



บทที่ 2

### วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง "ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง เคมี ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร" ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณคดีและงาน  
วิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
2. ความสำคัญของการปฏิบัติการทดลอง
3. จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง
4. การเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง
5. ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง
  - 5.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 5.2 ทักษะภาคปฏิบัติ
  - 5.3 การออกแบบการทดลอง
  - 5.4 การเลือกใช้และเก็บรักษาเครื่องมือ
  - 5.5 การดำเนินการทดลองและเทคนิคการทดลอง
  - 5.6 ความปลอดภัยในการทดลอง
6. การประเมินผลการปฏิบัติการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะการปฏิบัติ
  - 7.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทดลอง
  - 7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง

### การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง โดยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ มิใช่รับรู้จากสิ่งที่ครูบอกให้เท่านั้น ดังนั้นการเรียนการสอนจึงมิได้มุ่งให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียว แต่ยังมุ่งให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ที่เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งวิธีการสอนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เห็นว่าเหมาะสมจะนำมาใช้ เพื่อนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ ก็คือ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2522 : 1) ได้มีการกำหนดกิจกรรมหลักในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. การทดลอง
2. การอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน

การทดลอง เป็นกิจกรรมที่สำคัญที่จะทำให้ นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถมองเห็นปัญหาเมื่อผลการทดลองแตกต่างออกไป ทั้งนี้เพราะในระหว่างทดลองนักเรียนได้ใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การเลือกใช้เครื่องมือ การควบคุมตัวแปร การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล ด้วยตนเองทั้งสิ้น

ส่วนการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนนั้น ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และหนังสือเรียนวิชาเคมี จึงเขียนขึ้นในลักษณะที่นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหาและเสนอแนะการทดลองหรือข้อมูล พร้อมทั้งให้แนวตอบคำถามประกอบเพื่อจูงใจนักเรียนไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้น ในการสอนครูจึงเป็นผู้นำอภิปรายก่อนโดยตั้งปัญหาเป็นลำดับแรก แล้วนักเรียนและครูจึงอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับปัญหานั้น ขึ้นต่อไปจึงให้นักเรียนทำการทดลอง และขั้นสุดท้ายเป็นการอภิปรายหลังการทดลอง ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูจะต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถามไปสู่ข้อสรุปเพื่อให้แนวคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ

ดังนั้น สรุปแล้วลำดับขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริม  
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. ช้ันตั้งปัญหา
2. อภิปรายก่อนทดลอง
3. ทำการทดลอง
4. อภิปรายหลังการทดลอง
5. สรุป

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การปฏิบัติการทดลองมีความสำคัญต่อการเรียนการสอน  
วิทยาศาสตร์ รวมทั้งวิชาเคมี เพราะในการสอนแต่ละบทเรียนจะต้องมีการทดลองเสมอ แต่  
บางบทเรียนถ้าจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือราคาแพง และเพื่อความปลอดภัย ผู้สอนก็  
อาจจะใช้ข้อมูลจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ทำไว้มาอภิปราย โดยยังใช้กระบวนการ  
เรียนการสอน เช่น เดิม เพื่อนำไปสู่แนวคิดและหลักการของบทเรียนก็ได้

#### ความสำคัญของการปฏิบัติการทดลอง

กิจกรรมการปฏิบัติการทดลอง เป็นกิจกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการสอนแบบสืบเสาะ  
หาความรู้ด้วยตนเอง จึงมีผู้กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการทดลอง ดังนี้

จอห์น เอส ริชาร์ดสัน (Richardson 1957 : 70-73) กล่าวว่า "การทำ  
ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ หลักการ และการนำเอาหลักการไป  
ใช้ช่วยให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในข้อเท็จจริง หลักการ มโนทัศน์ และข้อสรุปต่าง ๆ  
ของวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ นิสัยในการทำงาน และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์"

เอ็ดมัน ทิ เอ็มเมอร์ (Emmer 1970 : 160) กล่าวว่า "ในการทำปฏิบัติการ  
วิทยาศาสตร์หรือการฝึกฝนในวิชาอื่น ๆ ไม่เพียงแต่จะฝึกฝนความชำนาญของกล้ามเนื้อหรืออวัยวะ  
ต่าง ๆ ของร่างกายเท่านั้น ยังรวมถึงการฝึกทักษะในการแก้ปัญหา การรวบรวมรายละเอียด  
เพื่อให้เกิดมโนทัศน์และก่อให้เกิดเจตคติที่ดีในวิชานั้น ๆ อีกด้วย"



เจย์ วาลโด กรอสมาร์ค (Grosmark 1973 : 3176-A) กล่าวว่า "การทำกิจกรรมปฏิบัติการทดลองบ่อย ๆ จะทำให้นักเรียนมีทักษะการทดลองดีขึ้น"

โรเจอร์ โอ แอนเดอร์สัน (Anderson 1976 : 59-60) กล่าวเกี่ยวกับความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ไว้ สรุปได้ว่า การทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้มีการเรียนรู้ถึงวิธีการอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ช่วยให้เกิดความรู้สึกซาบซึ้งซึ่งต่อบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ และช่วยให้เข้าใจขอบข่ายของวิชาวิทยาศาสตร์

เจ พาติลลา (Padilla) นักการศึกษาจากประเทศเม็กซิโก ได้กล่าวไว้ในการประชุมนานาชาติเกี่ยวกับการศึกษาวิชาเคมี IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) ที่ประเทศไอร์แลนด์ เมื่อปี ค.ศ. 1979 สรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นการทดลองเป็นหลัก จะก่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ต่อไป ดังนั้น การสร้างหลักสูตรรายวิชาเคมีใด ๆ ก็ตาม ควรจะต้องมีการทดลองในทุกหัวข้อของวิชาเคมี เพื่อครูและนักเรียนจะได้ไม่หลีกเลี่ยงในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ และในการทดสอบจะต้องรวมการทดลองไว้ด้วย (IUPAC 1979 : 253)

วินเซนต์ เอ็น ลูเนตตา และคณะ (Lunetta and et. al. 1981 : 22-25) ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญา ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วยพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในทางนิมมาน (Positive)

นอกจากนี้ วินเซนต์ เอ็น ลูเนตตา (Lunetta 1982 : 21) ยังได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ในท้องปฏิบัติการอีกว่า กิจกรรมการทดลองจะช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ ได้แก่

1. การแก้ปัญหา
2. การเลือกวิธีการที่เหมาะสมมาใช้ในการรวบรวมข้อมูล
3. การใช้เครื่องมือ



4. การสรุปหลักการและมโนทัศน์จากข้อมูล
5. การนำความรู้เดิมไปทำนายสิ่งที่พบใหม่
6. การนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา
7. การรายงานผลการทดลอง

ลินดา เปเรซ (Perez 1982 : 20-21) กล่าวถึงการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์  
 ความว่า การปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะช่วยให้เด็กได้เข้าใจถึงเค้าโครงของวิทยาศาสตร์ได้อย่าง  
 สมบูรณ์ จะทำให้เด็กเกิดทักษะในรูปแบบต่าง ๆ และได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับกระบวนการสืบสอบ  
 หาความรู้

กึ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2521 : 92) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการทดลองไว้  
 ว่า การปฏิบัติการทดลอง เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ และได้ฝึกทักษะกระบวนการ  
 อันเป็นหัวใจของวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้มีโอกาสปฏิบัติงานร่วมกันในขณะที่ทำการทดลอง มี  
 โอกาสที่จะได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาให้รู้จักรับผิดชอบร่วมกัน  
 และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

มังกร ทองสุคติ (2525 : 573) ได้ให้ความสำคัญของการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่า  
 นักเรียนจะได้รับประโยชน์จากการได้ลงมือปฏิบัติ ดังนี้

1. ได้รู้วิธีแก้ปัญหา
2. รู้จักวิธีการสังเกตอย่างรอบคอบ
3. มีวิธีการคิดหาเหตุผลในรูปแบบต่าง ๆ
4. ได้ฝึกการใช้ข้อมูลอย่างมีระบบ
5. ช่วยส่งเสริมให้เกิดความสนใจในสิ่งแวดล้อม
6. กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการใช้เหตุผล

ยุพา ดันติเจริญ (สสวท. 2529 : คำแถลง) ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรม  
 ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "การปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะให้ประสบการณ์ตรงต่อผู้เรียน และ  
 ช่วยเสริมสร้างให้เกิดทักษะภาคปฏิบัติ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การ  
 เรียนรู้ด้วยตนเอง"

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การปฏิบัติการศึกษาทดลองวิทยาศาสตร์นั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้พัฒนาทักษะภาคปฏิบัติ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และยังทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเกิดความเข้าใจในวิธีการทางวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ด้วย

#### จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง

โรเจอร์ โอ แอนเดอร์สัน (Anderson 1976 : 60-79) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในกิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
2. เพื่อปลูกฝังทักษะการสืบสวน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่น ๆ ได้
3. เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ลึกซึ้งและเปลี่ยนแปลงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์
4. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการทั้งทางด้านความรู้ลึกซึ้งซึ่งต่อความมีระเบียบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทางด้านความเข้าใจในธรรมชาติและทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ลี เอส ชุลแมน และ พี ทาเมอร์ (Shulman and Tamir quoted in Hofstein & Lunetta 1982 : 203) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อปลูกฝังให้เกิดความสนใจ เจตคติ ความพึงพอใจ ความมีใจกว้าง และความอยากรู้อยากเห็นในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหา
3. เพื่อส่งเสริมความคิดแบบวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อพัฒนาความเข้าใจ มโนทัศน์ และความสามารถทางสติปัญญา
5. เพื่อพัฒนาความสามารถทางการปฏิบัติ

### การเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง

การเรียนการสอนในหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เน้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนได้ทำการปฏิบัติทดลองด้วยตนเอง การจัดการเรียนการสอนในการปฏิบัติการทดลองให้บรรลุเป้าหมายได้ จึงต้องมีการกำหนดสิ่งต่าง ๆ ให้สอดคล้อง เช่น บทบาทของครูผู้สอน ลำดับขั้นตอนของการสอน และกิจกรรมปฏิบัติการ ดังนั้น ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองจึงประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ ดังนี้

1. บทบาทของครูในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง
2. ลำดับขั้นตอนของการสอนปฏิบัติการทดลอง
3. ประเภทของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง

#### บทบาทของครูในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง

ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองนี้ ถึงแม้จะกำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองก็ตาม แต่ครูก็ยังมีบทบาทต่อการสอนด้วย ซึ่ง อาร์เทอร์ จี ฮอฟ (Hoff 1950: 173-175) ได้กล่าวเกี่ยวกับบทบาทของครูไว้ว่า "ครูทำหน้าที่เป็นผู้คอยดูแลช่วยเหลือนักเรียน เมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ โดยครูอยู่ในห้องที่นักเรียนทำการทดลองตลอดเวลา และควรยืนอยู่ในตำแหน่งที่นักเรียนทุกคนสามารถมองเห็นได้ทั่วถึง"

ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 5-6) กล่าวไว้ความว่า บทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอนที่มีการทดลอง มีอยู่ 3 ตอน คือ

#### ตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion)

ผู้สอนจะต้องพยายามเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยาก رؤ้อยากเห็น คิด สงสัย หรือแนะนำแนวทาง เพื่อให้นักเรียนจะได้สืบเสาะหาคำตอบต่อไป ตลอดจนให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการทดลอง อาทิ ควรทำอะไรก่อนหรือไม่ควรทำอะไร ตลอดจนเตือนเรื่องความปลอดภัย เป็นต้น



### ตอนที่ 2 การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period)

ผู้สอนจะต้องคอยดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุน และเป็นพี่ปรึกษาอยู่ด้วย มิใช่ปล่อยให้ นักเรียนปฏิบัติการทดลองกันตามลำพังฝ่ายเดียว

### ตอนที่ 3 การอภิปรายภายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion)

ผู้สอนจะต้องเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองที่รวบรวมได้ สรุปลงเป็น กฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ รวมทั้ง อภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ด้วย

ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง ครูจึงมีบทบาทเพียงผู้ที่คอยให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือ และคอยสนับสนุนให้นักเรียนสนใจและตั้งใจทำปฏิบัติการทดลอง ครูไม่ควรมีบทบาทมากเกินไป ควรปล่อยให้ นักเรียนทำการค้นคว้าทดลองด้วยตนเอง

ลำดับขั้นตอนของการสอนปฏิบัติการทดลอง

น้อมฤดี จงพยุหะ สมใจ ฤทธิสนธิ์ และ พยอม ตันมณี (2519 : 44-46)

เสนอแนะว่า ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ ควรมีลำดับขั้นตอนการสอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม กิจกรรมในขั้นนี้ คือ การจัดแบ่งกลุ่มนักเรียน อธิบายถึงระเบียบที่ควรปฏิบัติการทดลอง ให้นักเรียนอ่านสมุดปฏิบัติการมาล่วงหน้า และการอธิบายให้นักเรียนรู้จักอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ
2. ขั้นปฏิบัติการ กิจกรรมในขั้นนี้ คือ การให้นักเรียนแยกย้ายกันไปตามกลุ่มที่จัดไว้ แล้วลงมือปฏิบัติการตามขั้นต่าง ๆ ที่อยู่ในสมุดปฏิบัติการ ให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองตามลำดับขั้น และบันทึกผลที่ได้ลงในสมุด ในขั้นนี้ครูจะคอยดูแลนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ให้ทำงานร่วมกันอย่างทั่วถึง และคอยแนะนำข้อสงสัยต่าง ๆ
3. ขั้นสรุปผลและประเมินผล กิจกรรมในขั้นนี้ประกอบด้วย ครูซักถามนักเรียนถึงผลที่ได้จากการปฏิบัติการ ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงผลที่ได้จากการปฏิบัติการ ผลพยายามส่งเสริมให้นักเรียน เปรียบเทียบผลที่ได้ในกลุ่มของตนและกลุ่มของเพื่อน ๆ ว่ามีสาเหตุ

อะไรที่แตกต่างไป

ประเภทของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง

สำหรับการให้นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปจัดได้ 2 แบบ คือ

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory)
2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory)

แจ็ก เกอลิน สเพียร์ส และ ดิน ซอลแมน (Spears and Zollman 1977 : 34-35) ได้กล่าวเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ ดังนี้

การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) เป็นรูปแบบที่เก่าแก่ ซึ่งในการทดลองแบบนี้ จะมีคำสั่งและวิธีการปฏิบัติการทดลองมาให้ นักเรียน เสร็จ

การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) เป็นรูปแบบที่อยู่บนพื้นฐานของการสืบสอบ (Inquiry) ซึ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นและสืบสอบในหลักการที่กำลังวิเคราะห์วิจารณ์กันในห้องเรียน

นอกจากนี้ แจ็ก เกอลิน สเพียร์ส และ ดิน ซอลแมน ยังได้เปรียบเทียบขั้นตอนในการทำการปฏิบัติการทดลองทั้งสองแบบ สรุปได้ดังนี้

การทดลองแบบสำเร็จรูป

การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง

- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. กำหนดปัญหาให้ก่อนพบกันในชั้นเรียน</li> <li>2. แนะนำหรือชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงเครื่องมือที่จะใช้</li> <li>3. กำหนดวิธีปฏิบัติการทดลองเพื่อแก้ปัญหา</li> <li>4. ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับข้อสรุปที่ได้</li> <li>5. ให้นักเรียนลงความเห็นจากข้อมูล และให้อธิบายข้อความเพิ่ม</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. กำหนดปัญหาให้ก่อนพบกันในชั้นเรียน</li> <li>2. แนะนำหรือชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงเครื่องมือที่จะใช้</li> <li>3. ชักถามนักเรียนเพื่อหาทางแก้ปัญหา</li> <li>4. ให้นักเรียนแสดงข้อสรุปจากข้อมูลที่ได้</li> </ol> |
|--|---|

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการทดลองทั้งสองแบบ มีขั้นตอนที่สามที่แตกต่างกันอย่างเด่นชัด คือ การทดลองแบบสำเร็จรูป จะกำหนดวิธีการปฏิบัติการทดลองมาให้ นักเรียน ส่วนการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง จะไม่กำหนดวิธีการปฏิบัติการทดลอง สำหรับขั้นตอนแรก ขั้นตอนที่สอง และขั้นตอนที่ห้า มีลักษณะคล้ายกัน

สุวัฒน์ นิยมคำ (2517 : 142-144) กล่าวเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง วิทยาศาสตร์แบบสำเร็จรูป และ การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางไว้ ดังนี้

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) การทดลองแบบนี้ ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา บอกวิธีการแก้ปัญหาและอื่น ๆ ให้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำสั่งแจงในคู่มือการทดลอง (Lab-Direction)
2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) การทดลองแบบนี้ นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบโดยครูกำหนดปัญหาให้ เมื่อได้แนวทางแล้วจึงแยกย้ายกันทำการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายหน้าชั้นอีกครั้งหนึ่ง การทดลองแบบนี้เป็นการส่งเสริมสมรรถภาพทางด้านความคิด ควรให้นักเรียนวางแผนการทดลองก่อนแล้วจึงลงมือทำการทดลองตามแบบที่กำหนดไว้ การวางแผนการทดลอง ครูอยู่ในฐานะเป็นที่เลี้ยง ซึ่งการวางแผนการทดลองประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน และการสร้างแบบการทดลอง ตามลำดับ

สำหรับการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทดลองในโรงเรียนต่าง ๆ ของประเทศไทย ซึ่งใช้หลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีการกำหนดการทดลองมาให้ จึงจัดว่าเป็น การทดลองแบบสำเร็จรูป

#### ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง

การเรียนรู้โดยการทดลอง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเอง ในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากนี้ ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่เรียกว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)



ส่วพิทก์ นียมค้ำ (2517 : 43) ได้กล่าวว่ำ "ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่มุ่งให้เกิดขึ้นในการสอนแบบทดลองวิทยาศาสตร์นั้น ก็คือ กระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงานนั้นเอง ประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญต่าง ๆ ทักษะการทดลอง เป็นทักษะที่สำคัญยิ่งทักษะหนึ่ง "

นอกจากนี้ กิจกรรมการทดลองยังทำให้นักเรียนเกิดทักษะในด้านต่าง ๆ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการใช้เครื่องมือ ทักษะการดำเนินการทดลอง ทักษะการจัดกระทำข้อมูล ทักษะการอธิบาย และทักษะการสรุป โดยสรุปแล้วก็คือ จะทำให้นักเรียนเกิดทั้งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทักษะปฏิบัติการ นั้นเอง

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และคณะ (2525 : 17) ได้กล่าวว่ำ "การทดลองเป็นการทดสอบสมมติฐาน โดยเริ่มตั้งแต่ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด การเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมและใช้ได้ถูกต้อง การรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป"

ดังนั้น ในการเรียนโดยการทดลองแต่ละครั้ง นักเรียนจึงควรจะต้องมีความรู้ทั้งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติการ และขั้นตอนต่าง ๆ ในการปฏิบัติการทดลองให้ดีพอ เพื่อจะทำให้เกิดการใช้ทักษะต่าง ๆ ได้ถูกต้อง จะได้ส่งผลให้การทดลองมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหลักและทฤษฎีในบทเรียนได้ถูกต้อง

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ได้มีผู้แบ่งทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้หลายแบบด้วยกัน สำหรับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ยึดตามแนวการแบ่งของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science) เป็นหลัก ซึ่งแบ่งไว้ดังนี้

1. ทักษะขั้นต้น (Basic Skills) ได้แก่
  1. การสังเกต (Observing)
  2. การจำแนกประเภท (Classifying)
  3. การวัด (Measuring)
  4. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง ที่อยู่ และ เวลา

(Using Space - Time Relationships)

5. การคำนวณ (Using Number)
6. การสื่อความหมาย (Communicating)
7. การทำนาย (Predicting)
8. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

2. ทักษะขั้นสูง (Intergrated Skills) ได้แก่

1. การควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
2. การแปลความหมายจากข้อมูล (Interpreting Data)
3. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
4. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally)
5. การปฏิบัติการทดลอง (Experimenting)

(AAAS 1970 : 33)

โรเบิร์ต บี ซันด์ และ เลสลีย์ ดับบลิว ไทรว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge 1967 : 93-95) ได้กล่าวไว้ความว่า ในการทดลองทุกครั้งทักษะที่ครูควรสร้างให้เกิดขึ้นกับนักเรียน คือ

1. ทักษะในการให้ได้มาซึ่งข้อมูล (Acquisitive Skills) เป็นการรวบรวมเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกอย่าง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ได้แก่ การรับฟัง การสังเกต การค้นคว้า การสอบถาม การอ่านข้อสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง การรวบรวมข้อมูลมาจัด เป็นระเบียบพร้อมทั้งบันทึกและการวิจัย

2. ทักษะในการจัดระเบียบข้อมูล (Organizational Skills) ได้แก่ การบันทึกข้อมูลในรูปของ ตาราง แผนภูมิ การเปรียบเทียบข้อมูลในส่วนที่เหมือนกันและต่างกัน การจัดจำแนกข้อมูลออกเป็นประเภท การจัดข้อมูลโดยเรียงตามลำดับเหตุการณ์ การวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายข้อมูล

3. ทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์ (Creative Skills) ได้แก่การมองเห็นปัญหา และหาทางแก้ปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การสังเกตผล และรู้จักนำเอาข้อมูลที่ได้มาจากการทดลอง มาผสมผสานจนกลายเป็นกฎหรือความจริงหลัก

4. ทักษะในการติดตั้ง ไข และซ่อมแซมเครื่องมือ (Manipulative Skills) ได้แก่ สามารถใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องและรู้ส่วนประกอบของเครื่องมือ ความสามารถในการดูแลรักษาเครื่องมือ ความสามารถในการสร้างเครื่องมืออย่างง่าย ๆ และการซ่อมแซมเครื่องมือในส่วนที่ง่าย ๆ

5. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communicative Skills) ได้แก่ การอธิบายความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การอธิบายได้อย่างชัดเจน การรายงาน และเขียนผลการทดลอง

#### ทักษะภาคปฏิบัติการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2523 : 1) ได้ให้ความหมายของทักษะภาคปฏิบัติไว้ว่า "ทักษะภาคปฏิบัติ หมายถึง ความชำนาญในการใช้เครื่องมือทดลอง การหยิบจับอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง มีเทคนิคในการทดลอง ทำการทดลองด้วยความคล่องแคล่ว มีความละเอียดรอบคอบและคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น"

พิศาล สร้อยสุทนต์ (2525 : 47) ได้ให้ความหมายของทักษะภาคปฏิบัติไว้ว่า หมายถึง "ทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ การสังเกต การจัดประเภท การพิจารณาโครงสร้าง และหาความสัมพันธ์ ตลอดจนการเสาะหาความรู้ การรวบรวม และการรายงานผลอย่างมีประสิทธิภาพ"

ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 15-16) ได้กล่าวถึงทักษะด้านการปฏิบัติการ ซึ่งเป็นทักษะในการกระทำหรือปฏิบัติ ไว้ว่า อาจจำแนกได้เป็น 2 พวก คือ



1. ทักษะภาคปฏิบัติ ได้แก่
  - 1.1 ทักษะในการปฏิบัติการ
  - 1.2 ทักษะในการสังเกต
  - 1.3 ทักษะในการดำเนินการทดลอง
2. ทักษะในการสื่อความหมายภาคปฏิบัติ ได้แก่
  - 2.1 ทักษะในการบันทึกผลการทดลอง
  - 2.2 ทักษะในการใช้ผลการทดลอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2522 : 139-142)

ได้เน้นความสำคัญของการทดลองว่า เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะภาคปฏิบัติ และ ได้กำหนดทักษะปฏิบัติไว้ 29 ทักษะ ดังต่อไปนี้

ทักษะ 1 การใช้เทอร์โมมิเตอร์ หมายถึง การใช้และการอ่านเทอร์โมมิเตอร์อย่างถูกวิธี คือ กระจ่าง เทอร์โมมิเตอร์ต้องสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัด ไม่สัมผัสกับด้านข้างและกันภาชนะ ขณะอ่านสายตาดูต้องอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ และ เมื่อใช้เสร็จแล้วต้องทำความสะอาด เช็ดให้แห้งแล้วเก็บที่

ทักษะ 2 การใช้ตาชั่ง หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ตาชั่งอย่างถูกวิธี คือ ปรับศูนย์ก่อนใช้ ขณะชั่งน้ำหนักค่อย ๆ เลื่อนตุ้มน้ำหนักจนตาชั่งสมดุล และอ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้อง

ทักษะ 3 การใช้ตาชั่งสปริง การใช้ตาชั่งสปริงต้องให้ตาชั่งอยู่ในแนวตั้ง อ่านหน่วยน้ำหนักเป็นกรัมหรือนิวตัน ขณะอ่านตาดูต้องอยู่ในระดับเดียวกับปุ่มโลหะบอกค่าน้ำหนัก ถ้าต้องใช้ตาชั่งสปริงในแนวอื่นเพื่อเปรียบเทียบแรงดึง ต้องรักษาทิศทางให้อยู่ในแนวเดียวกัน

ทักษะ 4 การใช้ตะเกียง หมายถึง ความสามารถในการใช้ตะเกียง แอลกอฮอล์อย่างถูกวิธี คือ ก่อนใช้ต้องตรวจสอบสภาพก่อนทุกครั้ง ไม่จุดตะเกียงก่อน

ที่จะเตรียมสารให้พร้อม ปรับไล่ให้สูงพอเหมาะ เตรียมกระป๋องทรายสำหรับทิ้ง ก้านไม้ขีดไฟที่จุดแล้ว เมื่อเลิกใช้ต้องดับตะเกียงทันทีโดยใช้ฝาครอบ ไม่ใช่ปากเป่า

ทักษะ 5 การใช้ช้อนตักสาร หมายถึง การตวงสารให้ปริมาณถูกต้อง คือ ตักสารแต่ละครั้งต้องปาดช้อนเพียงครั้งเดียว ไม่กตสารในช้อนก่อนปาด เมื่อตักแล้วทำความสะอาดช้อนและทำให้แห้งก่อนตักสารชนิดอื่น ไม่ตักสารในขณะที่ยังร้อน

ทักษะ 6 การใช้ไม้หนีบ หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ไม้หนีบได้ถูกวิธี คือ หนีบที่ระยะประมาณ 1/3 จากปากหลอดทดลอง เมื่อหนีบบิกเกอร์หรือถ้วยกระเบื้อง ต้องหนีบให้ลึก ขณะถือไม่ออกแรงกดไม้หนีบ ถ้าใช้กับขวดเพื่อหนีบเทอร์โมมิเตอร์ ต้องใช้เศษผ้าหรือกระดาษชำระหุ้มเทอร์โมมิเตอร์ให้แน่นเสียก่อน

ทักษะ 7 การใช้หลอดฉีดยา หมายถึง การใช้หลอดฉีดยาอย่างถูกวิธี คือ จุ่มหลายหลอดลงในของเหลว กดก้านสูบให้ชิดกับกระบอกสูบเพื่อไล่อากาศ ดึงก้านสูบขึ้นเพื่อดูของเหลวขึ้นมา อ่านปริมาตรโดยให้ตาอยู่ในระดับพอดีกับขีดบอกปริมาตร ถ้ามีฟองอากาศต้องกดก้านหลอดไปใหม่ ใช้เสร็จแล้วล้างให้สะอาด ทำให้แห้งเมื่อจะดูของเหลวชนิดอื่น ต้องล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้ง

ทักษะ 8 การใช้หลอดหยด หมายถึง ความสามารถที่จะใช้หลอดหยดได้ถูกวิธี คือ ดูดของเหลวให้มีปริมาตรใกล้เคียงกับที่ต้องการใช้ ค่อย ๆ บีบลูกยาง เพื่อให้ของเหลวหยดทีละหยดอย่างสม่ำเสมอ ล้างหลอดหยดให้สะอาดทันที สะบัดให้แห้ง ถ้าจะใช้ดูดสารหลายชนิดต้องล้างให้สะอาดทุกครั้ง

ทักษะ 9 การใช้กรดและเบส หมายถึง การใช้ กรด-เบส ได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย คือ รินกรดหรือเบสใส่ในภาชนะที่สะอาดและแห้ง ขณะรินหันภาชนะที่ใส่ กรด-เบส ด้านที่มีป้ายฉลากขึ้นข้างบน ไม่รินน้ำลงในกรด ถ้ากรดหกรดร่างกายต้องรีบล้างด้วยน้ำมาก ๆ ทันที ถ้ากรดหกรดพื้น ให้ไปรดด้วยคิลเซียมคาร์บอเนต ถ้าเบสหกรดให้ล้างด้วยกรดอะซิติกเจือจาง แล้วล้างด้วยน้ำมาก ๆ อีกครั้ง

ทักษะ 10 การใช้กระดาษทดสอบ กรด-เบส หมายถึง ความสามารถที่จะรู้จักใช้กระดาษอินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ คือ มีที่หยิบต้องสะอาดปราศจากกรดและเบส หยิบทีละแผ่น อังที่ปากหลอดโดยไม่ให้สัมผัสกับหลอด ถ้าจะทดสอบของเหลวให้วางกระดาษอินดิเคเตอร์บนถ้วยกระเบื้อง ให้ห่างแกว้จุ่มของเหลวมาแตะ

ทักษะ 11 การใช้แว่นขยาย เมื่อต้องการใช้แว่นขยายตรวจดูรายละเอียดของวัตถุ ให้ถือแว่นขยายให้ชิดกับตาข้างหนึ่ง ระวางการขูดขีด ไขแล้วเก็บเข้าที่ ให้เรียบร้อย

ทักษะ 12 การใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างง่าย หมายถึง ความสามารถในการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกวิธี คือ วางแผ่นสไลด์บนแท่น ให้วัตถุที่ต้องการอยู่ตรงกับช่องบนแท่น กดทับให้แน่นด้วยที่หนีบทั้งสองข้าง ปรับกระจกเงาให้แสงสะท้อนมาที่วัตถุบนสไลด์ หมุนปุ่มตาม เข็มนาฬิกาเพื่อปรับเลนส์ตาลงไปจนต่ำสุด เกือบถึงกระจกสไลด์ มองวัตถุผ่าน เลนส์พร้อมทั้งค่อย ๆ หมุนปุ่มทวน เข็มนาฬิกาเพื่อปรับระยะเลนส์ทีละน้อยจนมองเห็นวัตถุชัด เจน ถ้ายังไม่เห็นภาพให้เลื่อนตำแหน่งสไลด์ปรับระยะใหม่อีกจนเห็นชัด

ทักษะ 13 การใช้กล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย หมายถึง ความสามารถในการใช้กล้องโทรทรรศน์อย่างง่ายถูกวิธี คือ เลื่อนเลนส์ทั้ง 2 อัน ออกจากกัน จับรางกล้องตรงระยะกึ่งกลางของราง ยกขึ้นให้เลนส์อยู่ในระดับตา เมื่อมองวัตถุที่อยู่ไกลให้มองผ่าน เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้น แล้วเลื่อน เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสยาวไปจนเห็นภาพชัด ระวางการขูดขีด เลนส์ ในการทำความสะอาดให้ใช้ผ้าสำลีเช็ด เลนส์

ทักษะ 14 การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถที่ตรวจความต่างศักย์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับความต่างศักย์ของวงจรไฟฟ้า ก่อนที่จะต่อเข้าในวงจร เมื่อความต่างศักย์ของอุปกรณ์มีค่ามากกว่าไม่ต้องต่อ



ทักษะ 15 ทักษะการใช้หลอดไฟฟ้าพร้อมขั้ว หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ปากหนีบจระเข้หนีบปลายขั้วทั้งสองที่ยื่นออกมา ไม่หนีบเข้าไปจนชิดกับขั้วไฟฟ้า

ทักษะ 16 การใช้แปดเตอรี หมายถึง ความสามารถในการเรียงเซลล์ลงในกล่องเป็นแบบอนุกรม ตรวจสอบขั้วไฟฟ้า แผ่นตัวนำ เพื่อตัดตอนตามจำนวนเซลล์ใหม่ มีความต่างศักย์ตามต้องการ

ทักษะ 17 การสังเกต หมายถึง ความสามารถที่จะตรวจรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการสังเกต โดยใช้ประสาทสัมผัสครบทุกอย่างได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว แล้วบันทึกทันที

ทักษะ 18 การวัดความยาว-สูง หมายถึง ความสามารถที่จะใช้อุปกรณ์วัดความยาว ความสูง ได้ถูกวิธี อ่านมาตราโดยหาตั้งฉากกับจัดบอกความยาวหรือความสูงนี้

ทักษะ 19 การใช้และเก็บรักษาแม่เหล็กที่ใช้ทำไดนาโม หมายถึง การเก็บรักษาแม่เหล็กไม่ให้เสื่อมคุณภาพ ด้วยการให้ขั้วต่างชนิดกันประกบกันได้

ทักษะ 20 การต้มสาร หมายถึง ความสามารถในการต้มสารในหลอดทดลองหรือในบีกเกอร์อย่างถูกวิธี คือ ก่อนต้ม เช็ดก้นภาชนะให้แห้ง ถ้าต้มสารในหลอดที่อยู่กับที่ต้องใส่เศษหินหรือเศษกระเบื้องก่อนต้ม ถ้าจับด้วยไม้หนีบต้องสายหลอดไปมาช้า ๆ หันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนอยู่ เมื่อต้มในบีกเกอร์ใช้แท่งแก้วคนอย่างสม่ำเสมอ

ทักษะ 21 การคนสาร หมายถึง การใช้แท่งแก้วคนสารให้เข้ากัน โดยไม่ให้แท่งแก้วกระทบกันและด้านข้างของภาชนะ ใช้แล้วล้างให้สะอาด เช็ดให้แห้ง แล้วเก็บเข้าที่ และไม่ใช้แท่งแก้วคนสารต่างชนิดกันโดยไม่ทำความสะอาด เสียก่อน

ทักษะ 22 การเขย่าหลอดทดลอง หมายถึง การเขย่าโดยใช้มือจับหลอดทดลอง แล้วเขย่าให้ส่วนล่างของหลอดกระทบกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ

ทักษะ 23 การรินสาร หมายถึง การรู้จักการรินของ เหลวผ่านแท่งแก้วลงสู่ภาชนะ โดยให้ปลายแท่งแก้วสัมผัสชิดขอบภาชนะที่รองรับ

ทักษะ 24 การดมสาร หมายถึง ความสามารถที่จะสังเกตกลิ่นของสารอย่างถูกวิธี คือ ไม่สูดดมสารโดยตรง แต่ใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะให้ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าและห่างจากจมูก เล็กน้อย แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งโบกกลิ่นไอของสารเข้าจมูกช้า ๆ

ทักษะ 25 การจับเวลา หมายถึง ความสามารถในการใช้นาฬิกาจับเวลาได้อย่างคล่องแคล่ว อ่านเวลาได้ถูกต้อง รวดเร็ว และให้สัญญาณระหว่างคนที่สังเกตปรากฏการณ์กับคนที่จับเวลา

ทักษะ 26 การทำเครื่องหมาย หมายถึง ความสามารถที่จะรู้จักทำเครื่องหมายบนหลอดทดลอง กล้องพลาสติก เมื่อใช้หลาย ๆ ชิ้นในเวลาเดียวกัน

ทักษะ 27 การต่อและตรวจวงจรไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถในการไล่ลำดับวงจร โดย เริ่มจากขั้วหนึ่งของแบตเตอรี่ไปยังอีกขั้วหนึ่งจนครบวงจร โดยไม่ต้องกลับและตรวจสอบขั้วไฟฟ้าทุกขั้วต้อง เสียบกันอยู่แน่นสนิท

ทักษะ 28 การใช้ยาฆ่าเชื้อโรค หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ยาฆ่าเชื้อโรคอย่างระมัดระวัง ไม่ให้ถูกผิวหนังหรือส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย โดยใช้ปากคีบจับสำลีชุบยาฆ่าเชื้อโรคมดทับข้างขวดไม่ให้โชกเกินไป ปิดจุกขวดทันที ใช้สำลีเช็ดภาชนะที่ต้องการฆ่าเชื้อโรค เสร็จแล้วทิ้งสำลีในที่รับขยะ ไม่วางทิ้งไว้บนโต๊ะ ถ้ายาถูกส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายให้ล้างด้วยน้ำมาก ๆ ทันที

ทักษะ 29 การทำความสะอาดและเก็บรักษาเครื่องมือ หมายถึง ความสามารถที่จะทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกชนิด เมื่อทำการทดลอง เสร็จแล้ว และ เก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

ในเรื่องการทดลองวิทยาศาสตร์นั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 16) ได้อธิบายเกี่ยวกับการทดลองไว้สรุปได้ดังนี้

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบหรือ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่ง เกี่ยวข้องกับการกำหนดควบคุมตัวแปร)

1.2 อุปกรณ์ และ/หรือ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ผู้ที่มีทักษะการทดลอง ต้องมีความสามารถในการกระทำต่อไปนี้

1. ออกแบบการทดลองได้

2. เลือก เครื่องมือที่จะใช้ในการทดลองได้อย่างเหมาะสม

3. ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ได้

4. ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง

5. สังเกตผลการทดลองอย่างละเอียด และบันทึกผลได้อย่างถูกต้อง

การออกแบบการทดลอง

โจเซฟ และคณะ (Joseph et. al 1976 : 56) ได้กล่าวถึงสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงในการออกแบบการทดลองไว้ 4 ประการ ดังนี้

1. คำถาม เกี่ยวกับตัวปัญหาและวัตถุประสงค์ของการทดลอง ทั้งนี้ เพราะการทดลอง จะต้องมีปัญหาหรือวัตถุประสงค์

- ปัญหาของการทดลองนี้คืออะไร
- การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์อะไร



2. วิธีการในการทดลอง จะทำการทดลองอย่างไรจึงจะได้คำตอบของปัญหาหรือ วัตถุประสงค์ วิธีการทดลองมีได้หลายวิธีจะ เลือกวิธีไหนขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่มีและความถนัดของผู้ทดลองด้วย

วิธีการในการทดลองจะต้องระบุ

- ตัวแปรอิสระ
- กลุ่มควบคุมหรือตัวแปรควบคุม

3. การบันทึกผลการทดลอง

4. การลงข้อสรุป

ซึ่งสิ่งที่แนะนำนี้มีประโยชน์ในการที่จะนำไปใช้ในการออกแบบการทดลอง ซึ่งจะทำให้เห็นภาพการทดลองทั้งหมด ดังนั้น สิ่งที่ขาดไม่ได้ในการออกแบบการทดลอง คือ ปัญหา วัตถุประสงค์ วิธีการทดลอง และตารางบันทึกข้อมูล

#### การเลือกใช้และเก็บรักษา เครื่องมือ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (สสวท. 2529 : 24) ได้เน้นถึงทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือว่า เป็นสิ่งจำเป็นและควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ซึ่งทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ นั้น เป็นความสามารถในการเลือกเครื่องมือใช้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือในการทดลองได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งอ่านหรือประมาณค่าที่ได้จากการวัดนั้นได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียง

สุวัฒน์ นิยมคำ (2517 : 18) ได้กล่าวเกี่ยวกับทักษะในด้านการใช้เครื่องมือหรือทักษะในการปฏิบัติว่า นักเรียนควรจะต้องมีทักษะดังต่อไปนี้

1. รู้จักติดตั้ง เครื่องมือ นำเครื่องมือที่ใช้ทั้งหมดมาประกอบและติดตั้งได้ด้วยความปลอดภัย ชำนาญ และไม่เกะกะ เก้งก้าง
2. ใช้เครื่องมือ เป็น รู้ว่าเครื่องมืออะไรใช้สำหรับทำอะไร มีข้อจำกัดแค่ไหน ใช้อย่างไร
3. ซ่อมแซม เครื่องมือในส่วนที่ง่าย ๆ ได้เมื่อเกิดการชำรุด
4. สร้าง เครื่องมือง่าย ๆ ได้
5. รู้จัก เก็บรักษา เครื่องมือให้ปลอดภัย

ประหยัด จันทรชมพู และ ประสพสันต์ อักษรมัต (2518 : 23-24) ได้กล่าวเน้นถึงทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ควรเกิดขึ้นแก่นักเรียน ดังนี้

1. ให้นักเรียนมีทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ชำนาญ และปลอดภัย
2. ให้นักเรียนมีทักษะในการทำความสะอาดและเก็บรักษา
3. ให้นักเรียนรู้จักประดิษฐ์เครื่องมือง่าย ๆ
4. ให้นักเรียนสามารถชั่ง ตวง วัด และทำการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

ยุพา ดันติเจริญ (2529 : คำแถลง) กล่าวว่า "ในกิจกรรมการเรียนที่ให้ประสบการณ์ตรงแก่ผู้เรียน คือ งานภาคปฏิบัติและการทดลอง ถ้าจะให้ผลดีนักเรียนจะต้องมีทักษะในการใช้เครื่องมือ"

นอกจากนี้ ในด้านการใช้เครื่องมือและการเก็บรักษานอกจากที่เสนอมมาแล้วในเรื่องของทักษะภาคปฏิบัติการที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังได้มีการ เสนอแนะวิธีการใช้เครื่องมือและการเก็บรักษาเครื่องมือไว้ในคู่มือครูแต่ละ เล่ม เพื่อให้ครูนำไปใช้ประกอบการสอน แนะนำนักเรียนในแต่ละระดับซึ่งมีการใช้เครื่องมือที่แตกต่างกัน เช่น ใน คู่มือครูวิทยาศาสตร์ ม.2 (สสวท. 2532 : 136-165) ได้มีการเสนอทักษะการใช้เครื่องมือหรือทักษะภาคปฏิบัติ ในเรื่องต่อไปนี้

1. การใช้เทอร์โมมิเตอร์
2. การใช้เครื่องชั่ง
3. การใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์
4. การใช้อุปกรณ์วัดปริมาตร
5. การใช้ช้อนตักสาร
6. การใช้ไม้หนีบ
7. การใช้กระดาษลิตมัส
8. การใช้ลูกยาง
9. การใช้แว่นขยาย

10. การใช้กล้องจุลทรรศน์
11. การวัดความ ยาว-สูง
12. การให้ความร้อนแก่สาร
13. การตมกลั่นสาร
14. การถ่าย เทสาร เคมี
15. การคนสาร
16. การ เขย่าหลอดทดลอง
17. การแยกและการทำให้สารบริสุทธิ์
18. การทำความสะอาด เครื่องแก้ว
19. การกำจัดสาร เคมี
20. การใช้ เครื่องช่วยตัด เนื้อ เยื่อพืช

#### การดำเนินการทดลองและ เทคนิคการทดลอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 1-18) ได้เสนอแนะ เกี่ยวกับการปฏิบัติการวิชาเคมี สรุปได้ว่า การทดลองเคมี นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เทคนิคหลาย ประการ เพื่อให้สามารถใช้เทคนิคในการทดลองได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมกับโอกาส และถูก ขั้นตอน ซึ่งจะช่วยให้ผลการทดลองถูกต้องและมีข้อผิดพลาดในการทดลองน้อยที่สุด เทคนิค เกี่ยวกับการปฏิบัติการ เคมีในระดับมัธยมศึกษา ได้แก่

1. การใช้อุปกรณ์วัดปริมาตร
2. การใช้เครื่องชั่ง
3. การถ่าย เทสาร เคมี
4. การใช้เทอร์โมมิเตอร์



5. การดมกลืนสาร
6. การให้ความร้อน
7. การใช้จุยกยง
8. การแยกและทำให้สารบริสุทธิ์
9. การหาจุดหลอม เหวลและจุดเดือด
10. การเตรียมกษและการเก็บกษ
11. การตีเตรด
12. การทำควมสะอาด เครื่องแก้ว
13. การทำโครมาโตกราฟฟี

นอกจากนี้ ทบวงมหาวิทยาลัย (2524 : 134-136) ได้เสนอถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการมีทักษะปฏิบัติการทดลอง จะทำให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. มีความปลอดภัย เนื่องจากการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องเรียนรู้ถึงวิธีการใช้ที่ถูกต้องและมีทักษะ ซึ่งจะช่วยให้ตนเองและผู้อื่นปลอดภัยจากอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติการทดลอง
2. ความมีประสิทธิภาพในการทดลอง การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสมและถูกต้อง จะทำให้ผลการทดลองดำเนินไปด้วยดี รวดเร็ว และแม่นยำ แต่ถ้าเลือกอุปกรณ์ไม่เหมาะสมและไม่มีทักษะในการใช้ จะทำให้ผลการทดลองผิดพลาดมาก
3. ผลทางเศรษฐกิจ การมีทักษะปฏิบัติการทดลองจะช่วยประหยัดงบประมาณในการซื้ออุปกรณ์และสารเคมี เพราะถ้าเครื่องมือบางชิ้นและสารเคมีบางชนิดมีราคาแพง การใช้ไม่ถูกวิธีนอกจากก่อให้เกิดอันตรายแล้ว อาจทำให้เครื่องมือชำรุด เสียหาย ใช้การไม่ได้ ต้องจัดซื้อใหม่ ทำให้เสียงบประมาณและมีผลต่อเศรษฐกิจของประเทศชาติด้วย

### ความปลอดภัยในการทดลอง

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งรวมทั้งวิชาเคมี มุ่งให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ฉะนั้น นักเรียนจึงต้องลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง เสมอ แต่เนื่องจากการทดลองจะต้องมีการใช้สิ่งต่าง ๆ เช่น สารเคมี เชื้อเพลิง เครื่องแก้ว เครื่องโลหะ ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจจะก่อให้เกิดอันตรายหรืออุบัติเหตุได้ง่าย ถ้านักเรียนไม่รู้จักรู้จักใช้สิ่งเหล่านั้นให้ถูกวิธี

เสงี่ยม พรหมบุญพงศ์ และคนอื่น ๆ (2512 : 67) ได้เขียนถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ สรุปได้ว่าอาจเนื่องมาจาก ความประมาท ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ การกระทำโดยขาดความรู้โดยไม่ทราบถึงอันตรายที่เกิดขึ้น และมีการเล่นหรือหยอกล้อกันในขณะที่ทำ

ดังนั้น จากที่กล่าวมานี้ครูและนักเรียนจึงควรมีส่วนร่วมกันในการศึกษาถึงอันตราย ข้อควรปฏิบัติ และหาทางป้องกันหรือแก้ไข เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทดลอง

สเตราส์ (Strauss 1976 : 10-29) ได้สรุปถึงอันตรายที่เกิดจากการทดลอง เคมีไว้ดังนี้

1. อันตรายจากไฟ
2. อันตรายจากสารพิษ
3. อันตรายจากเครื่องใช้ไฟฟ้า
4. อันตรายจากแก๊ส

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2528 : 7-13) ได้แบ่งประเภทของสารเคมีอันตราย และกล่าวถึงอันตรายที่เกิดจากสารเคมีอันตรายในประเภทต่าง ๆ ไว้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. สารที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible Chemical) มีสารบางชนิดเมื่อผสมกับสารอื่นจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง ระเบิด ลุกติดไฟ หรือให้แก๊สพิษ เช่น โลหะโซเดียมไม่ควรผสมกับน้ำ เพราะจะเกิดปฏิกิริยารุนแรงและลุกติดไฟได้

2. สารไวไฟ (Flammable) หมายถึง สารเคมีที่ไวไฟ ลุกติดไฟได้ง่าย ซึ่งมีทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส สำหรับของเหลวไวไฟมักจะระเหยกลายเป็นไอได้ดี เช่น โทลูอีน เฮกเซน

3. สารกัดกร่อน (Corrosive) หมายถึง สารเคมีที่สามารถกัดผิวหนังหรือทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อ เมื่อสัมผัสทำให้เกิดรอยไหม้ได้ ได้แก่ สารพวกกรดและด่างต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดที่มีความเข้มข้นสูง ๆ

4. สารเคมีที่ให้ออกซิเจนเป็นพิษ หมายถึง สารเคมีที่ให้ออกซิเจน ซึ่งเมื่อสูดดมเข้าไปในร่างกายจนมีปริมาณมากพอจะเป็นอันตราย หรือ เป็นพิษต่อร่างกาย เช่น เบนซีน คลอโรฟอร์ม คาร์บอนเตตระคลอไรด์

ธงชัย ชิวปรีชา และ ปรีชาญ เดชศรี ( 2529 : 34-41) ได้กล่าวถึงอันตรายจากการใช้เครื่องแก้ว และสรุปข้อปฏิบัติทั่วไปเกี่ยวกับการใช้เครื่องแก้ว มีดังนี้

1. การถือหลอดแก้วหรือแท่งแก้ว ต้องถือให้หลอดแก้วหรือแท่งแก้วอยู่ในแนวตั้ง เสมอ เพื่อป้องกันการหักหรือชนกับสิ่งต่าง ๆ
2. ควรสวมแว่นตานิรภัย เมื่อทำงานที่ต้องใช้เครื่องแก้ว เพื่อป้องกันเศษแก้วกระเด็นเข้าตาหากแตกหรือระเบิด
3. ป้องกันมือด้วยผ้าหรือถุงมือ เมื่อจะตัดแก้ว
4. อย่าวาง เครื่องแก้วไว้ใกล้ขอบโต๊ะ เพื่อป้องกันการตกหล่น
5. อย่าเก็บ เศษแก้วที่แตกแล้วด้วยมือ
6. การใส่หรือถอดหลอดแล้วออกจากจุก ควรใช้น้ำหรือกลีเซอรินหยดลงไปเพื่อหล่อลื่นและใช้ผ้าจับหลอดแก้วหมุนไปมา
7. อย่าใช้ เครื่องแก้วที่มีรอยร้าว
8. แก้วที่เผาจนร้อนแดงต้องวางไว้หลายนาทีจึงจะจับได้ แก้วที่นำออกมาจากไฟใหม่ ๆ แม้จะมองดูเหมือนไม่ร้อนแต่จะยังมีความร้อนอยู่มาก เพราะแก้วคายความร้อนได้ช้า

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2522 : 184-187)

ได้เสนอแนะข้อควรปฏิบัติสำหรับครูและนักเรียน เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลอง สรุปได้ดังนี้



### สำหรับครู

1. ต้องทราบชนิดของอุปกรณ์และสารเคมีทุกชนิด และควรปิดป้ายบอกชื่อให้เห็นอย่างชัดเจน ตลอดจนรู้วิธีใช้อย่างถูกต้อง
2. อย่าวางสารเคมีที่ติดไฟง่ายไว้ใกล้กับ เปลวไฟ
3. ครูควรเตรียมสารละลายกรดหรือ เบสด้วยตนเอง
4. ถ้ากรดหรือ เบสหกรดร่างกายให้ล้างด้วยน้ำมาก ๆ ทันที
5. ควรตรวจสอบสภาพของตะ เกียงแอลกอฮอล์ก่อนนำไปให้นัก เรียนใช้
6. เขียนข้อควรปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการติดไว้ในที่ทุกคนมองเห็นได้ และควรแนะนำให้นัก เรียนอ่าน เมื่อ เข้าห้องปฏิบัติการ
7. ครูควรเตรียมน้ำสะอาดไว้ล้างตาหรือผิวหนังที่อาจโดนสารเคมี ควรเตรียมตู้ยาในการปฐมพยาบาล
8. ควรจัดให้มีที่สำหรับใช้ทิ้งสารเคมีโดยเฉพาะ
9. ถ้ามีอุบัติเหตุ หากนักเรียนได้รับอันตรายควรนำส่งแพทย์ทันทีหลังจากได้ทำการปฐมพยาบาลแล้ว

### สำหรับนักเรียน

1. ควรมีระเบียบวินัยในการทดลอง ดังนี้
  - 1.1 ทำการทดลองตามคำแนะนำในบทเรียน ห้ามแก้ไข ดัดแปลง ถ้าสงสัยให้ถามครูผู้สอน
  - 1.2 ห้ามทำการทดลองอื่นใดที่ไม่ได้กล่าวไว้ในบทเรียน นอกจากได้รับอนุญาตจากครู
  - 1.3 ห้าม เล่นในระหว่างทำการทดลอง
2. การใช้ อุปกรณ์และสาร เคมี
  - 2.1 นักเรียนควรฝึกฝน เทคนิคการใช้ เครื่องมือและวิธีการทดลองที่ถูกต้อง
  - 2.2 อย่าหยิบสาร เคมีที่ไม่มีป้าย ชื่อ ชัด เจน

- 2.3 ห้ามขมิบสารเคมีทุกชนิด
  - 2.4 อย่าวางสารเคมีที่ติดไฟง่ายไว้ข้างตะเกียง
  - 2.5 ก่อนใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ ควรตรวจสอบสภาพก่อนทุกครั้ง
3. เทคนิคการทดลอง
    - 3.1 การรินสารละลายหรือของเหลวจากขวด ควรรินทางด้านที่ไม่มีสลากปิด เพื่อป้องกันสลากเสียหายหรือหลุด
    - 3.2 การทดลองใด ๆ ที่มีการต้มหรือเผา อย่างก้มลงไปดูสารนั้น ๆ จนขีด เพราะสารอาจกระเด็นเข้าตาได้
    - 3.3 การเขย่าสารในหลอดทดลองให้ทำด้วยความระมัดระวังที่จะไม่ให้กระเด็นมาถูกตัวเราหรือผู้อื่นได้
    - 3.4 อย่าสูดกลิ่นของสารโดยตรง ควรใช้มือพัดไอจากสารเข้าหาจมูก
    - 3.5 อุปกรณ์บางอย่างทำด้วยแก้ว เวลาทดลองควรทำด้วยความระมัดระวัง
    - 3.6 อย่าทิ้งสารเคมีลงในอ่างน้ำ เพราะจะทำให้ท่อน้ำเป็นสนิมและผุง่าย
  4. ข้อควรปฏิบัติ เมื่อเกิดอุบัติเหตุ
    - 4.1 เมื่อเกิดอุบัติเหตุใด ๆ ต้องรีบแจ้งให้ครูทราบทันที
    - 4.2 นักเรียนต้องทราบว่า เครื่องดับเพลิงหรือยาที่ใช้ในการปฐมพยาบาลอยู่ที่ใด และต้องทราบวิธีใช้
    - 4.3 เมื่อเกิดไฟลุกริบดับไฟ ใช้เครื่องดับเพลิง หรือทราย หรือผ้าหนา ๆ ทัບอย่าใช้น้ำราดบนไฟ หรือให้ริบดับตะเกียงหรือปิดกาซิให้หมด เคลื่อนย้ายวัตถุที่ติดไฟง่ายออกไป
    - 4.4 เมื่อไฟลุกติดเสื้อผ้า ให้ผ้าหนา ๆ คลุมทับเปลวไฟให้ดับ อย่าวิ่งให้ยืนอยู่นิ่ง ๆ
    - 4.5 ถ้าถูกไฟลวกอย่าล้างน้ำ ให้ใช้ยาทาบริเวณที่ถูกไฟลวก ถ้าถูกไฟลวกมาก ๆ ต้องตามแพทย์ทันที
    - 4.6 เมื่อสารเคมีโดนผิวหนังให้ล้างน้ำมาก ๆ ถ้ามีอาการปวดแสบปวดร้อน ให้ใช้ยาทาแก้ไฟลวก

4.7 ถ้าสารเคมีกระเด็นเข้าตาให้ล้างตาด้วยน้ำมาก ๆ ทันที แล้วจึงใช้น้ำยา  
โบริคล้างตาอีกครั้ง หลังจากนั้นควรปรึกษาแพทย์

จากที่ศึกษามานี้จะเห็นได้ว่า ความปลอดภัยในการทดลองมีความจำเป็นมากต่อการ  
ปฏิบัติการทดลอง เพราะถ้านักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจพอ ก็อาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ซึ่ง  
ทำให้เกิดผลเสียต่อตนเองและส่วนรวมได้

#### การประเมินผลการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์

การประเมินผลการปฏิบัติการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผล  
การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาได้ให้หลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติสำหรับครูในการ  
ประเมินผลการปฏิบัติการทดลองไว้หลายท่าน ดังนี้

เบนจามิน เอส บลูม (Bloom 1956 : 6-8) ได้กำหนดพฤติกรรมต่าง ๆ ที่จะต้อง  
ประเมินในวิชาวิทยาศาสตร์ 5 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ (Knowledge and Comprehension)
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Method)
4. ทศนคติและความสนใจ (Attitude and Interests)
5. ทักษะภาคปฏิบัติ (Manual Skills)

ในการประเมินผลการปฏิบัติการทดลองนั้น จะต้องมีการประเมินผลของทักษะในด้าน  
ต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกา แจค ซี เจฟฟรีย์ (Jeffrey 1967 : 3) ได้เสนอการประเมินผล  
ที่เกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. การระบุนการใช้งานของเครื่องมือ



2. การบันทึกผลการทดลองและบอกข้อผิดพลาดของ เทคนิคที่ เกิดขึ้นได้
3. มีความแม่นยำในการตรวจสอบคุณสมบัติของสาร
4. บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง
5. มีทักษะในการใช้เครื่องมือ
6. มีความเป็นระเบียบในการทำงาน

เจ อาร์ อีเกลน และ อาร์ เอฟ เคมปา (Eglen and Kempa 1974 : 7)

ได้กำหนด เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลงานปฏิบัติการทดลอง โดยแยกออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. เทคนิคทางการทดลอง
2. ขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง
3. ทักษะในการใช้เครื่องมือ
4. ความ เป็นระเบียบเรียบร้อยในการทำงาน

คณะกรรมการร่วมการสอบ เข้ามหาวิทยาลัย (JMB. 1979 : 4) และคณะกรรมการสอบของมหาวิทยาลัยลอนดอน (The University of London Examination Board 1977 : 4) ได้ เน้นถึงการปฏิบัติการและได้แบ่งสัดส่วนของความสำคัญของงานปฏิบัติการทดลอง ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. ทักษะในการใช้เครื่องมือ ร้อยละ 25-30
2. ทักษะในการสังเกตและรายงานผล ร้อยละ 25-30
3. ความถูกต้องในการรายงานผลการสังเกต ร้อยละ 20-25
4. ความสามารถในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง ร้อยละ 10-15
5. เจตคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 10-20

วินเซนดี เอน ลูเน็ตตา และคณะ (Lunetta and et. al. 1981 : 22-25)

ได้แบ่งวิธีในการประเมินผลปฏิบัติการทดลองไว้ 4 วิธี คือ

1. เขียนรายงานการทดลอง
2. ทดสอบด้วยแบบสอบข้อเขียน
3. สอบปฏิบัติการทดลอง

#### 4. ประเมินผลด้วยการสังเกต

และยังได้กล่าวเกี่ยวกับการทดสอบด้วยแบบสอบข้อเขียนว่า สามารถที่จะใช้วัดความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและการดำเนินการทดลอง ทักษะในการออกแบบและวางแผนการ การวิเคราะห์ และการนำไปใช้ ของกิจกรรมปฏิบัติการได้

ยูริ กานีล และ เอวี ฮอฟทิน (Ganiel and Hoftein 1982 : 581-591) กล่าวถึงการประเมินทักษะปฏิบัติในการทดลอง สรุปได้ว่า มีวิธีการประเมินแตกต่างกันหลายลักษณะที่ใช้กัน คือ การเขียนรายงาน หรือ การทดสอบข้อเขียน (Paper Pencil Test)

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2524 : 26) ได้แบ่งวิธีการทดสอบภาคปฏิบัติโดยใช้การกระทำของผู้ถูกทดสอบ เป็นเกณฑ์ แบ่งได้ 3 วิธี คือ

1. การทดสอบที่ให้ลงมือกระทำ (Performance Test)
2. การทดสอบโดยให้เขียนตอบในกระดาษ (Paper-Pencil Test)
3. การทดสอบปากเปล่า (Oral Test)

โกวิท ประวาลพฤษ์ (2529 : 32) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการวัดทักษะภาคปฏิบัติ ณ หอประชุมกรมสามัญศึกษา วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2529 ในการบรรยาย เรื่อง แนวในการออกข้อสอบ ไว้ว่า "ข้อสอบแบบปรนัยสามารถใช้วัดทักษะปฏิบัติได้โดยการสอบวัดเคียงมาเป็นแบบปรนัย"

นอกจากนี้ มีนักการศึกษาบางท่านได้กล่าวถึงการให้แบบทดสอบข้อเขียนในการสอบปฏิบัติการทดลอง ดังนี้

เอช ครูบลัค (Krublak 1955 : 82-87) กล่าวถึงการประเมินผลการปฏิบัติการวิชาฟิสิกส์ สรุปได้ว่า แบบสอบข้อเขียน (Paper-Pencil Test) สามารถใช้ประเมินผลปฏิบัติการวิชาฟิสิกส์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์การทดลองได้ เช่นเดียวกับการประเมินด้วยแบบสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test) ซึ่งต่อมา ลีโอโปกต์ คลอปเฟอร์ (Klopper 1971 : 396) ได้เสนอแนะให้ใช้วิธีการวัดผลการปฏิบัติตามเทคนิคที่ครูบลัคเสนอไว้ ในการประเมินผลปฏิบัติการวิชาอื่น ๆ นอกเหนือไปจากวิชาฟิสิกส์

พี ทาเมอร์ และ เอฟ กลาสแมน (Tamir and Glassman 1971 : 90-113) กล่าวถึงการประเมินผลปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า แบบสอบข้อเขียน (Paper-Pencil Test) มีความเที่ยงสูง เช่นเดียวกับแบบสอบภาคปฏิบัติ ทาเมอร์ และ กลาสแมน จึงได้เสนอแนะให้ครูและโรงเรียนมัธยมศึกษา นำเอาวิธีการประเมินผลนี้ไปใช้ในโรงเรียน

นอกจากนี้ อัลเบิร์ต จี ไครเกอร์ (Krieger 1982 : 230-231) ได้พัฒนาแบบสอบข้อเขียนเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติ (Paper-Pencil Test) โดยเปรียบเทียบกับแบบสอบภาคปฏิบัติ (Laboratory Performance Test) พบว่า แบบสอบข้อเขียนสามารถใช้วัดความรู้ด้านการทดลองได้

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกแบบสอบข้อเขียน (Paper-Pencil Test) มาใช้ในการวัดความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง เคมีของนักเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการทดลอง เนื่องจาก การเรียนการสอน ปฏิบัติการทดลองจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติการ และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ในการเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยขอ เสนอตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติ
3. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทดลอง
4. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง

### งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### งานวิจัยต่างประเทศ

จอห์น ดับบลิว บัทโซ (Butzow 1971 : 85) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ โดยการทดลองสอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน ทำการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 บทแรก โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วัดทักษะของนักเรียนก่อนสอน (Pre-test) และภายหลังสอน (Post-test) ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนมีความสามารถ ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญา ดี จะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีด้วย

ยูจี เนีย แอนน์ โปโปราต วาเนค (Vanek 1974 : 1522-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 แบบ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียน เกรด 3 จำนวน 54 คน และ เกรด 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยทำกิจกรรมการทดลอง กลุ่มควบคุมให้เรียนโดยใช้ ตำราเป็นศูนย์กลาง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

เคนเนธ กอร์คอน แจคนิค (Jacknicke 1975 : 2730-A) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 2 จำนวน 20 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โจเซฟ ฟิลลิป ไรเลย์ (Riley 1975 : 5152-A) ได้ศึกษาผลของการฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่อความรู้ความเข้าใจในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทัศนคติต่อการฝึกแบบสืบสวน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างซึ่ง เป็นนักศึกษาฝึกสอนออกเป็น 3 กลุ่ม สองกลุ่มแรก คือ กลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริง กลุ่มหนึ่ง และด้วยการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎีอีกกลุ่มหนึ่ง ส่วนกลุ่มที่สาม เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการสอนโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป หลังจากนั้นให้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 5 แบบ เพื่อศึกษาตัวแปรทั้ง 3 ชนิด ดังกล่าวข้างต้น ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม ในด้านความรู้ความเข้าใจในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โตโรธี แอล เกเบิล และ ปีเตอร์ เอ รับบา (Gable and Rubba 1977 : 503-511) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการสอนและประสบการณ์ฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาครู แผนกวิชาประถมศึกษา ในมหาวิทยาลัยอินเดียนา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ในปีการศึกษา 1975 จำนวน 58 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

โรแนลด์ ชาร์ลส์ เซอร์ลิน (Serlin 1977 : 5729-5730-A) ได้ศึกษาผลของการเรียนด้วยวิธีปฏิบัติการแบบค้นพบ (Discovery Laboratory) ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเทอมที่ 3 ซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัส ที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 67 คน ผลการวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การเรียนด้วยวิธีปฏิบัติการแบบค้นพบ มีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา



ทรูแมน เจ สตีเวนส์ และ โรแลนด์ เค แอทวูด (Stevens and Atwood 1978 : 303-308) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรประกอบด้วยนักเรียน เกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 196 คน และ เกรด 9 จำนวน 529 คน จากผลการทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอน ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแบบวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้ง 3 ระดับ มีคะแนนจากการทดสอบ 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่า นักเรียนที่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์จะมีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงด้วย ดังนั้น อาจใช้คะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นตัวทำนายทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้

ไมเคิล เจ พาดิลลา เจมส์ อาร์ โอเค และ ดิลลิสซอ เอฟ เจอราลด์ (Padilla, Okey and Gerald 1983 : 239-246) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงกับความสามารถในการคิดแบบนามธรรม ตามทฤษฎีของเปียเจต์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียน เกรด 7-12 จำนวน 492 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบทั้ง 2 ชุด ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง มีความสัมพันธ์กับการคิดอย่างมีเหตุผล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โมฮัมหมัด อิลยาส (Ilyas 1983 : 1409-A) ได้ศึกษาผลการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ต่อทักษะภาคปฏิบัติ และเจตคติต่อการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยม เมืองอิสลามาบัต ประเทศปากีสถาน ในปี 1979 จำนวน 24 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 12 คน โดยกลุ่มทดลองจะได้รับการสอนโดยใช้หลักการ เรียนเพื่อรอบรู้จากโมดูล และผ่านเกม 80 : 80 ส่วนกลุ่มควบคุมจะได้รับการสอน แบบ Placeto Instruction เป็นระยะเวลาเท่ากัน ผลการวิจัยพบว่า การสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทำให้ครูในกลุ่มทดลองมีสมรรถภาพทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ การเลือกวัตถุประสงค์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากครูในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05



### งานวิจัยในประเทศ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2519 : 80-82) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2503 กับนักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2518 ที่สร้างโดยสถาบันและเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบของ IEA (The International Association for the Evaluation of Education Achievement) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2518 มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร ปี พ.ศ. 2503 และจากการวิเคราะห์ตรวจข้อสอบแล้ว พบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร ปี พ.ศ. 2518 มีความสามารถในการคิด การทดลอง การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาได้ดี

น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์ (2522 : 54) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2521 จำนวน 300 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามทั้งหมด 3 ชุด ได้แก่ แบบสอบทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน แบบสอบการแก้ปัญหา และแบบสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วีระชาติ สวนไพรินทร์ ( 2523 : 48-49) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียน ม.ศ.2 และนักเรียน ม.2 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ มัธยมศึกษาปีที่ 2 ชั้นละ 300 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยส่วนที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ มัธยมศึกษาปีที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ม.ศ.2 สูงกว่านักเรียน ม.2

รุจิ โรจนประศาสน์ (2523 ; 45-48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตการศึกษา 2 จำนวน 640 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มนักเรียนที่มีทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์สูง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ต่ำ และกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

สุรวุฒิ สุชินโรจน์ (2523 ; 75-76) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในปีการศึกษา 2522 จำนวน 69 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีสืบสอบที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสอบที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ

พจนานุกรม (2524 ; 47-48) ได้ทำการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง โดยทำการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และใช้คะแนนสะสมวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน จาก 10 โรงเรียน ผลการวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียน 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียน ที่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง 10 โรงเรียน  
มี 9 โรงเรียน ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

พัชรา เรืองรัมย์ (2524 : 53-54) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการ  
ทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขต  
กรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2523  
โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 360 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการ  
ทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

กมล หลีกภัย (2525 : 77-79) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการ  
คิด เหตุผล เชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการ  
ศึกษา 2524 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 1 จำนวน 192 คน  
ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิด เหตุผล เชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกที่ระดับนัยสำคัญ .01

วนา ชลประเวศ (2526 : 75-79) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้เกม  
กับวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90 คน โดย  
แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 45 คน ใช้วิธีสอนแบบใช้เกม และกลุ่มควบคุม 45 คน  
ใช้วิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า

1. การสอนด้วยการใช้เกม ทำให้นักเรียนมีสัมฤทธิ์ผลด้านทักษะกระบวนการทาง  
วิทยาศาสตร์มากกว่าการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ในทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท  
ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการจัดกระทำข้อมูล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05,  
.05, .05 และ .01 ตามลำดับ



2. การสอนด้วยปฏิบัติการทดลองได้ผลมากกว่าสอนโดยการใช้เกม ในทักษะความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. วิธีสอนทั้งสองให้ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายจากข้อมูล ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ประดิษฐ์ สนั่น เอื้อ (2527 : 63-66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2526 จากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 400 คน ผลการวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประสานวงศ์ บุรณะทิพย์ (2528 : 66-67) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนสาธิตที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ในรูปแบบการคิดแต่ละแบบ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2527 จำนวน 278 คน จากโรงเรียนสาธิตในสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 5 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีรูปแบบการคิดแบบเดียวกัน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

รัชนี ศาสตร์บุรณศิลป์ (2531 : 82-85) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน เขตกรุงเทพมหานคร ที่สอนโดยการสาธิตการทดลอง

กับปฏิบัติการทดลอง กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2531 จากโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ จำนวน 60 คน ขนาดกลาง จำนวน 60 คน และขนาดเล็ก จำนวน 60 คน แต่ละโรงเรียนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน สอนโดยการสาธิตการทดลอง กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน สอนโดยการปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลของการวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศ พบว่า ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรอื่น ๆ ได้แก่ วิธีสอนแบบต่าง ๆ เพศ ระดับชั้น วุฒิภาวะ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ สถิติปัญญา รูปแบบการคิด ความสนใจทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีข้อค้นพบดังนี้ การสอนแบบต่าง ๆ มีทั้งที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และให้ผลไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นักเรียนหญิงและชาย มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนในระดับชั้นที่มีวัยสูงกว่า มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในระดับชั้นและวัยต่ำกว่า นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกันมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ สถิติปัญญา การเรียนรู้ตามทฤษฎีของเปียเจต์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสนใจ มีทั้งที่มีความสัมพันธ์และไม่มีความสัมพันธ์กัน

งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการ .

งานวิจัยต่างประเทศ

เจย์ วาลโด กรอสมาร์ค (Grosmark 1973 : 3176-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์และทักษะปฏิบัติการทดลอง กับจำนวนครั้งของการทำปฏิบัติการทดลอง ของนักเรียนชั้นมัธยมที่เรียนเคมี ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชาน เมืองนิวยอร์ก จำนวน 143 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้งสองกลุ่มทำการทดลองเดียวกัน แต่กลุ่มทดลองทำการทดลองซ้ำอีกในช่วงเวลาว่าง เมื่อสิ้นภาคเรียนทำการสอบภาคปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า ทักษะในการปฏิบัติการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า การทำปฏิบัติการทดลองบ่อยครั้งมีผลทำให้มีทักษะปฏิบัติการทดลองดีขึ้น

โรเบิร์ต เจมส์ เฮิร์ล (Hearle 1974 : 7067-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อตรวจสอบทักษะในการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ตรวจสอบทักษะในการปฏิบัติการทดลองที่ต้องการให้เกิดขึ้นในการทดลองเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
2. เพื่อสร้าง เครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติการทดลอง
3. เพื่อศึกษาว่าหลักสูตร เคมีและ เพศของนักเรียน มีผลต่อทักษะปฏิบัติการทดลองหรือไม่
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ใน เนื้อหาวิชา เคมีกับทักษะปฏิบัติการทดลอง

ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนจากโรงเรียนใกล้เคียงมหาวิทยาลัยแห่งรัฐแมริแลนด์ แบ่งตัวอย่างประชากรเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนหลักสูตร IAC (Interdisciplinary Approach to Chemistry) กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนหลักสูตรดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการสอบก่อนเรียน 2 สัปดาห์ และเมื่อจบบทเรียนแล้วทำการสอบหลังเรียน เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะการทดลอง มีความตรงตาม เนื้อหาและความ เที่ยงสูง ผลการวิจัยพบว่า



1. นักเรียนที่เรียนหลักสูตร IAC มีทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนหลักสูตรดังกล่าว อย่างมีนัยสำคัญ
2. นักเรียนที่เรียนหลักสูตร IAC มีทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่าทักษะการคิด
3. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถทางทักษะปฏิบัติการทดลองไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ
4. ความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับความสามารถทางทักษะปฏิบัติการทดลอง และทักษะการคิด มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

วอร์เรน เฟรดดริก บีสลีย์ (Beasley 1979 : 5428-A ) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะปฏิบัติการเคมี โดยวิธีปฏิบัติจริงและวิธีการคิดต่อการทำปฏิบัติการทดลองเคมี ของนักเรียนวิชาเคมีพื้นฐาน เพื่อศึกษา

1. ผลของการฝึกทักษะด้วยการปฏิบัติการทดลองอย่างเดียว
2. ผลของการฝึกทักษะด้วยการคิดอย่างเดียว
3. ผลของการฝึกทักษะด้วยการปฏิบัติการทดลองและการคิดร่วมกัน

แบ่งนักศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม และ กลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม การประเมินผลการปฏิบัติการทดลองใช้เกณฑ์ในการประเมิน 2 เกณฑ์ คือ ความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) และความคงที่แน่นอน (Precision) โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาขณะทำการทดลอง ทำการสังเกต 3 สัปดาห์ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะปฏิบัติการของนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะแบบต่าง ๆ ทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
2. นักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่า การได้ฝึกทักษะในการปฏิบัติการทดลอง ทำให้มีเทคนิคการทดลองถูกต้องแม่นยำ

รอดเนย์ แอล โดแรน และ แมรี่ ซี ไดทริค (Doran and Dictrich 1980 : 495-502) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางทักษะปฏิบัติการ ของนักเรียนที่เรียน วิทยาศาสตร์กับพวกที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษา จากนักเรียนในโรงเรียน มัธยม ในนิวยอร์ก จำนวน 199 คน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ 147 คน ซึ่งแบ่งเป็น 4 กลุ่มย่อย คือ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก กับ กลุ่มที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ 52 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถทางทักษะปฏิบัติการของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์และไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียน ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก มีความสามารถทางทักษะปฏิบัติการแตกต่างกัน

เวค พาร์ดซ์ โกเอล (Goel 1981 : 646-A) ได้ศึกษาผลของการทราบ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองต่อการมีทักษะปฏิบัติการ และต่อทักษะการคิด ของนักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อศึกษา

1. ความแตกต่างของทักษะปฏิบัติการทดลอง ของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม กับนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ความแตกต่างของระดับการมีทักษะปฏิบัติการทดลอง ระหว่างนักเรียนที่ทราบ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กับนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. ความแตกต่างของทักษะการคิดของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กับนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในกรุงนิวเดลี จำนวน 28 โรงเรียน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 14 โรงเรียน กลุ่มทดลอง 14 โรงเรียน โดยทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่ม ทดลองทำการทดลองเดียวกัน หลังจากนั้นประเมินผลทักษะปฏิบัติการทดลองและทักษะการคิด นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์หาความแปรปรวน ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แตกต่าง จากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ระดับของการมีทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ทักษะการคิดของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ฟานเซ เฮช ลูเวิส (Louwerse 1982 : 1915-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง กับการให้นักเรียนสังเกต ดูการสาธิตการทดลองของครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตัวอย่างประชากรประกอบด้วยนักเรียนเกรด 10-12 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในรัฐฟลอริดา จำนวน 92 คน ให้เรียนเนื้อหาวิชาและการทดลองที่เหมือนกันโดยครูคนเดียวกัน แต่ตอนทำการทดลองแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งให้ทำการทดลองแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง อีกกลุ่มหนึ่งให้คอยสังเกตดูครูที่ทำการสาธิตการทดลอง จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มที่ทำการทดลองด้วยตนเอง กับกลุ่มที่สังเกตดูครูสาธิตการทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จอย ลี วินเดิล แมคมีน (McMeen 1983 : 130-A) ได้ทำการศึกษาบทบาทของการเรียนการสอนปฏิบัติการแบบสืบสอบ ในการช่วยให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญาด้านความรู้ความเข้าใจ ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาวิทยาลัยครูที่เรียนวิชาเคมีพื้นฐาน ประกอบด้วยกลุ่มควบคุม จำนวน 73 คน ให้เรียนเคมีโดยการสอนแบบเดิม คือ การบรรยาย และให้ทำปฏิบัติการแบบที่กำหนดวิธีปฏิบัติการมาให้ และกลุ่มทดลอง จำนวน 49 คน ให้เรียนเคมีโดยให้ทำปฏิบัติการแบบสืบสอบ เวลาที่ใช้ในการทดลอง 10 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดพัฒนาการทางสติปัญญา คือ แบบวัดความคิดเชิงเหตุผล โดยให้นักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบวัดนี้ก่อนและหลังการทดลอง จากผลการวิจัยพบว่า ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีพัฒนาการทางสติปัญญาด้านความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น และกลุ่มทดลองมีพัฒนาการทางสติปัญญาด้านความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุม



ปีเตอร์ อคินโซลา โอคบูโคลา (OkebuKola 1985 : 221-231) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของนักเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กับทักษะการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชีววิทยา ระดับ 11 จำนวน 600 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แบบสังเกตเกี่ยวกับพฤติกรรมของนักเรียน แบบสังเกตทักษะการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรับปรุงมาจากแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของ เอวี ออฟสไตน์ และคณะ (Avi Hofstein and et. al) พบว่า พฤติกรรมของนักเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับทักษะการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก

โรเบิร์ต ชาร์ลส์ (Charles 1987 : 891-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านปฏิบัติการทดลอง การพัฒนาสติปัญญา และกลวิธีสอน ของนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่เรียนชีววิทยา ระดับ 9 ในโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัย เทเนซซี ผลการวิจัยพบว่า

1. ความรู้ด้านปฏิบัติการ ระดับการพัฒนาสติปัญญา และกลวิธีการสอน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ
2. กลวิธีสอนที่แตกต่างกัน ทำให้การพัฒนาสติปัญญาต่างกัน
3. กลวิธีสอนที่เลือกใช้การปฏิบัติการทดลอง ทำให้ความรู้ความเข้าใจมากขึ้น

#### งานวิจัยในประเทศไทย

อุบลพงษ์ วัฒนเสรี (2518 : ข-ค) ได้ศึกษาทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 180 คน อายุระหว่าง 11-15 ปี ระดับชั้นละ 2 ห้องเรียน แยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการสอนด้วยวิธีให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองทุกห้อง เฉพาะกลุ่มทดลองได้แนะนำและสาธิตวิธีใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง 5 ชนิด ทุกครั้ง ก่อนเริ่มทำการปฏิบัติการทดลองตามบทเรียน ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่ามัชฌิม เลขคณิตของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีค่ามัชฌิม เลขคณิตของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกจากทักษะการใช้กรวยกรอง

2. เมื่อนำมัชฌิม เลขคณิตของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ จำแนกตามชนิดของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง มาเปรียบเทียบกับ 3 ระดับชั้น พบว่า ค่ามัชฌิม เลขคณิตของคะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

มาโนช วาตะพุกณะ (2523 : 72) ได้ทำการศึกษาสัมฤทธิ์ผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญวัฒนา จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ตัวอย่างประชากร จำนวน 268 คน การดำเนินการวิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติ ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยของคะแนนสัมฤทธิ์ผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 44.283

2. พฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติที่ผลการประเมินผลแตกต่างจาก เกณฑ์ที่คาดหวังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่

2.1 พฤติกรรมทักษะภาคปฏิบัติที่มีผลการประเมินต่ำกว่า เกณฑ์ที่คาดหวัง ได้แก่ การใช้หลอดฉีดยา การใช้หลอดหยด การเตรียมสารละลาย กรด การใช้กระดาษทดสอบกรดและ เบส การเก็บรักษาแม่ เหล็ก การปฏิบัติขณะต้มสาร การรินสาร การจับเวลา การทำเครื่องหมาย การใช้หลอดไฟพร้อมขั้ว

2.2 พฤติกรรมทักษะภาคปฏิบัติที่ผลการประเมินสูงกว่า เกณฑ์ที่คาดหวัง ได้แก่ การใช้ตะ เกียงแอลกอฮอล์ การใช้ช้อนตักสาร การใช้ไม้หนีบ การใช้แว่นขยาย การวัดความยาว การเขย่าหลอดทดลอง การใช้ อุปกรณ์ไฟฟ้า การทำความสะอาดและ เก็บรักษา เครื่องมือ

3. พฤติกรรมทักษะภาคปฏิบัติที่ผลการประเมินไม่แตกต่างจาก เกณฑ์ที่คาดหวัง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ การปฏิบัติเมื่อกรดทก การปฏิบัติก่อนดัมสาร การใช้เทอร์โมมิเตอร์ การคนสาร การใช้ตาชั่ง

4. ค่าเฉลี่ยของคะแนนสัมฤทธิ์ผลด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเพศชายและ เพศหญิง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติ ของนักเรียนเพศชายและ เพศหญิง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ฉลองพร แก้วชราภรณ์ ( 25 26 : ง ) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ กับทักษะปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนมัธยมศึกษา ในปีการศึกษา 25 25 จำนวน 115 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบวัดทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และแบบวัดทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทัศนคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถทางทักษะปฏิบัติในการทดลอง อยู่ในระดับดีมาก
3. ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการ ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการกับจำนวนครั้งของการปฏิบัติ การตรวจสอบทักษะ ผลการฝึกทักษะด้วยการปฏิบัติจริงและวิธีการคิด ความสามารถทางทักษะ ผลการทราบวัดอุปประสงค์เชิงพฤติกรรม และการศึกษาทักษะการใช้อุปกรณ์ของนักเรียน ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ กับทักษะปฏิบัติการ ซึ่งพบว่า นักเรียนที่มีการฝึกทักษะบ่อยครั้ง การฝึกปฏิบัติจริง การทราบวัดอุปประสงค์เชิงพฤติกรรม ช่วยให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทดลองดี และทักษะปฏิบัติกับทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กัน



งานวิจัยที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลอง

งานวิจัยต่างประเทศ

จอห์น อาร์ ยัง (Young 1970 : A829-A838) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ของรัฐ ลูเซียนอยส์ ระหว่างปีการศึกษา 1968-1969 ตัวอย่างประชากร คือ ครูเคมีในรัฐลูเซียนอยส์ จำนวน 203 คน ผลการวิจัยพบว่า ครูเคมีร้อยละ 71.4 ตอบว่า ไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นเลยต่อห้อง ต่อสัปดาห์ ร้อยละ 23.2 ตอบว่า มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 1-3 ครั้ง ต่อห้อง ต่อสัปดาห์ ร้อยละ 5.4 ไม่ตอบแบบสอบถาม และร้อยละ 51.7 ตอบว่า มีอุบัติเหตุร้ายแรงเกิดขึ้นอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ซึ่งจะต้องมีการปฐมพยาบาลด้วย เช่น กรดเข้มข้นกระเด็น เข้าตา เทอร์โมมิเตอร์แตกและบาดเจ็บ เป็นต้น และยังพบว่ามีการใช้เทคนิคการทดลองไม่เหมาะสม และมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมากในเรื่องต่อไปนี้

1. แผลไฟไหม้ ซึ่งเกิดจากการจับหลอดทดลองหรือโลหะที่ร้อนจัด
2. แผลที่เกิดจากกรดหรือ เบสกัด
3. หลอดทดลองแตก เนื่องจากการใช้ที่จับหลอดไม่เหมาะสม
4. การเผาสารในหลอดทดลองไม่ถูกวิธี
5. การนำสารเคมีกลับคืนผิดขวด หรือการใช้สารเคมีผิด
6. การทดสอบก๊าซโดยใช้วิธีไม่เหมาะสม

ในปีต่อมา จอห์น อาร์ ยัง (Young 1971 : A349-A356) ได้ทำการสำรวจเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ของรัฐลูเซียนอยส์ ในปีการศึกษา 1969-1970 ปรากฏว่า

1. อุบัติเหตุใหญ่เกิดขึ้น 156 ครั้ง
2. อุบัติเหตุใหญ่ที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยมีอัตราการเกิด 0.54 ครั้ง ต่อห้อง ต่อปี
3. ตัวอย่างประชากรร้อยละ 65.3 ตอบว่า มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นอย่างน้อย 1 ครั้ง

ต่อสัปดาห์

4. ครูเคมีร้อยละ 56.6 ไม่ทราบเกี่ยวกับเรื่องความรับผิดชอบของครูที่เกี่ยวข้อง  
อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในระหว่างการสอน

จอห์นสัน ยูโด จอห์น เอกโป (Ekpo 1981 : 3516A) ได้สำรวจเกี่ยวกับความ  
ปลอดภัยในการทดลองเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ของรัฐลาบามา และเสนอชุด  
การสอนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทดลองเคมี ตัวอย่างประชากร คือ ครูที่สอนเคมีระดับ  
มัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 52 คน จากโรงเรียนรัฐมาลาละระดับ 9-12 ของรัฐลาบามา พบว่า

1. ครูร้อยละ 73 มีความเห็นว่า ชุดการสอนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทดลอง  
เคมีสำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นสิ่งจำเป็น

2. นักเรียนส่วนมากขาดความรู้ที่ถูกต้องในการใช้ประโยชน์ของเครื่องมือในการ  
ป้องกันอุบัติเหตุ และขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายจาก เครื่องมือและอุปกรณ์

3. โรงเรียนส่วนมากมีการ เก็บสารเคมีและการทำลายสารเคมีด้วยวิธีการไม่  
เหมาะสม

4. ครูขาดการบันทึกเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น หลายโรงเรียนมี เครื่องมือปฐพยาบาล  
ไม่เพียงพอ และขาดคนที่ทำหน้าที่ปฐพยาบาลในชั้นต้น

โจแอน มอร์แกน ดอมโบรวิสกี (Dombrowski 1983 : 720-A) ได้ศึกษาผลจาก  
การให้ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แก่นักเรียนระดับ  
มัธยมศึกษา แผนกวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาซึ่งเรียน  
วิชาชีววิทยาและเคมี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่ม  
ทดลอง ได้รับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในระหว่างนี้จะมีการสังเกต  
พฤติกรรมในขณะที่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ปฏิบัติการทดลอง จากการนำผลการบันทึกพฤติกรรมมา  
วิเคราะห์ทางสถิติ สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติอย่างปลอดภัยในห้อง  
ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จะมีพฤติกรรมในการปฏิบัติตัวอย่างปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลองมากกว่า  
กลุ่มควบคุม

เบอร์ริล มาโจริ เลเซอร์ เคมเมอร์ (Kramer 1984 : 1358-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย กับการรับรู้ของนักเรียน เกี่ยวกับการปฏิบัติตน เพื่อความปลอดภัย ของครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา ตัวอย่างประชากรประกอบด้วย ครูวิทยาศาสตร์ 145 คน และนักเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 8,003 คน ที่สอนโดยครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นตัวอย่าง ประชากร เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดความรู้ของครูเกี่ยวกับความปลอดภัยในท้องปฏิบัติการ และแบบวัดการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในท้องปฏิบัติการ จากผลการวิจัยพบว่า คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยของครู ไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนการรับรู้ของนักเรียน เกี่ยวกับการปฏิบัติตน เพื่อความปลอดภัยของครู

#### งานวิจัยในประเทศ

ภัทรจันทร์ ใจสว่าง ( 25 25 : ง-จ) ได้ทำการศึกษาอุบัติเหตุและการป้องกัน อุบัติเหตุในท้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ตัวอย่างประชากร คือ ครูวิทยาศาสตร์ที่ทำการสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 454 คน จากโรงเรียน รัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ ในกรุงเทพมหานคร จำนวน ๗ โรงเรียน จากการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ ๘ .60 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้น และร้อยละ ๓4 .80 ตอบว่ามีอุบัติเหตุ เกิดขึ้นมากกว่า 3 ครั้ง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 มีจำนวนครั้งของอุบัติเหตุเกิดขึ้นสูงกว่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองบ่อยครั้งที่สุด คือ ไฟไหม้ รองลงมา คือ ถูกสารเคมีกัด ส่วนสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คือ นักเรียนเล่นเล่น และจากการ ตอบแบบสอบถามของครู พบว่า การป้องกันอุบัติเหตุและการแก้ปัญหาก็เกิดอุบัติเหตุในการทดลอง วิทยาศาสตร์ที่ใช้กันมากที่สุด คือ ฝึกให้นักเรียนทำความสะอาดเครื่องมือทุกครั้งที่ใช้เสร็จ

สมศรี เข้ายธสาด ( 25 27 : ง-ฉ) ได้ทำการศึกษาอุบัติเหตุและความปลอดภัยใน ท้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ตัวอย่างประชากร คือ ครูเคมีระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 127 คน จากโรงเรียนรัฐบาล ในกรุงเทพมหานคร ปรากฏว่า โรงเรียนสหศึกษา มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าโรงเรียนชายและโรงเรียนหญิง การปฏิบัติการ เคมีที่สอนโดยครูเพศชาย มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูเพศหญิง



การปฏิบัติการเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีที่ไม่ใช่ห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ สูงกว่าการปฏิบัติการเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ การปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูที่ไม่เคย เข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอน มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมี ที่สอนโดยครูที่เคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอน การปฏิบัติการเคมีในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ถูกสารเคมีกัดและถูกความร้อนลวก ส่วนสาเหตุของการ เกิดอุบัติเหตุสูงสุด คือ ผู้ทดลองเดินเลื้อย ครูเคมีป้องกันอุบัติเหตุโดยการอธิบายสมบัติของสารเคมี และวิธีใช้ที่นักเรียนไม่คุ้นเคยก่อนทุกครั้ง ครูเคมีแก้ไขอุบัติเหตุไฟไหม้โดยใช้ผ้าเปียกน้ำคลุมทับ บริเวณไฟไหม้ที่เกิดจากอัลกอฮอล์ ใช้ทรายกลบบริเวณไฟไหม้ที่เกิดจากสารเคมี ปิดสวิทช์หรือ คัทเอาต์ เมื่อเกิดไฟไหม้ที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า แก้ไขอุบัติเหตุที่กรดและ เบสถูกผิวหนัง โดยใช้น้ำ ล้างมาก ๆ แก้ไขอุบัติเหตุจากการถูกของมีคมบาดโดยปฐมพยาบาลเบื้องต้น แก้ไขอุบัติเหตุที่ถูก ความร้อนโดยใช้น้ำแช่ไฟลวกทาบบริเวณที่ถูกความร้อนลวก แก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการระเบิดโดย นำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลถ้าได้รับบาดเจ็บมาก

ดิเรก หุ่นสุวรรณ ( 2530 : ง-จ ) ได้ทำการศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและ เจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2529 จำนวน 414 คน จากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร ปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร ได้คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยใน ห้องปฏิบัติการเคมี เฉลี่ยร้อยละ 46 .34 โดยได้คะแนนในด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และ เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย เฉลี่ยร้อยละ 44 .76, 51 .27 และ 45 .28 ตามลำดับ นักเรียนมีเจตคติเชิงนิมิตต่อความปลอดภัย ความรู้ เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี และ เจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของ นักเรียน ไม่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ธีรพล จินแพทย์ ( 2531 : ง ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความ ปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการเคมี และความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปี

การศึกษา 2530 จำนวน 68 คน จากโรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดกาญจนบุรี ปรากฏว่า ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี ทักษะปฏิบัติการ เคมีกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี และความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยกับทักษะปฏิบัติการ เคมี มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการ เคมี และความปลอดภัยในการปฏิบัติการ เคมี มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาผลงานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศ ที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลอง มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจความปลอดภัย ผลของการให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย การสำรวจอุบัติเหตุ ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย และ เจตคติต่อความปลอดภัย และความสัมพันธระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการ และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจากงานวิจัยเหล่านี้พบว่า ครูส่วนมากไม่ทราบเกี่ยวกับความรับผิดชอบของครู เกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างการสอน ครูขาดการบันทึกอุบัติเหตุ นักเรียนส่วนมากขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากอุปกรณ์การใช้เครื่องมือ อุบัติเหตุที่เกิดมีสาเหตุจากการใช้ความร้อน เครื่องแก้ว สารเคมี การให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยแก่นักเรียนจะทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมในการปฏิบัติตนอย่างปลอดภัย ในการสำรวจอุบัติเหตุที่เกิดมาก คือ สารเคมีกัด ความร้อนลวก และไฟไหม้ นอกจากนี้ พบว่า นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีน้อย ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยกับเจตคติต่อความปลอดภัย ไม่สัมพันธ์กัน แต่ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการ และความปลอดภัยในการปฏิบัติการ เคมี มีความสัมพันธ์กัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง

งานวิจัยต่างประเทศ

เอช ครูบลัค (Krublak. 1955 : 82-83) ได้สร้างแบบทดสอบข้อเขียนทั้งอัตนัย และปรนัยชนิดเลือกตอบ เพื่อประเมินผลปฏิบัติการวิชาฟิสิกส์และนำไปทดลองใช้กับ นักศึกษาปีที่ 1 แห่งมหาวิทยาลัยมินิโซตา พบว่า แบบสอบข้อเขียนสามารถใช้ประเมินผลปฏิบัติการวิชาฟิสิกส์ เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การทดลองได้ เช่นเดียวกับการประเมินผลด้วยแบบสอบภาคปฏิบัติ

ที ทาเมอร์ และ เอฟ แกลสแมน (Tamir and Glassman 1971 : 90-113) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวัดผลปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์ ในประเทศอิสราเอล โดยการสร้างแบบ สอบถามภาคปฏิบัติเพื่อวัดทักษะปฏิบัติในการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ และได้สร้าง แบบสอบข้อเขียน ขึ้นเพื่อวัดทักษะปฏิบัติหลายองค์ประกอบ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียน เกรด 12 จำนวน 147 คน พบว่า แบบสอบข้อเขียนและแบบสอบภาคปฏิบัติ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีทักษะหลายองค์ประกอบที่สามารถประเมินโดยใช้แบบสอบข้อเขียนได้ ทาเมอร์และ แกลสแมน จึงได้เสนอแนะให้ครูและโรงเรียนมัธยมศึกษาในอิสราเอล นำวิธีการประเมินผลนี้ไป ใช้ในโรงเรียน

ราจินเดอร์ เคอร์ (Kaur 1973 : 186-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อประเมินทักษะ กระบวนการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทักษะการสังเกตและการจำแนกประเภท กลุ่มตัวอย่าง เป็น นักเรียนชาย จำนวน 80 คน ในระดับ เกรด 1 และ เกรด 3 อย่างละ 40 คน จากโรงเรียน ประถมศึกษาในฟีลาเดลเฟีย โดยสร้างแบบทดสอบทักษะการสังเกตและการจำแนกประเภท ในระดับ เกรด 1 และ เกรด 3 และหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทั้งสองทักษะ ซึ่ง แบบทดสอบทักษะการสังเกตให้ชื่อว่า Precise Observation Skill Test (POST) และ แบบทดสอบการจำแนกประเภท ให้ชื่อว่า Classification Skill Test (CST) ผลการ สร้างแบบทดสอบได้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ POST เกรด 1 เท่ากับ .86 เกรด 3 เท่ากับ .94 และแบบทดสอบ CST เกรด 1 เท่ากับ .88 เกรด 3 เท่ากับ .94 และได้ ค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบทั้งสองเป็น .86 นอกจากนี้ ผลการวิจัยพบว่า ผู้ศึกษามีผลต่อทักษะ การสังเกตนักเรียนชาย เกรด 3 บรรยายเกี่ยวกับวัตถุต่าง ๆ ได้ชัดเจนกว่านักเรียน เกรด 1



และนักเรียนเกรด 3 และ เกรด 1 ทักษะในการจำแนกประเภทไม่แตกต่างกัน

เจมส์ เอ ซีแมนสกี และ จอห์น อี เพนิค (Shymansky and Penick 1979 : 195-203) ได้ศึกษาการสังเกตพฤติกรรมอย่างมีระบบ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการของนิสิตวิทยาลัย ซึ่งในการสังเกตที่เรียกว่า Science Laboratory Interaction Categories (SLIC) กลุ่มตัวอย่างเป็นครู 30 คน นักเรียน 331 คน ใช้เวลาสังเกตพฤติกรรมครู 30 วินาที และใช้เวลาสังเกตพฤติกรรมนักเรียนครั้งละ 30 นาที เป็นเวลา 82 ชั่วโมง และการสังเกตจะรวมถึงการอภิปรายก่อนและหลังการทดลอง เพื่อทราบพฤติกรรมครูและนักเรียนในห้องปฏิบัติการ วิชาที่สังเกต คือ เคมี ฟิสิกส์ ธรณีวิทยา ธรณีวิทยา ฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ โดยแบบสังเกตที่เป็นระบบเป็น เครื่องช่วยในการวัดผลและประเมินผลที่มีความถูกต้องมากกว่าที่จะประเมินผลจากความรู้สึก หรือจากกระดาษคำตอบรายงานผลการทดลองที่นักเรียนส่งมาให้เพียงอย่างเดียว

เอ จี ไครเกอร์ (Krieger 1982 : 230-231) ได้ศึกษารูปแบบการวัดผลปฏิบัติการ โดยพัฒนาแบบสอบถามเขียน เพื่อวัดทักษะปฏิบัติและ เปรียบเทียบกับแบบสอบถามปฏิบัติ (Laboratory Performance Test) แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนเคมี จำนวน 34 คน พบว่า แบบสอบถามเขียนและแบบสอบถามปฏิบัติ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.76 ดังนั้น แบบสอบถามเขียนสามารถใช้แทนแบบสอบถามปฏิบัติได้

#### งานวิจัยในประเทศ

ประศาสน์ ชุ่มนาลี (2523 : 51) ได้ศึกษาการสร้าง เครื่องมือสังเกตพฤติกรรม การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในด้านทักษะการทดลองและการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 104 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีค่า

ความเชื่อมั่น .945

2. การหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะในการทดลองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .51 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2523 : 1-9) ได้สร้างเครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติของนักเรียน หลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์กายภาพในชั้น ม.4 มาแล้ว 6 เล่ม คือ แสงอาทิตย์ แสงสี สีสรรพ์ กินดีอยู่ดี โลกของผสมและไฟฟ้า และเครื่องอ่านหน่วยความสะตวก จำนวน 6 โรงเรียน ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ตามสัดส่วน 2 : 4 ได้นักเรียน 120 คน ข้อสอบวัดทักษะในการปฏิบัติที่สร้างขึ้นใช้ในการวิจัยนี้ เป็นข้อสอบวัดทักษะที่สำคัญ ซึ่งนักเรียนได้รับการฝึกมาแล้วจากห้องเรียน แต่เป็นการเสริมสร้างสถานการณ์ทดลองที่แตกต่างกับที่เคยปฏิบัติมาแล้วในแบบเรียน ข้อสอบมีการทดลอง 5 การทดลอง ใช้เวลา 1 ชั่วโมง การเก็บข้อมูลจะใช้แบบทดสอบในการปฏิบัติให้นักเรียนทำโรงเรียนละ 2 ครั้ง ในเวลาต่างกันประมาณ 2 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ข้อสอบวัดทักษะในการปฏิบัติที่สร้างขึ้นมีความเชื่อมั่น .348

ศรีลักษณ์ มาโกมล (2530 : 80-61) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนปฏิบัติการวิชาเคมีจากแบบสอบภาคปฏิบัติ กับแบบสอบข้อเขียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนรัฐบาลในกรุงเทพมหานคร จำนวน 72 คน จาก 12 โรงเรียน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบภาคปฏิบัติและแบบสอบข้อเขียน โดยให้นักเรียนทำแบบสอบภาคปฏิบัติก่อน เสร็จแล้วทำแบบสอบข้อเขียนทันที ผลการวิจัยพบว่า คะแนนปฏิบัติการวิชาเคมีจากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.71 และยังเสนอแนะให้ครูสามารถนำเอาแบบสอบข้อเขียนไปใช้แทนหรือควบคู่กับแบบสอบภาคปฏิบัติได้

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่ผู้วิจัยศึกษาแล้ว เห็นว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับที่ผู้วิจัยศึกษาอยู่บ้าง จึงขอ เสนอดังนี้



พินิจ วรรมิเวชศิลป์ (2522 .: 53) ได้ศึกษา เรื่อง ปัญหาการเรียนการสอนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร โดยสอบถามไปยังตัวอย่างประชากรที่เป็นอาจารย์ผู้สอนวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 25 คน และนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 380 คน ในกรุงเทพมหานคร ปรากฏว่า ในต้นการประเมินผล การเรียนการสอนวิชาเคมี ครูส่วนมากมีความเห็นว่า การวัดผลมีปัญหาระดับปานกลาง ในด้านการเลือกชนิดของข้อสอบ การสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพดี การสร้างข้อสอบที่วัดความคิด และ เหตุผล รองลงมา มี ปัญหาด้านการตรวจให้คะแนน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง

ปัญญา อุทัยพัฒน์ (2524 : 39-40) ได้ศึกษาปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากร คือ ครูชีววิทยาที่สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 28 คน จากโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครูมีปัญหาหลายด้าน ได้แก่ ด้านการเตรียมการสอน ครูไม่สามารถนำเอาเนื้อหาวิชาชีววิทยามาผสมผสานกับการสอนปฏิบัติการได้ เครื่องมือวิทยาศาสตร์มีคุณภาพไม่ดีและมีปริมาณไม่เพียงพอ ทักษะในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ยังไม่ดีพอ ด้านการทำกิจกรรมการทดลอง มีการดักเตือนนักเรียนให้มีความระมัดระวังขณะทดลอง การแนะนำอันตรายจากสารเคมี การแนะนำการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างถูกต้องและปลอดภัย การปฐมพยาบาล มีการแนะนำน้อย และยังพบว่า ทั้งครูชายและครูหญิงในโรงเรียนรัฐบาล มีปัญหาในการสอนปฏิบัติการไม่แตกต่างกัน

อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ (2524 : 35-39) ได้ศึกษาปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตัวอย่างประชากร คือ ครูวิทยาศาสตร์ที่สอนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 311 คน จากโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครูมีปัญหาหลายด้าน ได้แก่ ครูไม่สามารถที่จะนำเอาเนื้อหาวิชามาผสมผสานกับการสอนภาคปฏิบัติได้ เครื่องมือวิทยาศาสตร์มีคุณภาพไม่ดี และมีปริมาณไม่เพียงพอ ด้านทักษะและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ ด้านความปลอดภัยในการทำกิจกรรมมีปัญหาเกี่ยวกับการแนะนำอันตรายจากสารเคมีและการใช้สารเคมี การเตือนให้นักเรียนระมัดระวังขณะทำการทดลอง ด้านความสนใจและตั้งใจเรียนของนักเรียน นักเรียนชอบ



ให้ครูสรุปผลการทดลองให้ และปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของครูชาย ครูหญิง ทั้งโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ มีปัญหาไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศ ที่เกี่ยวกับการประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งมีการศึกษาที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติและแบบทดสอบข้อเขียน การสังเกตพฤติกรรมในห้องปฏิบัติการโดยใช้แบบสังเกต ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนปฏิบัติการเคมีจากแบบทดสอบภาคปฏิบัติกับแบบทดสอบข้อเขียน พบว่า แบบทดสอบข้อเขียนมีความเที่ยงสูงและสามารถใช้แทนการสอบภาคปฏิบัติได้หรือใช้ร่วมกันได้ การใช้แบบสังเกตพฤติกรรมในห้องปฏิบัติการสามารถประเมินผลได้ถูกต้องมากกว่าการประเมินด้วยความรู้สึกและการตรวจรายงาน และคะแนนปฏิบัติการเคมีจากแบบสอบปฏิบัติการกับแบบทดสอบข้อเขียนมีความสัมพันธ์กัน และสามารถใช้แทนกันได้

นอกจากนี้ ในการศึกษาวิจัยอื่น ๆ เกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนวิชาเคมี ปัญหาการสอบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่า ครูมีปัญหาเกี่ยวกับการประเมินผล การสร้างข้อสอบ การตรวจให้คะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเตรียมการสอนปฏิบัติการ เครื่องมือไม่มีคุณภาพและจำนวนไม่เพียงพอ ไม่สามารถผสมผสานเนื้อหาวิชากับการปฏิบัติการทดลอง ด้านความปลอดภัยมีปัญหาในการแนะนำอันตรายจากสารเคมีและการใช้สารเคมี การเตือนให้นักเรียนระวังอันตรายจากการทดลอง ความสนใจและความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน และนักเรียนมักจะให้ครูสรุปผลการทดลองให้ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ล้วนมีส่วนเกี่ยวข้องกับการศึกษา ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง เคมีของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย