

บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง



เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยเรื่อง " ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร " ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งเสนอตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายและแสดงความคิดเห็นไว้ต่างกักันดังนี้คือ

พจน์ สะเพียรชัย ( 2517 : 49 - 51 ) กล่าวว่า

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถต่างๆดังต่อไปนี้คือ

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหลายเป็นทางผ่านของความรู้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องแม่นยำ
2. ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือเพื่อหาความรู้หรือข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้อง และเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสภาพการทดลอง ตลอดจนรู้จักรักษาเครื่องมือที่ใช้แล้วให้อยู่ในสภาพที่ดี รวมทั้งเมื่อใช้เครื่องมือใดก็ควรจะมีวิธีการรักษาความปลอดภัยทั้งตนเองและความปลอดภัยของเครื่องมือด้วย
3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย เมื่อนักเรียนสังเกตและใช้เครื่องมือวัดแล้วนักเรียนต้องรู้จักจดบันทึก มีความคล่องแคล่วว่องไวในการจดบันทึกข้อมูล ตลอดจนสามารถถ่ายทอดข้อมูลใหม่มีความหมายและจัดระบบหรือวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการแปลความหมายให้ชัดเจนแจ่มแจ้งปราศจากอคติ
4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ทักษะในการนำข้อมูลที่จัด

บันทึกได้มาจากระบบเสียใหม่เพื่อให้มีความหมายและง่ายแก่การเข้าใจ อาจเป็นการขอข้อมูลดิบ จักหวมคหฺมู ถาพทอคเป็นกราฟต่างๆหรือแผนภูมิ หรือสรุปข้อมูลในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้

5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการตีความ ขยายความ และสรุปผลจากข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วให้เป็นภาษาที่รัดกุมถูกต้องไม่คลุมเครือ

6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดเดิมเพื่อเดาคำตอบของปัญหาที่ต้องการจะทดลองหรือพิสูจน์โดยการค้นคว้าทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบแผนและดำเนินการทดลอง หมายถึง ทักษะในการวางแผนแผนการทดลองและความคุมการทดลองได้อย่างเหมาะสม เลือกแบบแผนการทดลองได้ดี เหมาะสม สะดวกในการปฏิบัติ ง่ายแก่การดำเนินการตลอดทั้งประหยัดเวลา กำลัง และเงินทองด้วย

8. ทักษะในการคิดคำนวณ เนื่องจากข้อมูลที่ไดจากการทดลองในทางวิทยาศาสตร์นั้นมักจะเป็นตัวเลข จึงมีความจำเป็นอีกประการหนึ่งที่นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดคำนวณ เพื่อเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาซึ่งคำตอบหรือการแก้ปัญหาของการทดลองได้

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่างๆ เช่น ทิศทาง ขนาด รูปทรง พื้นที่ เวลา เป็นต้น

ประหยัด จันทรมภุ และ ประสพสันต์ อภิบรมัต ( 2518 : 23 - 24 )

ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะไว้

2 ประการคือ

1. ทักษะในการทำหรือใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ซึ่งครูต้องสอนให้นักเรียนรู้อย่างต่อไปนี้

1.1 ให้เด็กมีทักษะในการหยิบใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ชำนาญ รวดเร็ว และปลอดภัย

1.2 ให้เด็กมีทักษะในการเก็บรักษาเครื่องมือ

1.3 ให้เด็กรู้จักประดิษฐ์เครื่องมืออย่างง่าย ๆ

1.4 ให้เด็กสามารถสังเกต พิจารณาการบันทึก ซึ่ง ดวง วัค และ การทดลองต่างๆได้อย่างถูกต้อง

1.5 ให้เข้าใจความหมายของศัพท์ทางวิทยาศาสตร์

2. ทักษะในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะความสามารถ ในเชิงสติปัญญาและการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่างๆได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และมี เหตุผล ดังต่อไปนี้

2.1 การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาต่างๆ

2.2 การนำความรู้เดิมประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่แล้วนำมาอธิบายได้

2.3 สามารถคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

2.4 รู้จักค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่างๆ

2.5 อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆตามหลักความจริงอย่างมีเหตุผล

2.6 มีความกระตือรือร้นที่จะหาทางทดสอบ หรือหาคำตอบปัญหา ต่างๆด้วยการปฏิบัติการทดลอง

2.7 ถ้าทำการทดลองไม่ได้สามารถตัดสินใจใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสมได้

2.8 สามารถรวมสิ่งต่างๆที่ได้พบเห็นมารายงานได้

เจมส์ อาร์ โอเค และ โรแนล แอล พิล ( Okey and Piel 1973 : 1 - 10 ) ได้สรุปประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับครู วิทยาศาสตร์ไว้ 10 ประเภท คือ

1. การกำหนดตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะบอกได้ว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น และอะไรเป็นตัวแปรตามหรือเป็นเหตุที่ก่อให้เกิดผลนั้น

2. การสร้างตารางจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการสร้างตาราง ข้อมูล จากการทดลอง จากข้อความ หรือจากกราฟได้

3. การเขียนกราฟ หมายถึง ความสามารถในการเขียนกราฟจากคำอธิบาย จากการทดลอง หรือจากตารางข้อมูล นิยมให้แกน x เป็นค่าตัวแปรอิสระ และแกน y

เป็นค่าของตัวแปรตาม

4. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ หมายถึง ความสามารถที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

5. การรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองได้ และสามารถนำข้อมูลนั้นมาสร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

6. การวิเคราะห์กระบวนการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการกำหนดชนิดของตัวแปร การควบคุมตัวแปรภายนอกสำหรับการทดลอง การบ่งชี้สมมติฐานที่จะทดสอบได้เมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น

7. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถที่จะตั้งสมมติฐานได้เมื่อกำหนดปัญหามาให้ ก่อนตั้งสมมติฐานต้องพิจารณาก่อนว่าอะไร เป็นตัวแปรในการทดลองนั้น อะไรเป็นตัวแปรของสิ่งแวดล้อมของการทดลองแล้วจัดเข้าหมวดหมู่ การตั้งสมมติฐานแต่ละข้อต้องควบคุมตัวแปรภายนอกให้หมดแล้วที่เหลือเพียงตัวแปรอิสระที่จะก่อให้เกิดผลนั้นเพียงตัวเดียว ฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่า สมมติฐานหมายถึง การคาดคะเนที่จะปรากฏเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ

8. การให้นิยามปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการสร้างคำนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่างๆ การให้นิยามปฏิบัติการก็คือการกำหนดลงไปว่าจะจัดตัวแปรอิสระและตัวแปรในการทดลองได้อย่างไร

9. การออกแบบการทดลอง หมายถึง ความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้เมื่อกำหนดสมมติฐานให้ การออกแบบการทดลองประกอบด้วย

9.1 การให้นิยามปฏิบัติการ ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

9.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก

9.3 การเลือกวัดค่าต่างๆของตัวแปรอิสระ

10. การดำเนินการทดลอง คือ ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับการพิสูจน์สมมติฐานของปัญหาที่กำหนดมาให้

วอลเตอร์ อาร์. บราวน์ (Brown 1962 : 26 - 28) ได้แบ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ประการคือ

1. การใช้หลักเกณฑ์นำข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ได้แก่ ความสามารถในการนำหลักเกณฑ์มาใช้กับประสบการณ์เฉพาะและความสามารถที่จะทำนายผลนอกขอบเขตของข้อมูล
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ความสามารถในการระบุปัญหา ความสามารถในการจำกัดขอบเขตของปัญหา ความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อมูลในรูปแบบต่างๆและความสามารถที่จะเลือกวิธีหาข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ดีเยี่ยมได้มากที่สุด
3. การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความสามารถในการตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน
4. การสังเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความสามารถในการสังเคราะห์ข้อมูลขึ้นเป็นหลักฐานและไม่รีบร้อนตัดสินใจจนกว่าจะมีข้อมูลเพียงพอ
5. การประเมินผลจากข้อมูล ได้แก่ ความสามารถในการประเมินผลหลักฐานจากความเชื่อถือได้และความเที่ยงตรง สามารถประเมินผลข้อสรุปโดยไม่ลำเอียง และสามารถจำแนกแ่งระหว่างข้อตกลงเบื้องต้น สมมติฐาน ทฤษฎี และหลักเกณฑ์ที่แน่นอน

โรเบิร์ต บี. ซันด์ และ เลสลีย์ คัมบริว. ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge 1976 : 93 - 95) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนดังนี้คือ

1. ทักษะในการแสวงหาความรู้ ได้แก่ การฟังอย่างตั้งใจ การสังเกตอย่างถี่ถ้วน การค้นคว้าหาข้อมูล การสืบเสาะหาความรู้โดยการสัมภาษณ์หรือสอบถาม การตั้งปัญหา การรวบรวมข้อมูล การทดลองวิเคราะห์ผลการทดลอง
2. ทักษะในการรวบรวม ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ การเปรียบเทียบ การหาความแตกต่าง การจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ การเขียนโครงร่าง การตรวจและวิจารณ์ การประเมินค่า การวิเคราะห์และนำผลที่ได้ไปใช้
3. ทักษะในการสร้างสรรค์ ได้แก่ การวางแผนล่วงหน้า การออกแบบความคิดใหม่ การคิดค้นหาเทคนิควิธีการใหม่ การสังเคราะห์

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ ได้แก่ การใช้เครื่องมือ การดูแลรักษา เครื่องมือ การสาธิตการทดลอง ระเบียบวิธีการทดลอง การซ่อมแซมเครื่องมือ การสร้างเครื่องมือ การวัดอย่างถูกต้อง

5. ทักษะในการสื่อสารข้อความ ได้แก่ การตั้งคำถาม การอภิปราย การอธิบาย การเขียนรายงานผลการทดลอง การวิจารณ์ข้อมูล การเขียนกราฟ แสดงผลการทดลอง ความสามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้

สมาคมการประเมินผลความก้าวหน้าทางการศึกษาแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา  
(The National Assessment of Educational Progress Association 1978 : 25 )

ได้สรุปถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 10 ทักษะคือ

1. ความสามารถในการนิยามปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. ความสามารถบอกหรือทราบสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์
3. ความสามารถเสนอหรือเลือกกระบวนการทดสอบความเที่ยงตรง ทั้งทางค่านเหตุผลและการปฏิบัติ
4. ความสามารถเก็บข้อมูล
5. ความสามารถตีความข้อมูล
6. ความสามารถตรวจสอบความสอดคล้องอย่างมีเหตุผลของสมมติฐานกับกฎ ความจริง การสังเกต หรือการทดลอง
7. ความสามารถให้เหตุผลทางค่านปริมาณและสัญลักษณ์ได้
8. ความสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่าง ข้อเท็จจริง สมมติฐาน และความเห็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง และรูปแบบจากการสังเกต
9. สามารถวิเคราะห์เอกสารทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ
10. สามารถใช้กฎทางวิทยาศาสตร์และหลักการ ได้ทั้งในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

สวีนก์ นิยมคำ ( 2517 : 31 - 64 ) กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The American Association of the Advancement of Science ) จำแนกไว้ 13 ทักษะสรุปได้ดังนี้คือ

- ก. กระบวนการขั้นมูลฐาน (Basic Process )

1. การสังเกต ( Observing )
2. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา ( Using Space / Time Relationship )
3. การจำประเภทของสิ่งของ ( Classifying )
4. การใช้เลขจำนวนและการคำนวณ ( Using Numbers )
5. การวัด ( Measuring )
6. การถ่ายทอดผลงาน ( Communication )
7. การพยากรณ์ ( Predicting )
8. การลงข้อวินิจฉัย ( Inferring )
๙. กระบวนการขั้นผสม ( Integrated Processes )
  9. การควบคุมตัวแปร ( Controlling Variables )
  10. การแปลผลจากข้อมูล ( Interpreting Data )
  11. การตั้งสมมติฐาน ( Formulating Hypothesis )
  12. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ( Defining Operationally )
  13. การทดลอง ( Experiment )

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ( สสวท. ) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การสังเกต ( Observing ) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างของประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์จะมีวัตถุประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆโดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจเป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ ( การนับและการกะประมาณโดยไม่ใช้เครื่องมือวัด ) ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถในการสังเกตจะคู่ได้จาก ความถูกต้อง ความละเอียดถี่ถ้วน การสังเกตซ้ำหลายครั้ง การใช้ประสาทสัมผัสหลายๆอย่างรวมกัน

2. การวัด ( Measuring ) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่างๆเข้าไป

วัดหาปริมาณของสิ่งที่เราต้องการทราบขนาดของมันออกมาเป็นตัวเลข โดยมีหน่วยวัดที่สามารถเปรียบเทียบกันได้

ความสามารถในการวัดจะคู่ได้จาก การเลือกใช้เครื่องมือสำหรับวัด วิธีการวัด และการวัดซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ยของผลการวัด

3. การจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การจัดแบ่งวัตถุต่างๆหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆออกเป็นประเภทต่างๆ ซึ่งอาจจะจัดเป็นพวก กลุ่ม เหล่า หมู่ สกุล ชนิด หรืออย่างอื่นในลักษณะนี้ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เกณฑ์ที่จัดแบ่งนี้อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถในการจำแนกประเภท จะคู่ได้จาก 3 อย่างคือ

1. มีวัตถุรวมกันอยู่หลายอย่าง สามารถจำแนกออกเป็นหลายประเภทได้หรือไม่ โดยบอกเกณฑ์ในการจำแนกได้

2. มีการจำแนกสิ่งของเป็นประเภทไว้แล้ว สามารถบอกเกณฑ์ที่ใช้ได้หรือไม่ได้

3. มีการกำหนดเกณฑ์ให้ สามารถจัดวัตถุเข้าประเภทหรือไม่

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา (Space / Time Relationship) สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างส่วนที่วัตถุนั้นกินที่อยู่ สเปสของวัตถุโดยทั่วไปแล้วจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง สเปสของวัตถุจะเปลี่ยนไปเมื่อเวลาเปลี่ยนไป การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส (ของวัตถุ) กับเวลาก็คือ หาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสที่เปลี่ยนไปของวัตถุกับเวลา เช่น ความสูงของต้นไม้กับระยะเวลาที่ผ่านไป

ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลาคู่ได้จาก บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

5. การคำนวณ (Using numbers) หมายถึง การนำตัวเลขที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น มากระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น



ความสามารถในการคำนวณดูได้จาก บวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย จากตัวเลขที่มีอยู่แล้วในข้อมูลได้

6. การจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมาย ( Organizing Data and Communication ) หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่เช่น การหาความถี่ การจัดเรียง ลำดับ การแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่

ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายคือ เลือกรูปแบบของการเสนอข้อมูลได้

การสื่อความหมาย คือ การนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอให้บุคคลอื่นได้เข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้น โดยผ่านรูปแบบใดแบบหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน

ความสามารถในการสื่อความหมาย คือ เสนอเป็นตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยายสิ่งที่ได้จากการสังเกตโดยที่คนอื่นอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ( Inference ) หมายถึง การมองหาความหมายของข้อมูล หรือของปรากฏการณ์โดยอาศัยประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องเป็นเครื่องช่วยในการบอกความหมาย ความหมายที่เกิดขึ้นนี้เป็นการมองย้อนกลับไปบอกส่วนที่เป็นสาเหตุหรือที่มาของปรากฏการณ์นั้นๆ

ความสามารถในการลงความคิดเห็นจากข้อมูล คือ อธิบายได้ว่าปรากฏการณ์ที่สงสัยนั้นคืออะไร อธิบายสิ่งที่พบเห็นได้ว่าอะไรเป็นอะไร

8. การพยากรณ์ ( Prediction ) หมายถึง การคาดเหตุการณ์หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นข้างหน้าจากปรากฏการณ์ที่พบอยู่ โดยอาศัยหลักการวิทยาศาสตร์หรือประสบการณ์เดิมที่เชื่อถือได้อยู่แล้วเป็นเครื่องมือในการคาดเหตุการณ์

การพยากรณ์ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มืออยู่หรือภายในระบบที่ทราบความสัมพันธ์แล้ว กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตหรือหลายขอบเขตของข้อมูลที่มี

ความสามารถในการพยากรณ์ดูได้จาก สามารถใช้ข้อสรุปจากการทดลอง

ที่ได้ทำมาแล้ว คาดคะเนคำตอบในเรื่องที่ยังไม่ได้ทดลอง

9. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัย การสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็นกฎ  
ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน คือ สรุปคำถามล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในสมมติฐานหนึ่งๆ

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่นๆที่เกี่ยวข้อง แต่ยังไม่ต้องการศึกษา

ความสามารถในการกำหนดและควบคุมตัวแปร คือ ชี้บ่งตัวแปรอิสระตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้

11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรหรือค่าต่างๆให้สามารถทำการทดลองได้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

ความสามารถในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรหรือค่าต่างๆให้สามารถทำการทดลองได้

12. การทดลอง (Experiment) หมายถึง การพิสูจน์เพื่อยืนยันความจริงในสิ่งที่สงสัย หรือเพื่อทดสอบสมมติฐาน หรือเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหา โดยมีหลักฐานสนับสนุนการทดลองวิทยาศาสตร์ เริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การรวบรวม จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ความสามารถในการทดลอง คือ ออกแบบการทดลอง เลือกเครื่องมือเครื่องใช้ ปฏิบัติการทดลอง สังเกตผล จัดกระทำกับข้อมูล และบรรยายลักษณะสรุปความถูกต้องของสมมติฐานได้

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpretation of data and Conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อ

มูล หรือตัวแปรได้จากการทดลอง

การลงข้อสรุป หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

ความสามารถในการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป คือ บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ และบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่

จากที่ศึกษามาตั้งกล่าว ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ในแนวต่างๆกัน ทั้งที่จำเป็นสำหรับคณาจารย์และตัวครู แต่สำหรับการวิจัยนี้ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวของ สสวท. เนื่องจากครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนต่างๆต้องสอนตามหลักสูตรที่ สสวท. พิจารณาขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยภายในประเทศ

ในปี พ.ศ. 2517 สัญญา ทิพย์เสนา ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ( Inquiry ) โดยเน้นทักษะกระบวนการพื้นฐาน ( Basic Process ) กับการสอนแบบเดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ใช้เวลาสอนติดต่อกัน 2 ภาคการศึกษา จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าที ( t-test ) พบว่ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน

ในปีเดียวกันนั้น อุทัย ชีวะธนรักษ์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ( Integrated Process Skills ) กับการสอนแบบเดิม กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน แบบครูเป็นผู้สืบสอบ ( Passive Inquiry ) ส่วนกลุ่มควบคุมจำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่าที ( t-test ) พบว่า

1. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน

2. ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนทำการสอน

ในปี พ.ศ. 2518 สุมาลี พิศราภูล ได้ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างกิริยาร่วมทางวาจาจากการเรียนรู้ทักษะขั้นสูงของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูธนบุรี ชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวิเคราะห์กิริยาร่วมทางวาจา ระหว่างครูและนักเรียนของแผนกเคอร์ และแบบสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม และการทดสอบค่าที ( t-test ) พบว่าเพศชาย และหญิง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และหลังจากการสอนบทเรียนฝึกทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้อัตราส่วนระหว่างการใช้อิทธิพลทางอ้อมคืออิทธิพลทางตรงในระดับต่ำ และปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้อัตราส่วนระหว่างการใช้อิทธิพลทางอ้อมคืออิทธิพลทางตรงในระดับสูง

### งานวิจัยในต่างประเทศ

มาร์วิน แพรงค์ วิคเคิน ( Widdon 1972 : 3583 - A ) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ( Science - A Process Approach , SAPA ) โดยทดลองศึกษากับครู 26 คน นักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 พวก คือ กลุ่มทดลองครูสอนตามหลักสูตรซาปา (SAPA) ครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมครูสอนตามหลักสูตร เดิมและครูที่สอนไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนก่อนทำการสอนและหลังทำการสอนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแปรปรวน

รวมพบว่าหลักสูตรวิชา (SAPA) มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม และทักษะเหล่านี้จะมีผลต่อนักเรียนที่เรียนอ่อนมากกว่านักเรียนที่เรียนดี และพบว่าครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น

คอรี ราจินเดอร์ (Rajindor 1973 : 186 - A) ได้สร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นเพื่อวัดทักษะด้านการสังเกตและการจัดจำแนกประเภท และศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะทั้ง 2 ประเภทนี้ ของนักเรียนเกรด 1 และเกรด 3 ราจินเดอร์ทำการศึกษาหลักสูตรประถมศึกษาแล้วนิยามทักษะในเชิงพฤติกรรม สร้างแบบทดสอบทักษะการจัดจำแนกประเภท ( Classification Skills test , CST ) และแบบทดสอบทักษะในการสังเกตอย่างถูกต้อง ( Precise Observation Skills Test , POST ) นำไปหาความตรงโดยการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ 4 ท่าน จากนั้นใช้ทดสอบบางข้อโดยสุ่มกับนักเรียนเกรด 1 , 2 และ 3 ทำการแก้ไขแบบสอบได้ข้อสอบไว้ 13 ข้อ ซึ่งนำไปทดสอบอีกครั้ง โดยวิธีสัมภาษณ์กับนักเรียนเกรด 1 จำนวน 40 คน และนักเรียนเกรด 3 จำนวน 40 คน ผลปรากฏว่าข้อสอบ ซี ไอ เอส ที ( POST ) มีค่าความเชื่อมั่นในเด็กเกรด 1 เท่ากับ 0.86 และในเด็กเกรด 3 เท่ากับ 0.94 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบ ซี เอส ที ( CST ) กับเด็กเกรด 1 เท่ากับ 0.59 และในเด็กเกรด 3 เท่ากับ 0.62

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ความพร้อมของเด็กมีอิทธิพลต่อทักษะในการสังเกต เด็กเกรด 3 อธิบายสิ่งต่างๆ ได้ดีกว่าเด็กเกรด 1 แต่ทักษะในการจัดจำแนกประเภทไม่แตกต่างกัน

ยูจีนี แอนน์ โพพราราค วาเนค ( Vanek 1974 : 1522 - A ) ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดจำแนกประเภทที่สนใจคือวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสอบ 2 แบบ คือ แบบที่ใช้การทดลอง ใช้หลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับประถม ( Elementary Science Study , ESS ) กับแบบที่ใช้คำว่าเป็นศูนย์กลางโดยใช้

หลักสูตรชุดวิทยาศาสตร์ของเลคโล. ( Laidlaw Science Series ) ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 54 คน เกรด 4 จำนวน 56 คน โดยสอนทั้ง 2 วิธี ต่อนักเรียนแต่ละระดับ ทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วยข้อสอบวัดทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของราล์ฟ ( Ralph ) และข้อสอบการจัดจำแนกประเภทแบบเปียเจท์ ทำการทดสอบหลังเรียนด้วยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของสแตนฟอร์ดชุด 3 ( Test of the Stanford Achievement Primary Battery III ) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 3 ทาง ( Three Way Analysis of Variance ) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ( Covariance Analysis ) ใช้เกรด วิธีการสอน และเพศเป็นตัวแปรที่ควบคุม

ผลการศึกษาพบว่า วิธีการสอนไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์และพัฒนาการของความรู้ความเข้าใจแตกต่างกัน แต่ทำให้ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน

โจเซฟ ฟิลลิป ไรลีย์ ( Riley 1975 : 5152 - A ) ศึกษาผลของการฝึกกระบวนการวิทยาศาสตร์ต่อความรู้ความเข้าใจในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อการฝึกแบบสืบสอบ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาฝึกสอนออกเป็น 3 กลุ่ม 2 กลุ่มแรก คือ กลุ่มทดลองซึ่งได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริงกลุ่มหนึ่งและด้วยการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎีอีกกลุ่มหนึ่ง ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่วไป หลังจากนั้นให้สอบแบบสอบถามจำนวน 5 แบบ เพื่อศึกษาตัวแปร 5 ชนิด คือ ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ , ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ , ทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ , ทัศนคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และทัศนคติต่อการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในด้านความรู้ความเข้าใจในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนตัวแปรที่เหลือทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองได้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า ครูประจำการควรได้รับการอบรมเกี่ยวกับกระบวนการวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะออกไปประกอบอาชีพครู และไม่ว่าจะได้รับการอบรมด้วยการ

ให้ปฏิบัติจริง หรือเฉพาะภาคทฤษฎีก็ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจกันทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

เคนเนธ กอร์คอน แจคนิค ( Kenneth 1975 : 3040 - A ) ได้ศึกษาผลที่เกิดจากการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับเกรด 2 โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สอนวิทยาศาสตร์แก่กลุ่มทดลองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบธรรมดา ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม

โรแนลด์ ชาร์ลส์ เซอลิน ( Serlin 1977 : 5729 - A-5730 - A ) ได้ศึกษาผลการเรียนโดยใช้ปฏิบัติการแบบค้นพบเอง ( Discovery Laboratory ) ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา และความสามารถในทางความคิดสร้างสรรค์โดยจัดกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาภาคเรียนที่ 3 ซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัสที่จะใช้เป็นพื้นฐานในหลักสูตรฟิสิกส์ซึ่งใช้สอนอยู่ ทั้งนี้เพื่อตัดปัญหาเกี่ยวกับผลจากความรู้ในการบรรยาย ทำการทดสอบทุกด้าน ผลปรากฏว่า แต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ตัวแปรซึ่งนำมาวิเคราะห์ร่วมได้แก่ อายุ ระดับชั้นเรียน คะแนนจากส่วนภาษา และคณิตศาสตร์ของแบบสอบเอส เอ ที ( SAT ) หลังจากการสอนจึงทำการทดสอบด้านต่างๆอีกครั้งหนึ่ง

ผลการวิจัยพบว่า ปฏิบัติการแบบค้นพบเอง ( Discovery Laboratory ) มีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ไม่ปรากฏผลแตกต่างในด้านอื่นๆ

จากผลงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาและนักวิจัยชาวต่างประเทศได้ศึกษาไว้เป็นจำนวนมาก และในประเทศไทยก็มิได้ศึกษาไว้เช่นเดียวกัน แต่ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อนักเรียน องค์ประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงปัญหาในการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัย

จึงเห็นเป็นการสมควรที่จะศึกษาวิจัยเรื่องนี้ขึ้น



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย