฏิบัติงานจริงยังนำมาใช้กับงานเชิงธุรกิจและงาน

อุตสาหกรรม โดยกำหนดตัวอย่างให้ทำ เช่น กำหนดให้นักเรียนทำงานเป็นโครงการโดยมีขั้นตอน เหมือนกับงานจริง ๆ และแสดงออกด้วยการปฏิบัติสถานการณ์จริง

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2536, น. 286) กล่าวว่า การเรียนในการปฏิบัติจริง นั้นเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถสนองจุดประสงค์ในหลักสูตรได้ทันที โดยมอบหมายให้ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงหลังจากที่ได้ทำความเข้าใจจุดประสงค์และมีความรู้พื้นฐานในการปฏิบัติจริง แล้ว หรือจะกล่าวให้เข้าใจง่ายขึ้นอีกว่าการเรียนในการปฏิบัติจริง คือ การให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเองอย่างจริงจัง

กิจกรรมการเรียนการสอนในการปฏิบัติจริงที่มีอยู่จำนวนมาก เช่น การศึกษาค้นคว้า การศึกษานอกสถานที่ การรายงาน การอภิปราย การทดลอง การเลียนแบบ การแสดงบทบาทสมมติ การแสดงละคร การสาธิต การจัดนิทรรศการ และการซักถาม

การเรียนรู้ในด้านการปฏิบัติจริง มีวิธีการ และการดำเนินงานที่เป็นพฤติกรรมการณ์ เรียนรู้จำแนกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมการปฏิบัติจริง โดยผู้สอนจะต้องปรึกษา และซักถามให้ผู้เรียนได้เข้าใจ เหตุผลก่อนลงมือปฏิบัติจริงโดย

1.1 เสนอเรื่องที่จะต้องปฏิบัติจริงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตรโดยคำนึงถึง ความเป็นไปได้ ความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น และความเป็นอยู่ในสังคมนั้น ๆ ด้วย

1.2 ผู้สอนจัดการเรียนการสอนตามแผนการสอน โดยอาจสาธิตและให้ผู้เรียนได้ ปฏิบัติการทดลอง หรือทดลองเป็นตัวอย่างก่อนลงมือปฏิบัติจริงก็ได้

1.3 ผู้สอนและผู้เรียนจัดหาสื่อการเรียนการสอนและฝึกฝนให้ผู้เรียนใช้ได้อย่าง ถูกต้อง ตามลำดับขั้นตอนด้วย

2. การนำเข้าสู่การปฏิบัติจริง โดยผู้สอนจะเสนอเงื่อนไขในการปฏิบัติจริงและผู้เรียน ทบทวนจุดประสงค์และขั้นตอนการปฏิบัติจริง โดยแบ่งกลุ่มและต้องลงมือปฏิบัติจริงได้ตามความ เหมาะสม

3. การลงมือปฏิบัติจริง ผู้เรียนทุกกลุ่มต้องลงมือปฏิบัติจริง หลังจากนั้นทั้งผู้เรียนและ ผู้สอนจะต้องมีการตรวจสอบผลการปฏิบัติจริงที่ยังบกพร่อง เพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับแก้ไขได้อย่างถูกต้อง

4. การสรุปและประเมินผลในการปฏิบัติจริง โดยผู้เรียนจะเสนอผลการปฏิบัติจริงต่อ สมาชิกเป็นระยะ ๆ จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนจะพิจารณาสรุปผลการปฏิบัติจริงแล้วอภิปรายและ ประเมินผลโดยให้ผู้เรียนที่ถูกประเมินทราบ เพื่อปรับปรุงและตั้งคณะกรรมการประเมินก็ได้ แต่ทั้งนี้ ควรมีแบบฟอร์มสำหรับการบันทึกไว้เป็นหลักฐานการปฏิบัติจริงของแต่ละบุคคลแล้วนำเอาจุดเด่น ออกมาเผยแพร่ ซึ่งพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ในการปฏิบัติจริงนี้สำคัญอย่างยิ่งควรจัดให้กับผู้เรียนในทุก เนื้อหาให้มากที่สุด

จากพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติจริงตามที่กล่าวมาแล้วนั้น ปรากฏว่า สอดคล้องกับ แนวการจัดการเรียนการสอน ตามแนวทางการปฏิรูปการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาแห่งชาติ ได้กำหนดว่า การยกระดับมาตรฐานการเรียนการสอนทุกระดับชั้นเน้นให้นักเรียน ปฏิบัติจริง การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนสำหรับให้นักเรียนได้ปฏิบัติรวมทั้งการใช้ห้องปฏิบัติการ ทางภาษา ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ในระดับประถมศึกษาและ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เมื่อวิเคราะห์พฤติกรรมหรือกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนตามแนวนโยบายดังกล่าว จะเห็นว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการเรียนการสอนและสอดคล้องกับ หลักการและจุดหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยคำว่า กระบวนการ หมายถึง การดำเนินงานเป็นขั้นตอนนำไปสู่ผลที่ต้องการ โดยกระบวนการดังกล่าวมีลักษณะดังนี้ คือ

1. จัดกิจกรรมการเตรียมการสอนให้เป็นกระบวนการ มีขั้นตอนต่าง ๆ ให้เด็กได้ แสดงออกหรือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้หลังจากได้ปฏิบัติกิจกรรมนั้น

2. พัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความสามารถเชิงกระบวนการ คือ การปลูกฝังให้เด็กมีความสามารถในการปฏิบัติเป็นขั้นตอนติดตัวไปใช้ในชีวิตจริง

ผลที่เกิดจากการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ คือ ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ อย่างมีจุดมุ่งหมายที่ผ่านทางระบบต่าง ๆ ของร่างกาย โดยการสังเกต อ่าน ฟัง คิด ซักถาม ตอบ คำถาม อภิปราย การทดลอง เขียนและลงมือปฏิบัติจริง โดยจะมีผลจากการปฏิบัติจริงที่เกิดขึ้น คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเกิดคุณสมบัติด้านความรู้ ความคิด ความพอใจ โดยกระบวนการทำหน้าที่ 2 ประการ คือ เป็นกิจกรรมที่นำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ที่หลักสูตรต้องการเป็นคุณสมบัติที่นักเรียนจะสามารถ นำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในชีวิตจริงของนักเรียนได้ (มะลิ ตุ่มบุตร, 2536, น. 14-15 ; อ้างถึงใน กรมวิชาการ, 2534, น. 4) ซึ่งกระบวนการที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติ จริง คือ ทักษะกระบวนการ (9 ประการ) ที่มีการประยุกต์จากกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้มีความ เหมาะสมในการนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยกระบวนการ 9 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

1. ตระหนักในปัญหาและความจำเป็น
2. คิดวิเคราะห์วิจารณ์
3. สร้างทางเลือกอย่างหลากหลาย
4. ประเมินและเลือกทางเลือก
5. กำหนดและลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ
6. ปฏิบัติด้วยความชื่นชม
7. ประเมินระหว่างปฏิบัติ

8. ปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่เสมอ

9. ประเมินผลรวมเพื่อให้เกิดความภาคภูมิใจ

**ขั้นที่ 1** ตระหนักในปัญหาและความจำเป็น

คนเราจะเริ่มคิดเมื่อเห็นว่าเป็นปัญหาและมีความจำเป็น ซึ่งจะเกิดจากการพบเห็น การได้ยิน ได้ฟัง การกระทำ หรือเหตุการณ์ที่ประสบกับตนเองในรูปแบบต่าง ๆ การเรียนการสอนจะทำให้ผู้เรียนรู้จักคิดเอง เห็นปัญหาความจำเป็นด้วยตนเองนั้น ครูผู้สอนอาจจัดกิจกรรมได้หลายอย่าง เช่น ครุณาอภิปราย และซักถาม จัดนิทรรศการหรือนำไปดูเหตุการณ์นั้นโดยตรง

**ขั้นที่ 2** คิดวิเคราะห์วิจารณ์

เมื่อเห็นปัญหาและความจำเป็นแล้วก็ต้องมีการวิเคราะห์ในด้านความเป็นมา ความเป็นเหตุเป็นผล โดยเฉพาะสาเหตุที่ทำให้เกิดสิ่งนั้น ครูผู้สอนอาจใช้วิธีการอภิปรายซักถามให้ผู้เรียนช่วยกันออกความคิดเห็นแล้วบันทึกสาระไว้ ซึ่งถือได้ว่าขั้นนี้เป็นสาเหตุแห่งปัญหา หรือความจำเป็นของเรื่องนั้น ๆ

**ขั้นที่ 3** สร้างทางเลือกอย่างหลากหลาย

เมื่อรู้สาเหตุความเป็นปัญหาแล้วจะต้องมีการคิดค้นวิธีการต่าง ๆ เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาหรือสนองความจำเป็นนั้น ครูผู้สอนอาจใช้วิธีอภิปราย ซักถามกระตุ้นให้ผู้เรียนช่วยกันคิด โดยคิดหาทางเลือกหลายทางซึ่งอาจเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่มได้

**ขั้นที่ 4** ประเมินและเลือกทางเลือก

ในขั้นนี้ครูผู้สอนจะต้องฝึกให้ผู้เรียนรู้จักประเมินทางเลือกและตัดสินใจเลือกทางเลือก เพื่อนำไปปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนนำทางเลือกแต่ละทางมาพิจารณาร่วมกันถึงความเป็นไปได้ ผลดี ผลเสีย อุปสรรค และแรงสนับสนุน ความเหมาะสมที่จะดำเนินการเมื่อประเมินทุกทางแล้ว ให้ผู้เรียนตัดสินใจเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่ง หรือหลายทางประกอบกัน เพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติในชีวิตจริง

**ขั้นที่ 5** กำหนดและลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ

ครูจะต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนรู้จักวางแผนในการทำงานโดยให้ผู้เรียนนำทางเลือกนั้นมาทำการวางแผน โดยเริ่มจากการทวนปัญหา สาเหตุ กำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดวิธีการดำเนินงาน กำหนดกิจกรรม จัดลำดับกิจกรรมในการดำเนินงานทั้งขั้นเตรียมการ ขั้นดำเนินงานจนถึงขั้นติดตาม ประเมินผล ซึ่งอาจใช้วิธีการตั้งหัวข้อหรือแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ช่วยกันติดตามหัวข้อที่ได้วางแผนไว้แล้ว

**ขั้นที่ 6** ปฏิบัติด้วยความชื่นชอบ

เมื่อผู้เรียนได้กำหนดแผนในการดำเนินการไว้เรียบร้อยแล้ว ก็ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติไปตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ภายใต้การแนะนำควบคุมดูแลของครูผู้สอนอย่างใกล้ชิด เพื่อสร้างกำลังใจหรือความพึงพอใจในการปฏิบัติงานให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

### ขั้นที่ 7 ประเมินระหว่างปฏิบัติ

ในระหว่างการดำเนินงานนั้นครูผู้สอนจะต้องคอยดูแลช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดพิจารณา ประเมินผลงานการปฏิบัติงานอยู่ตลอดเวลา เมื่อเกิดปัญหาหรืออุปสรรคระหว่างการปฏิบัติก็ให้ช่วยกันคิด หาวิธีการปรับปรุงและพัฒนางานเพื่อให้เกิดความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของงานที่ตั้งไว้

### ขั้นที่ 8 ปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่เสมอ

เมื่อผู้เรียนได้คิดหาวิธีการแก้ปัญหา อุปสรรคและการพัฒนาตามแนวทางที่ผู้เรียนได้กำหนดไว้ ครูผู้สอนจะเป็นที่ปรึกษาคอยให้ข้อมูลย้อนกลับหรือเสริมแรงตามความเหมาะสม โดยจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ไขปัญหาและพัฒนาตามแนวทางด้วยตนเอง

### ขั้นที่ 9 ประเมินผลรวมเพื่อให้เกิดความภาคภูมิใจ

เมื่อการปฏิบัติงานสิ้นสุดลงแล้วก็ต้องมีการประเมินผลรวมและสรุปผลการดำเนินงานตามแผนงานที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของงานที่ได้กำหนดไว้ โดยครูผู้สอนอาจเป็นผู้ประเมินผลรวมหรือให้ผู้เรียนประเมินตนเอง หรือให้กลุ่มประเมินหรือใช้วิธีการประเมินหลายวิธีร่วมกันก็ได้ สิ่งที่สำคัญในขั้นตอนนี้คือ ผู้เรียนได้ทราบผลการปฏิบัติงานที่ผ่านมาซึ่งผลสำเร็จของงานนั้นสร้างความภาคภูมิใจให้แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับวิธีการในการดำเนินชีวิตของนักเรียน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ถ้าเนื้อหาใดมีจุดประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานหรือปฏิบัติสามารถกำหนดภาระงานให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เมื่อกำหนดภาระของงานได้ก็สามารถใช้ทักษะกระบวนการให้ครบวงจรได้ หรือถ้าบทเรียนนั้นมีเนื้อหาส่วนหนึ่งส่วนใดไม่สามารถกำหนดให้เป็นภาระงานได้ หรือไม่ใช่เป็นบทเรียนที่เกี่ยวกับการปฏิบัติก็ไม่จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการให้ครบวงจร ซึ่งการวัดและประเมินกระบวนการทำงานนั้นก็จะต้องกำหนดพฤติกรรมที่บ่งชี้ให้สอดคล้องกับทักษะกระบวนการดังกล่าวด้วย ซึ่งพฤติกรรมที่บ่งชี้ตามทักษะกระบวนการดังกล่าว มีดังนี้

1. ตระหนักในปัญหาและความจำเป็น มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ดังนี้
  - 1.1 ระบุประเด็นปัญหา ข้อสงสัยที่ควรหาคำตอบ
  - 1.2 อธิบายคุณประโยชน์หรือโทษจากปรากฏการณ์หรือของกระทำ
  - 1.3 บอกผลที่ตามมา
2. คิดวิเคราะห์วิจารณ์อย่างเป็นระบบ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ดังนี้
  - 2.1 บอกความแตกต่าง ความคล้ายคลึง
  - 2.2 บอกสาเหตุและบอกผลที่ตามมา
  - 2.3 บอกองค์ประกอบย่อย จัดลำดับความสำคัญ
  - 2.4 จัดประเภท อุปมาอุปมัย สรุปเป็นความคิดรวบยอด หลักการ กฎเกณฑ์

- 2.5 ระบุจุดเด่น จุดด้อย พร้อมด้วยหลักฐานและเหตุผล
3. สร้างทางเลือกอย่างหลากหลาย มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ดังนี้
- 3.1 จุดประสงค์ที่กำหนดสามารถบอกแนวทางได้หลายแนวทางที่จะนำไปสู่จุดประสงค์ดังกล่าว
- 3.2 ระบุส่วนดีส่วนเสียได้หลายแง่มุม
- 3.3 นำสิ่งที่กำหนดมาจัดรูปแบบได้หลายอย่าง
- 3.4 ปรับเปลี่ยนความเชื่อ ความรู้ไปตามข้อมูลที่มีเหตุผลที่ดีกว่า
4. ประเมินและเลือกทางเลือก มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ดังนี้
- 4.1 จากทางเลือกต่าง ๆ สามารถบอกจุดเด่นและจุดอ่อนของแต่ละทางเลือกได้
- 4.2 จากเงื่อนไข ปัจจัยและความสามารถที่มีอยู่ สามารถระบุทางเลือกที่เหมาะสมได้
- 4.3 เปรียบเทียบทางเลือกโดยบอกข้อจำกัด ปัจจัยและผลดีของแต่ละทางเลือกได้
- 4.4 ระบุทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด มีข้อจำกัดน้อย ปัจจัยมากและได้ผลสูง
5. กำหนดและลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ดังนี้
- บอกจุดมุ่งหมาย ลำดับขั้นตอนไปสู่จุดมุ่งหมาย ระบุกิจกรรม เวลา และวิธีปฏิบัติแต่ละขั้นได้
6. ปฏิบัติด้วยความชื่นชม มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ ดังนี้
- 6.1 บอกสิ่งที่จะต้องใช้ในการปฏิบัติได้
- 6.2 ระบุเทคนิควิธีการปฏิบัติได้
- 6.3 ลงมือปฏิบัติตามแผนการที่วางไว้ได้
- 6.4 เมื่อมีโอกาสจะรีบทำให้สำเร็จเสมอ โดยไม่ต้องมีใครบังคับหรือขัดข้อง
7. ประเมินระหว่างปฏิบัติ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ ดังนี้
- 7.1 ระบุข้อดี ข้อบกพร่องของการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน
- 7.2 ระบุสาเหตุที่ทำให้ไม่ได้ผลตามที่ต้องการในแต่ละขั้นตอน
- 7.3 ระบุสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข
8. ปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่เสมอ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ ดังนี้
- 8.1 ระบุสิ่งที่ควรปรับปรุง ถ้าการปฏิบัติงานยังไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร
- 8.2 ระบุวิธีการแก้ไขปรับปรุงในส่วนที่บกพร่องนั้น
- 8.3 ระบุความรู้หรือแหล่งข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงการปฏิบัติ งานได้
- 8.4 ปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ต่างจากเดิมในขั้นตอนที่เห็นว่าบกพร่อง
- 8.5 ตรวจสอบได้ด้วยตนเองว่า ผลการปรับปรุงเป็นที่น่าพอใจดีขึ้นกว่าเดิมได้ถูกต้องเหมาะสม



## 9. ประเมินผลรวมเพื่อให้เกิดความภาคภูมิใจ มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ ดังนี้

### 9.1 ระบุสิ่งที่ทำได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

### 9.2 บอกผลดี คุณประโยชน์ ความสำคัญของสิ่งที่ทำให้สำเร็จ

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการจะช่วยเป็นการฝึกฝน สร้างเสริมให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะที่คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยเฉพาะการทำงานอย่างเป็นระบบ มีกระบวนการที่ชัดเจน และสามารถทำงานเป็นหมู่คณะ มีค่านิยมที่ดีในการทำงานและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยการปฏิบัติงานในรูปแบบนี้เน้นการปฏิบัติงานตามลักษณะธรรมชาติที่ควรนำกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการมาใช้ โดยนักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ โดยเฉพาะกระบวนการที่สอดคล้องกับสภาพที่แท้จริงในชีวิตของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะมีคุณลักษณะที่เป็นผลจากการจัดการเรียนการสอน ดังกล่าวดังนี้

1. เป็นผู้ที่ทำงานโดยคำนึงถึงความจำเป็น ประโยชน์และคุณค่าของงานที่มีต่อส่วนรวม ก่อนที่จะลงมือทำงานนั้น
2. เป็นผู้มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นที่หลากหลาย ไม่ยึดติดความคิดเดียว
3. เป็นผู้ตัดสินใจเลือกแนวทางปฏิบัติอย่างใช้เหตุผล ไม่มีความลำเอียง
4. เป็นผู้ที่คิดวางแผนล่วงหน้าในการทำงานทุกครั้ง
5. เป็นผู้ที่คอยติดตาม ตรวจสอบผลงาน และปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่าเดิมอยู่เสมอ
6. เป็นผู้ที่มีความพอใจในการทำงานและปฏิบัติงานทุกครั้งด้วยความเอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอในการทำงานนั้น

Simpson (1966, อ้างถึงใน เสนอ ภิรมย์จิตรผ่อง, 2542, น. 28) ได้แบ่งระดับของพฤติกรรมทางด้านการปฏิบัติตามระดับความซับซ้อนของการกระทำของกล้ามเนื้อเป็น 7 ชั้น คือ

1. การรับรู้ (Perception) การรับรู้เป็นการกระทำขั้นแรกของกล้ามเนื้อ เช่น การรับรู้วัตถุ ปริมาณหรือความสัมพันธ์โดยอวัยวะทางด้านความรู้สึก การรับรู้แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

1.1 การเร้าอวัยวะสัมผัส (Sensory Stimulation) การกระทบกับสิ่งเร้าโดยอวัยวะสัมผัสอย่างเดียวหรือหลายอย่าง เช่น

1.1.1 ทางหู (Auditory) คือ การได้ยินหรือความรู้สึกหรืออวัยวะการได้ยิน

1.1.2 ทางตา (Visual) เกี่ยวกับภาพทางสมองหรือเห็นภาพโดยผ่านทางตา

1.1.3 ทางสัมผัส (Tactile) เกี่ยวเนื่องกับความรู้สึกทางการสัมผัส

1.1.4 ทางลิ้มรส (Taste) โดยการชิมทางปาก

1.1.5 ทางกลิ่น (Smell) เป็นการรับรู้โดยผ่านประสาทการรับรู้

1.1.6 ทางความรู้สึกเคลื่อนไหว (Kinesthetic) ความรู้สึกของกล้ามเนื้อ ความไวเนื่องจากการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อสัมผัส เอ็นและข้อต่อ

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

- ก. มีความไวในการรู้รสอาหารทุก ๆ รสได้
- ข. ความสามารถรับรู้ความแตกต่างของผ้าชนิดต่าง ๆ โดยผ่านทางมือ
- ค. มีความไวในการได้ยิน เมื่อเล่นเครื่องดนตรีอยู่ในวงดนตรี

1.2 มองหาแนวทางปฏิบัติ (Cue selection) คือ ตัดสินใจเลือกพฤติกรรม การตอบสนองให้เหมาะสมกับความต้องการของงานที่กระทำเรื่องนี้จะเกี่ยวข้องกับการกำหนดพฤติกรรมเดียวหรือหลายพฤติกรรมและสัมพันธ์กับงานซึ่งได้ปฏิบัติไป การกำหนดพฤติกรรมนั้น เกี่ยวข้องเองกับสถานการณ์ที่ได้รับเลือกไว้เพื่อเป็นแนวทางสู่การกระทำพฤติกรรมใดที่ไม่เกี่ยวข้องก็จะไม่รับรู้และลืมหืมไป

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

- ก. ความรู้สึกที่บอกได้ว่าเข็มในจักรเย็บผ้าได้เริ่มเย็บตะเข็บแล้ว
- ข. มีความสามารถในการรู้จักประกอบต่าง ๆ ของการเล่นกีฬา

1.3 การแปลเป็นทางปฏิบัติ (Translation) สามารถสัมพันธ์การรับรู้ต่อการกระทำของกล้ามเนื้อ สิ่งนี้เป็นกระบวนการทางสมองในการตัดสินใจความหมายของการกำหนดพฤติกรรมในการกระทำซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการแปลสัญลักษณ์ ใช้จินตนาการหรือเตือนให้ระลึกถึงบางสิ่งบางอย่างได้ “มีความคิด” ซึ่งเป็นผลของการกำหนดพฤติกรรมที่ได้รับมามันอาจจะเกี่ยวกับปัญหาที่เห็นหรือรู้ภายในและเข้าใจโดยปรุโปร่ง ซึ่งสิ่งนี้เป็นต่อการแก้ปัญหาโดยผ่านการรับรู้ความสัมพันธ์ระดับนี้ถือว่าการแปลโดยใช้ความรู้สึก

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

- ก. ความสามารถที่จะนำดนตรีไปสัมพันธ์กับแบบเต็นรำ
- ข. ความสามารถที่จะเตรียมอาหารตามคู่มือปรุงอาหาร

2. การเตรียมพร้อมปฏิบัติ (Set) เป็นการเตรียมการปรับตัวหรือความพร้อมการกระทำหรือประสบการณ์เฉพาะ การลงมือกระทำแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

2.1 ความพร้อมทางสมอง (Mental Set) ความพร้อมของความรู้สึกทางสมองเพื่อการกระทำอันแน่นอนของกล้ามเนื้อ เรื่องนี้จะเกี่ยวกับการรับรู้ในแต่ละอย่างที่มีมาก่อน ซึ่งพร้อมจะชี้บ่งเพื่อจำแนกการใช้การตัดสินใจในการกระทำที่แตกต่างกัน

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

- ก. มีความรู้ในขั้นต่าง ๆ ของการจัดโต๊ะ
- ข. มีความรู้ในเครื่องมือต่าง ๆ ที่จะใช้เย็บสิ่งต่าง ๆ ได้เหมาะสม

2.2 ความพร้อมทางกาย (Physical Set) เป็นความพร้อมในความรู้สึกที่จะทำการปรับตัวของร่างกายที่จำเป็นเพื่อการกระทำของกล้ามเนื้อ ความพร้อมในการลงมือการกระทำทางกาย

เกี่ยวกับประสาทการรับรู้ต่าง ๆ เช่น ความรู้สึกที่มีส่วนร่วม หรือความตั้งใจของอวัยวะ ความรู้สึกที่จำเป็นตรงกัน หรือการกำหนดอวัยวะของร่างกาย

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

ก. ความสัมฤทธิ์ของท่าทางในการเตรียมโยนโบว์ลิ่ง

ข. การวางตำแหน่งของมือในการเตรียมพิมพ์ดีด

2.3 ความพร้อมทางอารมณ์ (Emotional Set) เป็นความพร้อมในรูปมีทัศนคติในด้านที่พึงปรารถนา ต้องการที่จะทำในกิจกรรมด้านกลไกนั้น ๆ

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

ก. สามารถเย็บได้โดยไม่ต้องกำหนดแบบไว้ก่อนได้อย่างดี

ข. มีความต้องการลงมือผลิตสิ่งพิมพ์อย่างมีทักษะ

3. การตอบสนองตามที่มีคนนำ (Guided Response) เป็นก้าวแรกของการพัฒนาทักษะ ในที่นี้จะเน้นเกี่ยวกับส่วนประกอบของทักษะที่รวมกลุ่มกันอยู่ การตอบสนองตามที่มีคนนำก็คือ การแสดงพฤติกรรมโดยเปิดเผยของแต่ละคนภายใต้คำแนะนำของผู้สอน สิ่งใดที่ได้กระทำมาก่อนก็พร้อมที่จะตอบสนองได้ การเลือกการตอบสนองให้คำนิยามไว้ว่า เป็นการตัดสินใจว่าจะอะไรที่ต้องการตอบสนอง เพื่อจำทำความพอใจแก่ความต้องการที่เฉพาะของการปฏิบัติแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

3.1 การเลียนแบบ (Imitation) เป็นการดำเนินการตอบสนองโดยตรงต่อการรับรู้ของบุคคลหนึ่งบุคคลใดที่กระทำต่อกัน

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

ก. การเลียนแบบกระบวนการทำตะเข็บคอเสื้อ

ข. ทำการสาธิตขั้นตอนการเดินรำ

3.2 การลองผิดลองถูก (Trial and Error) ความพยายามที่จะตอบสนองหลายอย่าง จนกว่าการตอบสนองจะสัมฤทธิ์ผล ซึ่งปกติการตอบสนองแต่ละครั้งจะมีเหตุผลการตอบสนองที่เหมาะสมจะทำให้การปฏิบัติงานที่ต้องการนั้นสำเร็จหรือมีประสิทธิภาพมากขึ้นการลองผิดลองถูกก็คือ การตอบสนองการเรียนรู้หลาย ๆ อย่างซึ่งการตอบสนองที่เหมาะสมจะได้รับการเลือกออกจากพฤติกรรมที่แตกต่างกันหรืออาจเป็นไปได้ว่าเป็นเพราะอิทธิพลของการให้รางวัลและการลงโทษ

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

ก. การค้นพบวิธีการตัดเย็บเสื้อสตรีที่มีประสิทธิภาพ โดยลองใช้วิธีการต่าง ๆ

ข. มั่นใจในการใช้ขั้นตอนการทำความสะอาดห้องโดยลองใช้แบบต่าง ๆ

4. ขั้นทักษะ (Mechanism) เป็นการเรียนรู้การตอบสนองจนเป็นนิสัย ในระดับนี้ผู้เรียนจะสัมฤทธิ์ในความมั่นใจในสิ่งนั้น รวมทั้งระดับทักษะของการกระทำ การกระทำเป็นส่วนหนึ่งของการรวบรวมข้อมูลของการตอบสนองที่จะเป็นไปได้เพื่อสิ่งเร้า และความต้องการของสถานการณ์ ซึ่งการ

ตอบสนองนั้นเหมาะสมกับการกระทำ และการตอบสนองนี้อาจจะสับสนกว่าการตอบสนองในระดับก่อน ๆ

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

- ก. ความสามารถในการเย็บเสื้อผ้าให้ติดกันด้วยมือ
- ข. ความสามารถในการผสมส่วนประกอบเพื่อทำขนมปัง
- ค. ความสามารถในการผสมเกสรดอกข้าวโพด

5. ชั้นปฏิบัติงานที่ยากและซับซ้อน (Complex Overt Response) ในระดับนี้แต่ละส่วนสามารถกระทำโดยกล้ำเนื้อถือว่าซับซ้อนเพราะแบบของการเคลื่อนไหวที่ต้องการในระดับนี้ต้องได้รับทักษะในขั้นสูงแล้วการตอบสนองต้องแสดงออกอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ คือใช้เวลาและพลังงานน้อยที่สุด แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

5.1 ความแน่นอนในการแก้ปัญหา (Resolution of Uncertainty) การกระทำจะปฏิบัติโดยปราศจากความลังเลใจที่จะกระทำให้เกิดภาพขั้นตอนของงานทางสมอง โดยเราจะต้องรู้ขั้นตอนที่ต้องการและสิ่งที่จะทำต่อไปด้วยความมั่นใจ การกระทำในที่นี้เป็นความซับซ้อนทางธรรมชาติ

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

- ก. ทักษะในการใช้เครื่องสีข้าว
- ข. ทักษะในการจัดตั้งและใช้เลื่อยสายพาน
- ค. ทักษะในการออกแบบสิ่งของและการตัดเย็บเสื้อผ้า

5.2 การทำโดยอัตโนมัติ (Automatic performance) ในระดับนี้แต่ละคนสามารถใช้ทักษะของกล้ำเนื้อซึ่งประสานงานกันอย่างดีโดยสะดวกรวมทั้งควบคุมกล้ำเนื้อได้

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

- ก. ทักษะในการเดินรำห่มได้ตามขั้นพื้นฐาน
- ข. ทักษะในการตัดชุดสากล
- ค. ทักษะในการเล่นไวโอลิน

6. การปรับตัว (Adaptation) เกี่ยวกับทักษะที่ได้รับการพัฒนามาเป็นอย่างดี ซึ่งนักเรียนแต่ละคนสามารถจะเคลื่อนไหวให้เหมาะสมกับความต้องการหรือสถานการณ์ของปัญหา

ตัวอย่างจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เช่น

- ก. เย็บเสื้อผ้าโดยออกแบบใหม่ขึ้น

ข. ต่อเซลล์ไฟฟ้าเพื่อกิจกรรมอื่น

7. การริเริ่ม (Origination) หมายถึง การริเริ่มรูปแบบการเคลื่อนไหวใหม่ ๆ ที่เหมาะสมกับสถานการณ์เฉพาะอย่างหรือปัญหาเฉพาะเรื่องผลการเรียนรู้ระดับนี้เป็นการพัฒนาทักษะขั้นสูง

จากพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติดังกล่าว พอสรุปได้ว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติ สามารถแบ่งได้หลายขั้นดังนี้ การรับรู้ การทำโดยการเลียนแบบ การกระทำด้วยความชำนาญ การกระทำในสถานการณ์ต่าง ๆ และการแก้ปัญหาโดยฉบับพลัน และอาจแบ่งพฤติกรรมด้านการปฏิบัติตามระดับความซับซ้อนของการกระทำของกล้ามเนื้อเป็นขั้นดังนี้ การรับรู้การเตรียมพร้อมปฏิบัติ การตอบสนองตามที่มีคนนำ ขั้นทักษะ ขั้นปฏิบัติงานที่ยากและซับซ้อน การปรับตัวและการริเริ่ม ซึ่งผู้วิจัยได้ยึดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติมาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในจังหวัดกาฬสินธุ์

### 2.6.3 ประเภทของการวัดการปฏิบัติ

การจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับสภาพจริง ซึ่งเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางเน้นการลงมือปฏิบัติ เน้นพัฒนาการ การทำงานร่วมกัน และสอดคล้องกับเหตุการณ์ในชีวิตจริง เพื่อให้สามารถประเมินความสามารถของนักเรียนได้อย่างถูกต้องตรงตามสภาพที่แท้จริงจะต้องเลือกใช้วิธีและเครื่องมือที่เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์และกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของแบบสอบวัดการปฏิบัติไว้ดังนี้

1. แบบจำแนก (Recognition or identification) เป็นแบบที่วัดความสามารถในการจำลักษณะที่จำเป็นของการกระทำหรือผลงานหรือจำแนกสิ่งของ ลักษณะของการวัด เช่น จะทำให้เครื่องมือมีความบกพร่อง ผิดเพี้ยนไปจากสภาพปกติ (อาจปรับไว้ไม่ดีหรือนำบางชิ้นออก) ให้ผู้สอนจำแนกจุดบกพร่องนั้น เป็นการวัดการรู้จักถึงความผิดพลาด ความถูกต้องของเครื่องมือ กระบวนการหรือผลผลิต ลักษณะของการวัดอีกอย่างหนึ่งคือ ให้ผู้สอนพิจารณาตัดสินเลือกผลงานที่ดีและด้อยอาจเป็นผลงานทางศิลปะ ผลงานการเขียนเรียงความ

2. แบบใช้สถานการณ์จำลอง (Simulated situation) เป็นการวัดที่ไม่ใช้สถานการณ์จริง แต่จะจำลองสถานการณ์หรือการปฏิบัติจริงที่มุ่งวัด เช่น วัดความสามารถในการบังคับทิศทางพวงมาลัย และปฏิกิริยาในการหยุดรถ โดยใช้เครื่องจำลองไม่ได้ขับรถจริงตามในท้องถนน แม้ว่าจะไม่ใช่สถานการณ์จริง แต่มีข้อดีหลายประการ เช่น มีการประหยัด สะดวก และปลอดภัยกว่าสถานการณ์จริงมาก

3. แบบใช้ตัวอย่างงาน (Work sample) เป็นการปฏิบัติตามภาวะปกติของการปฏิบัติงานประเภทนั้น ๆ อาจกำหนดให้ปฏิบัติตามลำดับที่สมบูรณ์ของพฤติกรรมหรือการกระทำที่จำเป็นในการปฏิบัติงานนั้น หรืออาจเลือกเพียงตัวอย่างของพฤติกรรมการทำงานก็ได้ เนื่องจากงานบางอย่าง

จำเป็นต้องใช้เวลาและมีปัญหาในเรื่องค่าใช้จ่าย โดยทั่วไปนิยมเลือกตัวอย่างของการปฏิบัติ ซึ่งสามารถพยากรณ์พฤติกรรมทั้งหมดได้อย่างเพียงพอ งานบางอย่างจะมีความถูกต้องอย่างชัดเจน เช่น การปาเป้า การสอนพิมพ์ดีด การให้คะแนนการปฏิบัติงานประเภทนี้จะมีความเป็นปรนัย แต่งานบางอย่างให้คะแนนยากขึ้นอยู่กับการพิจารณาของผู้ประเมิน เช่น การเล่นดนตรีหรือคุณภาพของการปฏิบัติที่สะท้อนจากผลงานที่ปรากฏ เช่น การวาดภาพ เป็นต้น

ภัทธา นิคมนานนท์ (2538, น. 180) กล่าวคือ การวัดการปฏิบัติกระทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การให้เขียนตอบ การวัดประเภทนี้เหมาะกับงานที่ต้องการวัดความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติจริง เพื่อตรวจสอบทักษะความสามารถในงานที่ทำ ตลอดจนตรวจสอบขั้นตอนของการปฏิบัติจริง เช่น การสอบข้อเขียนเกี่ยวกับความรู้เรื่องกฎจราจร ก่อนทดสอบภาคสนาม การทดสอบความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการตัดเสื้อ ก่อนลงมือตัดผ้าจริง เป็นต้น

2. การสร้างสถานการณ์จำลอง ผู้วัดอาจจัดเตรียมสถานการณ์จำลองที่มีความคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่เป็นจริง เช่น การจำลองสนามฝึกหัดขับรถให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง การจำลองหาประชุมเป็นเวทีการแสดง เป็นต้น

3. การวัดผลงานที่ได้จากการปฏิบัติจริง การวัดผลงานนั้นส่วนใหญ่มักจะพิจารณาจากชิ้นส่วนของผลงานที่ผู้เรียนส่ง เช่น รายงานผลการทดลอง ผลการคัดลายมือ บทประพันธ์ที่แต่งขึ้น การอ่านทำนองเสนาะ ผลงานประดิษฐ์งานฝีมือ เป็นต้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2539, น. 6-8) ได้กล่าวว่า เครื่องมือวัดการปฏิบัติจำแนกตามระดับความเป็นจริงของสถานการณ์ ซึ่งจำแนกได้ 4 ลักษณะดังนี้

1. การปฏิบัติงานโดยข้อเขียน ลักษณะของเครื่องมือวัดการปฏิบัติประเภทนี้แตกต่างจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ชนิดเขียนตอน โดยที่เครื่องมือวัดการปฏิบัติประเภทนี้เน้นในการประยุกต์ความรู้และทักษะจากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น คำกริยาแสดงอาการของแบบวัดมักจะมีคำว่า “สร้าง”

2. การระบุชื่อและกระบวนการปฏิบัติ แบบทดสอบนี้อาจเป็นรูปแบบที่ให้นักเรียนระบุชื่อเครื่องมือ หรือชิ้นส่วนของอุปกรณ์ต่าง ๆ พร้อมทั้งระบุหน้าที่ของสิ่งเหล่านี้มาด้วย ถ้าเป็นระดับที่ซับซ้อนอาจจะเป็นรูปแบบของการแสดงชิ้นส่วนของงาน เช่น ส่วนที่เกิดจากการลัดวงจรไฟฟ้าแล้วถามนักเรียนถึงกระบวนการปฏิบัติงาน เพื่อการซ่อมแซม พร้อมทั้งระบุชื่อเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมแซม ถ้าในระดับที่ซับซ้อนกว่านี้ อาจจะให้นักเรียนฟังเสียงการทำงานของเครื่องจักรกลต่าง ๆ พร้อมทั้งระบุกระบวนการซ่อมบำรุง

3. การสร้างสถานการณ์จำลอง เนื่องจากผู้สอนไม่สามารถที่นำผู้เรียนไปทดสอบภาคปฏิบัติกับสถานการณ์จริงได้จำเป็นต้องกำหนดสถานการณ์ขึ้นมาให้คล้ายกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด เช่น ให้ผู้สอบขับรถยนต์ที่สนามรถยนต์ ทดสอบการฝึกขับเครื่องบินของบริษัทการบิน ซึ่งมี

สถานการณ์จำลองโดยใช้ส่วนของเครื่องบินที่แท้จริงมีสนามบินต่างประเทศกำหนดให้เป็นสถานการณ์ซึ่งควบคุมโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ การสร้างสถานการณ์จำลองนี้เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายและเพื่อไม่เป็นการเสี่ยงต่อการชำรุดเสียหายของเครื่องมือราคาแพง ในระยะเริ่มต้นของการฝึกทักษะสำหรับการประเมินนั้นใช้แบบประเมินวิธีการ

4. การกำหนดงาน เครื่องมือลักษณะนี้สามารถวัดระดับความเป็นจริงของสถานการณ์ได้สูงสุด ผู้ถูกทดสอบจะต้องปฏิบัติงานในสถานการณ์ที่แท้จริง การสร้างสถานการณ์จำลองกับการกำหนดงานบางครั้งแยกกันได้ยาก แต่ในบางเรื่องก็แยกจากกันได้อย่างชัดเจน เช่น กำหนดให้ผู้เรียนสร้างตุ้ 1 ตุ้ ผู้เขียนหรือผู้ถูกทดสอบจะต้องลงมือปฏิบัติโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ตามที่กำหนด สร้างตามขนาดที่กำหนดให้ แต่ในสถานการณ์ของการขับรถยนต์ถ้าเป็นในสนามจำลองก็เป็นแต่เพียงสถานการณ์จำลอง แต่ถ้าให้ขับรถยนต์ไปตามท้องถนนโดยมีเป้าหมายว่าต้องผ่านที่ใดบ้าง เช่น ทางแยก วงเวียน สะพาน ลักษณะนี้เป็นการกำหนดงาน ในการประเมินผลก็ใช้แบบประเมินเพื่อประเมินทั้งวิธีการและผลงาน

แบบทดสอบวัดด้านการปฏิบัติสามารถจำแนกได้หลายวิธี วิธีหนึ่งก็คือ จำแนกตามระดับของการปฏิบัติที่มีความเป็นจริงซึ่งจำแนกได้ 4 ประการ คือ (อาภรณ์ บางเจริญพรพงศ์, 25411, น. 201)

1. แบบทดสอบด้านการปฏิบัติโดยการเขียนตอบในกระดาษ (Paper and Pencil)
2. แบบสอบเชิงจำแนก (Identification Test)
3. แบบสอบการปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง (Simulate Performance Test)
4. แบบสอบการปฏิบัติด้วยการปฏิบัติจริง (Work Sample Test)

แม้ว่าการจำแนกแบบสอบด้านการปฏิบัติจะมีการซ้ำซ้อนกันบ้างในบางระดับ แต่ความหมายของการสอนแต่ละประเภทก็มีประโยชน์ต่อการอธิบายวิธีการต่าง ๆ ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการวัดทักษะการปฏิบัติงานได้ในบางกรณีอาจใช้เพียงประเภทเดียวเพื่อวัดทักษะในการปฏิบัติแต่ส่วนมากแล้วจะใช้มากกว่า 2 ประเภท เพื่อวัดทักษะในการปฏิบัติงานได้ระดับต่างของการสอน

1. การสอบด้านการปฏิบัติโดยการเขียนตอบในกระดาษ

การสอบด้านการปฏิบัติโดยการเขียนตอบในกระดาษคำตอบ แตกต่างจากแบบสอบที่ใช้ในกระดาษเขียนตอบแบบธรรมดาในแง่ที่ว่า การสอบด้านการปฏิบัติโดยการเขียนตอบในกระดาษเน้นการนำความรู้ไปใช้ และเน้นทักษะในการสถานการณ์ที่สร้างขึ้น แบบสอบด้านการปฏิบัติโดยการเขียนตอบในกระดาษมีผลต่อการพิจารณาของการเรียนรู้ขั้นสุดท้ายหรือใช้เป็นตัวเสริมในการวัดการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติที่มีสภาพเสมือนจริงในระดับที่สูงขึ้นไป เช่น ใช้เสริมการสอบเชิงจำแนกหรือการสอบในสถานการณ์จำลองหรือการทดลองที่ใช้ตัวอย่างงาน

การสอบด้านการปฏิบัติโดยการเขียนตอบในกระดาษ สามารถใช้วัดผลการศึกษาที่สำคัญได้ เช่น รายวิชาที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ อาจกำหนดให้ผู้เขียนทำกิจกรรมต่อไปนี้

- 1.1 สร้างแบบสอบเฉพาะหน่วยเรียน
- 1.2 สร้างข้อสอบที่สอดคล้องกับการปฏิบัติเฉพาะ
- 1.3 สร้างแบบสำรวจรายการเพื่อประเมินแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์

คำที่แสดงพฤติกรรม “สร้าง” มักจะใช้การสอบด้านการปฏิบัติโดยการเขียนตอบในกระดาษ เช่น ให้ผู้เรียนเขียนแผนที่ เขียนกราฟ เขียนวงจรไฟฟ้า เขียนพื้นราบ ออกแบบเสื้อผ้า เขียนเรื่องสั้น หรือเขียนแผนการตลาด เป็นต้น การสอบด้านการปฏิบัติโดยการเขียนตอบในกระดาษในกรณีดังกล่าวสามารถวัดได้ทั้งผลของความรู้และผลของทักษะ

ในกรณีอื่นสามารถใช้การสอบด้านการปฏิบัติโดยการเขียนตอบในกระดาษคำตอบกับขั้นตอนแรกของการปฏิบัติ เช่น ก่อนจะวัดการใช้เครื่องมือไมโครคอมพิวเตอร์ก็ให้ผู้เรียนอ่านค่าสเกลต่าง ๆ จากภาพทั้งที่ความสามารถในการอ่านสเกลจากภาพไม่ใช่สิ่งสำคัญหรือสิ่งที่จะต้องในการวัด แต่ก็ยังเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับกรณีนี้ เพราะมีความสะดวกมากกว่าการที่จะสอนผู้เรียนเป็นกลุ่มให้สามารถอ่านสเกลได้หรือในกรณีที่การปฏิบัตินั้นมีความยุ่งยากหรือเครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติมีราคาแพง การสอบด้านการปฏิบัติโดยการเขียนตอบในกระดาษคำตอบก็จะช่วยลดหรือหลีกเลี่ยงการเกิดอุบัติเหตุหรือการทำให้เครื่องมือมีราคาแพงเสียหายชำรุด

## 2. การสอบเชิงจำแนก

การสอบเชิงจำแนกจะทดสอบในสถานการณ์ที่เป็นตัวแทนของการปฏิบัติที่มีความเป็นจริงในระดับต่าง ๆ ในบางกรณีอาจจะสอบโดยการให้ผู้เรียนจำแนกเครื่องมือและชิ้นส่วนวัสดุพร้อมทั้งบอกหน้าที่ ตลอดจนกระบวนการหรือวิธีการปฏิบัติงาน เช่น สถานการณ์ การสอบเป็นวงจรไฟฟ้าแบบย่อ

การสอบเชิงจำแนกที่ซับซ้อนบางอย่าง อาจจะต้องใช้ทักษะในการฟังเสียงเครื่องจักรเมื่อเครื่องจักรทำงาน เช่น เสียงมอเตอร์ เสียงของเครื่องเจาะ เสียงของเครื่องกลึง เพราะเสียงสามารถบอกการทำงานของเครื่องจักรและวิธีการแก้ไขได้ การสอบเชิงจำแนกใช้ได้กว้างขวางในการศึกษาเกี่ยวกับด้านอุตสาหกรรม ศิลปะ ดนตรี เกษตร บริหารธุรกิจ คหกรรม หรือแม้แต่วิชาสามัญก็ได้ เช่น ครูวิทยาศาสตร์ อาจใช้การสอบเชิงจำแนกโดยบอกให้ผู้เรียนจำแนกเครื่องมือและวิธีการที่ต้องใช้ในการทดลอง

บางครั้งการสอบเชิงจำแนกไม่สามารถวัดทักษะการทำงานได้โดยตรง เช่น ช่างประปาที่มีประสบการณ์ในการทำงานมากจะมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินท่อประปาเป็นอย่างดี ในกรณีนี้การสอบเชิงจำแนกอาจใช้ทักษะย่อยของกลุ่มบุคคลที่จะมาอยู่ในตำแหน่งช่าง



เดินท่อประปาได้ตามปกติแล้วการสอบเชิงจำแนกใช้ในลักษณะที่เป็นแนวทางในการสอนเพื่อเตรียมผู้เรียนให้ปฏิบัติได้อย่างแท้จริงในสถานการณ์จำลองหรือสถานการณ์จริง

### 3. การสอบปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง

การสอบในสถานการณ์จำลองจะเน้นที่กระบวนการหรือวิธีการปฏิบัติงานโดยที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติงานที่มีลักษณะเหมือนงานที่ต้องออกไปทำจริง เพียงแต่การปฏิบัติงานนั้นอยู่ในสถานการณ์จำลอง เช่น การฝึกว่ายน้ำโดยไม่ต้องลงไปอยู่ในน้ำ การชกมวย การปฏิบัติงานในห้องทดลอง การแสดงบทบาทสมมติเป็นกรรมการในการตัดสินกีฬา การประชุมสภาหรือสัมมนาเพื่อคัดเลือกคนเข้าทำงาน การฝึกบิน เป็นต้น การปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลองจะช่วยป้องกันอันตรายต่อร่างกาย และการสูญเสียเครื่องมือที่มีราคาแพงในระหว่างการฝึกเพื่อพัฒนาทักษะในการทำงาน ดังนั้นการฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลองจึงมักใช้ในโครงการฝึกหัดด้านวิชาชีพ

ในบางสถานการณ์การสอบการปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลองอาจใช้ในการประเมินทักษะการทำงานครั้งสุดท้าย เช่น ประเมินการปฏิบัติงานเคมีในห้องทดลอง อย่างไรก็ตามทักษะสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นชี้ให้เห็นถึงความพร้อมในการปฏิบัติงานที่สภาพที่เป็นจริงได้

### 4. การสอบปฏิบัติด้วยการปฏิบัติจริง

การสอบปฏิบัติด้วยการปฏิบัติจริงเป็นการวัดที่มีระดับของความเป็นจริงสูงสุด การปฏิบัติจริงจะต้องกำหนดงานจริงให้ผู้เรียนปฏิบัติจริงนั้นต้องเป็นตัวแทนของความสามารถทั้งหมดที่จะต้องวัดนั้น คือ งานที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติจะรวมองค์ประกอบสำคัญของการปฏิบัติทั้งหมดไว้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้ เช่น การสอบทักษะการขับรถซึ่งจะต้องกำหนดให้ผู้เรียนขับรถตามมาตรฐานของการขับและต้องปฏิบัติตามการขับรถภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้

เสนอ ภิรมย์จิตรผ่อง (2542, น. 43-46) ได้แบ่งประเภทแบบทดสอบตามลักษณะของงานออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบในการจำแนกแยกแยะ (Identification Test) จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะก็คือ เพื่อที่จะวัดความสามารถของนักเรียนในการจำแนกวัตถุหรือชุดของวัตถุ จำแนกระหว่างความถูกต้องและไม่ถูกต้องในการกระบวนการและวิธีปฏิบัติ จำแนกปัจจัยสำคัญในตอนเบื้องต้นของกระบวนการ หรือเพื่อที่จะจำส่วนประกอบของผลผลิตได้

ความแตกต่างระหว่างการให้จำแนกแยกแยะของแบบทดสอบการปฏิบัติและแบบทดสอบภาษาบางครั้งก็ไม่ชัดเจน ถ้าให้นักเรียนระบุชื่อและส่วนต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ดีดโดยทั่ว ๆ ไป ก็จะเรียกว่า แบบทดสอบการปฏิบัติ อย่างไรก็ตามเป็นความจริงว่านักเรียนที่สามารถระบุส่วนต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ดีดหรือเปลี่ยนผ้าหมึก แบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะไม่สามารถที่จะวัดประสิทธิภาพของผลงานในขั้นสุดท้าย เราสามารถที่จะทำการวัดได้โดยตรง

แบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะมักจะเกี่ยวข้องกับการท่องจำของนักเรียนดังนั้นการจำแนกแยกแยะงานก็ควรจะทำให้เกิดการโต้ตอบ ในการผสมผสานกันของทักษะและกระบวนการทางสมอง

2. แบบทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ (Simulated Situations Test) ในการทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ กิจกรรมที่จำเป็นเกี่ยวกับงาน ซึ่งอาจจะเป็นสถานการณ์ในชีวิตที่เคยประสบมา บางครั้งผู้เข้าสอบมีความสามารถที่จะใช้เครื่องมือ ซึ่งถูกสร้างขึ้นโดยเฉพาะเพื่อที่จะฝึกหัดและวัตถุประสงค์ในการทดสอบ โดยพื้นฐานแล้วแบบทดสอบจำลองสถานการณ์ต้องการที่จะทำการคัดเลือกกิจกรรมที่จำเป็นที่สุดที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติกิจกรรมที่เคยคัดเลือกมาก็มีความมุ่งหมายเพื่อที่จะทำการจำลองหรือทำการเลียนแบบในกิจกรรมเหล่านี้ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของการปฏิบัติจริงที่เป็นการเลียนแบบ

3. แบบทดสอบตัวอย่างงาน (Work Sample Test) เป็นแบบทดสอบวัดการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างงานหลาย ๆ ชนิด เช่น ครูสอนเลขให้ทำแบบฝึกหัดตัวอย่างงาน เมื่อครูให้นักเรียนเขียนตัวอย่างตัวอักษรที่บอก แล้วทำการนับจำนวนของความผิดพลาดที่นักเรียนแต่ละคนทำบันทึกไว้

ส.วาสนา ประवालพฤษ์ (2539, น. 46-50) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติตามระดับความเป็นจริง เป็น 4 ประเภท คือ

1. การแก้ปัญหาในกระดาษ คือ การใช้การแก้ปัญหาโดยให้ผู้สอบตอบในกระดาษคำตอบ ซึ่งจะตั้งปัญหาจำลองขึ้นให้ผู้สอบแก้ปัญหาขึ้น ทั้งนี้โดยเน้นพฤติกรรม ทักษะ และการประยุกต์ใช้ตามแนวคิด สภาพการณ์ของการทดสอบจะมีความสมจริงต่ำมาก ผู้สอบใช้ความคิดเป็นส่วนใหญ่ ยังไม่ถึงขั้นการปฏิบัติจริง แบบทดสอบระดับนี้เรียกว่า เป็นแบบทดสอบการปฏิบัติในกระดาษหรือการวางโครงการปฏิบัติ

2. การแก้ปัญหาเฉพาะส่วน เป็นแบบทดสอบจากของจริง แต่ทดสอบที่ละส่วนที่ละทักษะเพื่อให้มั่นใจว่าพฤติกรรมหรือทักษะนั้น ๆ ผู้สอบสามารถปฏิบัติได้หรือไม่ เช่น การฟังเสียงดนตรีแล้วบอกว่าเป็นเสียงระดับใด หรือการให้บอกว่สิ่งของเครื่องมืออื่น ๆ ใช้อย่างไร ใช้ผิดหรือถูกอย่างไร หรือความจะเลือกสิ่งใดมาใช้

3. การปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลอง เป็นการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นมาให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติตามที่เคยเรียนมาแล้ว ผู้เรียนจะใช้ความสามารถหรือทักษะที่เคยฝึกไว้แล้วมาปฏิบัติงานนั้นในลักษณะของการเลียนแบบ การทดสอบในระดับนี้มีความจำเป็นมากในการปฏิบัติงานที่มีลักษณะเสี่ยงอันตราย เช่น การใช้เครื่องมือที่อันตราย การหัดขับรถ ตัวอย่างที่ชัดเจนในกรณีนี้คือ การฝึกนักบินอวกาศที่จะต้องให้นักบินผ่านขั้นตอนการปฏิบัติเหมือนขณะอยู่ในอวกาศ ในหุ่นจำลองหรือยานอวกาศจำลอง ซึ่งถ้ายังไม่แน่ใจก็ไม่สามารถปล่อยออกไปปฏิบัติงานจริงได้ หรือ

ในกรณีนักศึกษาแพทย์ที่จะต้องฝึกฉีดยา ผ่าตัดหุ่นจำลองและศพ แล้วจึงจะเป็นผู้ช่วยแพทย์และเป็นแพทย์ทำการผ่าตัดเองได้ในที่สุด

4. ตัวอย่างงาน (Work Sample) เป็นการปฏิบัติงานจริงในสถานการณ์จริง (ที่ยังมีอาจารย์คอยควบคุมดูแลอยู่) การทดสอบในระดับนี้เป็นการให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเช่นเดียวกับผู้ปฏิบัติงานในหน้าที่นั้นจริง ๆ

5. การปฏิบัติจริง (Authentic Performance) เป็นการรวบรวมผลการวัดทั้ง 4 ระดับ รวมทั้งการบันทึก ตรวจสอบการปฏิบัติงานของผู้เรียนตลอดภาคการศึกษาเก็บรวบรวมผลงาน ผลการสังเกตจากผู้สอน ผู้ปฏิบัติงานจริงและเพื่อน ๆ มาประมวลเพื่อประเมินผู้เรียนรอบด้าน โดยมีหลักฐานเป็นผลงานและการบันทึกต่าง ๆ ไว้อย่างเป็นระบบเรียกว่า แฟ้มสะสมงาน

จากการแบ่งประเภทแบบทดสอบวัดการปฏิบัติดังกล่าว ผู้วิจัยได้แบ่งประเภทแบบทดสอบวัดการปฏิบัติได้ 5 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบวัดการปฏิบัติแบบถามตอบ
2. แบบทดสอบวัดการปฏิบัติแบบจำแนก
3. แบบทดสอบวัดการปฏิบัติการเลียนแบบ
4. แบบทดสอบวัดการปฏิบัติตัวอย่างงาน
5. แบบทดสอบวัดการปฏิบัติจริง

#### 2.6.4 หลักการวัดการปฏิบัติ

การประเมินผลมีวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย ทั้งนี้เพื่อให้ผู้สอนได้ข้อมูลของผู้เรียนที่ตรงตามสภาพที่แท้จริงจากวิธีการและเครื่องมือต่าง ๆ จากการศึกษาทั่ว ๆ ไป พบว่า การประเมินผลมีวิธีการและหลักการสร้างดังนี้

นุชวนา เหลืองอังกูร (2536, น. 10) ได้กล่าวว่า สิ่งที่ควรคำนึงในการสอบวัดการปฏิบัติคือ

1. ชั้นเตรียมงาน
2. ชั้นปฏิบัติ
3. ผลงาน
4. เวลาที่ใช้ในการทำงาน

ภัทรา นิคมานนท์ (2538, น. 177-179) ได้กล่าวว่า หลักการประเมินผลด้านการปฏิบัติไว้ดังนี้

1. วัดให้ตรงจุดมุ่งหมาย ก่อนสอนผู้สอนจะต้องกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ชัดเจนว่าจะให้นักเรียนปฏิบัติหรือทำอะไรได้ และทำได้ที่ระดับใด การวัดผลจะต้องวัดให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

2. งานที่กำหนด ให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียน เช่น ต้องการวัดความสามารถในการเย็บผ้า เนา งานที่จะมอบหมายให้นักเรียนทำต้องเป็นงานที่นักเรียนจะต้องใช้ความสามารถในการเย็บ การเนาด้วย เช่น การเย็บผ้า การทำตุ๊กตาจากผ้า

3. ดำเนินการให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่มอบหมาย ให้นักเรียนทำบางลักษณะ อาจทำเป็นรายบุคคล บางลักษณะอาจทำเป็นรายกลุ่มย่อย หรือบางลักษณะอาจทำเป็นกลุ่มใหญ่ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานว่าสามารถทำคนเดียวได้หรือไม่ หากเป็นงานใหญ่ที่ต่ออาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่ายช่วยกันทำต้องมอบหมายให้ทำงานกลุ่ม ซึ่งการประเมินผลต้องประเมินความร่วมมือและความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกันด้วย

4. ยึดธรรม การสร้างความยุติธรรมในการประเมินผลทำให้

4.1 กำหนดขอบข่ายของงานให้ชัดเจน

4.2 กำหนดเงื่อนไขหรือข้อกำหนดในการทำงานให้ชัดเจน

4.3 มอบหมายงานหรือใช้สถานการณ์ในการมอบหมายงานให้เหมือนกัน

5. ตรวจสอบให้คะแนนอย่างเป็นปรนัยและเที่ยงตรง การประเมินผลการปฏิบัติที่มีความเป็นปรนัยและเที่ยงตรงมีลักษณะดังนี้

5.1 มีแบบประเมินชัดเจน

5.2 แบ่งคะแนน วิธีการและผลการปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม

5.3 ให้คะแนนครอบคลุมทุกจุดที่ต้องการวัด

6. มีเกณฑ์การประเมินผล (Process) การประเมินโดยทั่วไปจะพิจารณาเกณฑ์ 2 ประการ คือ ผลผลิต (Product) และกระบวนการ (Process) หรือวิธีการในการปฏิบัติงาน

7. วัดหลาย ๆ ครั้ง บางครั้งอย่างน้อยใช้เวลาในการทำงานต่อเนื่องหลายวัน เป็นระยะยาว ควรวัดหลาย ๆ ครั้ง ไม่ควรวัดจากงานเดียวกัน หากไม่สามารถดูวิธีการได้เนื่องจากไม่ได้ปฏิบัติงานที่โรงเรียนก็อาจดูจากผลงานได้

สรุปได้ว่าหลักการวัดการปฏิบัติจะต้องพิจารณาตั้งแต่ ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติการ ขั้นผลงาน และขั้นจิตพิสัย การวัดผลจะขึ้นอยู่กับลักษณะของงานและความมุ่งหมายในการสอนและให้ฝึกปฏิบัติ นั้น ๆ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ใช้การสอบการปฏิบัติใช้แบบทดสอบวัดการปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อเขียนโดยจำลองสถานการณ์ที่คล้ายกับชีวิตจริงที่เป็นข้อความและมีคำถามให้นักเรียนแสดงออกถึงการผสมผสานหลักวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยการเขียนตอบการให้คะแนนพิจารณาจากกระบวนการปฏิบัติ

### 2.6.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดการปฏิบัติ

เครื่องมือวัดผลแต่ละประเภทให้ข้อมูลเกี่ยวกับการติดตามผลการเรียนการสอนต่างกันซึ่งจะช่วยให้ได้ครบทุกด้าน จึงสามารถที่จะนำไปวินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียนเพื่อแก้ปัญหาต่อไปได้ หรือประเมินผลได้ถูกต้อง มีนักการศึกษาหลายท่านได้พูดถึงเครื่องมือในการวัดผล เช่น

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2530, น. 107-123) ได้กล่าวถึงเครื่องมือด้านต่าง ๆ ประกอบการสังเกตดังนี้

1. แบบสำรวจรายการ (Checklist) ประกอบด้วยรายการที่แสดงขั้นตอนการปฏิบัติ กิจกรรมต่าง ๆ หรือพฤติกรรมที่ผู้สังเกตบันทึกเมื่อเห็นว่ารายการนั้น ๆ เกิดขึ้น เพียงแต่ให้ผู้สังเกต ทราบว่า การกระทำหรือพฤติกรรมต่าง ๆ เกิดขึ้นตามรายการที่กำหนดไว้หรือไม่เท่านั้น

2. มาตรฐานส่วนประมาณค่า (Rating scale) ลักษณะของมาตรฐานส่วนประมาณค่ามีการเปรียบเทียบพฤติกรรมของนักเรียน หรือทักษะความสามารถกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ก่อนแล้วว่า ระดับสูง กลาง ต่ำ หมายถึงพฤติกรรมอะไร หรือต้องการมีทักษะความสามารถอย่างไร ซึ่งส่วนใหญ่จะ ตั้งไว้ในใจจึงเสมือนกับจัดตำแหน่งนักเรียนลงบนมาตราคงที่ตายตัวที่มีอยู่ก่อนแล้วระดับของมาตรา ส่วนประมาณค่า มีทั้งแบบ 3, 5, 7 แบ่งเป็น 3 ชนิด

2.1 มาตรฐานส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข (Numerical rating scale)

2.2 มาตรฐานส่วนประมาณค่าแบบพรรณนา (Descriptive rating scale)

2.3 มาตรฐานส่วนประมาณค่าแบบกราฟ (Graphic rating scale)

3. การจัดอันดับ (Ranking) เป็นวิธีการที่จะเรียงลำดับนักเรียนในคุณสมบัติหนึ่งๆ ตามที่กำหนดให้ ซึ่งสามารถจะใช้ในการวัดวิธีการหรือผลงานก็ได้ แต่ส่วนใหญ่จะใช้ในการวัดผล มากกว่าการจัดอันดับจะมีความเชื่อมั่นสูงขึ้น

4. มาตรฐานวัดผลงาน (Product Scale) คือ มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) ชนิดหนึ่งโดยจัดผลงานตามระดับคุณภาพ อาจแบ่งคุณภาพผลงานออกเป็น 4 ระดับหรือมากกว่า นั้น มาตรฐานชนิดนี้สร้างง่าย เวลาใช้จะตัดสินผลงานในเชิงเส้นตรง โดยกำหนดผลงานของนักเรียนมา เปรียบกับผลงานที่กำหนดไว้แล้ว

5. การเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pair Comparisons) เป็นแบบที่สามารถจัดอันดับได้ เทียงตรงเพราะผู้จัดอันดับจะต้องเปรียบเทียบนักเรียนเป็นคู่ โดยทำเป็นตาราง 2 ทาง เปรียบเทียบ คนแรก ในแถวขึ้นกับทุกคนในแถวนอน (ยกเว้นตัวเอง) วิธีเปรียบเทียบความพิจารณาทีละเรื่อง

6. Anecdotal Records ระเบียบพฤติกรรมจะใช้เมื่อไม่สามารถให้คำนิยาม คุณลักษณะของการทำงานได้ ซึ่งมีลักษณะดังกล่าวจะทำให้ไม่สามารถสร้างแบบสำรวจรายการ และ แบบจัดอันดับคุณภาพได้ใช้ได้ดีในชีวิตศิลปศึกษา พลศึกษา สังคมศึกษา คหกรรม ผู้สังเกตจะต้อง บันทึกการสังเกตด้านภาษาของตัวเอง ข้อเสีย ใช้เวลามากและเขียนมาก

สุภรณ์ ลิ้มบริบูรณ์ (2534, น. 12-15) ได้กล่าวถึง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการปฏิบัติ ดังนี้

1. มาตรการประเมินค่า (Rating scale) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติ คือ วัดกระบวนการ (process) และผลงานที่ได้จากการปฏิบัติ (Product) มาตรการประเมินค่าที่นิยมใช้กันมี 3 ชนิด คือ

1.1 มาตรการประเมินค่าแบบตัวเลข (Numerical Rating Scale) เป็นมาตรวัดที่ใช้ตัวเลขแทนระดับของคุณลักษณะ หรือพฤติกรรมอาจเป็น 3, 4 หรือ 5 ระดับ

1.2 มาตรการประเมินค่าแบบกราฟิก (Graphic Rating Scale) เป็นมาตรวัดในแนวนอน โดยแบ่งเป็นช่วงแสดงถึงระดับความเข้มหรือความถี่ของพฤติกรรม

1.3 มาตรการประเมินค่าแบบบรรยาย (Descriptive Graphic Rating Scale) เป็นมาตรวัดที่แบ่งเป็นช่วงตามแนวนอนเช่นเดียวกับแบบกราฟิก แต่มีคำบรรยายบอกลักษณะของพฤติกรรมในแต่ละระดับไว้ว่าเป็นอย่างไร นอกจากนี้จะจัดที่ว่างทำข้อสำหรับบอกความเห็นหรืออธิบายเพิ่มเติม (Comment) รายละเอียดเกี่ยวกับการประเมินในข้อนั้น

2. แบบตรวจสอบรายการหรือตรวจสอบพฤติกรรม (Check List) เป็นเครื่องมือสำหรับวัดกระบวนการผลงานหรือคุณลักษณะด้านจิตพิสัยได้ เช่นเดียวกับมาตรการประเมินค่า (Rating Scale) แต่แตกต่างกันตรงที่มาตรการประเมินค่าจะบอกให้ทราบระดับพฤติกรรมว่ามีมากน้อยเพียงไร แต่แบบตรวจสอบรายการจะบอกให้ทราบแต่เพียงว่านักเรียนมีหรือไม่มี ผ่านหรือไม่ผ่าน ปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติ ในรายการหรือพฤติกรรมที่กำหนด

ส.วาสนา ประवालพฤษย์ (2537, น. 3-5) ได้กล่าวว่า ในการสอบการปฏิบัติมักจะใช้เทคนิคต่าง ๆ ดังนี้

1. การสังเกต (Observation) การสังเกตที่ดีจะต้องปล่อยให้ผู้ถูกสังเกตอยู่ในสภาพการณ์ปกติ เพื่อจะได้ข้อมูลตามความเป็นจริง การสังเกตอาจทำได้โดยผู้สังเกตเข้าไปอยู่ในกลุ่มด้วยเปรียบเสมือนเป็นสมาชิกผู้หนึ่งของกลุ่มหรือผู้สังเกตจะแอบดูอยู่ที่อื่นโดยไม่ให้ผู้ถูกสังเกตรู้ตัวก็ได้ ในการสังเกตจะต้องมีการวางแผนเสียก่อนว่า สังเกตเมื่อไร อะไรบ้าง ตั้งจุดหมายของการสังเกตแต่ละครั้ง นอกจากนั้นจะต้องเตรียมบันทึกข้อมูลโดยใช้เครื่องต่าง ๆ เช่น มาตรการส่วนประมาณค่า การบันทึกต่าง ๆ แบบสำรวจพฤติกรรม

2. การจัดอันดับ (Ranking) เป็นวิธีการที่จะเรียงลำดับนักเรียนในคุณสมบัติหนึ่ง ๆ ตามที่กำหนดให้ ซึ่งสามารถจะใช้ในการวัดวิธีการหรือผลงานก็ได้ แต่ส่วนใหญ่จะใช้ในการวัดผลมากกว่าการใช้จัดอันดับจะมีความเชื่อมั่นสูงขึ้น ถ้าจัดอันดับคุณสมบัติหนึ่งที่จำเพาะและมีค่าจำกัด

ความของคุณสมบัตินั้นชัดเจน แต่ถ้าจัดอันดับหลายอย่างในคราวเดียวกัน จะทำให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำลง ตัวอย่างเช่น การเรียนขับรถ ครูจัดอันดับเกี่ยวกับความสามารถในการหยุดรถ อย่างไม่ใช่จัดอันดับความสามารถในการใช้รถ (ซึ่งรวมท้านั่ง การออกรถ การจับพวงมาลัย การจอดรถ)

3. มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) เป็นเครื่องมือที่ใช้มากในการประเมินการปฏิบัติ มาตรฐานประมาณค่ามีหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดที่จัดคุณลักษณะต่อเนื่องซึ่งจะแบ่งคุณลักษณะนั้นตามระดับความสูง-ต่ำ โดยกำหนดเป็น 2 ระดับขึ้นไปจนถึงประมาณ 10 ระดับ ความเชื่อถือได้ของข้อมูล จากมาตรฐานประมาณค่านอกจากจะขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สังเกตความไม่อคติแล้ว ยังขึ้นอยู่กับข้อกำหนดความหมายคุณสมบัตินี้ที่กำลังจะพิจารณาด้วยนั้น จะต้องกำหนดคุณสมบัตินี้ให้ชัดเจน และเป็นคุณสมบัติน้อยเช่นเดียวกับการจัดอันดับ

4. แบบสำรวจพฤติกรรม (Check Lists) มีรายการของพฤติกรรมให้ผู้สังเกตบันทึกว่าพฤติกรรมนั้น ๆ เกิดขึ้นหรือไม่ โดยมากมักจะบอกเพียงว่ามีหรือไม่ ในการสังเกตการปฏิบัติงาน บางครั้งอาจให้ผู้สังเกตบันทึกลำดับที่ของการปฏิบัติหรือพฤติกรรมตามลำดับตั้งแต่ 1 เป็นต้นไปก็ได้ ซึ่งในลักษณะนี้ก็จะทำให้มองเห็นภาพรวมของการปฏิบัติงานอีกครั้ง

5. การบันทึกต่าง ๆ (Anecdotal Record) เป็นวิธีการที่ไม่ได้กำหนดรูปแบบไว้อย่างชัดเจนเหมือนวิธีอื่น ๆ ผู้บันทึกค่อนข้างจะมีอิสระในการบันทึกลงไปมากกว่าเครื่องมือชนิดอื่น ๆ การบันทึกเพียงครั้งเดียวอาจไม่สามารถให้ข้อมูลที่มีความหมายมากนัก แต่การบันทึกอย่างต่อเนื่องหลายครั้งจะให้ข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ในการบันทึกที่ผู้สังเกตจะเขียนถึงพฤติกรรม หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเท่านั้น ไม่ใส่ความเห็นลงไป ยกเว้นกรณีที่ต้องการให้ใส่ความเห็นก็แยกในส่วนที่แสดงความเห็นอย่างชัดเจน

ภัทธา นิคมานนท์ (2537, น. 183) กล่าวว่า เครื่องมือวัดด้านทักษะการปฏิบัติมีหลายประเภทที่นิยม ได้แก่ การทดสอบ การสังเกต แบบสำรวจรายการ มาตรฐานประมาณค่า ซึ่งแต่ละประเภทต่างมีความเหมาะสมกับงานไม่เหมือนกัน การวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในวัตถุประสงค์หนึ่ง ๆ อาจใช้วิธีการวัดหลาย ๆ วิธีหรือวิธีเดียวก็ได้ หากการวัดโดยวิธีใดวิธีหนึ่งไม่สามารถให้ข้อมูลชัดเจนเพียงพอจำเป็นต้องใช้

หลาย ๆ วิธีเพื่อวัดในสิ่งเดียวกัน

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ามาพอสรุปได้ว่า ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ประกอบการสังเกต เพื่อวัดผลงานการปฏิบัติมีลักษณะ ดังนี้

1. การสังเกต
2. การสำรวจรายการ (Check List) ผู้สังเกตพิจารณานักเรียนปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติ หรือการเตรียมความพร้อมหรือไม่

3. แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ผู้สังเกตพิจารณาผลงานที่ละด้านตามเกณฑ์ที่กำหนดเอาไว้ว่านักเรียนผ่านระดับใด

4. การเรียงอันดับ (Ranking) ผู้สังเกตนำคะแนนจากการประเมินผลการปฏิบัติของนักเรียนมาเรียงอันดับคุณภาพตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ดีที่สุดไปหาที่ไม่ดีแล้วให้คะแนนตามอันดับคุณภาพ

### 2.6.6 เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดการปฏิบัติ

การวัดการปฏิบัติขึ้นอยู่กับความต้องการว่าจะวัดอะไร มีจุดมุ่งหมายที่จะวัดจุดใดเป็นสำคัญ ควรเน้นเรื่องหลักการปฏิบัติจริง ความคิดรวบยอดและขั้นตอนในการแก้ปัญหาเพื่อวางกฎเกณฑ์ให้มีมาตรฐาน (กรมวิชาการ, 2539, น. 13)

เครื่องมือที่ใช้เป็นแนวทางประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียนเรียกว่า รูบรีค (Rubric) การให้คะแนนแบบรูบรีคก็คือ การตอบคำถามว่านักเรียนทำอะไรได้สำเร็จหรือว่ามีระดับความสำเร็จในชั้นต่าง ๆ กัน หรือมีผลงานเป็นอย่างไรนั่นเอง การให้คะแนนแบบรูบรีคมี 2 ลักษณะ คือ

1. การให้คะแนนโดยดูภาพรวมทั้งหมด (Holistic Score) คือการให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่งโดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่ามีความเข้าใจความคิดรวบยอด การสื่อความหมายกระบวนการที่ใช้และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงานหรือความสำเร็จของงานเป็นขั้น ๆ โดยอาจแบ่งระดับคุณภาพตั้งแต่ 0-4 หรือ 0-6 สำหรับในขั้นต้นการให้คะแนนรูบรีคอาจแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี เช่น

วิธีที่ 1 แบ่งงานตามคุณภาพเป็น 3 กอง คือ

กองที่ 1 ได้แก่ งานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษและเขียนอธิบายลักษณะของคนที่มีคุณภาพเป็นพิเศษ

กองที่ 2 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้

กองที่ 3 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้น้อยหรือยอมรับไม่ได้และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้น้อยจากนั้นก็นำงานแต่ละกองมาให้คะแนนเป็น 2 ระดับ คือ

งานกองที่ 1 จะให้คะแนน 6 หรือ 5

งานกองที่ 2 จะให้คะแนน 4 หรือ 3

งานกองที่ 3 จะให้คะแนน 2 หรือ 1

วิธีที่ 2 กำหนดระดับความผิดพลาด โดยพิจารณาจากความบกพร่องจากคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใดแล้วหักจากระดับคะแนนสูงสุดลงมาที่ระดับดังนี้

คะแนน 4 หมายถึง คำตอบถูกแสดงเหตุผลถูกต้อง แนวคิดชัดเจน

คะแนน 3 หมายถึง คำตอบถูก เหตุผลถูก แต่มีข้อผิดพลาดน้อย



คะแนน 2 หมายถึง เหตุผลหรือการคำนวณผิดพลาด แต่มีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบ

คะแนน 1 หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อยแต่ไม่ได้คำตอบ

คะแนน 3 หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูกเลย

วิธีที่ 3 กำหนดระดับและยอมรับคำอธิบาย เช่น เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) ของความสามารถเข้าใจเนื้อหาสาระเขียนได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

4 หมายถึง การสาธิตหรือแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ครบถ้วนถูกต้องแม่นยำในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดรวมทั้งเสนอแนวคิดใหม่ที่แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงเกณฑ์หรือลักษณะของข้อมูล

3 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ครบถ้วนถูกต้อง ในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด

2 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจไม่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน

1 หมายถึง แสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจในหลักการความคิดรวบยอดข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดน้อยมาก และเข้าใจไม่ถูกต้องในบางส่วน

0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) เพื่อให้การมองภาพของงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน จึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนนและอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ โดยทั่วไปแล้วจะมีการแยกองค์ประกอบของงานเป็น 4 ด้าน คือ

2.1 ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในปัญหาที่ถามกระจ่างชัด

2.2 การสื่อความหมาย สื่อสาร คือ ความสามารถในการอธิบาย นำเสนอ การบรรยายเหตุผล แนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ตีมีความคิดสร้างสรรค์

2.3 การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธี กระบวนการที่นำไปสู่ความสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ผลสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงาน หรืออธิบายที่มาและตรวจสอบผลงานครูจะต้องให้นักเรียนทราบรูปรีคเมื่อนักเรียนทำงานใดทำงานหนึ่ง ถ้างานนั้นได้รับการออกแบบให้สามารถวัดได้ 4 องค์ประกอบ ครูก็จะต้องรู้จักรูปรีคของทั้ง 4 องค์ประกอบ เมื่อครูกำหนดงานชิ้นมางานหนึ่งก็ต้องสร้างรูปรีคเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในการบรรลุสมรรถภาพที่อยู่ในงานนั้น ๆ เช่น ความสามารถเข้าใจการสื่อสาร กระบวนการและผลงาน

เสนอ ภิรมย์จิตรผ่อง (2542, น. 37) ได้กล่าวไว้ว่า ในการวัดการปฏิบัติขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้สอนว่า ต้องการวัดอะไร มีจุดมุ่งหมายที่จะวัดจุดใดเป็นสำคัญ ความจริงก็มิได้มีการกำหนดอะไรแน่นอน เพียงแต่เน้นเรื่องหลักที่ปฏิบัติจริง ความคิดรวบยอดและขั้นตอนในการแก้ปัญหาเพื่อวางกฎเกณฑ์ให้มีมาตรฐานเท่านั้น

การกำหนดเกณฑ์การวัดการปฏิบัติ (Rubric) ที่มีความจำเป็นต้องใช้มี 2 ลักษณะ คือ

1. การให้คะแนนโดยดูภาพรวมทั้งหมด (Holistic Scoring) คือ การให้คะแนนเป็นภาพรวมว่าทำงานได้ถูกต้องดีมีคุณภาพและสวยงามซึ่งอาจจะให้คะแนนเต็มได้แต่การให้คะแนนนั้นอาจจะมีความรู้สึกของให้คะแนนนั้นอาจจะมีความไปด้อยว่าดีหรือไม่อย่างไรจะตัดสินคะแนนให้เต็มหรือน้อยลงมาก็แล้วแต่ผู้ให้คะแนน

2. การวัดโดยการให้คะแนนเป็นระบบจำแนกเป็นส่วน (Analytic Scoring) เช่น การลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติขั้นนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้องและดูผลงานที่เสร็จแล้วผู้สอนสามารถให้คะแนนเป็นรายบุคคล

สรุปได้ว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนมี 2 แบบ คือ แบบรวมองค์ประกอบและแบบแยกองค์ประกอบ ซึ่งมีความแตกต่างกัน คือ แบบรวมองค์ประกอบสรุปประเด็นที่กำหนดเพื่อการประเมิน ส่วนแบบแยกองค์ประกอบจะบอกถึงจุดเด่น จุดด้อยของแต่ละประเด็นที่จะประเมินและลักษณะที่เหมือนกันคือ จะต้องเขียนคำอธิบายระดับคุณภาพของประเด็นการประเมิน

### 2.6.7 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดการปฏิบัติ

ในการสร้างเครื่องมือวัดการปฏิบัติ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างไว้ดังนี้

สำนักทดสอบทางการศึกษา (2540, น. 11-16) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดหลายชนิด เช่น แบบทดสอบชนิดต่าง ๆ แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม แบบเขียนรายงานด้วยตนเอง เครื่องมือแต่ละชนิดมีความเหมาะสมกับลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัดแตกต่างกันแต่โดยภาพรวมมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนา 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยศึกษาพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบนั้นหมายถึงอะไร มีลักษณะอย่างไร นักเรียนแสดงออกอย่างไร จึงจะสรุปได้ว่าเขามีพฤติกรรมที่ต้องการวัดแล้ว

2. เลือกใช้สถานการณ์หรือเนื้อหาในการตรวจสอบ ในขั้นนี้เป็นการเลือกสถานการณ์หรือเนื้อหาที่สามารถให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกมาให้เห็นได้อย่างชัดเจนเพื่อนำมาใช้ในการเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ

3. กำหนดความคิดรวบยอดของสถานการณ์หรือเนื้อหา เป็นการนำสถานการณ์หรือเนื้อหาที่เลือกมาทำความเข้าใจและเขียนความคิดรวบยอดของเนื้อหานั้นเพื่อเป็นกรอบความคิดในการเขียนข้อความหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ

4. เขียนข้อความหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ การเขียนข้อความหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้เพื่อให้ข้อความมีคุณภาพ

4.1 ถามให้ตรงจุดและชัดเจน

4.2 คำถามกะทัดรัดไม่ใช่คำฟุ่มเฟือย

4.3 ช่วยให้เห็นความคิดในการตอบ

4.4 ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับ/วัยของนักเรียน

4.5 เขียนตัวเลือกหรือเกณฑ์การให้คะแนน ถ้าเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะต้องมีคำตอบที่ถูกที่สุดตามหลักวิชาเพียงคำตอบเดียว ส่วนตัวลวงทุกตัวจะต้องเป็นตัวลวงที่มีความเป็นไปได้

4.6 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัด เพื่อเป็นการยืนยันว่าเครื่องมือวัดที่ใช้่นั้นมีคุณภาพอย่างน้อย 3 ประการ คือ ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย และความเที่ยงตรง

อาภรณ์ บางเจริญพรพงศ์ (2541, น. 203-206) กล่าวว่า การสร้างแบบสอบวัดการปฏิบัติ มีขั้นตอนการสร้างคล้ายกับการสร้างแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์แต่การสร้างแบบสอบวัดการปฏิบัติมีความซับซ้อนมากกว่า สถานการณ์ในการสอบบางครั้งก็สามารถควบคุมได้ทั้งหมดและเป็นมาตรฐานใช้เวลาในการสร้างและบริหารแบบสอบนานกว่า การให้คะแนนก็ยากกว่าโดยทั่วไป สถานการณ์ยิ่งเหมือนจริงมากเท่าไรก็ยิ่งมีปัญหาที่ต้องประสบบมากในการวัดด้านการปฏิบัติขั้นตอนการสร้างมีดังต่อไปนี้

1. กำหนดสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติเพื่อการวัดผล

ถ้ามีการกำหนดจุดประสงค์การสอนไว้ล่วงหน้า การเลือกแบบสอบวัดการปฏิบัติก็จะง่ายขึ้นจุดประสงค์จะต้องกำหนดให้มีลักษณะเฉพาะสำหรับการวัดจุดประสงค์ที่เป็นการปฏิบัติ จะต้องใช้คำกริยาที่แสดงอาการให้เห็นได้ เช่น จำแนก สาธิต สร้าง เป็นต้น

ในการวัดการปฏิบัติลักษณะเฉพาะที่ต้องการวัดมักจะรวมเอางานที่จำแนกเป็นกิจกรรมเฉพาะที่แสดงถึงความสำเร็จของการปฏิบัติเพราะไม่สามารถวัดกระบวนการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานเฉพาะนั้นได้จึงจำเป็นต้องเน้นตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของการปฏิบัติทั้งหมด การเลือกกิจกรรมเพื่อการวัดผลจะต้องสะท้อนส่วนที่เน้นในระหว่างการสอน

เมื่อกำหนดองค์ประกอบของการปฏิบัติแล้วต่อไปก็กำหนดมาตรฐานของการปฏิบัติงานแต่ละงานซึ่งมาตรฐานนี้จะเป็มาตรฐานขั้นต่ำสุดของการปฏิบัติงานที่สามารถยอมรับได้ มาตรฐานนี้อาจจะเกี่ยวข้องกับความถูกต้องของการปฏิบัติ ความเร็วในการปฏิบัติ ลำดับขั้นตอนใน

การปฏิบัติงานหรือคุณภาพเชิงอัตนัยอย่างอื่น ๆ เช่น การใช้เครื่องมือหรือวัสดุอุปกรณ์ได้อย่างมีทักษะ คำว่าปฏิบัติได้อย่างมีทักษะจะต้องอธิบายมาตรฐานขั้นต่ำให้ชัดเจนเพื่อว่าผู้ที่เอามาตรฐานนี้ไปใช้สามารถปฏิบัติได้ถูกต้องในการวัดการปฏิบัติอาจใช้เกณฑ์มาตรฐานหลายเรื่องในการวัดงานหนึ่งงาน เช่น เทอร์มอมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิร่างกาย เกณฑ์การวัดก็คือ วิธีการใช้และการสเกลได้อย่างถูกต้องหรือการพิมพ์ดีดให้ได้ 50 คำต่อนาที และมีคำที่พิมพ์ผิดได้ไม่เกิน 2 คำ เกณฑ์ก็คือความเร็วและความถูกต้อง

ในการประเมินความสำเร็จของการปฏิบัติงานขึ้นกับวิธีการสอนด้านการปฏิบัติในสภาพที่เหมือนจริงเป็นประการสำคัญ เช่น การประเมินทักษะการวัดในห้องทดลองความถูกต้องของการวัดจะเน้นในตอนแรก ๆ ส่วนความเร็วของการปฏิบัติงานจะเน้นตอนหลัง ๆ ของการสอน

การประเมินความสำเร็จของการปฏิบัติงานนอกจากขึ้นกับวิธีการสอนแล้วยังขึ้นกับสถานการณ์ทั่วไปในการปฏิบัติด้วย เช่น การวัดทักษะในการพิมพ์ถ้าเป็นงานพิมพ์ที่เป็นงานประจำ (routine) ประเมินที่ความเร็วในการพิมพ์ขณะที่การพิมพ์ตารางรายงานด้านเศรษฐกิจประเมินที่ความถูกต้อง

ปัญหาเกี่ยวกับการเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับการประเมินผลด้านการปฏิบัติ คือ

- 1.1 การกำหนดพฤติกรรมเฉพาะที่ต้องการของผู้เรียน
- 1.2 การกำหนดว่าพฤติกรรมที่ต้องการนั้น ๆ ต้องแสดงออกอย่างไร
- 1.3 การอธิบายพฤติกรรมที่ต้องการในรูปของอากัปกริยาที่ถูกต้องแน่นอนและเพียงพอเพื่อว่าจะต้องหลีกเลี่ยงการแปลความหมายที่ผิด
- 1.4 การกำหนดเงื่อนไขในการแสดงออกของพฤติกรรมปลายทางหรือพฤติกรรมที่คาดหวัง
- 1.5 การกำหนดเกณฑ์ในการยอมรับระดับของการปฏิบัติ

2. การเลือกระดับการปฏิบัติในการยอมรับของการปฏิบัติระดับการปฏิบัติที่มีสภาพเหมือนจริงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ หลายประการ

องค์ประกอบแรก คือ ต้องพิจารณาธรรมชาติของจุดประสงค์การสอนว่าการปฏิบัติที่สามารถยอมรับได้ว่า ผู้เรียนสัมฤทธิ์ผลนั้นควรวัดการเขียนตอบในกระดาษหรือวัดแบบทดสอบเชิงจำแนกหรือวัดด้วยการสร้างสถานการณ์จำลองหรือวัดด้วยการปฏิบัติงานจริงโดยพิจารณาควบคู่กันด้วยว่ารายวิชานี้เป็นรายวิชาเบื้องต้นหรือชั้นสูง

องค์ประกอบที่สอง คือ ลำดับการสอบในรายวิชาจะชี้ให้เห็นว่าควรพิจารณาการวัดด้วยการเขียนตอบในกระดาษก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ เช่น กำหนดแผนผังที่ซับซ้อนให้

องค์ประกอบที่สาม คือ ข้อบังคับในการปฏิบัติ เช่น เวลา ราคา หรือคุณค่าเครื่องมือที่สามารถหาได้ ตลอดจนความยุ่งยากในการให้คะแนน สิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดระดับของการปฏิบัติที่มีสภาพเหมือนจริงที่ผู้เรียนควรจะได้รับ

องค์ประกอบที่สี่ คือ งานที่ปฏิบัติจะเป็นตัวจำกัดระดับของสถานการณ์การสอบที่เหมือนจริง เช่น การสอบทักษะการปฐมพยาบาลไม่สามารถใช้ผู้ป่วยจริงที่บาดเจ็บหรือขาหักมาทำการสอบแม้ว่าเราต้องการสภาพการปฏิบัติเหมือนจริงมากที่สุดก็ไม่สามารถทำได้

### 3. การเขียนคำสั่งที่ทำให้เป็นสถานการณ์การสอบได้ชัดเจน

เมื่อเลือกสถานการณ์การสอบและงานที่ต้องสอบปฏิบัติเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็เขียนคำสั่งให้ชัดเจน เพื่อที่จะอธิบายสถานการณ์การสอบ นั่นคือคำสั่งนั้นจะต้องอธิบายและเงื่อนไขที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตาม ปกติแล้วคำสั่งที่จะให้ผู้เรียนสอบวัดการปฏิบัติมักประกอบด้วย

#### 3.1 จุดประสงค์ของแบบสอบ

#### 3.2 วัสดุและอุปกรณ์

3.3 กระบวนการสอบ ซึ่งต้องประกอบด้วยเงื่อนไขเกี่ยวกับเครื่องมือลักษณะของงานที่ต้องปฏิบัติกำหนดเวลาในการสอบ

#### 3.4 วิธีการให้คะแนน

### 4. สร้างเครื่องมือที่ใช้ประกอบการสังเกตเพื่อประเมินผลการปฏิบัติ

ดังที่กล่าวมาในตอนต้นแล้วว่า การประเมินผลด้านการปฏิบัติจะเน้นที่กระบวนการผลการปฏิบัติหรือทั้งกระบวนการและผลการปฏิบัติ กระบวนการปฏิบัติและผลการปฏิบัติมักใช้แบบสำรวจรายการ (Checklists) หรือมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) สำหรับการประเมินผลการปฏิบัติเพียงอย่างเดียวอาจใช้วิธีการจัดอันดับคุณภาพได้

ทักแมน (เสนอ ภิรมจิตร์พอง, 2542, น. 50-52 ; อ้างอิงมาจาก Tuckman, 1975, น. 180-185) ได้เสนอหลักการสร้างเครื่องมือวัดการปฏิบัติไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ระบุงานที่ต้องการจากการปฏิบัติ (Specifying Desire Performance Outcome) ในขั้นนี้จะระบุจุดประสงค์ที่ต้องการจะปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดรวมไปถึงเกณฑ์การประเมินวัตถุประสงค์จะเป็นตัวแสดงผลผลิตปลายทางที่ต้องการ สำหรับวัตถุประสงค์ของการปฏิบัติมักจะมีคำกริยาที่แสดงถึงการกระทำด้วยมือ เช่น

#### 1.1 แสดงวิธีการแบ่งมุมออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน

#### 1.2 แต่งโคลงบรรยายความรู้สึกของบุคคลต่อธรรมชาติ

2. ระบุสถานการณ์ทดสอบ (Specifying the test Situation) สถานการณ์ทดสอบจะต้องให้ผู้เรียนได้แสดงผลงานที่ต้องการ เป็นเงื่อนไขที่ผู้วัดเตรียมให้ผู้เรียนปฏิบัติตัวอย่างเช่น

2.1 ในสถานการณ์ของการปฏิบัติการติดตั้งปลั๊กไฟฟ้าบนแผงวงจรทดลองกำหนดเครื่องมือและวัสดุ :- เครื่องมือมาตรฐานในการติดตั้งไฟฟ้า 1 ชุด

2.2 สายไฟฟ้า

2.3 ปลั๊กไฟฟ้าชนิดเต้ารับ

2.4 Mounting Box

2.5 แผงวงจรทดลอง

คำสั่งในการปฏิบัติงาน : จะติดตั้งไฟฟ้าชนิดเต้ารับ โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ

3. ระบุเกณฑ์ในการประเมินวิธีการและผลงาน (Specifying Process and Product Criteria) ในการทดสอบวิธีการที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ผู้สังเกตไม่มีเวลาจะสังเกตได้นาน ๆ เพื่อประเมินพฤติกรรม ดังนั้นครูต้องเตรียมเกณฑ์เพื่อจะใช้ในการประเมินไว้ล่วงหน้า เช่น

การปฏิบัติการติดตั้งปลั๊กไฟฟ้าชนิดเต้ารับจะมีการกำหนดหรือให้คะแนนพฤติกรรมดังนี้

3.1 การเลือกใช้เครื่องมือที่ถูกต้อง

3.2 ความสามารถในการเลือกใช้วัสดุ (สายไฟ) ได้เหมาะสมกับงาน

3.3 การตัดไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าก่อนการปฏิบัติงาน

3.4 ความถูกต้องในการต่อสายไฟฟ้าเข้ากับปลั๊กไฟฟ้าชนิดเต้ารับ

3.5 การนำปลั๊กไฟฟ้าชนิดเต้ารับไปติดตั้งใน Mounting Box ได้ถูกต้อง

3.6 การต่อสายไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ามีวิธีการที่ถูกต้อง

3.7 การทดสอบประสิทธิภาพของการทำงาน

4. การเตรียมแบบตรวจสอบรายการ (Preparing the Performance Checklist) แบบตรวจสอบรายการนี้จะต้องมีการพัฒนารูปแบบมาก่อน โดยนำเกณฑ์จากข้อ 3 มาเรียงลำดับก่อนหลัง แล้วสังเกตการปฏิบัติงานของผู้ทดสอบ ถ้าผู้ทดสอบปฏิบัติงานตามเกณฑ์นั้นก็บันทึกให้ถ้าไม่ปฏิบัติตามก็ไม่บันทึก

ส.วาสนา ประवालพฤษ์ กล่าวถึง ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดการปฏิบัติงานไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์งานที่จะวัด (Job Analysis) โดยเริ่มจากการศึกษาขอบเขตและลักษณะของทักษะตลอดจนความสามารถต่าง ๆ ที่จะทำให้ปฏิบัติกิจกรรมที่ต้องการวัดได้สำเร็จในการวิเคราะห์งานมีจุดมุ่งหมายที่จะกำหนดลักษณะของงานหรือรายการของกิจกรรมที่จะวัดโดยจะต้องเป็นกิจกรรมที่แยกแยะระหว่างงานนี้กับงานที่ไม่ใช่ และแยกแยะระหว่างผู้ปฏิบัติงานดีและไม่ดี

2. เลือกงานหรือกลุ่มของพฤติกรรมที่จะเป็นตัวแทนของงาน โดยกำหนดทักษะที่จะทดสอบตามงานที่วิเคราะห์ได้ในข้อ 1 เลือกงานที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบ แล้วกำหนดว่าจะวัดการ

ปฏิบัติดีและผลงานดีให้ผู้สอบแสดงให้ดู สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือ การเป็นตัวแทนของกลุ่มงานที่กำลังจะวัด ในขั้นนี้จะต้องกำหนด

- 2.1 สถานการณ์และเงื่อนไข
- 2.2 ความสามารถใดบ้างที่จะวัดในวิธีการปฏิบัติ
- 2.3 ถ้าจะวัดผลงานจะให้สร้างอะไรและจะดูลักษณะใดบ้าง
- 2.4 กำหนดเวลาให้ปฏิบัติ
- 2.5 กำหนดสิ่งที่จะสังเกตและแบบบันทึกการสังเกต

3. กำหนดหน่วยการวัดหรือการจัดอันดับ ในกรณีทำงานสามารถจะแบ่งออกได้เป็นหลายส่วน แต่ละส่วนจะต้องกำหนดคะแนนและน้ำหนัก ตลอดจนวิธีการให้คะแนนอย่างชัดเจน

4. กำหนดวิธีการปฏิบัติที่ควรจะเป็นและการควบคุมสถานการณ์ซึ่งคล้ายกับการกำหนดคำตอบในการตรวจสอบข้อสอบอัตนัย ในการนี้จะต้องพิจารณาอุปกรณ์ที่จะใช้และเงื่อนไขของการสอบด้วยสิ่งที่สำคัญคือ นักเรียนทุกคนควรจะได้รับ การทดสอบพร้อมกันและเหมือนกันที่สุดเท่าที่จะทำได้

5. วางแผนดำเนินการสอบให้รัดกุมโดยเริ่มจาก
  - ก. เตรียมเครื่องมือที่จะต้องใช้
  - ข. ฝึกผู้ดำเนินการสอบและบันทึกการสังเกต
  - ค. ตรวจสอบเครื่องใช้ก่อนลงมือสอบ
  - ง. ขั้นตอนในการดำเนินการสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติ เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพและการสร้างดำเนินไปด้วยดี ผู้สร้างควรปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. เลือกวิธีปฏิบัติการต่าง ๆ ที่จะนำมาสร้างเป็นสถานการณ์หรืองานที่จะใช้แบบทดสอบ ซึ่งในการเลือกวิธีปฏิบัติต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1.1 เลือกแบบปฏิบัติการที่เหมาะสม โดยพิจารณาว่าสามารถแทนสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว
- 1.2 เลือกงานโดยพิจารณาว่างานนั้นควรให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคลหรือทำเป็นกลุ่ม เพื่อให้การวัดถูกต้องและเชื่อมั่นได้
- 1.3 ถ้าต้องการเปรียบเทียบภายในกลุ่มผู้เรียนต้องเลือกงานที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน
- 1.4 งานแต่ละชิ้นที่ให้นักเรียนทำ ควรใช้เวลาในการทำงานไม่มากนัก ประมาณ 20-30 นาที

1.5 การเลือกงานให้นักเรียนทำควรมีความยาวเพียงพอที่จะจำแนกผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้

1.6 เลือกงานที่มีขั้นตอนของกระบวนการปฏิบัติที่มีขอบเขตจำกัดและเป็นงานที่อาจใช้ความรู้ที่เคยเรียนในชั้นเรียนมาปรับปรุงให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.7 เลือกงานให้ผู้เรียนปฏิบัติ โดยต้องใช้ทักษะหลาย ๆ ด้านประกอบกันหรือผสมผสานกันจึงจะดี

2. วิเคราะห์ปฏิบัติการต่าง ๆ ที่เลือกไว้เพื่อนำมากำหนดเป็นงานที่จะให้นักเรียนปฏิบัติ

3. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการทำงานตลอดจนพิจารณากำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ของการทำงาน

4. กำหนดจุดมุ่งหมายของงานหรือสิ่งที่จะวัดในตัวแบบทดสอบ ต้องคำนึงถึงสิ่งสำคัญ

2 ประการ คือ

4.1 พิจารณางานที่ให้นั้นนั้นมีความเป็นปรนัยมากน้อยเพียงใด ยุติธรรมสำหรับผู้สอบแต่ละคนหรือไม่

4.2 พิจารณางานที่ให้นั้น อะไรคือสิ่งซึ่งประสิทธิภาพในการทำงานหรือความถูกต้องของการปฏิบัติและคุณภาพของงาน

5. เน้นจุดสำคัญเฉพาะที่ต้องการทดสอบเขียนออกมาเป็นตัวข้อสอบซึ่งต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

5.1 ความสำคัญและความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละงานในชุดของแบบทดสอบนั้น

5.2 อำนาจจำแนกของงานแต่ละงานที่จะเป็นดัชนีบอกความสามารถของผู้สอบ

5.3 ความเป็นปรนัยและความเชื่อมั่นของการประเมินผลและการให้คะแนน

6. นำข้อสอบที่สร้างขึ้นแต่ละข้อมารวมกันเป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติ พร้อมกับสร้างแบบประเมินผลและก่อนที่จะนำแบบทดสอบไปใช้จริงควรได้มีการตรวจข้อสอบแต่ละข้ออีกครั้งโดยอาศัยหลักการที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

7. สร้างแบบประเมินผล แบบประเมินผลสำหรับข้อสอบภาคปฏิบัติมีได้หลายประเภท เช่น ใช้การจัดอันดับ ใช้มาตราส่วนประมาณค่า ใช้แบบตรวจสอบรายการ หรือใช้แบบบันทึกต่าง ๆ ซึ่งผู้สร้างจะต้องพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานที่จะให้นักเรียนปฏิบัติในการประเมินผลจึงต้องให้การสังเกตเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดการปฏิบัติที่ผู้วิจัยนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. กำหนดภาระงานให้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด



3. กำหนดสิ่งที่จะวัด โดยพิจารณาจากชิ้นงานว่าควรวัด กระบวนการหรือผลงาน หรือวัดทั้งกระบวนการและผลงาน
4. สร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. เลือกรูปแบบในการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณภาพ
6. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน
7. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา
8. นำไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพ

## 2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) เป็นคุณลักษณะหรือสมรรถภาพหรือความสามารถของบุคคลในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม จากครูสำหรับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ศศิธร ศรีวิเชียร (2539, น. 31) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถหรือความสำเร็จของบุคคลอันเป็นผลที่เกิดจากการเรียนการสอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การตอบสนองของผู้เรียนที่มีต่อสื่อและอุปกรณ์การสอนในแต่ละชนิดที่มีการตอบสนองที่แตกต่างกันไป

สุวิทย์หิรัญยกานต์ สิริวรรณเมทีวิรัตน์ และชนินทร์ อินทรภรณ์ (2540, น. 5) ได้เรียบเรียงความหมายของผลสัมฤทธิ์หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในพจนานุกรมศัพท์ทางการศึกษา สรุปได้ว่า หมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากความสามารถ ความรู้หรือทักษะ หรือหมายถึง ผลของการเรียนการสอนหรือผลงานที่ได้เกิดจากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้น ๆ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2540, น. 15-24) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวชี้ความสำเร็จในการจัดการศึกษา ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มุ่งเน้นที่การพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นและมีทักษะพื้นฐานบางอย่าง

สุดา มากบุญ (2542, น. 13) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถที่บุคคลจะพัฒนาให้ดีขึ้น อันเกิดจากกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยวิธีการสอนและอบรม ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก ค่านิยมต่าง ๆ

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, น. 13) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในหนังสือประมวลศัพท์ทางการศึกษาว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือมีฉะนั้นก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาหนึ่งวิชาใด โดยเฉพาะ

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงความรู้ ความสามารถของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนการสอน หรือการแสวงหาความรู้ของนักเรียนซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางด้านสมอง ความรู้และทักษะต่าง ๆ เป็นสิ่งชี้วัดถึงการพัฒนาของผู้เรียน

### 2.7.2 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ของบุคคลว่าเรียนรู้ได้เท่าไร มีความหมายเพียงใด ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

นิภา เมธาวิชัย (2535, น. 25) กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพต่าง ๆ ของผู้เรียนที่เรียนรู้มา

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538, น. 21) กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด

เยาวดี วิบูลย์ดี (2539, น. 1-28) กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการมักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ความสามารถ จากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคนอื่น ๆ (2544, น. 44) กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวงจากโรงเรียนและที่บ้าน ยกเว้นการวัดทางร่างกาย ความถนัดและทางบุคคลกับสังคม

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความเข้าใจที่เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกอบรมซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ ทักษะและสมรรถภาพ

### 2.7.3 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ นิยมคำ (2532, น. 641) กล่าวถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า เป็นการวัดความสามารถด้านความรู้และความคิดของการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการวัดทั้งหมด 4 ด้าน คือ ความรู้ ความเข้าใจ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, น. 389) กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการใช้เครื่องมือในการวัด โดยเน้นการวัดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ได้แก่ พฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ไปใช้

สุภาพร รัตน์น้อย (2546, น. 4) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

จากความหมายที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้ความสามารถทางสติปัญญาด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์

#### 2.7.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, น. 239) ได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิดตามแนวของลีโอโพลด์ อี คลอฟเฟอร์ (Leopold of Klopfer) แห่งมหาวิทยาลัยพิตส์เบิร์ก (University of Pittsburgh) เป็น 1) ความรู้ ความจำ (Knowledge) 2) ความเข้าใจ (Comprehension) 3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) และ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยามเล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกถึงข้อสรุปได้

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบแสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนกเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้ พฤติกรรมความเข้าใจแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

- 2.1 ความสามารถอธิบายความเข้าใจต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง
- 2.2 ความสามารถจำแนกหรือระบุความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปหรือสถานการณ์ใหม่
- 2.3 ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

การวัดผลพฤติกรรมความเข้าใจลักษณะของข้อสอบถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยาย ความรู้ต่าง ๆ ด้วยคำพูดของตัวเอง หรือให้ระบุข้อเท็จจริงมโนทัศน์ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือให้แปลความหมายสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจอยู่ในรูป ข้อความสัญลักษณ์รูปภาพหรือแผนภาพ เป็นต้น

3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยดังต่อไปนี้

3.1 การสังเกตและการวัด ประกอบด้วย การสังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่าง ๆ การบรรยายสิ่งของที่สังเกตได้โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม การประมาณค่าจากการวัดและการยอมรับขีดจำกัดของความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้

3.2 การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม การออกแบบทดลองที่เหมาะสม สำหรับทดสอบสมมติฐาน

3.3 การตีความหมายข้อสรุปและการสรุป ประกอบด้วย การจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูล ที่ได้จากการทดลอง และการสังเกตต่าง ๆ การตีความและการขยายความจากข้อมูล การประเมินสมมติฐานภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การสร้างข้อสรุป กฎหรือหลักการที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ

3.4 การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลอง ประกอบด้วย การตระหนักถึงความจำเป็นและประโยชน์ของแบบจำลอง การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม การระบุปรากฏการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลอง การสร้างสมมติฐานใหม่ ๆ จากแบบจำลอง การแปลความหมายและการประเมินผลการทดลองเพื่อตรวจสอบแบบทดลอง การปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลอง

4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้ ส่วนใหญ่จะมีลักษณะแบบยกสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือปัญหาใหม่มาให้นักเรียนแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องมีความเข้าใจในแนวคิดหลักที่เกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ รวมทั้งต้องใช้ความสามารถระดับสูง ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า ตลอดจนใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหานั้น การประเมินผลกรนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบไม่สามารถวัดความสามารถที่แท้จริง

ของนักเรียนได้โดยทั่วไป ครูควรประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทำโครงการวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการแก้ปัญหา เป็นต้น

เอกสารเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนการสอน สำหรับการวัดผลและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และจุดประสงค์ของหลักสูตร อันได้แก่ ด้านความรู้ ความเข้าใจ ด้านทักษะกระบวนการ และสามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการไปใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นต้น

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

ประนอม วุฒิพันธ์ (2550, น. ค) ทำการพัฒนารูปแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุลของแมลงในท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนอุดรพัฒนาการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษอุดรธานี เขต 1 จำนวน 36 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุลของแมลงในท้องถิ่น มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 16.00 คิดเป็นร้อยละ 41.30 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 31.69 คิดเป็นร้อยละ 79.20 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของแมลงในท้องถิ่น มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 16.72 คิดเป็นร้อยละ 42.40 มีคะแนนเฉลี่ยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 31.39 คิดเป็นร้อยละ 78.50 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเท่ากับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง สารชีวโมเลกุลของแมลงในท้องถิ่น อยู่ในระดับค่อนข้างดี

วารีย์บุญลือ (2550, น. ค) ศึกษาการพัฒนารูปแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องการปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า 1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามีประสิทธิภาพ 84.38/80.50 2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีผลการเรียนจากการทดลองสอนดังนี้ 2.1 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2.2 ทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก 2.3 ความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สิวพร สุวรรณเจริญ (2552) ได้ศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมชุมชนเคมี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนธาตุนารายณ์-วิทยา จังหวัดสกลนคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 26 คน พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ นักเรียนได้คะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 79.20 ในภาพรวมอยู่ในระดับดี แต่เมื่อพิจารณาแต่ละชั้นพบว่า ทักษะในการตั้งสมมติฐานต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากนักเรียนไม่ได้รับการฝึกฝนในทักษะการทดลอง สรุปผล และอภิปรายผลมากกว่าทักษะอื่นๆ และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังการใช้ชุดกิจกรรมชุมชนเคมีสูงกว่าก่อนในข้อที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเนื่องจากในการทำกิจกรรมแต่ละเรื่องนักเรียนได้ศึกษาเอกสารอ่านประกอบในแต่ละกิจกรรมพร้อมทั้งได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น จึงทำให้ได้คะแนนสูงขึ้น

สันติ พันธุ์ชัย (2553, น. ค) ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 33 คน โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) การดำเนิน การวิจัยประกอบด้วยการพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์ 75/75 และการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างผลการวิจัยพบว่า 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 77.31/79.68 2) นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่าระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) นักเรียน มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการ โดยรวมสูงกว่าระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิตยา คิดโสภา (2555, น. ค) ได้ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของพืชในป่าบุง ป่าทามเขตลุ่มน้ำสงครามตอนล่างเพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุ์ไม้ในป่าบุงป่าทามสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ผลการวิจัยมีดังนี้ 1) ความหลากหลายชนิดของพันธุ์ไม้ในป่าบุงป่าทาม พบจำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ทั้งสิ้น 26 วงศ์ 47 ชนิด จำแนกไม่ได้ 7 ชนิด 2) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในเรื่อง พันธุ์ไม้ในป่าบุงป่าทาม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.93/81.72 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุ์ไม้ในป่าบุงป่าทาม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธุ์ไม้ในป่าบุงป่าทาม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5) การประเมินระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุ์ไม้ในป่าบุงป่าทามสำหรับนักเรียนช่วงชั้น

ที่ 4 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโพนงามศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 23 มีความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธุ์ไม้ในป่าบุงป่าทาม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

วิศิษฐ์ศรี โตะกุลวรรณ (2556, น. ค) ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการโดยใช้วิธีการจัดการ เรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับผู้เรียนในระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย กิจกรรมการทดลองส่วนใหญ่เป็นการทดลองเกี่ยวกับพืช เพื่อตัดแปลงวิธีการ ย้อมสีเซลล์และเนื้อเยื่อพืช และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการติดสีโครงสร้างภายในเซลล์พืช นำผล การทดลองมาสร้างบทปฏิบัติการ เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก และทดสอบกับกลุ่มผู้เรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า บทปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี และบทปฏิบัติการมี ประสิทธิภาพเท่ากับ  $81.89/82.67$  ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ( $80/80$ )

เรณู เทพเทียมทัศน์ (2556, น. ค) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบท ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน บ้านทุ่งนาคราชและโรงเรียนบ้านท่าพู่ จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นฐานที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ  $83.53/71.10$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ ( $70/70$ ) 2) นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นฐาน ที่พัฒนาขึ้นมีผลการเรียนรู้จากการทดลองจัดการเรียนรู้อย่างนี้ 2.1) มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $.01$  2.2) มีผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทาง วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี 2.3) มีเจตคติต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ภูมิ ปัญญาท้องถิ่นเป็นฐานที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก

เทวินทร์ เวฬุวนารักษ์ (2558, น. ค) ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตาม แนวคิดคอนสตรัคติวิซึม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความ หลากหลายทางชีวภาพของพืช และศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 41 คน โรงเรียนห้วย เม็กวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่า 1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ  $84.31/82.13$  2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยบท ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพของพืช มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึ่มเรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพของพืช อยู่ในระดับดีมาก

### 2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Kanli & Yagbasam (2007) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีทำปฏิบัติการต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผู้เรียนกลุ่มทดลอง (38 คน) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีทำปฏิบัติการตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (31.47 และ 12.25) สูงกว่ากับผู้เรียนกลุ่มควบคุม (43 คน) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีทำปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบความรู้ (27.26 และ 9.76) ( $p < 0.05$ ) ผู้เรียนกลุ่มทดลองมีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนและด้านทักษะกระบวนการ (0.24 และ 0.68) สูงกว่ากลุ่มควบคุม (0.03 และ 0.31) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีทำปฏิบัติการตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และลดการเข้าใจที่คาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาสาระนั้นๆ

Patrick (2010) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้วยวิธีทำปฏิบัติการในรายวิชาชีววิทยา พบว่า ผู้เรียนกลุ่มทดลองที่ได้ลงมือปฏิบัติการทดลองมีคะแนนปฏิบัติการและคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (53.50 และ 53.36) สูงกว่ากลุ่มควบคุม (44.28 และ 50.08) ( $p < 0.05$ ) นอกจากนี้ลงมือปฏิบัติการทดลองยังกระตุ้นความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนชีววิทยาซึ่งมีอิทธิพลต่อการเรียนการสอนชีววิทยา

Abiodun & Jonathan (2010) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยประเมินผลการจัดการเรียนรู้จากการทำงานร่วมกันและการทำแบบฝึกหัดของผู้เรียนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มการทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีทำปฏิบัติการ (46 คน) และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีบรรยาย (60 คน) นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ในบทต่างๆ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ สำหรับทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จากการศึกษาพบว่า ผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) แต่ผู้เรียนเพศหญิงและเพศชายที่ได้ลงมือปฏิบัติการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไม่แตกต่างกัน ( $p \geq 0.05$ )

Berman (1997, น. 3838-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาในระดับวิทยาลัยเป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมที่แสดงออกด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประสบการณ์ในการทำงานที่ผ่านมาและการบรรยายในวิชากายภาคและสรีรวิทยาของนักศึกษาในวิทยาลัย Philadelphia จำนวน 118 คนการศึกษาครั้งนี้ใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (TIPS) และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (TIP II) แล้วนำ



ผลไปวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สันและสหสัมพันธ์ของ Kendall พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทั้งสองฉบับอยู่ระหว่าง 0.379 ถึง 0.629 และพบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สหสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ของนักศึกษา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดด้วยแบบทดสอบจากการบรรยายครั้งแรกมีคะแนนอยู่ในระดับต่ำแต่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทำการวิเคราะห์ความถดถอยทั้งหมดพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.294 ถึง 0.389

จากการศึกษาเอกสารและประมวลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งงานวิจัยภายในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติ พบว่า การใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและเรียนรู้ด้วยตนเอง พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการลงมือปฏิบัติจริงจากบทปฏิบัติการ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นให้นักเรียน ได้เรียนรู้โดยการปฏิบัติการทดลองจากบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและส่งเสริมทักษะปฏิบัติการทดลอง