



วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาคำรา เอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนปฏิบัติการวิชาเคมีที่ได้จากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" เพื่อเป็นพื้นฐานของการวิจัย โดยนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. ความสำคัญของกิจกรรมการทดลองในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
2. ทักษะภาคปฏิบัติในกิจกรรมการทดลอง
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. การวัดผลปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์
 - ก. ความหมายของการวัดผล
 - ข. วิธีการวัดผลปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์และการวัดผลปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์
 - ก. งานวิจัยในประเทศ
 - ข. งานวิจัยในต่างประเทศ

ความสำคัญของกิจกรรมการทดลองในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ในหลักสูตรและวิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้เน้นความสำคัญของกิจกรรมการทดลองซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้ การฝึกทักษะต่าง ๆ และวิธีการสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเอง มีผู้ที่ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมการทดลองไว้ดังนี้

เจย์ วาลโก กรอสมาร์ค (Grosmark : 1973 - 3176) กล่าวว่า การทำการปฏิบัติการทดลองบ่อย ๆ จะทำให้นักเรียนมีทักษะในการทดลองดีขึ้น

เจ พาทิลลา (J. Padilla) นักการศึกษาจากประเทศเม็กซิโก ได้กล่าวไว้ในการประชุมนานาชาติเกี่ยวกับการศึกษาวิชาเคมีของ IUPAC (International Union

of Pure and Applied Chemistry) ที่ประเทศไอร์แลนด์ เมื่อปี ค.ศ.1979
สรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นการทดลองเป็นหลัก จะก่อให้เกิดทักษะในการศึกษา
ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ต่อไป ดังนั้นการสร้างหลักสูตรรายวิชาเคมีใด ๆ ก็ตามควรจะต้องมี
การทดลองในทุกหัวข้อของวิชาเคมี เพื่อครูและนักเรียนจะได้ไม่หลีกเลี่ยงในการเรียนการสอน
ภาคปฏิบัติและในการทดสอบจะต้องรวมการทดลองไว้ด้วย (IUPAC 1979 : 253)

วินเซนต์ เอน ลูเนตตา และคณะ (Lunetta et. al. 1981 : 24 - 25)
ได้กล่าวถึงประโยชน์ของกิจกรรมการทดลองดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. ส่งเสริมพัฒนาการทางด้านสติปัญญา
3. ส่งเสริมพัฒนาการทางด้านมโนทัศน์
4. ส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์

และวินเซนต์ เอน ลูเนตตา (1982 : 21) ยังได้กล่าวถึงความสำคัญของ
กิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการอีกว่า กิจกรรมการทดลองจะช่วยพัฒนาทักษะ
ต่าง ๆ ซึ่งได้แก่

1. การแก้ปัญหา
2. การเลือกวิธีการที่เหมาะสมมาใช้ในการรวบรวมข้อมูล
3. การใช้เครื่องมือ
4. การสรุปหลักการและมโนทัศน์จากข้อมูล
5. การนำความรู้เดิมไปทำนายสิ่งที่พบใหม่
6. การนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา
7. การรายงานผลการทดลอง

ลินดา เปเรซ (Perez 1982 : 21) ได้กล่าวว่า "การเรียนการสอนในห้อง
ปฏิบัติการจะช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับกระบวนการสืบสอบและช่วยเสริมสร้าง
ทักษะปฏิบัติต่าง ๆ อันเกิดจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง"

แจ็ก ซี เจฟฟี่ (Jeffrey, quoted in Hoftein and Lunetta
1982 : 216) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการทดลองว่า กิจกรรมการทดลองจะช่วย
ผู้เรียนเกิดทักษะและความสามารถในด้านต่าง ๆ ซึ่งได้แก่

1. ใ้รู้วิธีแก้ปัญหา
2. รู้จักวิธีการสังเกตอย่างรอบคอบ



3. คำนการสืบสอบ
4. คำนการรายงานผลการทดลอง
5. คำนการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์
6. คำนความมีระเบียบ

มังกร ทองสุทธิ (2525 : 573) ได้ให้ความสำคัญของกิจกรรมการทดลองว่า นักเรียนจะได้รับประโยชน์จากการได้ลงมือปฏิบัติดังนี้

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

บุพา ทันติเจริญ (สสวท. 2529 : คำแถลง) ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมการทดลองสรุปได้ว่า การปฏิบัติและการทดลองจะให้ประสบการณ์ตรงต่อผู้เรียนและช่วยเสริมสร้างให้เกิดทักษะภาคปฏิบัติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง

ทักษะภาคปฏิบัติในกิจกรรมการทดลอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2523 : 1) ได้ให้ความหมายของทักษะภาคปฏิบัติไว้ว่า "ทักษะภาคปฏิบัติหมายถึงความชำนาญในการใช้เครื่องมือทดลอง การหยิบจับอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง มีเทคนิคในการทดลอง ทำการทดลองด้วยความคล่องแคล่ว มีความละเอียดรอบคอบและคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น"

พิศาล สร้อยชูหว่า (2525 : 47) ได้ให้ความหมายของทักษะภาคปฏิบัติไว้ว่า หมายถึง "ทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ การสังเกต การจับประเภท การพิจารณาโครงสร้างและหาความสัมพันธ์ ตลอดจนการเสาะแสวงหาความรู้ การรวบรวม และการรายงานผลอย่างมีประสิทธิภาพ"

ในคำนการฝึกทักษะภาคปฏิบัตินั้น อนันต์ ศรีโสภา (2524 : 18) ได้กล่าวว่าการฝึกทักษะหมายถึงการกระทำต่อไปนี้

1. การพัฒนาทักษะต่าง ๆ ในการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ
2. การใช้ห้องปฏิบัติการอย่างระมัดระวังและมีความปลอดภัย

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

1. ทักษะภาคปฏิบัติ เป็นทักษะที่สามารถสังเกตได้ในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติการ ทดลองโดยตรง ได้แก่
 - 1.1 ทักษะในการปฏิบัติการ ได้แก่ การหยิบจับอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
 - 1.2 ทักษะในการสังเกต ได้แก่ การสังเกตเพื่อค้นหารายละเอียดหรือเปรียบเทียบ และการสังเกตผลการทดลอง
 - 1.3 ทักษะในการดำเนินการทดลอง ได้แก่ การปฏิบัติตามวิธีการที่กำหนดไว้ในแบบเรียน หรือคู่มือการทดลองและการเตรียมการหรือการคิดค้นวิธีใหม่
2. ทักษะในการสื่อความหมายภาคปฏิบัติ เป็นทักษะในการบันทึกผลและการใช้ผลการทดลองที่ได้รวบรวมไว้ในสมุดหรือรายงานการทดลอง ซึ่งได้แก่
 - 2.1 ทักษะในการบันทึกผลการทดลอง ได้แก่ การบันทึกผลการทดลองเป็นตารางหรือกราฟ หรือเขียนแผนภาพ และการจัดบันทึกรายละเอียดต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกต
 - 2.2 ทักษะในการใช้ผลการทดลอง ได้แก่ การคำนวณโดยใช้ข้อมูลที่ได้ การแปลความหมายข้อมูลเพื่อหาข้อสรุป การประเมินสมมติฐานโดยอาศัยข้อมูลที่ได้ และการหาข้อสรุปที่นอกเหนือไปจากสิ่งที่สังเกตได้

โรเบิร์ต ปี ซันด์ และ เลสลีย์ คัมบลิว โทรวบริจ (Sund and Trowbridge 1967 : 86 - 107) กล่าวถึงทักษะในกิจกรรมการทดลองที่ควรพัฒนาและฝึกฝนได้แก่

1. ความเข้าใจในจุดประสงค์ของการทดลอง
2. การใช้เครื่องมือ
3. การวัดและการคำนวณ
4. การเขียนรายงานการทดลอง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูลและจัดบันทึกข้อมูลได้อย่างถูกต้อง
6. ความเข้าใจในโครงสร้างและการอ่านกราฟ
7. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างง่าย
8. การสาธิตการใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี
9. การทำความสะอาดและรักษาเครื่องมือ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2522 : 139 - 142)

ได้เน้นความสำคัญของการทดลองว่าเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะภาคปฏิบัติ และได้กำหนดทักษะปฏิบัติไว้ 29 ทักษะ ดังต่อไปนี้

ทักษะ 1 การใช้เทอร์โมมิเตอร์ หมายถึงการใช้และการอ่านเทอร์โมมิเตอร์อย่างถูกวิธี คือ กระจกเงาเทอร์โมมิเตอร์ต้องสัมพันธ์กับสิ่งที่ต้องการวัด ไม่สัมพันธ์กับคาน้ำข้าง และก้านภาชนะขณะอ่านสายตาต้องอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ และเมื่อใช้เสร็จแล้ว ทำความสะอาดให้แห้งแล้วเก็บเข้าที่

ทักษะ 2 การใช้ตาชั่ง หมายถึงความสามารถที่จะใช้ตาชั่งอย่างถูกวิธีคือ ปรับศูนย์ก่อนใช้ ขณะชั่งน้ำหนักค่อย ๆ เลื่อนตุ้มน้ำหนักจนตาชั่งสมดุล และอ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้อง

ทักษะ 3 การใช้ตาชั่งสปริง ในการใช้ตาชั่งสปริงน้ำหนักต้องให้ตาชั่งอยู่ในแนวตั้ง อ่านหน่วยน้ำหนักเป็นกรัมหรือนิวตัน ขณะอ่านตาชั่งต้องอยู่ในระดับเดียวกับปุ่มโลหะบอกค่าน้ำหนัก ถ้าต้องใช้ตาชั่งสปริงในแนวอื่น เพื่อเปรียบเทียบแรงดึงต้องรักษาทิศทางให้อยู่ในแนวเดียวกัน

