หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในกรุงเทพมหานคร" ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าวจากหนังสือเอกสารต่าง ๆ ดังจะนำเสนอเป็นหัวข้อตามลำดับต่อไปนี้

1. ความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
   - 1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์
   - 1.2 ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
   - 1.3 การวัดความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
   - 2.1 ความหมายและองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์
   - 2.2 การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   - 3.1 ความหมายและองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   - 3.2 การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์

สารานุกรมโคลัมเบีย (The Columbia Encyclopedia 1965: 1910) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า "วิทยาศาสตร์คือความรู้ที่สะสมไว้และจัดไว้อย่างมีระบบ ความรู้นี้ได้มาจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เจริญก้าวหน้านั้นไม่เพียงแต่จะศึกษาความรู้ที่ได้สะสมไว้เท่านั้น แต่จะมีการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย"

ยังมีนักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

หลุยส์ ไอ คัสลาน และ เอ แฮริส สโตน (Kuslan and Stone, 1969: 2) กล่าวว่า "วิทยาศาสตร์เป็นทั้งตัวความรู้และวิธีการที่จะได้มาซึ่งความรู้ รวมทั้งการใช้ความรู้นั้นอีกด้วย ... วิทยาศาสตร์ที่แท้จริงนั้นจะต้องรวมทั้งผลิตผลและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างแยกจากกันไม่ได้"

พอล เดอฮาร์ท เฮิร์ด (Hurd, 1971: 17) กล่าวว่า "วิทยาศาสตร์นั้นนอกจากจะหมายถึงผลิตผลจากความคิดของคนแล้ว ยังรวมความถึงกระบวนการที่ต่อเนื่องในการคิดค้นความรู้ใหม่อีกด้วย"

โดนาลด์ บี นิวแมน (Neuman 1978: 3-4) กล่าวว่า

ความหมายของวิทยาศาสตร์นั้น ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. ผลผลิตของวิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือ ข้อมูลที่ค้นพบหรือสร้างสรรค์ โดยนักวิทยาศาสตร์เป็นส่วนที่จะตอบคำถามที่ว่า "วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับอะไร?"
2. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิถีทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นพบข้อมูลเหล่านั้น เป็นส่วนที่จะตอบคำถามที่ว่า "การค้นพบข้อมูลเหล่านั้นทำได้อย่างไร?"

จำนง พรายแย้มแข (2516: 5) กล่าวถึงความหมายของวิทยาศาสตร์ ว่ามีพื้นฐาน 3 ประการ สรุปได้ดังนี้

1. เนื้อหาความรู้หรือผลิตผลของวิทยาศาสตร์
2. การค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 5) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า "วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ... วิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่ตัวความรู้วิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ยังประกอบด้วย กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ได้ความรู้นั้น ๆ อีกด้วย"

ไพเราะ ทิพยทัศน์ (2525: 200) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ ว่า "เป็นศัพท์บัญญัติแทนคำว่า Science หมายถึง ความรู้อันเป็นเรื่องของธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลมาจากการนำข้อมูลซึ่งได้มาโดยวิธีกระบวนการสืบสวน สอบสวนทางวิทยาศาสตร์มาผสมผสานกัน และเป็นที่ยอมรับกันในหมู่นักวิทยาศาสตร์"

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531: 110) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า "วิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ของธรรมชาติ ซึ่งจัดรวบรวมไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้นั้น"

จากนิยามต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ดังกล่าวแล้ว สรุปได้ว่า "วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ได้สะสมและรวบรวมไว้อย่างมีระเบียบแบบแผน โดยหมายรวมถึงกระบวนการในการสืบสอบหาความรู้นั้นอีกด้วย"

2. <u>ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์</u>

มีผู้เสนอเกี่ยวกับลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ กัน ดังต่อไปนี้

พอล เดอฮาร์ท เฮิร์ด (Hurd 1971: 18-19) กล่าวถึงลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ถือเป็น เพียงความจริงชั่วคราวที่จะต้องแก้ไขขัดเกลาอยู่เสมอ ไม่มีความจริงทางวิทยาศาสตร์ กฎ มโนทัศน์ หรือทฤษฎีใด ๆ ที่ถูกต้องแน่นอนจนไม่สามารถจะแก้ไขปรับปรุงได้

2. มีความคิดขัดแย้งกันตลอดเวลาในงานทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นเหตุให้มีแนวคิด ผลิตผล สิ่งประดิษฐ์ หรือข้อค้นพบใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เกิดขึ้นอยู่เสมอ

วี โชวอลเตอร์ และคณะ (Showalter et al, 1974 อ้างถึงใน สุเทพ อุสาหะ 2527: 15-16) ได้กล่าวถึงลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เป็นความจริงชั่วคราว ไม่มีความเป็นอมตะในวิทยาศาสตร์
2. เป็นสาธารณะ ทุกคนสามารถสังเกตหรือทดสอบได้
3. ทำให้เกิดขึ้นใหม่ได้ ภายใต้ภาวะคล้ายกัน แม้ว่าเวลาและสถานที่จะเปลี่ยนไป
4. เป็นเรื่องของโอกาสที่จะเป็นไปได้
5. เป็นผลของความพยายามของมนุษย์ที่จะทำความเข้าใจหรือหาแบบแผนของธรรมชาติ
6. ความรู้วิทยาศาสตร์ในอดีตเป็นพื้นฐานในการพบความรู้ใหม่ ๆ ในปัจจุบัน และความรู้ในปัจจุบันจะเป็นพื้นฐานในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ในอนาคต
7. มีลักษณะเฉพาะตัวคือได้จากวิธีการแสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
8. มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน คือ ความรู้วิทยาศาสตร์จะช่วยเสริมขอบข่ายของมโนทัศน์อื่น ๆ
9. วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ได้จากการสังเกตหรือทดลอง

ปีเตอร์ เอ รับบา และ ฮานส์ โอ แอนเดอร์เสน (Rubba and Andersen 1978: 456) ได้กล่าวถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วยลักษณะ 6 ด้าน สรุปได้ดังนี้

1. ด้านคุณธรรม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์มีความสามารถต่าง ๆ มากมาย แต่ไม่ได้มีการกำหนดว่าจะต้องใช้ความรู้นั้นอย่างไร การที่จะตัดสินคุณธรรมขึ้นอยู่กับการนำความรู้นั้นไปใช้โดยมนุษย์ (Amoral)

2. ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นได้มาจากกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องการจินตนาการที่สร้างสรรค์มาก

3. ด้านพัฒนาการของความรู้ (Developmental) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกจำกัดไว้เพียง "ความเป็นไปได้" เท่านั้น และไม่สามารถจะพิสูจน์ได้ว่าสมบูรณ์ถึงที่สุด ความเชื่อในสมัยหนึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีหลักฐานอื่น ๆ ที่ดีกว่ามาคัดค้าน

4. ด้านการใช้ข้อความกระทัดรัด (Parsimonious) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น พยายามทำไว้อย่างง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน และพยายามจะให้มีมโนทัศน์จำนวนน้อยที่สุดที่จะสามารถ

อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

5. ด้านการตรวจสอบ (Testable) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ใครก็สามารถจะตรวจสอบได้ผลดังเดิมทุกครั้ง โดยการทดสอบด้วยการสังเกต

6. ด้านความสัมพันธ์กันของความรู้ (Unified) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาจะถูกสร้างขึ้นเป็นกฎ ทฤษฎี และมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กัน ซึ่งช่วยให้วิทยาศาสตร์เพิ่มความสามารถในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้มากขึ้น

แอนดรู คลีมินสัน (Cleminson 1990: 437) กล่าวถึง ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว ไม่มีความจริงถาวร

2. การสังเกตกับการลงความเห็นในทางวิทยาศาสตร์นั้น มักจะแยกกันได้ยาก เพราะในการสังเกตเรามักนำความรู้เก่ามาตัดสินเสมอ

3. ความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการ โดยวิธีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

4. แม้ว่าความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์จะค้นพบได้ยาก แต่การยกเลิกความรู้ส่วนที่ผิดก็เป็นสิ่งจำเป็น

5. นักวิทยาศาสตร์จะศึกษาโลกโดยถือว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของโลกเสมอ

มังกร ทองสุขดี (2523: 17) กล่าวว่า "ความรู้ใด ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นสิ่งที่ทดสอบได้ มีความเชื่อถือได้ มีคำจำกัดความและความเที่ยงตรงที่แน่นอน มีระบบโครงสร้างที่แน่นอน และสามารถทำความเข้าใจได้"

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531: 134-135) กล่าวถึงลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สรุปความได้ดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงประจักษ์ ที่สร้างมาจากข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ด้วยวิธีอุปมาน โดยผ่านการตรวจสอบแล้ว

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้มา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่มีลักษณะเป็นสากล คือ เหมือนกันและใช้ได้เหมือนกันทั่วโลก ทุกที่ และทุกคน

4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ยังต้องการการแก้ไขปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่มีลักษณะเป็นปรนัย นั่นคือ ทุกคนเข้าใจได้ตรงกันทั่วกัน

จากความหมายและลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีผู้กล่าวไว้ข้างต้นจะเห็นได้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งแตกต่างไปจากความรู้วิชาอื่น ๆ โดยสิ้นเชิง นั่นคือ มีลักษณะของโอกาสที่จะเป็นไปได้ ไม่ใช่ความรู้ที่สมบูรณ์ เพราะอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามหลักฐานและเป็นความรู้ที่เกิดจากการทดสอบ จนเป็นที่ยอมรับและเข้าใจกันทั่วไป โดยยึดการสังเกตและทดลองเป็นหลัก

3. <u>การวัดความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์</u>

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านนอกจากจะสนใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังสนใจจะทราบว่ากลุ่มประชากรต่าง ๆ ทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ นักเรียน นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ นักศึกษาการสอนวิทยาศาสตร์ และครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จะมีความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด ดังจะเห็นได้จากการที่มีงานวิจัยทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาและสร้างแบบวัดความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้มากมาย ตัวอย่างของแบบวัดความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีดังต่อไปนี้

3.1 TOUS (Test on Understanding Science) สร้างโดย ดับเบิลยู คูลลีย์ และ ลีโอโพลด์ คลอพเฟอร์ อ้างถึงใน วิคเตอร์ เจ เมเยอร์ และ เจมส์ เอ็น ริชมอนด์ (Cooley and Clopfer 1961 quoted in Meyer and Richmond 1982: 53-54) แบบวัดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ มีเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวกับความเข้าใจในผลงานทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ วิธีการและจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.76

3.2 NOSS (Nature of Science Scale) สร้างโดย เมอริท อี คิมบอลล์ อ้างถึงใน วิคเตอร์ วาย บิลเลท์ และ มูฮัมหมัด เอช มาลิก (Kimball, 1968 quoted in

Billeh and Malik 1975: 565) แบบวัดนี้เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 3 ระดับความคิดเห็น คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย ต่อข้อความที่เป็นลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 8 ด้าน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.54 เมื่อทดลองใช้กับผู้จบการศึกษาระดับวิทยาลัย

3.3 The Abridge Scientific Literay Instrument ซึ่งสร้างโดย เจ เอส ริชาร์ดสัน และ วี โชวอลเตอร์ อ้างถึงใน วิคเตอร์ เจ เมเยอร์ และ เจมส์ เอ็ม ริชมอนด์ (Richardson and Showalter, 1967 quoted in Meyer and Richmond 1982: 54) เป็นแบบวัดระดับความคิดเห็นตามแบบของ ลิเคิร์ท 7 ระดับ มีจำนวน 34 ข้อ ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวกับเจคติต่อวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจในความสัมพันธ์กับของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.76

3.4 NOST (Nature of Science Test) สร้างโดย โอมาร์ อี ฮาซาน อ้างถึงใน วิคเตอร์ วาย บิลเลห์ และ โอมาร์ อี ฮาซาน (Omar E. Hasan quoted in Billeh and Hasan 1975: 211-213) แบบวัดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน คือ ข้อสันนิษฐานทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ ผลิตผลทางวิทยาศาสตร์ 22 ข้อ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 25 ข้อ และจริยธรรมของวิทยาศาสตร์ 5 ข้อ แบบวัดนี้มีค่าความเที่ยง 0.58 - 0.82 เมื่อทดลองใช้กับ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักศึกษาครู และนักศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับต่ำกว่าปริญญาตรี ตามลำดับ

3.5 TUNS (Test on Understanding the Nature of Science) สร้างโดย วิคเตอร์ วาย บิลเลห์ และ มูฮัมหมัด เอช มาลิก (Billeh and Malik 1977: 563-570) แบบวัดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 55 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบ 4 ด้าน คือ ข้อสันนิษฐานทางวิทยาศาสตร์ 10 ข้อ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 20 ข้อ ผลิตผลทางวิทยาศาสตร์ 15 ข้อ และจริยธรรมของวิทยาศาสตร์ 10 ข้อ มีค่าความเที่ยงเป็น 0.89 0.91 และ 0.96 เมื่อใช้กับครูที่สอนวิทยาศาสตร์ที่จบการศึกษาระดับปริญญาโททางการศึกษาที่ยังไม่เคยผ่านการอบรมเพิ่มเติม ระดับปริญญาตรีทางวิทยาศาสตร์ และระดับปริญญาโททางการศึกษาที่ผ่านการอบรมเพิ่มเติมแล้วตามลำดับ

3.6 NSKS (The Nature of Scientific Knowledge Scale) สร้างโดย ปีเตอร์ เอ รับบา และ ฮานส์ โอ แอนเดอร์เสน(Rubba and Andersen 1978: 449-458) เป็นแบบวัดระดับความคิดเห็นตามแบบของ ลิเคิร์ท โดยให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ต่อข้อความ 48 ข้อความ ซึ่งครอบคลุมลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 6 ด้าน คือ คุณธรรมของความรู้ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ พัฒนาการของความรู้ การใช้ข้อความกระทัดรัด การตรวจสอบ และความสัมพันธ์กันของความรู้ เมื่อทดลองใช้แบบวัดนี้กับนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับนักเรียนที่เรียนเคมีชั้นสูง พบว่ามีค่าความเที่ยงโดยการวิเคราะห์วิธีทดสอบซ้ำ เป็น 0.59 และ 0.87 ตามลำดับ

เจตคติทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายและองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

มีผู้ให้ความหมายและกำหนดลักษณะอันเป็นองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

เอดวาร์ด วิคเตอร์ และ มาเจอรีส์ เอส เลอร์เนอร์ (Victor and Lerner 1971: 70) กล่าวถึง ลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้คือ

1. อยากรู้อยากเห็นในสิ่งแวดล้อม พร้อมจะหาความรู้เพิ่มเติมเสมอ
2. ใจกว้างยอมรับความจริงใหม่ ๆ และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
3. ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อเมื่อมีหลักฐานเพียงพอ
4. ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่มีเหตุผลและไม่ยอมรับสิ่งที่ขาดข้อพิสูจน์ที่น่าเชื่อถือ
5. มีความซื่อสัตย์ อดทน ยุติธรรม และละเอียดลออ
6. รู้จักการสังเกตที่ถูกต้อง
7. มีทักษะในการสร้างสมมติฐาน
8. ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินชีวิต
9. เห็นความสำคัญของสถิติและใช้ในการแก้ปัญหาได้

ดี บี โจเซฟ และคณะ (Joseph et al. 1976: 4-5) กล่าวถึง ลักษณะของบุคคลที่นับว่ามีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. สามารถในการคิดและคำนวณอย่างละเอียดลออ
2. มีใจเปิดกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็น หลักฐาน และการทดลองใหม่ ๆ
3. มีความซื่อสัตย์
4. กล้าตัดสินใจอย่างมีเหตุผล
5. ยอมรับความเปลี่ยนแปลงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
6. ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ

มังกร ทองสุขดี (2523: 15-16) กล่าวถึง คุณลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. มีเหตุผล ไม่งมงาย ไม่เชื่อโชคลาง
2. อยากรู้อยากเห็น อยากฟัง ชอบคิดค้น
3. มีจิตใจกว้างขวางยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น พร้อมจะเปลี่ยนแนวคิดเมื่อผู้อื่นมีเหตุผลที่ดีกว่า
4. รู้จักการวิพากษ์วิจารณ์อย่างมีเหตุผล
5. มีความละเอียด รอบคอบ และมีแผนการทำงานตลอดเวลา
6. มีความรับผิดชอบ ขยันหมั่นเพียร และเสียสละ
7. มีมนุษยสัมพันธ์ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ไม่หวงความรู้ และรู้จักการถ่ายทอด
8. ไม่บิดเบือน ข้อเท็จจริง รายงานสิ่งที่ถูกต้อง ตรงไปตรงมา

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 55-57) ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่า

> เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่กำหนดการแสดงพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ในกระบวนการแสวงหาความรู้ ผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น ต้องประกอบไปด้วยคุณลักษณะที่สำคัญ คือ
>
> 1. มีเหตุผล
>
> 1.1 เชื่อในความสำคัญของเหตุผล
>
> 1.2 ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

016996

1.3 แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น

1.4 ต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเป็นอย่างไรและทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

2. มีความอยากรู้อยากเห็น

2.1 มีความพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม

2.2 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม

2.3 ช่างซักช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้ที่สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

2.4 ให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน

3. มีใจกว้าง

3.1 ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

3.2 เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ

3.3 เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น

3.4 ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน

4. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

4.1 สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ

4.2 ไม่นำสภาพสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

4.3 ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวมามีอิทธิพลเหนือการตัดสินใด ๆ

4.4 มีความมั่นคงหนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์

4.5 เป็นผู้ซื่อตรง อดทน ยุติธรรม และละเอียดรอบคอบ

5. มีความเพียรพยายาม

5.1 ทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์

5.2 ไม่ท้อถอย เมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว

5.3 มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้

6. มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

6.1 ใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ

6.2 ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้

6.3 หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

นิดา สะเพียรชัย (2527: 75) พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2527: 221) และสุวัฒก์ นิยมค้า (2531: 259-260) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ทำนองเดียวกัน สรุปได้ดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นที่จะหาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ
2. มีเหตุผล ไม่เชื่อถือโชคลาง หรือสิ่งที่ปราศจากเหตุผล
3. ใช้ความคิดอย่างพิจารณา สุขุมรอบคอบก่อนการตัดสินใจ
4. มีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ยอมเปลี่ยนความคิดเห็น ถ้าผู้อื่นมีเหตุผลดีกว่า
5. ซื่อสัตย์ อดทน รับผิดชอบ และไม่โอ้อวด
6. ยอมรับการเปลี่ยนแปลง และความก้าวหน้าใหม่ ๆ

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531: 259) ได้สรุปความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะนิสัย ลักษณะจิตใจ ลักษณะการคิด และจริยธรรมอื่น ๆ ของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวกำกับการคิด การกระทำ และการตัดสินใจ ในงานวิทยาศาสตร์ทั้งหมด"

สรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะต่าง ๆ ของบุคคลที่เกี่ยวกับการค้นคว้าหรือแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยลักษณะ 6 ด้าน คือ

1. ความมีเหตุผล
2. ความอยากรู้อยากเห็น
3. ความมีใจกว้าง
4. ความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง
5. ความเพียรพยายาม
6. การพิจารณารอบคอบก่อนตัดสินใจ

2. <u>การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์</u>

จากนิยามความหมายและองค์ประกอบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวแล้ว จะเห็นได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะส่วนตัวของบุคคล ซึ่งสังเกตเห็นได้ยาก จึงมีผู้สนใจที่จะ

วัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลมากมาย แต่ก็เป็นไปเพียงการวัดโดยทางอ้อม เนื่องจากการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นเช่นเดียวกับการวัดเจตคติทั่วไป ซึ่งไม่สามารถจะวัดได้โดยตรง แอลเลน อี เอดวาร์ดส์ (Edwards 1957: 3-16) ได้เสนอวิธีการที่จะสามารถวัดเจตคติสรุปได้ 3 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

2.1 โดยการสัมภาษณ์หรือซักถามโดยตรง

2.2 โดยการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก

2.3 โดยการวัดในรูปข้อเขียน

การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยการสัมภาษณ์หรือการซักถามโดยตรงเป็นวิธีที่ผู้ถามจะสามารถทราบความรู้สึก หรือความคิดเห็นของผู้ตอบได้ตรงที่สุด ถ้าผู้ตอบตอบอย่างจริงใจและเปิดเผย ซึ่งเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการจะได้คำตอบที่แสดงออกถึงลักษณะนิสัยจริง ๆ ของบุคคลเป็นเรื่องทำได้ยาก

<u>การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก</u>

เนื่องจากผู้สอนไม่สามารถจะสังเกตเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ แต่สามารถสังเกตเห็นได้จากพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมาขณะที่เรียน ซึ่งพฤติกรรมที่บ่งบอกว่าผู้เรียนมีคุณลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์มากหรือน้อย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คุณลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก
1. ความละเอียดถี่ถ้วนและความมานะบากบั่น	1.1 นำวิธีการหลายอย่างมาใช้ตรวจสอบปัญหา 1.2 ดำเนินการแก้ปัญหาจนถึงที่สุดหรือจนกว่าจะได้รับคำตอบ 1.3 ทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำ แม้ข้อมูลดังกล่าวจะสอดคล้องหรือตรงกับการคาดคะเน

คุณลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก
2. ความมีเหตุผล	2.1 ตรวจสอบความคิดของตนจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ
	2.2 เสาะหาหลักฐานจากการสังเกตและ/หรือการทดลองเพื่อสนับสนุนหรือคิดค้นคำอธิบาย
	2.3 รวบรวมข้อมูลมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ก่อนที่จะลงข้อสรุป
	2.4 ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่นพอ
3. ความมีใจกว้าง	3.1 พิจารณาและประเมินความคิดที่ผู้อื่นเสนอ
	3.2 ประเมินหลักฐานที่ขัดแย้งกับสมมติฐานที่ตนตั้งขึ้น
	3.3 พิจารณาแนวทางต่าง ๆ ที่เป็นไปได้เพื่อสำรวจปัญหา
	3.4 พิจารณาทั้งทางด้านที่สนับสนุนและคิดค้นเพื่อประเมินสถานการณ์
4. การทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.1 ขอความช่วยเหลือและความร่วมมือจากผู้อื่น
	4.2 ทำความเข้าใจในความคิดเห็นของผู้อื่นให้ชัดเจน
	4.3 ช่วยเหลือกลุ่มในการทำกิจกรรมให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของงาน
	4.4 แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น
5. ความกระตือรือร้น	5.1 ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน และริเริ่มสิ่งใหม่ ๆ
	5.2 ตื่นเต้นเมื่อได้ข้อมูลหรือความคิดใหม่ ๆ เพิ่มเติม
6. ความซื่อสัตย์	6.1 รายงานสิ่งที่สังเกตได้ แม้ว่าสิ่งที่รายงานนั้นจะขัดต่อสมมติฐานของตน

คุณลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่แสดงออก
	6.2 เปิดเผยเจ้าของผลงานที่ตนนำมาใช้ต่อผู้อื่น
	6.3 ไม่เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูลที่ตนค้นพบ แม้ว่าข้อมูลนั้นจะไม่สนับสนุนสมมติฐานของตน

(คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย 2525: 216-217)

การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกดังกล่าวแล้วนั้น แม้จะได้ผลค่อนข้างตรงพอสมควร แต่ก็ไม่สะดวกเนื่องจากต้องใช้เวลามากและอาจมีอคติ ของผู้สังเกตเข้ามาเกี่ยวข้องอันอาจทำให้ผลคลาดเคลื่อนไป

<u>การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในรูปข้อเขียน</u>

การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์รูปแบบนี้ ทำโดยสร้างข้อความขึ้นมา แล้วให้ผู้ตอบพิจารณาว่า เห็นด้วยหรือไม่ ระดับใด เครื่องมือวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์แบบข้อเขียนที่นิยมสร้างกัน มักจะเป็นแบบของ ลิเคิร์ท (Likert-Type) และแบบของ เธอร์สโตน (Thurstone-Type)

1. การสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของลิเคิร์ท คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 59-61) ได้สรุปไว้ดังนี้

1.1 สร้างข้อความหรือข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิด โดยต้องให้มีข้อความแสดงเจตคติในด้านบวก และด้านลบ เท่า ๆ กันทั้ง 2 ด้าน

1.2 นำข้อคำถามไปให้กลุ่มตัวอย่างประชากร พิจารณาว่าเขามีความรู้สึกนึกคิดต่อข้อความนั้น ๆ ในระดับใด โดยประเมินค่า 5 ลักษณะคำตอบ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

1.3 กำหนดน้ำหนักและค่าน้ำหนักของคำตอบ โดยข้อความที่เป็นเจตคติด้านบวกให้คะแนนสูงสุดต่อคำตอบเห็นด้วยอย่างยิ่ง และคะแนนต่ำสุดต่อคำตอบไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ส่วนข้อความที่เป็นเจตคติด้านลบให้คะแนนตรงกันข้ามกับด้านบวก

1.4 รวบรวมคะแนนคำตอบทุกข้อ นำมาคิดเป็นคะแนนรวม โดยถือว่าคะแนนรวมนี้เป็นคะแนนของเจตคติที่ได้จากการวัด

1.5 วิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis) เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงเป็นข้อที่คัดเลือกไว้ใช้ต่อไป

2. การสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตามหลักในการสร้างแบบวัดเจตคติของ เธอร์สโตน เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2522: 98-103) ได้กล่าวสรุปไว้ดังนี้

2.1 รวบรวมข้อความที่ต้องวัดเจตคติให้มากพอ โดยให้ครอบคลุมมาตราวัดเจตคติที่ต้องการวัดจากด้านที่ยอมรับมากที่สุด จนถึงด้านที่ไม่ยอมรับมากที่สุด

2.2 นำข้อความที่รวบรวมไว้นั้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตัดสินกำหนดน้ำหนักของข้อความว่าควรอยู่ตำแหน่งใดในมาตราวัดเจตคตินั้น โดยจัดแบ่งข้อความออกเป็น 11 กอง จากกลุ่มข้อความที่ไม่ชอบเลยไปจนถึงกลุ่มข้อความที่ชอบมากที่สุดต่อเรื่องนั้น

2.3 นำผลการตัดสินทั้งหมดมาแจงนับว่า ข้อความหนึ่ง ๆ จะถูกจัดอยู่ในกองใดกี่ครั้ง แล้วหาค่าของข้อความ (Scale Value) โดยคิดจากคะแนนมาตรฐาน (Median) ของข้อความนั้น ส่วนการเลือกข้อความก็คือ การหาค่าควอไทล์ (Q-Value) เลือกข้อความที่มีค่าควอไทล์น้อย ประมาณ 20-30 ข้อความ มาใช้เป็นแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยการวัดในรูปข้อเขียนนี้ เป็นที่นิยมกันมากที่สุด เพราะวัดได้สะดวกและประหยัดเวลา แต่ยังมีจุดอ่อนตรงที่ผู้ตอบสามารถบิดเบือนไม่ตอบตรงตามความเป็นจริงได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่า การที่จะสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพในการวัดสูงสุดนั้นทำได้ยาก เพราะแต่ละรูปแบบดังกล่าวแล้วนั้นยังมีจุดอ่อนและข้อบกพร่องที่จะทำให้ได้ผลคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

<u>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>

1. <u>ความหมายและองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>

มาร์แชล เอ เนย์ และคณะ (Nay et al. 1971: 201) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมหรือการปฏิบัติอย่างมีระบบของนักวิทยาศาสตร์ในความพยายามที่จะเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยผ่านกระบวนการเป็นลำดับขั้น"

ลีโอโพลด์ อี คลอพเฟอร์ (Klopfer 1971: 568) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการที่ใช้ในการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 58-59) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า "เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าทดลองเพื่อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2527: 249) กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้เสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2527: 20) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการที่ใช้ในการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้กล่าวไว้แล้วนั้น สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการแสดงพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ การคิดอย่างมีระบบ การเสาะแสวงหาความรู้ การค้นคว้าและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ส่วนองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

โรเบิร์ต บี ซันด์ และ เลสลี ดับบลิว ไทรบริดจ์ (Sund and Trowbridge 1967: 93-95) กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรจะพัฒนาให้นักเรียนได้รับมี 5 กลุ่มใหญ่ สรุปได้ดังนี้คือ

1. ทักษะในการได้มาซึ่งความรู้ ได้แก่ ความกระตือรือร้น ช่างสงสัย สังเกตอย่างละเอียดรอบคอบ คิดเป็นระบบ ค้นหาและใช้แหล่งข้อมูลในการพิจารณา เสาะแสวงหาความรู้ กำหนดปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ

2. ทักษะในการจัดระบบ ได้แก่ การรายงานข้อมูลอย่างมีระบบและสมบูรณ์ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไข วิเคราะห์ และนำผลไปใช้

3. ทักษะในการสร้างสรรค์ ได้แก่ การวางแผนล่วงหน้า และสร้างสมมติฐาน กำหนดปัญหา วิธีการ เครื่องมือและระบบใหม่ ๆ รวมทั้งการสังเคราะห์จากสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ ได้แก่ การรู้จักส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ ดูแลรักษา และใช้เครื่องมือทำงานอย่างเหมาะสม

5. ทักษะในการสื่อความหมาย ได้แก่ การรู้จักตั้งคำถาม อภิรปาย รายงาน และการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้อื่น

สมาคมอเมริกัน เพื่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science, 1970 อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า 2531: 163-164) ได้ระบุทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ คือ

ก. กระบวนการขั้นพื้นฐาน
   1. การสังเกต
   2. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา
   3. การจำแนกประเภท
   4. การคำนวณ
   5. การวัด
   6. การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย
   7. การพยากรณ์
   8. การลงความเห็นเชิงอธิบาย

ข. กระบวนการขั้นผสมผสาน
   1. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
   2. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปรวมทั่วไป
   3. การสร้างสมมติฐาน
   4. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
   5. การทดลอง

มาร์แชล เอ เนย์ และคณะ (Nay et al., 1971: 201) กล่าวถึงองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่าประกอบด้วย กระบวนการหลักด้วย 5 กระบวนการใหญ่ ๆ สรุปได้ดังนี้

1. กระบวนการวางแผน ได้แก่
   1.1 การกำหนดตัวแปรและขอบเขตของปัญหา
   1.2 การค้นคว้าหาข้อมูลที่จำเป็น

1.3 การพยากรณ์

1.4 การสร้างสมมติฐาน

1.5 การวางแผนเพื่อรวบรวมข้อมูลและออกแบบการทดลอง

2. กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 การดำเนินการทดลองและบันทึกข้อมูล

2.2 การสังเกตและการวัด รวมทั้งให้ความสนใจต่อปรากฏการณ์ที่ไม่คาดหมาย

3. กระบวนการจัดกระทำข้อมูล ได้แก่

3.1 จัดระบบข้อมูลโดยจัดจำแนกและเรียงลำดับ

3.2 แสดงข้อมูลโดยกราฟ แผนผัง แผนที่

3.3 การคำนวณ การใช้สถิติ

4. กระบวนการสร้างมโนทัศน์จากข้อมูล

4.1 การตีความหมาย และลงข้อสรุปจากข้อมูลที่ได้

4.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

4.3 แสดงข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์

4.4 การเชื่อมโยงข้อค้นพบใหม่กับทฤษฎีที่มีอยู่

5. กระบวนการเปิดกว้างสำหรับงานวิจัยต่อไป

5.1 การค้นหาหลักฐานเพื่อเพิ่มระดับความเชื่อมั่นและทดสอบขอบเขตของคำอธิบายหรือข้อสรุป

5.2 การระบุปัญหาใหม่เพื่อจะศึกษาตัวแปรใหม่ ๆ หรือสิ่งที่ค้นพบโดยบังเอิญ และเพื่อพัฒนาความไม่สมบูรณ์และความไม่แน่นอนของข้อความรู้

5.3 การนำความรู้ที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้

วิคเตอร์ เอ็ม โชวอลเตอร์ และคณะ (Showalter et al, 1974 อ้างถึงใน สุเทพ อุสาหะ 2527: 18-19) ได้ประมวลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ที่สำคัญโดยอาศัยแนวความคิดของ AAAS ไว้ดังนี้

1. การจำแนก
2. การสื่อความหมาย
3. การควบคุมตัวแปร
4. การให้คำนิยาม
5. การออกแบบการทดลอง
6. การสร้างแบบจำลอง
7. การตั้งสมมติฐาน
8. การลงความเห็น
9. การตีความข้อมูล
10. การวัด
11. การสังเกต
12. การทำนาย
13. การตั้งคำถาม
14. การใช้ตัวเลข
15. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับช่วงเวลา

องค์ประกอบต่าง ๆ ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีผู้กล่าวไว้ข้างต้น ส่วนใหญ่ใช้เกณฑ์ของ AAAS สำหรับประเทศไทยนั้น หน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ เช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัยก็ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ โดยอาศัยเกณฑ์ของ AAAS เช่นกัน ซึ่งความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ นั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526: 1-64) ได้กำหนดไว้สรุปได้ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์ เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณหรือการเปลี่ยนแปลงของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่สังเกต โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือในการหาปริมาณออกมาเป็นตัวเลขได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับ วัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ ซึ่งอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างในอากาศที่ถูกวัตถุแทนที่ซึ่งจะมีรูปร่างเช่นเดียวกันวัตถุนั้น สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติคือ ความกว้าง ความตรง และความลึก

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาค่าความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ สมการ การเขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลหรือการอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ซึ่งสมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบโดยการทดลอง

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยใช้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการตั้งสมมติฐานหนึ่ง ๆ

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองและการบันทึกผลการทดลอง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่โดยอาศัยทักษะอื่น ๆ เช่น การสังเกต การคำนวณช่วย

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

2. <u>การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>

การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การวัดความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ซึ่งความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526: 1-64) ได้กำหนดไว้สรุปได้ดังนี้

ทักษะ	ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะ
1. การสังเกต	การชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ และบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
2. การวัด	เลือกหน่วยกลางได้เหมาะสมกับสิ่งที่ใช้วัด เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมและวัดด้วยวิธีการที่ถูกต้อง
3. การจำแนกประเภท	แบ่งของหรือสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้สามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตัวเอง พร้อมทั้งบอกได้ว่า ผู้อื่นแบ่งสิ่งของนั้นโดยใช้เกณฑ์อะไร

ทักษะ	ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะ
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	วาดรูป 2 มิติ จากรูป 3 มิติที่กำหนดให้หรือในทางกลับกัน บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้ บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และเงาในกระจกว่าเป็นซ้ายเป็นขวาของกันและกันอย่างไร และบอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา
5. การคำนวณ	ใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการวัดได้และบอกวิธีและแสดงวิธีคำนวณรวมทั้งแสดงวิธีหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง
6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล	เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น โดยเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม และบอกเหตุผลในการเลือกเสนอข้อมูลนั้น
7. การลงความเห็นจากข้อมูล	การอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูล โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย
8. การพยากรณ์	สามารถใช้ข้อสรุปจากการทดลองที่ได้ทำมาแล้วหรือใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับแล้ว มาคาดคะเนคำตอบในเรื่องที่ยังไม่ได้ทำการทดลอง หรือเรื่องที่ยังไม่ได้เกิดขึ้น
9. การตั้งสมมติฐาน	สรุปหรือคาดคะเนคำตอบของการทดลองล่วงหน้า โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามได้
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	กำหนดความหมายหรือขอบเขตของตัวแปรต่าง ๆ เพื่อจะสามารถทำการวัดหรือทดสอบได้
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	สามารถชี้บอกตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้

ทักษะ	ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะ
12. การทดลอง	ออกแบบการทดลองและเลือกแบบการทดลองได้อย่างเหมาะสม สะดวกแก่การที่จะนำไปทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือข้อมูลที่ได้จากการทดลอง บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้ถูกต้อง

การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันทั่วไปก็อาศัยหลักเกณฑ์ดังกล่าวในการวัด ตัวอย่างของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. The Test of Science Process สร้างโดย อาร์ เอส ทานเนนบาม (Tannenbaum 1971: 123-126) เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 96 ข้อ ซึ่งวัดทักษะการสังเกต 9 ข้อ การเปรียบเทียบ 9 ข้อ การจัดจำแนกประเภท 13 ข้อ การหาปริมาณ 12 ข้อ การวัด 25 ข้อ การทดลอง 10 ข้อ การสรุป 14 ข้อ และการพยากรณ์ 8 ข้อ แบบวัดนี้มีค่าความเที่ยงโดยสูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน KR-20 เมื่อใช้กับนักศึกษาเตรียมแพทย์เท่ากับ 0.90 - 0.91

2. PSST (The Process Skills of Science Test) สร้างและปรับปรุงโดย ชานดรา ฟลินน์ เบิร์นส์ (Burns 1972: 2783) แบบวัดนี้เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม มีค่าความเที่ยง 0.72

3. PTSP (The Perez Test of Science Process) สร้างโดย คาโรไลนา วิลลาริน เปเรซ (Perez 1979: 3496) เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้เวลาในการตอบ 60 นาที ประกอบด้วยข้อสอบ 67 ข้อ เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก วัด ทักษะ การสังเกต 11 ข้อ การเปรียบเทียบ 6 ข้อ การวัดปริมาณ 8 ข้อ การวัด 13 ข้อ การจัดจำแนกประเภท 11 ข้อ การสรุป 7 ข้อ การพยากรณ์ 5 ข้อ และการทดลอง

6 ข้อ มีค่าความเที่ยงโดยสูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน KR-20 เท่ากับ 0.87 เมื่อใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาเกรด 6

4. TIPS (The Test of Integrated Process Skills) สร้างโดย เอฟ เจอราลด์ ดิลลาชอว์ และ เจมส์ อาร์ ไอเคย์ (Dillashaw and Okey 1980: 602-606) เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ ซึ่งวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาตร์ขั้นผสม ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การควบคุมและจัดกระทำตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การออกแบบการทดลอง และการแปลความหมายและตีความข้อมูล ใช้เวลาในการตอบ 30-45 นาที มีค่าความเที่ยงโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α- Coefficient) ของครอนบาค เท่ากับ 0.89 เมื่อใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

5. POTTSS (Process Orientation Toward Science) สร้างโดย ชาร์มานน์ อาร์โนลด์ ฮาร์ที และ เจมส์ ฮอลแลนด์ (Scharmann Harty and Holland 1986: 376-385) ประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาการของความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสืบสอบ

โดยที่ส่วนของการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น วัดทั้งทักษะขั้นพื้นฐาน (การจำแนกประเภท การสังเกต การพยากรณ์ การลงข้อสรุป และการวัด) และทักษะขั้นผสม (การทดลอง การตั้งสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร และการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ) แบบวัดนี้เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับความคิดเห็น คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ต่อข้อความจำนวน 40 ข้อความ เมื่อทดสอบใช้กับครูฝึกสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา มีค่าความเที่ยง โดยวิธีสัมประสิทธิ์ของสก็อทท์ (Scotts' Coefficent) เท่ากับ 0.79

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>

งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีจำนวนน้อย

และงานวิจัยของต่างประเทศมักจะเป็นการศึกษาผลของวิธีสอนที่ต่างกันต่อตัวแปรทั้ง 3 เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งงานวิจัยที่ค้นคว้ามานั้นเป็นงานที่ศึกษาในช่วงปี 1968 ถึงปัจจุบัน ดังนี้คือ

งานวิจัยต่างประเทศ

เกลนน์ เมอร์ฟี (Murphy, 1968 อ้างถึงใน วิจิตร ลิ่มพานิชย์, 2528) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างผู้ที่เรียนการทดลองชีววิทยา โดยวิธีสอนแบบเน้นเนื้อหาและวิธีสอนแบบเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากร ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สถาบันอาชีวศึกษาริชมอนด์ ซึ่งเรียนวิชาชีววิทยา จำนวน 121 คน ทำการทดลองโดยแบ่งตัวอย่างประชากรเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมเรียนการทดลองชีววิทยาโดยการสอนแบบเน้นเนื้อหา กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

โรดา ดวารีส โรส (Rose, 1972) ทำการศึกษาเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เนื้อหาความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมแรกเริ่ม ในการสอนวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 25 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 13 คน กลุ่มควบคุม 12 คน กำหนดให้กลุ่มทดลองเรียนวิธีสอนแบบจุลภาค แบบสืบสอบ การใช้คำถามระดับสูงและการรอคำตอบจากนักเรียนโดยใช้เวลาที่เหมาะสม ผลพบว่า หลังการเรียนครบ 32 ชั่วโมง กลุ่มทดลองมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ในขณะที่พฤติกรรมการสอนไม่เปลี่ยนแปลง

เอลส์เวิร์ธ คีธ ไรท์ (Wright, 1976) ศึกษาผลของการสอนหลักสูตรเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 7 โดยแบ่งตัวอย่างประชากรเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 63 คน กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนในกลุ่มที่เรียนหลักสูตรเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนหลักสูตรปกติ ผลพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างประชากรทั้ง 2 กลุ่ม

ไมฮัมหมัด อิลยาส (Ilyas, 1983) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลจากการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของครูฝึกสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษากับการปฏิบัติและเจตคติต่อการใช้ทักษะเหล่านั้น ตัวอย่างประชากรเป็นครูฝึกสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

จาก 4 โรงเรียน ที่ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทักษะต่อไปนี้ คือ การสังเกต การจำแนกประเภท การลงข้อสรุป การพยากรณ์ การสร้างสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูล และการทดลอง โดยแบ่งตัวอย่างประชากรออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 12 คน ผลการทดลองส่วนหนึ่งพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับความเป็นคนมีใจกว้าง ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจมส์ วิลเลียม ไบเออร์ลี (Byerly, 1985) ทำการวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ โชวอลเตอร์ และคณะ ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เชื้อชาติ เพศ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ สัมฤทธิผลในการอ่าน ความสามารถในการแสดงออก การแปลความหมาย การเสริมแรงจากครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนจากผู้ปกครอง การเชื่อโชคชะตา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความคาดหวังในการศึกษา และการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในและนอกโรงเรียน

ลอเรนซ์ ซี ชาร์มานน์ (Scharmann, 1985) ทำการศึกษาผลของการสอน 3 แบบที่เน้นเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ วิธีสอนวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจะทำนายความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นครูฝึกสอนระดับประถมศึกษา จำนวน 135 คนที่ลงทะเบียนใน 3 กลุ่มวิชาดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่าการสอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลในการเพิ่มพัฒนาการของเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ชานดรา จูน อันเดอร์วูด (Underwood, 1985) ทำการศึกษาการรับรู้ต่อบทบาทและหน้าที่ของปฏิบัติการทดลองชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมศึกษา ของครูผู้สอนชีววิทยาโดยวิธีการสืบสอบและที่ไม่ใช้วิธีการสืบสอบ โดยให้ครูผู้สอนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา จำนวน 234 คน ซึ่งสอนวิชาชีววิทยาในปีการศึกษา 1983 - 1984 ตอบแบบสอบถาม 4 ชุด เกี่ยวกับสภาพในสถาบันฝึกหัดครูและการปฏิบัติในการสอนของตน

ผลการวิจัยพบว่า ครูที่สอนโดยวิธีการสืบสอบมีการรับรู้ต่อบทบาทและหน้าที่ของปฏิบัติการทางชีววิทยาใน 5 ด้าน ดังนี้ เจตคติ ความสนใจและคุณค่า เนื้อหาความรู้ ทักษะปฏิบัติการ ความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากครูที่สอนโดยไม่ใช้วิธีสืบสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มูนาวาร์ เอ อานีส์ (Anees, 1986) ทำการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีครูฝึกสอนระดับประถมศึกษา จำนวน 71 คน เป็นตัวอย่างประชากร โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กำหนดให้เรียนต่างกัน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เรียนเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์-เนื้อหา/วิธีสอน กลุ่มที่ 2 เรียนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์-วิธีสอน และกลุ่มที่ 3 เรียนวิธีสอนหลังจากจบภาคการเรียนทำการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของตัวอย่างประชากรทั้ง 3 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ตัวอย่างประชากรทั้ง 3 กลุ่มมีความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในขณะที่อีก 2 เรื่อง คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

เรมอนดา อันโตนิโอส์ มิเกล (Mikael, 1986) ทำการศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ตัวอย่างประชากรเป็นครูฝึกสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 29 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Nature of Scientific Knowlege, NSKS) และแบบวัดกระบวนการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Process Orientation Toward Science Sclae, POTSS) ผลการวิจัยพบว่า หลังจากจบวิชานี้แล้วความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างประชากรไม่เปลี่ยนแปลงไปจากก่อนเรียน และพบว่าความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

<u>งานวิจัยภายในประเทศ</u>

ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ (2523) ได้ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 360 คน จากโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รุจี โรจนประศาสน์ (2523) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2 จำนวน 640 คน ผลการศึกษาพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เสงี่ยม วิไลนุวัฒน์ (2527) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านและเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทักษะที่ศึกษาเป็นทักษะขั้นผสม ผลการศึกษาพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ แสดงว่าถ้านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดีแล้ว นักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ดีด้วย

ผลจากงานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศดังกล่าวแล้ว สรุปได้ดังนี้

1. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเพิ่มพูนได้โดยวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง คือ การสอนแบบสืบสอบ ส่วนการสอนโดยเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรงมีผลในการเพิ่มความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่มีงานวิจัยของ โมฮัมหมัด อิลยาส (Ilyas, 1983) ที่พบผลขัดแย้ง คือ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับความมีใจกว้าง ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4. เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีผลต่อความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์