ทักษะ 4 การใช้ตะเกียง หมายถึงความสามารถในการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์อย่างถูกวิธี คือ ก่อนใช้ต้องตรวจสอบสภาพก่อนทุกครั้ง ไม่จุดตะเกียงก่อนที่จะเตรียมสารให้พร้อม ปรับได้ให้สูงพอเหมาะ เตรียมกระป๋องทรายสำหรับตั้งก้านไม้ซีกไฟที่จุดแล้ว เมื่อเลิกใช้ต้องดับตะเกียงทันทีโดยใช้ฝาครอบไม้ใช้ปากเป่า

ทักษะ 5 การใช้ช้อนตักสาร หมายถึงการตวงสารให้ปริมาณถูกต้อง คือ ตักสารแต่ละครั้งต้องปากช้อนเพียงครั้งเดียว ไม่กวดสารในช้อนก่อนปาก เมื่อตักแล้วทำความสะอาดช้อนและทำให้แห้งก่อนตักสารชนิดอื่น ไม่ตักสารในขณะที่ยังร้อน

ทักษะ 6 การใช้ไม้หนีบ หมายถึงความสามารถที่จะใช้ไม้หนีบได้ถูกวิธี คือ หนีบที่ระยะประมาณ $1/3$ จากปากหลอดทดลอง เมื่อหนีบบิกเกอร์หรือถ้วยกระเบื้องต้องหนีบให้ลึกขณะถือไม่ออกแรงกดไม้หนีบ ถ้าใช้กับขาตั้งเพื่อหนีบเทอร์โมมิเตอร์ต้องใช้เศษผ้าหรือกระดาษชำระหุ้มเทอร์โมมิเตอร์ให้แน่นเสียก่อน

ทักษะ 7 การใช้หลอดจึกชยา หมายถึงการใช้หลอดจึกชยาอย่างถูกวิธี คือ รุ่มปลายหลอดลงในของเหลว กดก้านสูบให้ซึบกับกระบอกสูบเพื่อไล่ฟองอากาศ คึงก้านสูบขึ้นเพื่อดูดของเหลวขึ้นมาอ่านปริมาตรโดยให้ตาอยู่ในระดับพอดีกับขีดบอกปริมาตร ถ้ามีฟองอากาศต้องกดก้านหลอดลงไปใหม่ ใช้เสร็จแล้วล้างให้สะอาด ทำให้แห้ง เมื่อจะใช้จึกชยาของเหลวชนิดอื่นต้องล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้ง

ทักษะ 8 การใช้หลอกหยก หมายถึงความสามารถที่จะใช้หลอกหยกได้ถูกวิธี คือ ถูกของเหลวให้มีปริมาณใกล้เคียงกับที่ของการใช้ ค่อย ๆ บีบจุกยางเพื่อให้ของเหลวหยกที่ละลายอย่างสม่ำเสมอ ล้างหลอกหยกให้สะอาดทันที สะบัดให้แห้ง ถ้าจะใช้ถูกสารหลายชนิดต้องล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้ง

ทักษะ 9 การใช้กรกและเบส หมายถึงการใช้กรก-เบสได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย คือ รินกรกหรือเบสใส่ในภาชนะที่สะอาดและแห้ง ขณะรินทันภาชนะที่ใส่กรก-เบส คำนที่มีป้ายฉลากขึ้นข้างบน ไม่รินน้ำลงในกรก ถ้ากรกหกกรกร่างกายต้องรีบล้างด้วยน้ำมาก ๆ ทันที ถ้ากรกหกกรกพื้น ให้ไปรยด้วยคัลเชียมคาร์บอเนต ถ้าเบสหกกรกให้ล้างด้วยกรดอะซิติก เจือจาง แล้วล้างด้วยน้ำมาก ๆ อีกครั้งหนึ่ง

ทักษะ 10 การใช้กระดาษทดสอบกรก-เบส หมายถึงความสามารถที่จะรู้จักใช้กระดาษอินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ คือ มือที่หยิบต้องสะอาดปราศจากกรกและเบส หยิบทีละแผ่น อึ่งที่ปากหลอดโดยไม่ให้สัมผัสกับหลอด ถ้าจะทดสอบของเหลวให้วางกระดาษอินดิเคเตอร์บนถ้วยกระเบื้อง ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวมาแตะ

ทักษะ 11 การใช้แว่นขยาย เมื่อต้องใช้แว่นขยายตรวจสอบรายละเอียดของวัตถุ ให้ถือแว่นขยายให้ชิดกับตาข้างหนึ่ง ระวังการชุกชุก ใช้แล้วเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

ทักษะ 12 การใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างง่าย หมายถึงความสามารถในการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกวิธี คือ วางแผ่นสไลด์บนแท่นให้วัตถุที่ต้องการอยู่ตรงกับช่องบนแท่น กดทับให้แน่นด้วยที่หนีบทั้งสองข้าง ปรับกระจกเงาให้แสงสะท้อนมาที่วัตถุบนสไลด์ หมุนตามเข็มนาฬิกาเพื่อปรับเลนส์ตาลงไปจนต่ำสุดเกือบถึงกระจกสไลด์ มองวัตถุผ่านเลนส์พร้อมทั้งค่อย ๆ หมุนหมุนวนเข็มนาฬิกาเพื่อปรับระยะเลนส์ที่ละน้อยจนมองเห็นวัตถุชัดเจน ถ้ายังไม่เห็นภาพให้เลื่อนตำแหน่งสไลด์ปรับระยะใหม่อีกจนเห็นชัด

ทักษะ 13 การใช้กล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย หมายถึงความสามารถในการใช้กล้องโทรทรรศน์ได้อย่างถูกวิธี คือ เลื่อนเลนส์ทั้ง 2 อันออกห่างจากกัน จับรางกล้องทรงระยะกึ่งกลางของราง ยกขึ้นให้เลนส์อยู่ในระดับตา เมื่่อมองวัตถุที่อยู่ไกลให้มองผ่านเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้น แล้วเลื่อนเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสยาวไปมาจนเห็นภาพชัด ระวังการชุกชุกเลนส์ในการทำความสะอาดให้ใช้ผ้าสำลีเช็ดเลนส์

ทักษะ 14 การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า หมายถึงความสามารถที่ตรวจความต่างศักย์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับความต่างศักย์ของวงจรไฟฟ้าก่อนที่จะต่อเข้าในวงจร เมื่อความต่างศักย์ของอุปกรณ์มีค่ามากกว่าไม่ต้องต่อ

ทักษะ 15 ทักษะการใช้หลอดไฟฟ้าพร้อมขั้ว หมายถึงความสามารถที่จะใช้ปากบีมประแจ หมีบปลายขั้วทั้งสองที่ยื่นออกมา ไม่หมีบเข้าไปจนชิดกับขั้วไฟฟ้า

ทักษะ 16 การใช้แอมป์เคอร์รี่ หมายถึงความสามารถเรียงเซลล์ลงในกล่องเป็นแบบอนุกรม ตรวจสอบขั้วไฟฟ้า แผ่นคว้านและสปริง และสามารถเสียบแผ่นคว้าน เพื่อตัดคอนตามจำนวนเซลล์ให้มีความต่างศักย์ตามที่ต้องการ

ทักษะ 17 การสังเกต หมายถึงความสามารถที่จะตรวจรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการสังเกต โดยใช้ประสาทสัมผัสครบทุกอย่างได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว แล้วบันทึกทันที

ทักษะ 18 การวัดความยาว-สูง หมายถึงความสามารถที่จะใช้อุปกรณ์วัดความยาว ความสูง ใ้ถูกวิธี อ่านมาตราโดยคำนึงจากกับชื่อบอกความยาวหรือความสูงนั้น

ทักษะ 19 การใช้และเก็บรักษาแม่เหล็กที่จัดทำไทนาโม หมายถึงการเก็บรักษาแม่เหล็กไม่ให้เสื่อมคุณภาพด้วยการให้ขั้วข้างชนิดกันประกบกันไว้

ทักษะ 20 การคัมสาร หมายถึงความสามารถในการคัมสารในหลอดทดลองหรือในเม็กเกอร์อย่างถูกวิธี คือ ก่อนคัมเช็คก้นภาชนะให้แห้ง ถ้าคัมสารในหลอดที่อยู่กับที่คองใส่เศษหินหรือกระเบื้องก่อนคัม ถ้าจับคัวยไม้หมีบต้องส่ายหลอดไปมาช้า ๆ ห้ามปากหลอดไปทางค้ำที่ ไม่มีคนอยู่ เมื่อคัมในเม็กเกอร์ให้แห้งแก้วคนอย่างสม่ำเสมอ

ทักษะ 21 การคนสาร หมายถึงการใช้แท่งแก้วคนสารให้เข้ากันโดยไม่ให้แท่งแก้วกระทบกันและค้ำข้างของภาชนะ ใช้แล้วล้างให้สะอาด เช็ดให้แห้งแล้วเก็บเข้าที่ และไม่ใช้แท่งแก้วคนสารต่างชนิดกันโดยไม่ทำความสะอาดเสียก่อน

ทักษะ 22 การเขย่าหลอดทดลอง หมายถึงการเขย่าโดยใช้มือจับหลอดทดลองแล้วเขย่าให้ส่วนล่างของหลอดกระทบกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ

ทักษะ 23 การรินสาร หมายถึงการรู้จักการรินของเหลวผ่านแท่งแก้วลงสู่ภาชนะ โดยให้ปลายแท่งแก้วสัมผัสชิดขอบภาชนะที่รองรับ

ทักษะ 24 การคมสาร หมายถึงความสามารถที่จะสังเกตกลิ่นของสารอย่างถูกวิธี คือไม่สูดคมสารโดยตรง แต่ใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะให้ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าและห่างจากจมูกเล็กน้อย แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งโบกกลิ่นไอของสารเข้าจมูกซ้ำ ๆ

ทักษะ 25 การจับเวลา หมายถึงความสามารถในการใช้นาฬิกาจับเวลาได้อย่างคล่องแคล่ว อ่านเวลาได้ถูกต้อง รวดเร็ว และให้สัญญาณระหว่างคนที่สังเกตปรากฏการณ์กับคนที่จับเวลา

ทักษะ 26 การทำเครื่องหมาย หมายถึงความสามารถที่จะรู้จักทำเครื่องหมายบนหลอดทดลอง กล้องพลาสติก เมื่อใช้หลาย ๆ ชิ้นในเวลาเดียวกัน

ทักษะ 27 การต่อและตรวจวงจรไฟฟ้า หมายถึงความสามารถในการไล่ลำดับวงจร โดยเริ่มจากขั้วหนึ่งของแบตเตอรี่ไปยังอีกขั้วหนึ่งจนครบวงจร โดยไม่ต้องกลับและตรวจสอบขั้วไฟฟ้าทุกขั้วต้องเสียบกันอยู่แน่นสนิท

ทักษะ 28 การป้ายฆ่าเชื้อโรค หมายถึงความสามารถที่จะป้ายฆ่าเชื้อโรคอย่างระมัดระวังไม่ให้ถูกผิวหนังหรือส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย โดยใช้ปากคีบจับสำลีชุบยาฆ่าเชื้อโรคคลกทับข้างขวดไม่ให้โชกเกินไป ปัดจุกขวดทันที ใช้สำลีเช็ดภาชนะที่ต้องการฆ่าเชื้อโรคเสร็จแล้วทิ้งสำลีในที่รับขยะ ไม่วางทิ้งไว้บนโต๊ะ ถ้ายาถูกส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายให้ล้างด้วยน้ำมาก ๆ ทันที

ทักษะ 29 การทำความสะอาดและเก็บรักษาเครื่องมือ หมายถึงความสามารถที่จะทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกชนิดเมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วและเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

นอกจากนี้ สสวท. (2529 : 1 - 18) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติการวิชาเคมีสรุปได้ว่า การทดลองเคมีนักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เทคนิคหลายประการ เพื่อให้สามารถใช้เทคนิคในการทดลองได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับโอกาส ซึ่งจะช่วยให้ผลการทดลองถูกต้องและมีข้อผิดพลาดในการทดลองน้อยที่สุด เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการเคมีในระดับมัธยมศึกษาได้แก่

1. การใช้อุปกรณ์วัดปริมาตร
2. การใช้เครื่องชั่ง
3. การถ่ายเทสารเคมี

4. การใช้เทอร์โมมิเตอร์
5. การคมกลืนสาร
6. การให้ความร้อน
7. การใช้จุกยาง
8. การแยกและทำสารให้บริสุทธิ์
9. การหาจุดหลอมเหลวและจุดเดือด
10. การเตรียมก๊าซและการเก็บก๊าซ
11. การตีเทรต
12. การทำความสะอาดเครื่องแก้ว
13. การทำโครมาโตกราฟี

โดยสรุปแล้ว ทักษะภาพปฏิบัติในการทดลองหมายถึงความชำนาญ ความถูกต้อง ความคล่องแคล่วรวดเร็วในการใช้อุปกรณ์และมีเทคนิคในการดำเนินการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย รวมทั้งการรายงานผลการทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งเสริมสร้างให้เกิดแก่ผู้เรียน เพราะเป็นทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีผู้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

เจมส์ อาร์ โอเค และ โรแนลด์ แอล ฟีล (Okey and Fiel, 1973 : 1 - 10) ได้ค้นคว้าเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสรุปว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับครูวิทยาศาสตร์ควรจะมี 10 ประการ คือ

1. การกำหนดคัวแปร หมายถึงความสามารถในการกำหนดได้ว่าอะไรเป็นคัวแปรอิสระและอะไรเป็นคัวแปรตาม
2. การสร้างตารางข้อมูล หมายถึงความสามารถที่จะสร้างตารางข้อมูลจากกราฟจากข้อความ หรือจากการทดลองได้อย่างถูกต้อง
3. การเขียนกราฟ หมายถึงความสามารถในการเขียนกราฟ จากคำอธิบายสั้น ๆ หรือจากตารางข้อมูลหรือจากการทดลอง

4. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ หมายถึงความหมายในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง
5. การเก็บและรวบรวมข้อมูล หมายถึงความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองได้ และสามารถนำข้อมูลนั้นมาสร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้
6. การวิเคราะห์กระบวนการทดลอง หมายถึงความสามารถในการกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม ควบคุมตัวแปรภายนอก และปัจจัยสมมติฐานที่จะทดสอบโดยการทดลองได้
7. การตั้งสมมติฐาน หมายถึงความสามารถที่จะตั้งสมมติฐานได้เมื่อกำหนดปัญหามาให้ ซึ่งก่อนการตั้งสมมติฐานจะต้องพิจารณาว่ามีตัวแปรอะไรบ้างที่เกี่ยวกับการทดลอง โดยจะต้องเลือกตัวแปรอิสระมาเพียงตัวแปรเดียว แล้วจึงตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบและควบคุมตัวแปรภายนอกให้หมด
8. การให้นิยามปฏิบัติการ หมายถึงความสามารถในการกำหนดนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ การกำหนดนิยามปฏิบัติการก็คือ การกำหนดลงไปว่าตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามในการทดลองนั้นจะสามารถวัดได้อย่างไร
9. การออกแบบการทดลอง หมายถึงความสามารถในการออกแบบการทดลองตามสมมติฐานที่กำหนดมาให้ได้ การออกแบบการทดลองประกอบด้วย
 - 9.1 การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม
 - 9.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก
 - 9.3 การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ
10. การทดลอง หมายถึงความสามารถในการตั้งสมมติฐานออกแบบการทดลอง ค่าเนในการทดลองตามแบบการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับการพิสูจน์สมมติฐานของปัญหาที่กำหนดมาให้

รอกเนย์ เอล โคราน (Doran 1978 : 25) แห่งสมาคม NAEP (The National Assessment of Educational Progress) ได้ระบุถึงความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการทำงานทางวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วย 10 ทักษะ คือ

1. ความสามารถในการนิยามปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 2. ความสามารถบอกหรือทราบสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์
 3. ความสามารถเสนอหรือเลือกกระบวนการทดสอบความเที่ยงตรง ทั้งทางค้ำเหตุผล และการปฏิบัติ
 4. ความสามารถในการเก็บข้อมูล
 5. ความสามารถตีความข้อมูล
 6. ความสามารถตรวจสอบความสอดคล้องอย่างมีเหตุผลของสมมติฐานกับกฎ ความจริง การสังเกต หรือการทดลอง
 7. ความสามารถให้เหตุผลทางค้ำปริมาณและสัญลักษณ์
 8. ความสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง สมมติฐานและความเห็นสิ่ง ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง และรูปแบบจากการสังเกต
 9. สามารถวิเคราะห์เอกสารทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ
 10. สามารถใช้กฎทางวิทยาศาสตร์และหลักการได้ทั้งในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2524 : เอกสาร อิศำเนา) ได้ระบุถึงทักษะที่เป็นองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความหมาย และความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
1. การสังเกต (Observation)	<p><u>การสังเกต</u> หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป</p>	<p>1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช่ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง</p> <p>1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ</p> <p>1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้</p>

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
1. การสังเกต (ท้อ)	ข้อมูลที่ไ้จากการสังเกต อาจแบ่งไ้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง	
2. การวัด (Measurement)	การวัด หมายถึงการเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนไ้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ	2.1 เลือกเครื่องมือไ้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดไ้ 2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดไ้ถูกต้อง 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่น ๆ ไ้ถูกต้อง 2.5 ระบุนหน่วยของตัวเลขที่ไ้จากการวัดไ้
3. การจำแนกประเภท (Classification)	การจำแนกประเภท หมายถึงการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างไ้ใด	3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดไ้ให้ 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองไ้ 3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกไ้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
การจำแนกประเภท (ต่อ)	อย่างหนึ่ง	
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	สเปสของวัตถุ หมายถึงที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง	4.1 ชีบรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดมาให้ได้
(Space/Space Relationship and Space/time Relationship)	ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง	4.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดมาให้ได้
	ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลาได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา	4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้
		4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้
		- ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ
		- เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา
		- เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น
		- บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
		4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (ต่อ)		4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางของอีกวัตถุหนึ่ง 4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ 4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ 4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้
5. การคำนวณ (Using Numbers)	<u>การคำนวณ</u> หมายถึงการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มา <u>คิดคำนวณ</u> โดยการบวก ลบ คูณหาร หรือหาค่าเฉลี่ย	1. การ <u>นับ</u> ได้แก่ 1.1 นับจำนวนสิ่งของใดถูกต้อง 1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ 1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน 1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน 2. การ <u>คำนวณ</u> (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่ 2.1 บอกวิธีคำนวณได้ 2.2 คิดคำนวณได้ถูกต้อง 2.3 แสดงวิธีคิดคำนวณได้



ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
5. การคำนวณ (ต่อ)		3. การหาค่าเฉลี่ย 3.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย 3.2 หาค่าเฉลี่ย 3.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย
6. การจัดกระทำ และสื่อความ หมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)	<u>การจัดกระทำและสื่อความ หมายข้อมูล</u> หมายถึงการ นำข้อมูลที่ไต่จากการสังเกต การวัด การทดลอง และ จากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำ เสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ ผู้อื่นเข้าใจความหมายของ <u>ข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น</u> โดยอาจเสนอ ในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ โคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น	6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการ เสนอข้อมูลที่เหมาะสม 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูป แบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูล ได้ 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตาม รูปแบบที่เลือกไว้ได้ 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูป ใหม่ที่เข้าใจง่ายขึ้นได้ 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่ง หนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระทัดรัดจนสื่อความหมายให้ ผู้อื่นเข้าใจได้ 6.6 บรรยายหรือบอกแผนผังแสดง ตำแหน่งของสถานที่ที่จะสื่อ ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)	<p><u>การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</u> หมายถึงการ <u>เพิ่มความคิดเห็น</u> ให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย</p>	<p>อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย</p>
8. การพยากรณ์ (Prediction)	<p><u>การพยากรณ์</u> หมายถึงการสรุป <u>คำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง</u> โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น <u>ซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี</u> ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป</p> <p>การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ</p> <p><u>การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่</u></p>	<p><u>การพยากรณ์ทั่วไป</u></p> <p>8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้</p> <p><u>การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ</u></p> <p>8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้</p> <p>8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้</p>
9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)	<p><u>การตั้งสมมติฐาน</u> หมายถึงการ <u>ศึกษาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำ</u> การทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่ศึกษาล่วงหน้านี้อย่างไม่ทราบหรือยังไม่</p>	<p>หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม</p>

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
9. การตั้งสมมติฐาน (ต่อ)	<u>เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี มาก่อน</u>	<u>สมมติฐานหรือคำตอบที่คิด ไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อ ความที่บอกความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปร อิสระ) กับตัวแปรตาม</u>
	<u>สมมติฐานที่ตั้งไว้จะถูกหรือ ผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลัง การทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้ง ไว้</u>	
10. การกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)	<u>การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึงการกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการ ทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและ สามารถสังเกตหรือวัดได้</u>	<u>กำหนดความหมายและขอบเขตของ คำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกต ได้และวัดได้</u>
11. การกำหนดและ ควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables)	<u>การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมใน สมมติฐานหนึ่ง ๆ <u>ตัวแปรต้น</u> คือสิ่งที่ เป็นสาเหตุ</u>	<u>ชี้แจงและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้</u>

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
11. การกำหนดและ ควบคุมตัวแปร (ต่อ)	<p>ที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่ง ที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็น สาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้น จริงหรือไม่</p>	<p><u>ตัวแปรตาม</u> คือที่เป็นผลเนื่อง มาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปร ต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยน ไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็น ผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย</p> <p><u>ตัวแปรที่คงควบคุม</u> คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อ การทดลองด้วย ซึ่งจะคง ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่น นั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาด เคลื่อน</p> <p><u>การควบคุมตัวแปร</u> หมายถึงการ ควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจาก ตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลอง คลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุม ให้เหมือน ๆ กัน</p>

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
12. การทดลอง (Experimenting)	<p><u>การทดลอง</u> หมายถึงกระบวนการปฏิบัติกรเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้</p> <p>ในการทดลองจะประกอบด้วยการกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ</p>	1. <u>ออกแบบการทดลอง</u> โดย
	<p>1. <u>การออกแบบการทดลอง</u></p> <p>หมายถึงการวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด</p>	<p>1.1 <u>การกำหนดวิธีการทดลอง</u> ใ้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมด้วย</p> <p>1.2 <u>ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมี</u> ที่จะต้องใช้ในการทดลองได้</p>
	<p>1.1 <u>วิธีการทดลอง</u> (ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การกำหนดและควบคุมตัวแปร)</p>	<p>2. <u>ปฏิบัติการทดลอง</u> และใช้อุปกรณ์ใ้ถูกต้องและเหมาะสม</p> <p>3. <u>บันทึกผลการทดลอง</u> ได้คล่องแคล่วและถูกต้อง</p>
	<p>1.2 <u>อุปกรณ์และ/หรือสารเคมี</u> ที่จะต้องใช้ในการทดลอง</p>	
	<p>3. <u>การปฏิบัติการทดลอง</u></p> <p>หมายถึงการลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ</p> <p><u>การบันทึกผลการทดลอง</u></p> <p>หมายถึงการจดบันทึกข้อมูลที่ไ้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัดและอื่น ๆ</p>	

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
13. การตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อ สรุป (Interpreting Data and Conclusion)	<p><u>การตีความหมายข้อมูล</u> หมายถึง <u>ถึงการแปลความหมาย</u> หรือ <u>การบรรยายลักษณะและสมบัติ</u> ของข้อมูลที่มีอยู่</p> <p>การตีความหมายข้อมูลใน บางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ค้ำยัน เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น</p> <p><u>การลงข้อสรุป</u> หมายถึงการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด</p>	<p>1. แปลความหมายหรือบรรยาย ลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)</p> <p>2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่</p>



การวัดผลปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์

ก. ความหมายของการวัดผล

มีผู้ให้ความหมายของการวัดผลไว้หลายท่านด้วยกันดังนี้

วิลเลียม เอ มีเรนส์ และ เออร์วิน เจ เลห์แมนน์ (Mehrens and Lehmann 1973 : 6) ให้ความหมายของการวัดผลไว้ว่า "การวัดผลคือการวัดคุณลักษณะอื่น ๆ ของบุคคลโดยใช้การทดสอบ การสังเกต การจัดอันดับคุณภาพหรือใช้เครื่องมืออื่น ๆ ที่จะได้รับผลออกมาเป็นจำนวนตัวเลข"

ริชาร์ด เอส ลินด์แมน และ บีเคอร์ เอฟ เมอเรนดา (Lindeman and Merrenda 1979 : 3) ให้ความหมายของการวัดผลไว้ว่า "การวัดผลหมายถึงกระบวนการในการกำหนดตัวเลขให้สอดคล้องกับเซตของบุคคลหรือสิ่งของภายใต้กฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้"

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 2) โต้กล่าวว่า "การวัดผลการศึกษา หมายถึงกระบวนการในการกำหนดหรือหาจำนวนปริมาณอันค้ำ หรือรายละเอียดของคุณลักษณะหรือพฤติกรรม

ของความสามารถของบุคคล โดยใช้เครื่องมือเป็นหลักในการวัด"

อานวย เลิศชัยนที (2527 : 6) ได้ให้ความหมายของการวัดผลไว้ว่า "การวัดผลเป็นขบวนการที่ได้มาตรฐานที่ต้องมีเครื่องมือวัดเป็นสิ่งที่กำหนดคุณลักษณะของสิ่งที่จะวัด (Object) ผลที่ได้ออกมาเป็นปริมาณ (Quantity) ซึ่งก็คือตัวเลข (member)" "

จากความหมายของการวัดผลที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ สรุปได้ว่า การวัดผลการศึกษาเป็นการระบุถึงผลของการเรียนรู้ โดยกำหนดเป็นตัวเลขซึ่งได้จากการใช้เครื่องมือวัดหรือการสังเกตตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ข. วิธีการวัดผลปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์

การวัดผลปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการวัดผลการเรียนรู้ การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาได้ให้หลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติสำหรับครูในการวัดผลปฏิบัติการไว้หลายท่านดังนี้

วอลเทอร์ เอ เซอเบอร์ และ อัลเฟรด ที คอลเลคต์ (Thurber and Collecte : 1959 : 270 - 271) ได้กล่าวถึงการทดสอบปฏิบัติการทดลองสรุปไว้ว่าเป็นการทดสอบความสามารถของนักเรียนที่จะดำเนินการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์โดยการนำอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองวางไว้คานหน้าของนักเรียนพร้อมกับปัญหาที่จะให้นักเรียนแก้ นักเรียนจะแก้ปัญหาพร้อมทั้งสาธิตการทดลองให้ดู ครูจะให้คะแนนเป็นขั้นตอนและให้คะแนนในขั้นสุดท้ายหรือจากคำอธิบายหรือจากทั้งสองประการ การประเมินผลแบบนี้สามารถประเมินความสามารถในการหยิบจับอุปกรณ์ของนักเรียน แต่ก็เป็นการลำบากถ้าจะประเมินผลในกลุ่มใหญ่ ๆ ทั้งนี้เพราะจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์จำนวนมาก

อาร์ เอ็ม เคมปา และคณะ (Kempa and et. al. 1975 : 69 - 76) ได้ตั้งเกณฑ์ในการประเมินผลภาคปฏิบัติออกเป็น 4 เกณฑ์ หรือ 4 องค์ประกอบ และ สุนีย์ คล้ายนิล (S. Klainin, 1984 : 257) ได้ศึกษาผลเกณฑ์ทั้ง 4 เพื่อใช้ในการประเมินผลการเรียนภาคปฏิบัติที่ใช้ในระดับมัธยมศึกษา เกณฑ์ทั้ง 4 ดังกล่าวได้แก่

องค์ประกอบของทักษะ	ลักษณะพฤติกรรมตามเกณฑ์ของเคมปา	เกณฑ์ทักษะปฏิบัติของสุนีย์ คล้ายนิล
1. เทคนิคการทดลอง (Experimental Technique : ET)	การจับอุปกรณ์และสารเคมีได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัยในการดำเนินการทดลอง มีความระมัดระวังในการสังเกตผลการทดลอง	การจับหรือใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกวิธีที่จะสามารถดำเนินการทดลองให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องสมบูรณ์
2. การดำเนินการทดลอง (Procedure : PD)	ลำดับขั้นการทดลองและการใช้อุปกรณ์อย่างถูกต้องมีประสิทธิภาพ มีความสามารถในการดัดแปลงการดำเนินการทดลอง และเครื่องมือได้อย่างเหมาะสม	การวางแผนปฏิบัติการทดลองตามลำดับขั้นได้ถูกต้อง และการทดลองทุกขั้นตอนได้ผลถูกต้องตามจุดมุ่งหมาย
3. ความคล่องแคล่วใน การปฏิบัติการ (Manual Dexterity : DE)	ความมั่นใจและความคล่องแคล่วในการทดลองและการใช้เครื่องมือ และสามารถทำการทดลองได้ผล การปฏิบัติที่สมบูรณ์	มีความมั่นใจและคล่องแคล่ว ซึ่งจะทำให้การทดลองลุล่วงไปด้วยดี ภายในเวลาที่กำหนด
4. ความเป็นระเบียบ เรียบร้อย (Neatness : NT)	การจัดพื้นที่ในการทดลองและการวางจัดอุปกรณ์ได้อย่างเป็นระเบียบและเหมาะสม	มีความสะอาดและเป็นระเบียบเรียบร้อยในการจัดพื้นที่และจัดเก็บอุปกรณ์

รอกเนย์ แอล โคราน (Doran 1978 : 404) ได้เสนอแนะวิธีที่ใช้ในการประเมินผลปฏิบัติการไว้ 2 วิธี ดังนี้

1. การใช้มาตราส่วนประเมินค่า (rating scales) และแบบสำรวจรายการ (Check list) เป็นการสังเกตพฤติกรรมขณะนักเรียนปฏิบัติการทดลอง
2. การทดสอบภาคปฏิบัติการทดลอง ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมการทดลอง, เครื่องมือต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ

วินเชนซ์ เอน ดูเนกคา และคณะ (Lunetta and et. al. 1981 :
24 - 25) ได้แบ่งวิธีในการประเมินผลปฏิบัติการทดลองไว้ 4 วิธี คือ

1. เขียนรายงานการทดลอง
2. ทดสอบควยแบบสอบถามเขียน
3. สอบปฏิบัติการทดลอง
4. การประเมินผลควยการสังเกต

นอกจากนี้ยังให้ข้อคิดเกี่ยวกับการประเมินผลด้วยการสังเกตว่าสามารถกระทำได้อีก
เนื่องตลอดทั้งภาคเรียน และจะต้องมีเกณฑ์ในการประเมินพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การวางแผนและการออกแบบการทดลอง
2. ทักษะปฏิบัติในการทดลอง
3. การดำเนินการทดลอง
4. การสังเกต
5. การจับบันทึกข้อมูล
6. การแปลความหมายของข้อมูลจากการทดลอง
7. ความรับผิดชอบ
8. ความคิดริเริ่มที่จะทำสิ่งใหม่ ๆ
9. นิสัยในการทำงาน

โกวิท ปรวาลพฤษ์ และ สมศักดิ์ สินธุระเวชช์ (2523 : 106 - 109)
ได้เสนอแนะแนวทางในการวัดผลด้านการปฏิบัติไว้ว่า มีสิ่งที่จะต้องวัด 2 ประการ คือ

1. ความสามารถในการปฏิบัติงานกับการวัดพฤติกรรมของนักเรียนโดยใช้วิธีการ
สังเกต และมีเครื่องมือในการสังเกต คือ แบบสำรวจรายการ (Check list) หรือ
มาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) จะช่วยให้การสังเกตสะดวกและมีความเที่ยง
2. ความสามารถและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน คือ วิธีการปฏิบัติงาน
(Procedure) ซึ่งได้แก่วิธีการ ทักษะ และเทคนิคในการใช้เครื่องมือทดลองและวัดผล
งานโดยการนำผลงานที่ได้มาตรวจให้คะแนน

นอกจากนี้ โกวิท ปรวาลพฤษ์ ได้ให้ข้อเสนอแนะในการวัดทักษะภาคปฏิบัติ ณ
หอประชุมกรมสามัญศึกษา วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2529 ในการประชุมเรื่อง แนวในการออก
ข้อสอบไว้ว่า "ข้อสอบแบบปรนัยสามารถวัดทักษะปฏิบัติได้โดยการสอบวัดเพียงมาเป็น
แบบปรนัย"

มาตรฐาน กิจปรึการวิสุทธิ (2524 : 26) ใ้แบ่งวิธีทดสอบภาคปฏิบัติโดยใ้การกระทำของผู้ถูกทดสอบเป็นเกณฑ์ แบ่งใ้เป็น 3 วิธี คือ

1. การทดสอบที่ใ้ลงมือกระทำ (Performance Test)
2. การทดสอบโดยใ้เขียนตอบในกระดาษ (Paper - pencil test)
3. การทดสอบปากเปล่า (Oral Test)

สสวท. โดยสาขาวิจัยและประเมินผล (2524 : 27 - 31) ใ้เสนอแนวปฏิบัติในการวัดผลปฏิบัติการในการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการวัดทักษะด้านการปฏิบัติการทดลองที่อาจจัดใ้เป็น 2 พวก คือ

1. ทักษะพวก ก. เป็นกิจกรรมที่มองเห็นใ้ระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติการทดลองใ้แก่

1.1 ทักษะทางปฏิบัติ เป็นทักษะเกี่ยวกับการหยิบจับอุปกรณ์ใ้ใช้ในการทดลอง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง

1.2 การสังเกต ใ้แก่การสังเกตเพื่อหารายละเอียดหรือเปรียบเทียบและการสังเกตผลของการทดลอง

1.3 การดำเนินการทดลอง ใ้แก่ความสามารถในการปฏิบัติตามวิธีการที่บอกใ้ในแบบเรียน และสามารถวางแผนปฏิบัติการทดลองใ้เหมาะสม

2. ทักษะพวก ข. เป็นผลของการปฏิบัติการที่นักเรียนใ้บันทึกใ้ในสมุดใ้แก่

2.1 การบันทึกผล เป็นบันทึกผลเป็นตารางหรือกราฟ การวาดรูปหรือการเขียนแผนภาพ การจกบันทึกเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตใ้

2.2 การใช้ผลการทดลอง ใ้แก่การแปลความหมายข้อมูลเพื่อหาข้อสรุปการคำนวณโดยใ้ข้อมูลใ้ใ้ การทำนายโดยอาศัยข้อมูลใ้ใ้

ในการวัดผลปฏิบัติการ ครูจะท่องวัดผลการปฏิบัติของนักเรียนไปพร้อมกับการสอนนักเรียนแต่ละคนอาจทำกิจกรรมต่าง ๆ ในเวลาเดียวกัน นักเรียนทำการทดลองเป็นกลุ่มและนักเรียนในชั้นเรียนมีมาก ผู้สอนอาจสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนใ้ใ้ใ้ถึง กังนั้นจึงควรวัดทักษะอย่างเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง เพราะการทดลองแต่ละครั้งจะเปิดโอกาสใ้ให้นักเรียนฝึกทักษะ

ต่าง ๆ ใ้ค้มากน้อยต่างกัน และควรให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะต่าง ๆ ให้ครบ นอกจากการวัดผลขณะนักเรียนปฏิบัติการทดลองตามบทเรียนแล้ว ผู้สอนอาจกำหนดการทดลองชิ้นใหม่เพื่อวัดผลเพิ่มเติมด้วยก็ได้ ในการให้คะแนนปฏิบัติการนั้น สสวท.ได้เสนอแนะไว้ว่า ครูอาจบันทึกผลของการสังเกตลงในตาราง ดังตัวอย่าง

ตารางบันทึกการให้คะแนนโดยใช้การสังเกตขณะนักเรียนทำการทดลอง ครั้งที่

ชั้น ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ทักษะปฏิบัติ			การสังเกต			การดำเนินการทดลอง			รวม
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	
1	-----										
2	-----										
3	-----										
.											
.											
.											

หมายเหตุ ทักษะปฏิบัติ

ได้แก่การหยิบจับอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ

การสังเกต

ได้แก่การสังเกตข้อมูล, การสังเกตผลการทดลอง

การดำเนินการทดลอง

ได้แก่การปฏิบัติตามวิธีการทดลองที่กำหนดไว้และการ

วางแผนการทดลอง

หมายถึง คี

หมายถึง พอใช้

หมายถึง ยังใช้ไม่ได้

(สสวท. สาขาวิจัยและประเมินผล 2524 : 44 - 47)

การประเมินผลโดยการใช้มาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scales) และ
แบบสำรวจรายการ (Check List) นั้น สสวท. (สาขาวิจัย 2524 : 62)
ได้เสนอแนวปฏิบัติในการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. พิจารณาเนื้อหาว่าในแต่ละการทดลองมีทักษะอะไรบ้าง
2. จัดทำตารางซึ่งประกอบด้วยชนิดของทักษะในแต่ละการทดลองรวมทั้งรายชื่อของ
นักเรียนที่ต้องประเมินผล ตารางควรมี 3 ประเภทเพื่อความสะดวกในการใช้ดังนี้
 - 2.1 ตารางซึ่งประกอบด้วยชื่อการทดลองและทักษะต่าง ๆ ที่ต้องการวัด
 - 2.2 ตารางซึ่งใช้บันทึกทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนแต่ละคนซึ่งจัดเฉพาะการ
ทดลองหนึ่ง ๆ และครูจะนำเข้าไปในชั้นเรียน เช่น

ทักษะ รายชื่อนักเรียน	เทอร์โมมิเตอร์	การใช้ตาชั่ง	การใช้ตะเกียง แอลกอฮอล์	อื่น ๆ
1				
2				
.				
.				
.				
16				

ก. เขียนรายชื่อนักเรียนที่ต้องการจะวัดทักษะ ควรจะทำได้ประมาณ 16 คน
เท่านั้น เพราะอยู่ในขอบเขตที่ครูจะสังเกตได้ชัด ส่วนนักเรียนที่เหลือให้ประเมินในการทดลอง
ต่อไป ครูควรประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนทุกคน

- ข. เขียนทักษะสำหรับการทดลองนั้นลงในช่องทักษะ
- ค. แบบประเมินผลนั้น เมื่อครูสังเกตแล้วอาจทำเครื่องหมาย
 - ✓ สำหรับนักเรียนที่ปฏิบัติได้ถูกต้อง
 - ✗ สำหรับนักเรียนที่ควรได้รับการแก้ไขในทักษะนั้น ๆ

2.3 ตารางรวม ซึ่งประกอบด้วยรายชื่อนักเรียนทั้งชั้น และทักษะทั้งหมดที่
ต้องการประเมินผลตลอดครึ่งปีหรือตลอด 1 ปี

เมื่อจบการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนแต่ละครั้งแล้ว ให้นำผลมารวบรวม
ลงในตารางรวมนี้ เพื่อประโยชน์ 2 ประการ คือ

1. ใช้เปรียบเทียบว่านักเรียนคนใดควรจะได้ปรับปรุงทักษะอะไรบ้าง เพื่อครูจะ
ได้วางแผนให้คำแนะนำเมื่อมีการสอนถัดไปให้ทันเวลาที่

2. ครูจะพบอีกว่า นักเรียนคนใดทำการทดลองน้อยกว่าคนอื่น ๆ หรือไม่เคย
ทำการทดลองเลย ซึ่งจะได้แก้ไขทันเวลาที่ โดยกำหนดให้นักเรียนคนนั้นแลกเปลี่ยนหน้าที่กับ
สมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่ม

อนันต์ ศรีโสภ (2524 : 197 - 204) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้
มาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scales) ว่า "มาตราส่วนประเมินค่าสามารถระบุ
สถานภาพและคุณภาพของสิ่งที่จะวัดได้ และเป็นการบันทึกและการรายงานผลการตัดสินใจของ
ผู้สังเกตอย่างมีระบบ" และได้กล่าวถึงแบบสำรวจรายการ (Check list) ไว้ สรุปได้
ว่า แบบสำรวจรายการประกอบด้วยรายการที่แสดงขั้นตอนของการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ หรือ
พฤติกรรมที่ผู้สอนบันทึกเมื่อมีพฤติกรรมนั้นเกิดขึ้น แบบสำรวจรายการมีประโยชน์ในการประเมิน
ผลกระบวนการหรือวิธีการที่ได้แก่การกระทำหรือปฏิบัติการต่าง ๆ อย่างชัดเจน คุณค่าของแบบ
สำรวจรายการขึ้นอยู่กับทักษะและความระมัดระวังของผู้สร้างเครื่องมือ เพราะแบบสำรวจ
รายการมีลักษณะดังนี้

1. บังคับให้ผู้สังเกตมุ่งสนใจตามรายการที่ระบุไว้
2. เป็นการเปรียบเทียบการกระทำต่าง ๆ ของนักเรียนกับผู้สังเกต

นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะว่า การใช้แบบสำรวจรายการควรมีหลักในการพิจารณาดังนี้

1. ใช้เมื่อต้องการทราบว่านักเรียนได้กระทำพฤติกรรมเฉพาะที่กำหนดไว้หรือไม่
2. ลักษณะของการกระทำต่าง ๆ ต้องกำหนดไว้ชัดเจน
3. จะต้องสังเกตนักเรียนคนเดียวในแต่ละครั้ง
4. ครูที่จะสังเกตควรได้รับการฝึกว่าจะสังเกตอะไร สังเกตอย่างไร และบันทึก

ผลของการสังเกตอย่างไร



ความแตกต่างระหว่างมาตราส่วนประเมินค่ากับแบบสำรวจรายการนั้น
สุนันท์ สังข์อ่อง และ บริบูรณ์สุข บัญชรเวกุล (เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์ 2525 :
เอกสารอัครสาเนา) ได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่า มาตราส่วนประเมินค่าประกอบด้วยรายละเอียด
ของพฤติกรรมที่ต้องสังเกตและมีมาตราส่วนแสดงระดับคะแนนและคุณภาพของพฤติกรรมที่สังเกต
ได้ ส่วนแบบสำรวจรายการนั้นจะช่วยในด้านการตัดสินผลของการปฏิบัติว่าถูกหรือผิด
(Yes - no Judgment) เป็นการประเมินว่านักเรียนได้ทำกิจกรรมนั้นถูกต้องหรือไม่
โดยผู้สังเกตต้องกำหนดกิจกรรมที่ต้องสังเกตไว้ในตาราง

โกวิท ปวาลพฤษณ์ และ สมศักดิ์ สินธุรเวชญ์ (2523 : 108 - 109) ได้ให้
หลักในการสังเกตเพื่อให้คะแนนทักษะปฏิบัติไว้ดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องสังเกตให้จำกัดเฉพาะเรื่อง
2. สังเกตอย่างมีจุดมุ่งหมาย
3. สังเกตด้วยความพิถีพิถันระหว่ารายละเอียดของสิ่งที่สังเกต
4. ต้องมีการบันทึก
5. ขณะสังเกตควรใช้แบบสำรวจรายการ (Check list) หรือมาตราส่วน
ประเมินค่า (Rating Scale)

มาตราส่วนประเมินค่าใช้ประเมินคุณลักษณะของสิ่งที่สังเกตออกมาเป็นระดับต่าง ๆ
มีลำดับขั้นในการสร้างดังนี้

1. ระบุผลการเรียนหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ชัดเจน
2. เขียนพฤติกรรมที่สำคัญของแต่ละผลการเรียน
3. สร้างมาตราวัด (Scale)
4. เขียนคำสั่งการใช้

โดยสรุปแล้วการวัดผลปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญยิ่งสำหรับครูผู้สอน
ซึ่งครูผู้สอนต้องจัดระบบในการวัดผลความก้าวหน้าด้านทักษะปฏิบัติให้เหมาะสมและต้องรู้จักเลือก
หรือสร้างเครื่องมือวัดที่มีประสิทธิภาพ กล่าวคือ วัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน
วัดทักษะที่สำคัญที่จะเป็นพื้นฐานในการศึกษาค้นคว้าต่อไป เครื่องมือวัดต้องมีความชัดเจน และมี
หลักในการให้คะแนนที่ง่ายต่อการปฏิบัติและมีความเที่ยงตรง การวัดผลปฏิบัติการนั้นจึงจะมีคุณค่า
ที่จะสามารถระบุถึงพัฒนาการด้านทักษะภาคปฏิบัติต่าง ๆ ในกิจกรรมการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์, ทักษะภาคปฏิบัติ, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการวัดและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ มีผู้ทำการวิจัยไว้หลายท่าน โดยจะนำเสนอตามลำดับดังนี้

งานวิจัยในต่างประเทศ

ในปี ค.ศ. 1955 เอช ครูเกลค (Kruglak 1955 : 82 - 83) ได้สร้างแบบสอบข้อเขียนทั้งอัตนัยและปรนัยชนิดเลือกตอบ เพื่อวัดผลปฏิบัติการวิชาฟิสิกส์และนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาปีที่ 1 แห่งมหาวิทยาลัยมินิโซตา พบว่าแบบสอบข้อเขียนสามารถวัดประเมินผลปฏิบัติการวิชาฟิสิกส์เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การทดลองได้เช่นเดียวกับการประเมินผลด้วยแบบสอบภาคปฏิบัติ

ที ทาเมอร์ และ เอฟ แกลสแมน (Tamir and Glassman 1971 : 90 - 113) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวัดผลปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศอิสราเอล โดยการสร้างแบบสอบภาคปฏิบัติเพื่อวัดทักษะปฏิบัติในการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์และได้สร้างแบบสอบข้อเขียนขึ้นเพื่อวัดทักษะปฏิบัติหลายองค์ประกอบ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนเกรด 12 จำนวน 147 คน พบว่าแบบสอบข้อเขียนและแบบสอบภาคปฏิบัติมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และมีทักษะหลายองค์ประกอบที่สามารถวัดผลโดยใช้แบบสอบข้อเขียนได้ ทาเมอร์และแกลสแมนจึงได้เสนอแนะให้ครูและโรงเรียนมัธยมศึกษาในอิสราเอลนำวิธีการประเมินผลนี้ไปใช้ในโรงเรียน

ราจินเคอร์ เคอร์ (Kaur 1973 : 186 - A) ได้ทำการวิจัยเพื่อประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทักษะการสังเกตและการจำแนกประเภท กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย จำนวน 80 คน ในระดับเกรด 1 และเกรด 3 อย่างละ 40 คน จากโรงเรียนประถมศึกษาในพินาเคลเพีย โดยสร้างแบบทดสอบทักษะการสังเกตและการจำแนกประเภทในระดับเกรด 1 และเกรด 3 และหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทั้งสองทักษะ ซึ่งแบบทดสอบทักษะการสังเกตให้ชื่อว่า **Precise Observation Skill Test (POST)** และแบบทดสอบการจำแนกประเภทให้ชื่อว่า **Classification Skill Test (CST)** ผลการสร้างแบบทดสอบได้ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ POST เกรด 1 เท่ากับ .86 เกรด 3 เท่ากับ .94 และแบบทดสอบ CST เกรด 1 เท่ากับ .59

เกรค 3 เท่ากับ .94 และค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบทั้งสองเป็น .86

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่าผู้ศึกษามีผลต่อทักษะการสังเกต นักเรียนชาย เกรค 3 บรรยายเกี่ยวกับวัตถุต่าง ๆ ได้ชัดเจนและรัดกุมกว่านักเรียนเกรค 1 และนักเรียน เกรค 3 และเกรค 1 ทักษะในการจำแนกประเภทไม่แตกต่างกัน ทักษะการสังเกตและทักษะ การจำแนกประเภทมีความสัมพันธ์กันสูงมาก

ค.ศ.1974 โรเบิร์ต เจมส์ เฮิร์ล (Hearle 1974 : 7067)

ได้ทำการวิจัยเพื่อตรวจสอบทักษะในการปฏิบัติการทดลองและการวัดผลทักษะในการปฏิบัติการ ทดลองเคมีของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ตรวจสอบทักษะในการปฏิบัติการทดลองที่ต้องการให้เกิดขึ้นในการทดลองเคมี ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา
2. เพื่อสร้างเครื่องวัดทักษะในการปฏิบัติการทดลอง
3. ศึกษาว่าหลักสูตรวิชาเคมีและเพศของนักเรียนมีผลต่อทักษะในการปฏิบัติการ ทดลองหรือไม่
4. ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาวิชากับทักษะในการปฏิบัติการ ทดลอง

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนจากโรงเรียนใกล้เคียงมหาวิทยาลัยแห่งรัฐแมริแลนด์ แบ่งประชากรเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนหลักสูตร IAC (Interdisciplinary Approach to Chemistry) กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนหลักสูตรดังกล่าวก่อนทำการสอน 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และเมื่อจบบทเรียนทำการ ทดสอบหลังเรียน (Post-test) เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะการทดลองมีความตรง ทามเนื้อหาและมีความเที่ยงสูง ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนหลักสูตร IAC มีทักษะปฏิบัติในการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ไม่ ได้เรียนหลักสูตรดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ
2. นักเรียนที่เรียนหลักสูตร IAC มีทักษะปฏิบัติในการทดลอง (Manipulative Skills) สูงกว่าทักษะการคิด (Cognitive Skill)

3. นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีความสามารถทางทักษะปฏิบัติการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4. ความสามารถในการเรียนรู้ เนื้อหาเกี่ยวกับความสามารถทางทักษะปฏิบัติในการทดลองและทักษะการคิด มีความสัมพันธ์กัน แต่มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

เจมส์ เอ ซีแมนสกี และ จอห์น อี เพนิค (Shymansky and Penick 1979 : 195 - 203) ได้ศึกษาการสังเกตพฤติกรรมอย่างมีระบบ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการของนิสิตวิทยาลัย ซึ่งใช้การสังเกตที่เรียกว่า **Science Laboratory Interaction Categories (SLIC)** พฤติกรรมที่สังเกตแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. พฤติกรรมในห้องปฏิบัติการของครู มี 15 ประเภท
2. พฤติกรรมในห้องปฏิบัติการของนักเรียน มี 15 ประเภท ซึ่งสรุปเป็นพฤติกรรมในการเรียนการสอนได้ 6 ข้อดังนี้

2.1 การถาม (asking question)

2.2 การให้คำแนะนำในการทดลอง (giving direction)

2.3 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของข้อมูลต่าง ๆ (transmitting in formation)

2.4 พฤติกรรมที่ตอบสนอง (providing feedback)

2.5 การสังเกตและรวบรวมข้อมูล (Observing and gathering in formation)

2.6 การจัดทำโปรแกรมหรือการใช้เครื่องมือ (administering program or manipulation equipment)

ในการวิจัยกลุ่มตัวอย่างเป็นครู 30 คน นักเรียน 331 คน ใช้เวลาสังเกตพฤติกรรมของครู 30 วินาที และใช้เวลาสังเกตพฤติกรรมนักเรียนครั้งละ 30 นาที เป็นเวลา 82 ชั่วโมง และการสังเกตจะรวมถึงการอภิปรายก่อนและหลังการทดลองเพื่อทราบพฤติกรรมของครูและนักเรียนในห้องปฏิบัติการ วิชาที่สังเกตมี เคมี ฟิสิกส์ สัตววิทยา ธรณีวิทยา ฟิสิกส์

ผลการวิจัยพบว่า การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ โดยมีแบบสังเกตที่เป็นระบบเป็นเครื่องช่วยในการวัดและประเมินผลที่มีความถูกต้องมากกว่าที่จะประเมินผลจากความรู้สึก หรือจากกระดาษคำทอรายงานผลการทดลองที่นักเรียนส่งมาให้เพียงอย่างเดียว จากการสังเกตการเรียนการสอนอย่างมีระบบนี้ยังช่วยในการปรับปรุงการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการให้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

วอร์เรน เฟรคคริก บีสลีย์ (Beasley 1979 : 528 - 529) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะภาคปฏิบัติ โดยวิธีปฏิบัติจริงและวิธีการฝึกทอการทำปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมีพื้นฐานเพื่อศึกษา

1. ผลของการฝึกทักษะช่วยการปฏิบัติการทดลองอย่างเดียว
2. ผลของการฝึกทักษะช่วยการคิดอย่างเดียว
3. ผลของการฝึกทักษะช่วยการปฏิบัติการทดลองและการคิดร่วมกัน

แบ่งนักศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม และกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม การประเมินผลการปฏิบัติการทดลองใช้เกณฑ์ในการประเมิน 2 เกณฑ์ คือ ความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) และความคงที่แน่นอน (Precision) โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาขณะทำการทดลอง ทำการสังเกต 3 สัปดาห์ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะภาคปฏิบัติของนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะแบบต่าง ๆ ทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
2. นักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะภาคปฏิบัติการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่าการได้ฝึกทักษะในการปฏิบัติการทดลองทำให้มีเทคนิคการทดลองถูกต้องแม่นยำ

เวก พาร์ทซ์ โกลเดิล (Goel 1981 : 646) ได้ศึกษาผลของการทรวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองทอการมีทักษะภาคปฏิบัติ และทอทักษะการคิดของนักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา

1. ความสัมพันธ์ระหว่างการเปิดเผยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองกับการมีทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองของนักเรียน

2. ความแตกต่างของระดับการมีทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองระหว่างกลุ่มที่ทราบวัตถุประสงค์กับกลุ่มที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์

3. ความแตกต่างของทักษะการคิดของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพฯ จำนวน 28 โรงเรียน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 14 โรงเรียน กลุ่มควบคุม 14 โรงเรียน กลุ่มทดลองที่ทราบวัตถุประสงค์มี 3 ประเภท คือ

1. ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลอง 1 วัน ก่อนทำการทดลอง
 2. ใ้ก่อนอ่านและทำความเข้าใจวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองมาแล้ว
- อย่างนี้
3. มีความรู้ในเรื่องที่ทำการทดลองมาก่อนแล้ว และหลังจากการทดลองเสร็จสิ้นแล้วสามารถทดสอบใ้ว่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการทดลองเดียวกัน หลังจากนั้นประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองและทักษะการคิด นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. ทักษะการคิดของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เอ จี ไครเกอร์ (Krieger 1982 : 230 - 231) ได้ศึกษาวิธีการวัดผลปฏิบัติการ โดยพัฒนาแบบสอบถามเขียนเพื่อวัดทักษะปฏิบัติและเปรียบเทียบกับแบบสอบภาคปฏิบัติ (Laboratory Performance Test) แล้วนำไปทดลองใ้กับนักเรียนเคมี จำนวน 34 คน พบว่าแบบสอบถามเขียนและแบบสอบภาคปฏิบัติมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.76 ดังนั้นแบบสอบถามเขียนจึงสามารถใ้ใช้วัดความรู้เกี่ยวกับทักษะในการปฏิบัติการทดลองได้



งานวิจัยในประเทศ

น้อยทิพย์ ศัสตราศาสตร์ (2522 : 54) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะวิทยาศาสตร์ชั้นมูลฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2521 จำนวน 300 คน เป็นนักเรียนชาย 153 คน นักเรียนหญิง 147 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามซึ่งมีทั้งหมด 3 ชุด ได้แก่แบบสอบถามทักษะวิทยาศาสตร์ชั้นมูลฐาน แบบสอบถามการแก้ปัญหา และแบบสอบถามผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะวิทยาศาสตร์ชั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ทินิจ วรณีเวชศิลป์ (2522 : 53) ได้ศึกษาเรื่องปัญหาการเรียนการสอนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร โดยแบ่งสอบถามไปยังตัวอย่างประชากรที่เป็นอาจารย์ผู้สอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 25 คน และนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 380 คน ในกรุงเทพมหานครได้ข้อค้นพบในด้านการประเมินผลการเรียนการสอนวิชาเคมี โดยครูส่วนมากมีความเห็นว่า การวัดผลมีปัญหาระดับปานกลางในด้านการเลือกชนิดของข้อสอบ การสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพดี การสร้างข้อสอบวัดความคิดและเหตุผลรองลงมามีปัญหาในด้านการตรวจให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง นอกจากนี้ครูส่วนมากต้องการความช่วยเหลือสื่อต่าง ๆ ทุกด้าน ทั้งด้านการตั้งจุดมุ่งหมายในการวัดผล ด้านเนื้อหา ด้านการสร้างและการเลือกข้อสอบ สำหรับระยะเวลาการวัดผล ครูส่วนมากวัดผลการเรียนทุกครั้งที่จบบทเรียนหรือแล้วแต่โอกาสเหมาะสม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2523 : 1 - 9) ได้สร้างเครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติของนักเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์กายภาพในชั้น ม. 4 มาแล้ว 6 เล่ม คือ แสงอาทิตย์ แสงสี สีสรรพ์ กินคืออยู่ดี โลกของผสมและไฟฟ้า และเครื่องอำนวยความสะดวก จำนวน 6 โรงเรียน ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ตามสัดส่วน 2 : 4 ใต้นักเรียน 120 คน ข้อสอบวัดทักษะในการปฏิบัติที่สร้างขึ้นใช้ในการวิจัยนี้เป็นข้อสอบที่วัดทักษะที่สำคัญ ซึ่งนักเรียนได้รับการฝึกมาแล้วจากห้องเรียน เพียงแต่เป็นการสร้างสถานการณ์การทดลองที่แตกต่างกับที่เคยปฏิบัติมาแล้วใน

แบบเรียน ลักษณะข้อสอบมีการทดลอง 5 การทดลองใช้เวลา 1 ชั่วโมง การเก็บข้อมูลจะใช้แบบทดสอบทักษะในการปฏิบัติให้นักเรียนทำโรงเรียนละ 2 ครั้ง ในเวลาต่างกันประมาณ 2 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าข้อสอบวัดทักษะในการปฏิบัติที่สร้างขึ้นมีความเชื่อมั่น .5467 แม้จะมีความเชื่อมั่นไม่สูงนัก แต่เครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติที่สร้างขึ้นส่วนใหญ่สามารถใช้เป็นข้อสอบในการวัดผลทักษะปฏิบัติได้วิธีหนึ่ง ซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อมูลเป็นรายบุคคลเพิ่มขึ้น

✓ ประศาสน์ ชูมนาเสียว (2523 : ค) ได้ศึกษาการสร้างเครื่องมือสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในค่านักหัดการทดลองและการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 104 คน ทำการสังเกตพฤติกรรมในค่านักหัดการทดลองและการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ทักษะในการทดลองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

มาโนช วาฑะพุกณะ (2523 : 72) ได้วิจัยเรื่องสัมฤทธิ์ผลค่านักหัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมค่านักหัดภาคปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) โรงเรียนบุญวัฒนา นครราชสีมา โดยใช้ตัวอย่างประชากร จำนวน 268 คน ในการดำเนินการวิจัย ได้ใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบประเมินพฤติกรรมค่านักหัดภาคปฏิบัติ ปรากฏผลการวิจัยดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของคะแนนสัมฤทธิ์ผลค่านักหัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 44.283
2. พฤติกรรมค่านักหัดภาคปฏิบัติที่ผลการประเมินผลแตกต่างจากเกณฑ์ที่คาดหวังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่

2.1 พฤติกรรมค่านักหัดภาคปฏิบัติที่ผลการประเมินต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวังได้แก่ การใช้หลอดคณิกยา การใช้หลอดหยด การเตรียมสารละลายกรก การใช้กระดาษทดสอบกรกและเบส การเก็บรักษาแม่เหล็ก การปฏิบัติขณะกัมสาร การวินสาร การจับเวลา การทำเครื่องหมาย การใช้หลอดไฟพร้อมหัว

2.2 พฤติกรรมทักษะภาคปฏิบัติที่ผลการประเมินสูงกว่าเกณฑ์ที่คาดไว้ได้แก่ การใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ การใช้ช้อนตักสาร การใช้ไม้หนีบ การใช้แว่นขยาย การวัดความยาว การเขย่าหลอดทดลอง การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า การทำความสะอาด และเก็บรักษาเครื่องมือ

3. พฤติกรรมทักษะภาคปฏิบัติที่ผลการประเมินไม่แตกต่างจากเกณฑ์ที่คาดหวังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ การปฏิบัติเมื่อกรรกรก การปฏิบัติก่อนต้มสาร การใช้เทอร์โมมิเตอร์ การคนสาร การใช้ตาชั่ง

4. ค่าเฉลี่ยของคะแนนสัมฤทธิ์ผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพศชายและเพศหญิง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนเพศชายและเพศหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ถกามาศ วรานุสันติกุล (2524 : 48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามการประเมินของครู โดยทำการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และใช้คะแนนเฉลี่ยสะสมวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน จาก 10 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียนที่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง 10 โรงเรียน มี 9 โรงเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ปี พ.ศ. 2524 อุษณีย์ วิเศษพานิช (2524 : ก - ง) ได้ศึกษาผลของจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ตัวอย่าง

ประชากรระดับละ 72 คน แบ่งกลุ่มทำการทดลองเป็น 2, 4 และ 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลคือ ตารางแผนประเมินทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์แล้วนำมาวิเคราะห์และทดสอบความมีนัยสำคัญด้วย t -test ผลการวิจัยพบว่า

1. ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 6 คน แตกต่างจากนักเรียนกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 2 คน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ยกเว้นนักเรียนกลุ่ม 2 คน กับกลุ่ม 4 คน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2. ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 2 คน แตกต่างจากกลุ่ม 4 คน และกลุ่ม 6 คน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ยกเว้นนักเรียนกลุ่ม 4 คน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ฉลองพร แก้วชิวราภรณ์ (2526 : 66 - 67) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในปีการศึกษา 2525 จำนวน 10 โรงเรียน ทำการเลือกโรงเรียนด้วยวิธีเฉพาะเจาะจง และเลือกกลุ่มตัวอย่างประชากรด้วยวิธีสุ่มแบบขรมคา โรงเรียนละ 10 - 12 คน รวมตัวอย่างประชากร 115 คน ในการวิจัย ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบวัดทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และแบบวัดทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถทางทักษะปฏิบัติในการทดลองอยู่ในระดับดีมาก

3. ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.0992

ศรีสุวรรณา เกษอุดม (2528 : 60) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัชรวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร โดยใช้ตัวอย่างประชากร จำนวน 262 คน และผู้วิจัยกับผู้ช่วยผู้วิจัยซึ่งเป็นครูวิทยาศาสตร์ ได้ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ สังเกตและบันทึกทักษะ

ภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ขณะนักเรียนปฏิบัติการทดลอง รวม 7 ทักษะ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ถูกต้องจำนวนร้อยละ 47.448 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ถูกต้องในแต่ละห้องเรียนดังนี้ ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ร้อยละ 46.426 มัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ร้อยละ 44.285 มัธยมศึกษาปีที่ 1/3 ร้อยละ 41.428 มัธยมศึกษาปีที่ 1/4 ร้อยละ 55.0 มัธยมศึกษาปีที่ 1/5 ร้อยละ 42.142 มัธยมศึกษาปีที่ 1/6 ร้อยละ 50.714 มัธยมศึกษาปีที่ 1/7 ร้อยละ 52.142

2. นักเรียนมีทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวังได้แก่ทักษะการใช้ตาชั่ง ทักษะการใช้ตะเกียง ทักษะการใช้ช้อนตักสาร ทักษะการใช้หลอดนิกายา ทักษะการใช้หลอดหยด และทักษะการคนสาร ส่วนทักษะการจับเวลาเมื่อนักเรียนมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าที่คาดหวัง คือ อยู่ในระดับเกณฑ์พอใช้

3. การสอนแบบสาธิตทักษะการใช้อุปกรณ์ก่อนการทดลองทุกครั้งกับการสอนแบบทดลองจะทำให้ผลของคะแนนทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปงานวิจัย

งานวิจัยในต่างประเทศเป็นงานวิจัยเพื่อประเมินผลทักษะปฏิบัติการทดลอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลของการฝึกหรือการทรมานจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีต่อความสามารถด้านทักษะปฏิบัติและการคิดของนักเรียน นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดผลปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใช้แบบสอบถามเขียนกับการใช้แบบสอบภาคปฏิบัติ ในการวัดผลปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์อีกด้วย เช่นงานวิจัยของครูเกลล (Kruglak 1955) ทาเมอร์และแกลสแมน (Tamir and Glassman : 1971) และไครเกอร์ (Krieger 1982) งานวิจัยในประเทศ ส่วนมากเป็นงานวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะปฏิบัติหรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีงานวิจัยบางเรื่องศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติ ปัญหาการเรียนการสอนและการสร้างเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติ

จากงานวิจัยต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วนั้น จะพบว่าในต่างประเทศมีงานวิจัยเพื่อพัฒนา
การวัดผลปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใช้แบบสอบข้อเขียนกับ
แบบสอบภาคปฏิบัติเพื่อนำไปใช้วัดผลปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล แต่
ในประเทศไทยยังไม่ปรากฏงานวิจัยในลักษณะดังกล่าว



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย