บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในวิทยาศาสตร์ กับความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กรุงเทพมหานคร" ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าวจาก หนังสือ เอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยนำเสนอในหัวข้อต่อไปนี้

1. ความสนใจในวิทยาศาสตร์
2. ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์

ความสนใจทางวิทยาศาสตร์

รายละเอียดเกี่ยวกับความสนใจในวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยหัวข้อย่อย ๆ ตามลำดับดังนี้

1. ความหมายของความสนใจ
2. ลักษณะความสนใจของบุคคล
3. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความสนใจเด็ก
4. ชนิดของความสนใจ
5. สาเหตุของความสนใจ
6. ความแตกต่างระหว่างความสนใจของบุคคล
7. การวัดความสนใจ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสนใจในวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของความสนใจ

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของ "ความสนใจ" ไว้ดังนี้

โฮวาร์ด ซี วาเรน (Warren 1934: 141) กล่าวว่า "ความสนใจคือความรู้สึกอย่างหนึ่ง ซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกับความตั้งใจในบางสิ่งบางอย่างโดยเฉพาะ"

คาโกเบิร์ต ดี รูเนส และคณะ (Runes et.al. 1956: 148) ได้ให้ความหมายว่า "ความสนใจเป็นความรู้สึกอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นพร้อมกับความตั้งใจในบางสิ่งบางอย่างโดยเฉพาะ"

จอห์น ดิวอี (Dewey 1959: 66) กล่าวว่า "ความสนใจคือ ความรู้สึกชอบหรือพอใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แนวความคิดใดความคิดหนึ่งหรือกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง"

โรเบิร์ต เอช ธอร์นไดค์ และ เอลิซาเบธ ฮาแกน (Thorndike and Hagan 1961: 24) กล่าวว่า "ความสนใจคือ แนวโน้มในการที่จะแสวงหาและเข้าร่วมในกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง"

เอช เจ ไอเซนค์ และคณะ (Eysenck and et. al. 1972: 150) กล่าวว่า "ความสนใจคือแนวโน้มในการปฏิบัติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง กิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง หรือประสบการณ์ใดประสบการณ์หนึ่ง ซึ่งจะเพิ่มขึ้นจากบุคคลหนึ่งไปสู่บุคคลหนึ่ง"

เบนจามิน บี โวลแมน (Wolman 1973: 199) ได้อธิบายถึงความสนใจไว้ดังนี้ "ความสนใจเป็นเจตคติ ซึ่งประกอบด้วยความรู้สึกที่มีต่อความสำคัญของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งรวมทั้งความตั้งใจในการเลือกสิ่งนั้นหรือกิจกรรมนั้น"

เทอรี่ เพดจ์, เจ บี โทมัส และ เออาร์ มาร์แชลล์ (Page, Thomas, and Marshall 1977: 181) ได้ให้ความหมายว่า "ความสนใจหมายถึงความประสงค์ที่จะเข้าร่วมกิจกรรมที่เหมาะสมบางอย่าง . . . ความสนใจเป็นอาการที่จิตใจเพ่งเล็งกับการเลือกกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง หรืออาการสนุกเพลิดเพลินใจในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งวัดได้จากแบบวัดความสนใจ"

วนิช บรรจง และคณะ (2515: 32) กล่าวว่า "ความสนใจ หมายถึงความรู้สึกหรือเจตคติของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยเฉพาะความรู้สึกอันนั้น ทำให้บุคคลเอาใจใส่และกระทำการจนบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่บุคคลมีต่อสิ่งนั้น"

เปลื้อง ณ นคร (2515: 237) ให้ความหมายว่า "ความสนใจหมายถึงเจตคติซึ่งทำให้บุคคลพากเพียรพยายามทำการอันใดอันหนึ่งให้มากขึ้น" และ เปลื้อง ณ นคร ยังกล่าวอีกว่า ความสนใจเป็นกระบวนการทางจิตใจ ที่มีความใกล้ชิดกับเจตคติมาก โดยถือว่า

ความสนใจเป็นส่วนหนึ่งของเจตคติ

น้อมฤดี จงพยุหะ (2519: 258) กล่าวว่า "ความสนใจหมายถึงอาการอยากรู้อยากเห็น อาการชอบทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อาการสนุกเพลิดเพลินใจในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรืออาการชาบซึ้งในคุณค่าของสิ่งใด ๆ"

ประสาร ทิพย์ธารา (2521: 97) ได้อธิบายว่า "ความสนใจหมายถึงความพอใจ หรือความโน้มเอียงที่จะแสวงหาหรือเข้าร่วมในกิจกรรมหนึ่งนั่นเอง หรือ อาจกล่าวได้อีกความหมายหนึ่งว่า ความสนใจ คือ สภาพจิตใจของคนที่ผูกพันหรือจดจ่อต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง"

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2524: 242) กล่าวว่า "ความสนใจเป็นความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งหมายถึงเจตคติทางบวก หรือ เจตคติที่ดีนั่นเอง"

สุณีย์ ธีรดากร (2524: 154) ให้ความหมายว่า "ความสนใจ หมายถึงสภาพจิตใจของคนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยเฉพาะทำให้บุคคลเอาใจใส่หรือจดจ่อต่อสิ่งนั้น จนสามารถกระทำกิจกรรมได้จนบรรลุจุดมุ่งหมาย"

กล่าวสรุปได้ว่า "ความสนใจ" คือ ความรู้สึกอยากรู้อยากเห็น อยากแสวงหาความรู้สึกชอบ ความพอใจ หรือความโน้มเอียงของบุคคลที่มีต่อวัตถุ แนวความคิด ประสบการณ์ หรือกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง รวมไปถึง ความตั้งใจในการเลือกวัตถุหรือกิจกรรมนั้น ซึ่งทำให้บุคคลเพียรพยายามและสามารถกระทำการจนบรรลุจุดมุ่งหมาย

ความสนใจในวิทยาศาสตร์ มีความหมายเช่นเดียวกับความสนใจทั่ว ๆ ไป โดยเน้นทางด้านวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ความสนใจในวิทยาศาสตร์เป็นความโน้มเอียงที่จะเข้าร่วมหรือความตั้งใจ ของนักเรียนที่จะแสดงพฤติกรรมหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนหรือในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ที่วัดได้จากแบบวัดความสนใจในวิทยาศาสตร์

2. <u>ลักษณะของความสนใจของบุคคล</u>

วนิช บรรจง และคณะ (2515: 337) ได้แบ่งลักษณะความสนใจของบุคคลไว้ดังนี้

1. ความสนใจเป็นความรู้สึกหรือเจตคติที่เข้มข้นอยู่ในวงแคบ คือคนเราจะต้องมีความสนใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นอย่าง ๆ ไป

2. ความสนใจเป็นเรื่องของแต่ละบุคคล คนหนึ่งอาจมีความสนใจต่อสิ่งหนึ่ง แต่คนอื่นอาจไม่สนใจต่อสิ่งนั้นเลยก็ได้

3. ความสนใจทำให้คนเอาใจใส่จดจ่อต่อสิ่งที่ตนสนใจ

4. เมื่อเกิดความสนใจต่อสิ่งใดแล้ว คนย่อมมีความมุ่งหมายอย่างใดอย่างหนึ่งต่อสิ่งนั้น เช่น ต้องการให้รู้มากขึ้น ต้องการทำเป็น เป็นต้น

5. คนย่อมมุ่งมั่นที่จะทำให้สำเร็จตามความมุ่งหมาย ถ้าคน ๆ นั้นมีความสนใจต่อสิ่งนั้น

ทวี ท่อแก้ว และ อบรม สินภิบาล (2517: 61) ได้อธิบายถึงลักษณะความสนใจของบุคคลดังนี้

1. ความสนใจเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นภายในบุคคล เนื่องจากถูกชักนำโดยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

2. ความสนใจของแต่ละบุคคลมีความเข้มข้นแตกต่างกัน

3. ความสนใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งย่อมเปลี่ยนแปลงได้ตามสถานการณ์

4. บุคคลย่อมมีความสนใจต่อสิ่งต่าง ๆ เป็นอย่าง ๆ ไป

5. ความสนใจอาจเป็นความรู้สึกชั่วขณะหรือตลอดไปก็ได้

นอกจากนี้ สุณีย์ ธีรดากร (2524: 154 - 155) ได้อธิบายว่าความสนใจของบุคคลมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความสนใจเป็นส่วนหนึ่งของเจตคติ แต่เป็นความรู้สึกที่แคบกว่าเจตคติ เพราะเป็นความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นอย่าง ๆ ไป เช่น สนใจการอ่านหนังสือ สนใจการฟังอภิปราย ฯลฯ

2. ความสนใจของแต่ละคนจะแตกต่างไปตามประสบการณ์

3. ความสนใจทำให้เอาใจใส่และเกิดความรู้สึกที่ดี (เจตคติ) ต่อสิ่งนั้น

4. เมื่อเกิดเจตคติที่ดีต่อสิ่งที่สนใจแล้ว จะทำให้มีความตั้งใจทำสิ่งนั้นมากขึ้น เช่น ต้องการเรียนมากขึ้น ต้องการรู้จักและสนิทสนมด้วย ต้องการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มขึ้น

5. ความสนใจทำให้เกิดความมานะพยายาม มีความอดทนทำในสิ่งที่สนใจ

6. ความสนใจของคนเราจะเปลี่ยนไปตามวัย

3. <u>องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความสนใจของเด็ก</u>

สุชา จันทน์เอม และ สุรางค์ จันทน์เอม (2518: 72 - 73) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความสนใจของเด็กดังนี้

1. ความสนใจเกิดจากความพร้อม ความต้องการ และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

2. ความสนใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นเรื่องของแต่ละบุคคลโดยเฉพาะ คนทุกคนไม่จำเป็นต้องมีความสนใจในเรื่องเดียวกัน และในระยะเวลาเดียวกัน

3. ความสนใจนั้นมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับสุขภาพของร่างกาย เด็กจะสนใจเป็นระยะเวลาสั้นหรือยาว ย่อมขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของร่างกาย

4. ความสนใจเฉพาะอย่างนั้น อาจเปลี่ยนไปตามวัย และเวลาของแต่ละบุคคล แต่แบบแผนของความสนใจค่อนข้างคงที่ ทำให้วัดความสนใจในอนาคตของคนได้

5. ความสนใจมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับสภาพทางจิตใจและเชาว์ปัญญาของเด็ก เด็กที่มีปัญญาต่ำจะสนใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่มากอย่าง และไม่สลับซับซ้อนนัก ผิดกับเด็กที่มีเชาว์ปัญญาสูง มักจะสนใจหลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกัน และเป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนมาก

6. ความสนใจมีความสัมพันธ์กันอย่างสูงกับรากฐานทางประสบการณ์ของคน บุคคลใดจะสนใจเรื่องใด จำเป็นต้องรู้เรื่องนั้นพอสมควร ถ้าเขาขาดประสบการณ์ เขาอาจจะไม่สนใจ เป็นแต่เพียงอยากรู้อยากเห็นชั่วครู่เดียวก็เลิกความสนใจไป

4. <u>ชนิดของความสนใจ</u>

ทวี ท่อแก้ว และ อบรม สินภิบาล (2517: 61 - 62) ได้แบ่งชนิดของความสนใจไว้ดังนี้

1. ความสนใจภายใน ความสนใจชนิดนี้เกิดขึ้นเองกับบุคคลตามธรรมชาติคล้ายสัญชาตญาณ รู้สึกพอใจ และสนใจคิดอยากทำ เพราะการกระทำนั้นสนองความต้องการที่บุคคลรู้สึกว่าจำเป็นจะต้องทำให้สำเร็จไป ความสนใจชนิดนี้ย่อมทำให้คนเราคิดวางโครงการอย่างรอบคอบ และก่อให้เกิดนิสัยที่ดีในการทำงาน

2. ความสนใจภายนอก ความสนใจชนิดนี้เกิดขึ้นภายหลัง โดยคิดว่าเมื่อกระทำสิ่งนั้นแล้วจะได้รับผลดีตอบแทน จึงสนใจในสิ่งนั้น สาเหตุเกิดจากหลายประการ เช่น ความกลัวสอบตก หรือกลัวถูกลงโทษ หรือความหวังว่าจะได้รับรางวัล ได้รับคำชมเชย ได้รับเกียรติหรือสิทธิพิเศษ

5. <u>สาเหตุของความสนใจ</u>

ทวี ท่อแก้ว และ อบรม สินภิบาล (2517: 61 - 62) ได้สรุปสาเหตุของความสนใจไว้ดังนี้

1. การสัมพันธ์ สิ่งใดที่ทำความพอใจให้แก่บุคคลใดหรือบุคคลนั้นเห็นประโยชน์ที่จะได้รับจากสิ่งนั้น ก็จะเกิดความสนใจและมีกำลังเข้มแข็งกล้าขึ้น เช่น นักเรียนเห็นประโยชน์ของการเรียน ก็จะเกิดความสนใจ และรักษาความสนใจนั้นไว้ตลอดไป

2. การเอาอย่าง สิ่งใดที่คนในหมู่คณะนิยมหรือสนใจ จะพลอยทำให้คนที่เข้าร่วมหมู่คณะใหม่นั้นเกิดความสนใจไปด้วย

3. ความรู้ความสามารถในการกระทำสิ่งใด ย่อมจะทำให้เกิดความสนใจขึ้นในที่สุด แม้ว่าในตอนแรกสิ่งที่กระทำนั้นจะไม่เป็นที่น่าสนใจเลย

สุชา จันทน์เอม และ สุรางค์ จันทน์เอม (2518: 75) ได้สรุปสาเหตุของความสนใจไว้ดังนี้

1. เกิดจากการเห็นคุณค่าของสิ่งนั้น
2. เกิดจากแรงจูงใจของสิ่งเร้า
3. เด็กมีความถนัดในสิ่งนั้น และมีประสบการณ์มาบ้างแล้ว
4. เป็นสิ่งที่มีความหมายต่อเด็ก
5. เป็นสิ่งที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของเด็ก
6. เป็นสิ่งแปลกใหม่สำหรับเด็ก และทำให้เด็กตื่นเต้น

ประสาร ทิพย์ธารา (2521: 98) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดความสนใจดังต่อไปนี้

1. เกิดจากการเห็นคุณค่าของสิ่งนั้น ๆ ดังนั้น ถ้าครูจะให้เด็กสนใจในบทเรียนก็ควรจะต้องชี้แจงให้เห็นความสำคัญและประโยชน์ของบทเรียนนั้น ๆ ก่อนจะเริ่มต้นสอน
2. เกิดจากแรงจูงใจของสิ่งเร้าในการเรียนการสอนนั้น ถ้าบทเรียนใดเด็กไม่สนใจ ครูอาจใช้แรงจูงใจสร้างความพอใจให้เกิดขึ้นได้
3. เป็นสิ่งที่มีความหมายต่อเด็ก ฉะนั้นครูควรจะนำเอาสิ่งที่เด็กจะนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันมาชักจูงให้เด็กเกิดความสนใจ เป็นบทเรียนต่อไปได้
4. เป็นสิ่งที่แปลกใหม่ และทำให้เด็กตื่นเต้น ครูควรเปลี่ยนกิจกรรมอยู่เสมอ กิจกรรมควรจะเป็นประสบการณ์ใหม่ของเด็ก หรือเป็นสิ่งที่น่าตื่นเต้นสนุกสนานในการเรียน
5. เป็นสิ่งที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของเด็ก
6. เป็นสิ่งที่เด็กมีความถนัดในสิ่งนั้น และมีประสบการณ์มาบ้างแล้ว

6. <u>ความแตกต่างระหว่างความสนใจของบุคคล</u>

น้อมฤดี จงพยุหะ (2519: 256-266) และนักการศึกษาอีกหลายท่านได้กล่าวถึงความสนใจของบุคคลจะแตกต่างกัน เนื่องจากสาเหตุหลายประการคือ

1. ประสบการณ์ในอดีต (Past Experiences) เด็กแต่ละคนมาจากครอบครัวที่แตกต่างกัน เด็กจึงมีประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากความสนใจเป็นผลิตผลของประสบการณ์ในอดีต ฉะนั้น เมื่อเด็กมีประสบการณ์ต่างกัน เขาย่อมมีความสนใจแตกต่างกันด้วย

2. ลักษณะทางกาย (Biological Factors) เด็กแต่ละคนมีรูปร่าง ลักษณะขนาดส่วนสูง ฯลฯ แตกต่างกันออกไปตามพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ฉะนั้น ลักษณะทางกายของนักเรียนแต่ละคน ย่อมจะเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับกิจกรรมใด กิจกรรมหนึ่ง เด็กคนหนึ่งทำกิจกรรมอย่างหนึ่งประสบผลสำเร็จด้วยดี เพราะลักษณะทางกายอำนวย แต่เด็กอีกคนหนึ่งต้องพบกับความล้มเหลว เพราะลักษณะทางกายไม่เหมาะสม

3. อายุปฏิทิน (Chronological Age) เด็กที่อยู่ในวัยต่างกัน เช่น เด็กในวัยเด็ก (6 - 12 ปี) และวัยรุ่น (13 - 19 ปี) ย่อมมีภาวะสุกสุดขีด (Maturity) แตกต่างกัน ทั้งภาวะสุกสุดขีดทายกาย ทางสมอง ทางอารมณ์ และทางสังคม ภาวะสุกสุดขีดที่แตกต่างกันตามวัยนี้ เป็นสาเหตุให้เด็กวัยต่างกันมีความสนใจในกิจกรรมที่แตกต่างกัน เช่น วัยเด็ก สนใจในการอ่านการ์ตูน และนิทาน วัยรุ่นสนใจอ่านหนังสือผจญภัย เป็นต้น เพศ (Sex) เพศหญิงเพศชายมีความสนใจแตกแตกต่างกัน ซึ่งมีอิทธิพลจากวัฒนธรรมและผู้ปกครองของเด็ก

7. <u>การวัดความสนใจ</u>

วิคเตอร์ เอช นอลล์ และ เดล พี สแกนเนล (Noll and Scannell 1972: 265 - 266) กล่าวว่า "แม้แบบวัดความสนใจจะไม่ใช่แบบวัดบุคลิกภาพโดยตรงก็ตาม แต่ความสนใจของแต่ละบุคคลจะแสดงให้ทราบถึงบุคลิกภาพของคน ๆ นั้น นอกจากนี้ ความสนใจของบุคคลยังมีความสัมพันธ์กับความสามารถ โอกาส และภูมิหลังของเขาอีกด้วย"

หลุยส์ เจ คาร์เมล และ มารีลิน โอ คาร์เมล (Karmel and Karmel 1978: 316) กล่าวว่า "การวัดความสนใจที่จะให้ผลถูกต้องที่สุดเป็นเรื่องยาก เนื่องจากความสนใจของแต่ละบุคคลแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง แต่การวัดความสนใจก็สามารถทำได้ โดยให้ผู้ถูกวัดความสนใจบอกถึงกิจกรรมหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เขาชอบหรือไม่ชอบ ซึ่งการบอกถึงสิ่งที่เขาชอบหรือไม่ชอบนี้ จะกระทำได้หลายวิธี"

มาร์วิน เพาเวล (Powell 1963: 337 - 338) ได้กล่าวว่าความสนใจสามารถวัดได้ดังนี้

1. ใช้แบบวัดความสนใจ (Interest Inventory) แบบวัดความสนใจจะประกอบด้วยข้อความชุดหนึ่งสำหรับให้แต่ละบุคคลแสดงความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบต่อข้อความต่าง ๆ เหล่านั้น

2. ใช้แบบสอบถามปลายเปิด (Open - ended Questionnaires) โดยให้ผู้ตอบมีอิสระที่จะตอบคำถามต่าง ๆ ได้ตามความรู้สึกที่แท้จริงของตน

3. ใช้การสัมภาษณ์ (Interviews) ซึ่งผู้สัมภาษณ์สามารถสังเกตเห็นพฤติกรรมของผู้ถูกสัมภาษณ์ได้

เฟดเดอริค บี เดวิส (Davis 1964: 160 - 161) ได้เสนอแนะเทคนิคสำหรับการวัดความสนใจไว้ดังนี้

1. ค้นหาสิ่งที่แต่ละบุคคลชอบทำในระยะ 2 - 3 ปีที่ผ่านมา ถ้าเขายอมสละเวลาว่างที่มีอยู่เพื่อทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยเฉพาะก็แสดงว่าเขามีความสนใจในสิ่งนั้น

2. ค้นหาว่าแต่ละบุคคลมีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ มากน้อยเพียงใด ถ้าเขามีความรู้ในเรื่องนั้นมาก ก็แสดงว่า เขาสนใจในเรื่องนั้น เพราะคนเรามักจะทำสิ่งที่ตนสนใจได้ดีกว่าสิ่งที่ไม่สนใจ

3. ให้แต่ละบุคคลแสดงความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบต่อข้อความต่าง ๆ ที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ หลุยส์ ไอ คัสแลน และ แฮริส เอ สโตน (Kuslan and Stone 1969: 64) กล่าวว่า "ความสนใจในวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้โดยการรวบรวมรายชื่อของสิ่งที่เด็กต้องการจะรู้ หรือคำถามที่เขาต้องการแสวงหาคำตอบ"

จะเห็นได้ว่ามีหลายวิธีที่จะใช้วัดความสนใจดังที่ได้กล่าวมาแล้ว และการใช้แบบวัดความสนใจก็เป็นวิธีหนึ่งที่จะใช้วัดความสนใจในวิทยาศาสตร์

ได้มีผู้สนใจสร้างแบบวัดความสนใจในวิทยาศาสตร์ในลักษณะต่าง ๆ อันดังนี้

โรเบิร์ต ซี เครก (Craig 1966: 373 - 378) ได้สร้างแบบวัดความสนใจในวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบความสนใจในวิทยาศาสตร์ระหว่างครูฝึกสอนกับนักเรียนระดับ 7 และระดับ 8 แบบวัดความสนใจในวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นจำนวน 18 ข้อ ซึ่งถามว่า นักเรียนเคยทำกิจกรรมใดหรือคิดอยากจะทำกิจกรรมใด ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ 5 สาขา ได้แก่สิ่งมีชีวิต (Living Thing) ร่างกายมนุษย์ (Human Body) โลก (The Earth) จักรวาล (The Universe) สสารและพลังงาน (Matter - Energe) กิจกรรมต่าง ๆ ที่ถามนั้น จะใช้คำถามต่อไปนี้คือ เป็นเจ้าของ (Own) ใช้ (Use) เห็น (See) มีส่วนร่วม (Take a Part) และแก้ปัญหา (Solve Problem) ตัวอย่างแบบทดสอบได้แก่

1. ท่านเคยทำอะไร?

1.1 ท่านเคยใช้สารเคมีเพื่อทำให้พืชเจริญเติบโตดีขึ้นหรือไม่?

1.2 ท่านเคยใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูเซลจากร่างกายมนุษย์หรือไม่?

1.3 ท่านเคยใช้เข็มทิศเพื่อตรวจหาทิศทางหรือไม่?

1.4 ท่านเคยใช้แผนที่ดวงดาว เพื่อหาตำแหน่งดวงดาวหรือไม่?

1.5 ท่านเคยใช้ตะปู หรือลวดมาทำแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่?

2. ท่านคิดอยากจะใช้อะไร?

2.1 ท่านอยากจะใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ กับพืชเพื่อดูว่ามีอะไรเกิดขึ้นกับพืชหรือไม่?

2.2 ท่านอยากจะใช้เครื่องมือวัดคลื่นสมองของท่านหรือไม่?

2.3 ท่านอยากจะใช้เครื่องไกรเกอร์เคาร์เตอร์เพื่อตรวจหาธาตุยูเรเนียมหรือไม่?

2.4 ท่านอยากจะใช้เครื่องมือเพื่อช่วยในการสังเกตหรือไม่?

2.5 ท่านอยากจะใช้วิทยุซึ่งท่านสามารถพูดกับตัวเองได้หรือไม่?

เฮอเบิร์ต เจ วอลเบิร์ต (Walbert 1967: 111 - 116) ได้สร้างแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่กำลังเรียนวิชาฟิสิกส์ แบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเป็นข้อความต่าง ๆ ซึ่งอธิบายถึงการมีบทบาทในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ แล้วให้นักเรียนตอบว่า มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นมากน้อยเพียงไร ซึ่งมี 5 ระดับ กิจกรรมต่าง ๆ มี 5 ด้านคือ การศึกษา ธรรมชาติวิทยา การปรับปรุงหรือซ่อมแซม จักรวาล ชีวิตประยุกต์ ตัวอย่างข้อความในแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ได้แก่

1. มีส่วนร่วมในการอธิบายเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน เพราะฉันสนใจ

2. ถามคำถามในชั้นเรียน เพราะฉันสนใจ

3. ไปเที่ยวสวนดอกไม้หรือเรือนเพาะชำ เพราะว่าฉันสนใจ

4. ไปเที่ยวสวนสัตว์ เพราะว่าฉันชอบ

5. ซ่อมตะเกียงไฟฟ้า และสายเสียบไฟฟ้า เพราะว่าฉันสนใจ

6. คิดปัญหาเกี่ยวกับโลก ดวงอาทิตย์ ดวงดาว หรือสิ่งที่มีชีวิต ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร

7. พยายามค้นหาเกี่ยวกับการท่องเที่ยวไปในอวกาศ

8. พยายามค้นหาเกี่ยวกับชีวประวัติของนักวิทยาศาสตร์

เรย์ เจอาร์ สกินเนอร์ และ โรเบิร์ต เอส บาร์ซิโคว์สกี (Skinner and Barcikowski 1973: 153 - 158) ได้สร้างแบบวัดความสนใจในวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นข้อความเกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ในด้านวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยาศาสตร์กายภาพ ชีววิทยา และธรณีวิทยา โดยมีจำนวนของข้อความในแต่ละด้านไม่เท่ากัน ข้อความที่เกี่ยวกับกิจกรรมในด้าน ธรณีวิทยา และ วิทยาศาสตร์กายภาพ จะเป็นกิจกรรมในลักษณะของการสะสม การทดสอบ การซ่อมแซม ส่วนข้อความที่เกี่ยวกับกิจกรรมในด้านชีววิทยา จะเป็นกิจกรรมในลักษณะ การอ่าน การเขียน การชม การคิด ตัวอย่างข้อความในแบบวัดได้แก่

1. อ่านหนังสือพิมพ์เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

2. ไปเที่ยวร้านขายสัตว์ เพื่อดูนก ปลา และสัตว์อื่น ๆ

3. จ่ายเงินเพื่อซื้อตัวอย่าง ฟอสซิล หิน และแร่

4. พยายามจะบอกสภาพอากาศโดยอาศัย เมฆ และอากาศ

5. วาดลักษณะของโลก ดาวเคราะห์ และดวงจันทร์

6. อ่านวิธีใช้สารเคมีภายในบ้าน

7. คิดเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดของสิ่งมีชีวิต

8. ทำงานเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมหินและแร่

9. วาดภาพกลุ่มดาวต่าง ๆ

10. พยายามทำงานเกี่ยวกับการประดิษฐ์คิดค้น

11. อ่านชีวประวัติของนักวิทยาศาสตร์

12. ดูทีวีรายการวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับชีวิตสัตว์ป่า

13. สังเกตดอกไม้และเฝ้าดูพืชเจริญเติบโต

14. ใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูส่วนต่าง ๆ ของพืชและสัตว์

15. อ่านเรื่องราวเกี่ยวกับการประดิษฐ์คิดค้น

016049

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสนใจในวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

พัชรา เรืองรัศมี (2523: 53) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจในวิทยาศาสตร์. ตัวอย่างประชากรที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 360 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของ สสวท. และแบบทดสอบความสนใจในวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดทั้งสองมาหาความสัมพันธ์ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ เพียร์สัน ผลการวิจัย ปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจในวิทยาศาสตร์ ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จันทร์พร วงศ์สถิรยา (2527: 42 - 45) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยองค์ประกอบคัดสรรที่เป็นลักษณะของนักเรียน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2526 จำนวน 429 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบความสนใจในวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แบบสำรวจนิสัยในการเรียนและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณโดยวิธีเพิ่มตัวแปรเป็นขั้น ๆ (Stepwise Multiple Regression Analysis) แบบฟอร์เวอร์ด อินคลูชัน (Forward Inclusion) ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. ความสนใจในวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. เจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3. นิสัยทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

4. ความสนใจในวิทยาศาสตร์ เจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์และนิสัยทางการเรียน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสามารถร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ

4.114 โดยมีสมการทำนายในรูปคะแนนดิบและในรูปคะแนนมาตรฐาน เป็นดังนี้

$$Y\hat{c} = 8.336544 + 0.03947326\ X_3 + 0.01238921\ X_2 - 0.001 - 0.00161598\ X_1$$

$$Z\hat{c} = 0.21487\ Z_3 + 0.02540\ Z_2 + 0.009782\ Z_1$$

5. ตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดีคือ นิสัยในการเรียน โดยมีสมการทำนายในรูปคะแนนดิบและในรูปคะแนนมาตรฐาน เป็นดังนี้

$$Y\hat{c} = 7.610065 + 0.03691402\ X_3$$

$$Z\hat{c} = 0.20094\ Z_3$$

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากต่างประเทศ

เอดเวอร์ด แฟรงเกล (Frankel 1960: 281 - 289) ได้ทำการศึกษาหาสาเหตุที่ทำให้นักเรียนชายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับนักเรียนชายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีความสามารถทางวิชาการแตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีระดับสติปัญญาเท่ากัน ตัวอย่างประชากรที่ใช้เป็นนักเรียนชายปีสุดท้ายของโรงเรียนมัธยมตอนปลายจำนวน 50 คู่ แต่ละคู่ประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ อย่างละ 1 คน และนักเรียนแต่ละคู่จะมีระดับสติปัญญา คะแนนสอบเข้าศึกษาต่อและอายุเท่ากัน ผลการวิจัยพบว่า ความสนใจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถทางวิชาการแตกต่างกัน โดยนักเรียนรายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ขณะที่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีความสนใจเกี่ยวกับเครื่องจักรกลและศิลปะ

โจเซฟ จอห์น โบรแกน (Brogan 1971: 2502 -A) ได้ศึกษาแบบการสอนที่มีผลต่อเจตคติของนักเรียนต่อพฤติกรรมการสอนของครูต่อความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในลองไอร์แลนด์ 4 แห่ง เป็นนักเรียนชีววิทยา 10 ห้อง เคมี 10 ห้อง รวม 398 คน ผู้วิจัยกำหนดให้ครูเคมี 2 คน และครูชีววิทยา 3 คน ทำการสอนโดยใช้อิทธิพลทางอ้อมห้องหนึ่งและใช้อิทธิพลทางตรงห้องหนึ่ง ส่วนครูที่เหลืออีก 11 คนสอนปกติ และบันทึกเทปขณะที่มีการสอนทุกห้อง ๆ ละ 6 ครั้ง บันทึก 2 สัปดาห์ต่อ 1 ครั้ง แล้วทำการวิเคราะห์พฤติกรรมการสอนตามวิธีของแฟลนเดอร์หลังจากเสร็จสิ้นการสอนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบ 2 ฉบับคือ

The Read Science Activity Inventory เพื่อวัดความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการสอนของครู ส่วนแบบทดสอบ The State Regents Examination ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า

1. การใช้อิทธิพลทางอ้อมในการเรียนการสอน มีสหสัมพันธ์กับความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์สูง

2. นักเรียนชีววิทยาให้ความเห็นว่า ครูชีววิทยาใช้การกระตุ้นให้อยากเรียนมากกว่านักเรียนเคมีมีความคิดต่อครูเคมี

3. ในระดับชั้นสูง ๆ คะแนนจากแบบทดสอบเจตคติต่อครูวิทยาศาสตร์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าคงที่

4. นักเรียนชายมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิงในทุกระดับชั้น

5. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก ได้คะแนนแบบทดสอบวัดเจตคติของนักเรียนต่อพฤติกรรมการสอนของครู และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง

6. นักเรียนที่ไม่ได้เลือกวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอกมีความเห็นว่า ครูไม่ให้ความอบอุ่น ไม่ใคร่กระตุ้นให้อยากเรียน และคิดว่าครูชอบใช้คำสั่งเสมอ ๆ

ชาร์ล เวสเลย์ โลวิ (Lowe 1972: 2195 - A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ระดับเกรด 10 และ 11 จำนวน 414 คน ผลการศึกษาพบว่า ความสนใจในวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

คาโรลิน ไวท์เฮด ลินเซย์ (Lindsay 1974 : 7068 - A) ได้ศึกษาผลการสอนโดยวิธีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student - Centered) วิธีตามหลักสูตรวิชาเคมี (Chem Study) และวิธีครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher - centered) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสนใจในวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่เรียนเคมีในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 76 คน ผลการศึกษาพบว่า การสอนโดยวิธีนักเรียนเป็นศูนย์กลางจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ครูสอนโดยวิธีตามหลักสูตรวิชาเคมี (Chem Study) และวิธีครูเป็นศูนย์กลางและเพศของนักเรียนไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เมื่อความสนใจในวิทยาศาสตร์ หรือความคิดสร้างสรรค์เปลี่ยนแปลง

<u>ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์</u>

รายละเอียดเรื่อง ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์
2. ลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์
3. ความเข้าใจลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์
4. ประเภทของความรู้วิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์

1. <u>ความหมายของวิทยาศาสตร์</u>

บรรดานักการศึกษาวิทยาศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ ได้ให้ความหมายของคำว่าวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ไพเราะ ทิพยทัศน์ (2525: 200) กล่าวว่า "คำว่าวิทยาศาสตร์ เป็นศัพท์บัญญัติแทนคำว่า Science ในภาษาอังกฤษ คำนี้เกิดขึ้นในภาษาไทยราวปี พ.ศ.2459"

นิคา สะเพียรชัย และคณะ (2523: 3) กล่าวว่า "Science" มีต้นกำเนิดมาจากภาษาลาตินว่า Scientia หมายถึง ความรู้ทั่ว ๆ ไป

จำนง พรายแย้มแข (2514: 6) ได้วิเคราะห์ว่าความหมายของวิทยาศาสตร์มีหลักสำคัญ 3 ประการคือ

1. การรวบรวมและการเรียนรู้ปรากฏการณ์ของธรรมชาติอย่างมีระเบียบ (Systematized Learning)

2. การค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

สุวัฒก์ นิยมค้า 2517: 11) ได้กล่าวถึงวิทยาศาสตร์ว่า "วิทยาศาสตร์ที่แท้จริงเป็นทั้งตัวความรู้และกระบวนการที่ได้ความรู้นั้นมาโดยไม่แยกจากกัน . . ."

มังกร ทองสุขดี (2521: 6) ได้กล่าวไว้ว่า "วิทยาศาสตร์ หมายถึงการจัดระบบแห่งความรู้ในแนวทางที่จะต้องศึกษาค้นคว้ามาจากสิ่งที่ซ่อนเร้นในธรรมชาติ"

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525: 11) ได้กล่าวไว้ว่า มีผู้ให้คำนิยามที่เน้นลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ไว้ต่าง ๆ กัน ไม่มีคำนิยามใดที่ให้ความหมายโดยสมบูรณ์ แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าพิจารณาให้ดีแล้วจะเห็นว่า มีแกนของแนวความคิดที่ร่วมกันอยู่ กล่าวคือ

1. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ตรงกับปรากฏการณ์ตามธรรมชาติและการรวบรวมข้อมูล

2. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการจัดกระทำ (Organization) และตีความหมาย (Interpretation) ของข้อมูลที่รวบรวมได้โดยวิธีการทางตรรกศาสตร์

3. วิทยาศาสตร์มีลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ เพราะวิทยาศาสตร์พยายามที่จะอธิบายและขยายขอบเขตของประสบการณ์มนุษย์ให้ลึกซึ้งกว่าสิ่งที่รับรู้จากประสาทสัมผัสโดยตรง ทั้งนี้เพื่อทำความเข้าใจต่อสิ่งแวดล้อมทั้งปวง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 5) ได้กล่าวถึงความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

"วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความหมายว่า ที่เรียกว่า วิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่ตัวความรู้วิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ยังประกอบด้วยกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งทำให้ได้ความรู้นั้น ๆ อีกด้วย"

ประชุมสุข อาชวอำรุง (2525: 66) ได้ให้คำนิยามคำว่า "วิทยาศาสตร์" ไว้ว่า "วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติแวดล้อม

ที่ทำให้เห็นประจักษ์ได้ วิธีการควบคุมและการทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ"

พจนานุกรม เวบส์เตอร์ นิวเวิลร์ดของภาษาอเมริกัน (Webster's New World of American Language) ของ โนอา เวบส์เตอร์ (Webster 1954: 1305) ได้ให้ความหมายของ "วิทยาศาสตร์" ไว้ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์คือ สภาพข้อเท็จจริงของความรู้

2. วิทยาศาสตร์คือ ความรู้ที่เป็นระบบซึ่งได้จากการสังเกต ศึกษา และทดลอง เพื่อให้ได้ธรรมชาติหรือหลักเกณฑ์ของสิ่งที่ทำการศึกษาสิ่งนั้น ๆ

3. วิทยาศาสตร์คือ สาขาหนึ่งของวิทยาการหรือการศึกษา โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับการสร้างและจัดระบบของข้อเท็จจริง หลักเกณฑ์และวิธีการซึ่งมีการตั้งสมมติฐานและทดสอบโดยการทดลอง

สารานุกรมของโคลัมเบีย (The Columbia Encyclopedia 1965: 1910) ได้ให้ความหมายของคำว่าวิทยาศาสตร์ ดังนี้ "วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่สะสมไว้และจัดไว้อย่างมีระบบ ความรู้นี้ได้มาจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เจริญก้าวหน้านั้นไม่เพียงแต่จะได้ศึกษาการสะสมความรู้ไว้เท่านั้น แต่จะมีการใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย"

อาร์เธอร์ เอ คาริน (Carin 1970: 13) ได้นำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไปรวมเป็นคำใหม่ เรียกว่า "กระบวนการทางวิทยาศาสตร์" และได้เรียบเรียงนิยามของวิทยาศาสตร์เสียใหม่ว่า "วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้ผ่านการทดสอบยืนยันมาแล้ว และได้สะสมไว้อย่างมีระบบ รวมทั้งกระบวนการที่ใช้ไปในการค้นหาความรู้นั้นมาอีกด้วย"

จอห์น ดับบลิว เรนเนอร์ (Renner 1973: 2 - 3) ได้รวบรวมคำนิยามของวิทยาศาสตร์จากนักวิทยาศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

"วัตถุประสงค์ของวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างขอบข่ายประสานสัมพันธ์ของมวลประสบการณ์และจัดให้เข้าระบบทางตรรกศาสตร์" (Albert Einstein)

"งานของวิทยาศาสตร์ มุ่งที่จะขยายขอบข่ายและลดลำดับขั้นตอนของประสบการณ์ของเราเอง (Niels Bohr)

"วิทยาศาสตร์สอนให้คนรู้คุณค่าของการคิดตามเหตุและผล ความสำคัญของเสรีภาพความคิดและผลดีจากข้อสงสัยในความจริงของสิ่งทั้งปวงที่อธิบายไว้แล้ว" (Richard P. Feynman)

"วิทยาศาสตร์คือความพยายามของมนุษย์ที่จะอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติ" Duane Rollers)

"วิทยาศาสตร์คือการสำรวจและการแปลความหมายของเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ และในร่างกายของเราเอง" (Willard Jacobson)

นาเรนเดอรา ไวยดยา (Vaidya 1974: 38) ได้รวบรวมความหมายของคำว่า "วิทยาศาสตร์" ของผู้ที่เกี่ยวข้องกับวงการศึกษาวิทยาศาสตร์หลาย ๆ คนไว้ด้วยกัน เช่นของ เอฟ ฟินซ์แพททริก (F. Fitzpatrich)

> วิทยาศาสตร์เป็นชุดลำดับของการสังเกตทางประสบการณ์ที่รวมเป็นกลุ่มและไม่รู้จบชุดลำดับนี้เป็นผลจากการสร้างมโนมติและทฤษฎีต่าง ๆ ซึ่งทั้งมโนมติและทฤษฎีมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงการสังเกตทางประสบการณ์ต่อไปข้างหน้า วิทยาศาสตร์และทั้งระบบแห่งความรู้และกระบวนการของการได้มาซึ่งความรู้และทำให้ได้ความรู้ดีขึ้น

นอกจากนี้ เดวิด อี ซีคานสกี (Czekanski 1974: 23) กล่าวว่า "วิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดเนื้อหาวิชาความรู้อย่างมีระบบ และหมายถึง กระบวนการหรือแนวทางที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยใช้คำถาม การทดลอง การสังเกต การวัด การสรุปและการสื่อความหมาย"

จากแนวคิดต่าง ๆ ของบุคคลดังกล่าว สามารถสรุปความหมายของวิทยาศาสตร์ได้ว่า "วิทยาศาสตร์คือ ความรู้ที่เป็นระบบ ซึ่งได้ศึกษาค้นคว้าจากปรากฏการณ์และสิ่งที่ซ่อนเร้นในธรรมชาติ โดยอาศัยกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

2. <u>ลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์</u>

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของนักปรัชญาและนักการศึกษาวิทยาศาสตร์มีลักษณะและขอบเขตดังต่อไปนี้คือ

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517: 14) กล่าวว่า "วิทยาศาสตร์ต่างกับศิลปที่ว่า ความรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีความถูกต้องในตัวของมันเองไม่มีข้อโต้แย้งได้ มีความเป็นปรนัยอยู่ในตัว ส่วนศิลปนั้นมีความซับซ้อนอยู่ในตัวมาก หากฎเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัวไม่ได้ และธรรมชาติของความรู้ก็มีลักษณะเป็นอัตนัยในตัวของมันเอง"

ธีระชัย ปูรณโชติ (2517: 43) กล่าวว่า "วิทยาศาสตร์มีลักษณะของความน่าจะเป็นไปได้ ไม่ใช่ความแน่นอนคงที่เสมอไป (Certainty)"

สุจิต บุญปก (2519: 27) เสนอความคิดคล้ายกับ ธีระชัย ปูรณโชติ ว่า

> คำอธิบายหรือกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่สิ่งที่คงที่ตายตัวหรือเป็นจริงอยู่เช่นนั้นตลอดไป อาจเปลี่ยนแปลงได้ เราถือว่าเป็นจริงอยู่ในขณะหนึ่งขณะใด เนื่องจากมีประจักษ์พยานเท่าที่ค้นพบหรือหาได้ในขณะนั้นสนับสนุนอยู่ แต่ถ้าหากเมื่อใดมีการทดลองพบหลักฐานใหม่ ๆ ซึ่งคัดค้านของเก่าและมีเหตุผลดีกว่า หฤษฎีหรือกฎเกณฑ์นั้น ๆ จะต้องเปลี่ยนไป

นิดา สะเพียรชัย (2520: 4) กล่าวถึงลักษณะของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

> 1. วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยวิธีเสาะแสวงหาความรู้ (Mode of Inquiry)
>
> 2. วิธีการเสาะแสวงหาความรู้นี้นำมาซึ่งความรู้ใหม่ ๆ และการขยายขอบเขตของความรู้ นำมาซึ่งหลักเกณฑ์ และเกิดเป็นโครงสร้างที่มองเห็นความสัมพันธ์ของความรู้
>
> 3. ความรู้นี้ครอบคลุมสิ่งแวดล้อม และทำให้มีการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ฉะนั้นวิทยาศาสตร์จึงเป็นแรงผลักดันทางสังคม หรืออิทธิพลทางสังคม และส่วนสำคัญของวัฒนธรรม . . .

และได้กล่าวเพิ่มเติมเกี่ยวกับขอบเขตของวิทยาศาสตร์อีก

> . . . ปัจจุบันนี้เราทราบดีว่าวิทยาศาสตร์เป็นขอบเขตจำกัด หากพูดกันตามหลักปรัชญาแล้ว จะเห็นว่าในวิธีการอนุมานนั้นมีข้อผิดพลาดปนอยู่ และวิธีอนุมานก็เป็นกิจกรรมที่สำคัญในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การตั้งทฤษฎีหรือกฎต่าง ๆ การสังเกตของมนุษย์ที่ใช้ประสาททั้ง 5 ก็มีขอบเขตจำกัดและมีข้อผิดพลาด การใช้เครื่องมือวัดก็มีข้อผิดพลาด ไม่ว่าเครื่องมือนั้นจะดีปานใด ฉะนั้นความเข้าใจธรรมชาติจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นเพียงความเข้าใจบางส่วน ไม่ใช่ความจริงที่สมบูรณ์

วิทย์ วิศทเวทย์ (2520: 116 - 118) กล่าวถึงลักษณะความสำคัญของวิทยาศาสตร์ไว้ ซึ่งสรุปความได้ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ได้จากประสบการณ์และทดสอบด้วยประสบการณ์ วิทยาศาสตร์ใช้ประสาทสัมผัสสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น แล้วตั้งสมมติฐานอธิบายปรากฏการณ์เหล่านั้น สังเกตปรากฏการณ์ประเภทเดียวกันเพื่อทดสอบสมมติฐาน และเมื่อได้รับการยืนยันก็ตั้งเป็นกฎ ทั้งหมดนี้มีประสบการณ์เป็นหัวใจ ประสบการณ์ในที่นี้หมายถึง ประสาทสัมผัสทั้ง 5

2. วิทยาศาสตร์ต้องเป็นสาธารณะ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการค้นพบจะต้องแสดงหรือทดลองให้ทุกคนเห็นได้เหมือนกัน ผู้ที่อยู่ในสภาพพร้อม สามารถจะรับรู้หรือเห็นอย่างเดียวกับผู้ที่ค้นพบได้

3. วิทยาศาสตร์ต้องมีลักษณะสากล วิทยาศาสตร์พยายามที่จะขยายความรู้ให้เป็นสากลมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ความรู้ที่เกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดโดยเฉพาะเจาะจง ไม่มีความหมายอะไร เป็นแต่เพียงข้อมูลเท่านั้น

4. วิทยาศาสตร์ต้องช่วยในการคาดหมายอนาคต ความเป็นสากลหรือลักษณะที่ใช้ได้ทั่ว ๆ ไปของวิทยาศาสตร์ ทำให้เราคาดหมายสิ่งที่จะเกิดในอนาคตได้ ความเป็นวิทยาศาสตร์ของความรู้ใดก็ตาม จะมากหรือน้อยขึ้นกับเงื่อนไขและสภาพที่ปรากฏในปัจจุบัน เราทำนายได้แม่นยำเพียงใดว่า สิ่งใดสิ่งหนึ่งจะกลายสภาพเป็นอะไรในอนาคต หรืออยู่ตรงที่ว่าเราจะบอกได้แม่นยำเพียงใดว่าถ้าเราต้องการให้อะไรอย่างหนึ่งเกิดขึ้น จะต้องสร้างเงื่อนไขอะไรให้แก่มัน

มังกร ทองสุขดี (2521: 3 - 9) กล่าวถึงลักษณะของวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการตอบปัญหาที่มีระบบ นักวิทยาศาสตร์มักใช้คำว่าอย่างไรและทำไม เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ใหม่ ๆ อันเกี่ยวเนื่องระหว่างความสัมพันธ์และทัศนคติของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยทำให้มนุษย์มีความนึกคิดอีกด้วย

2. วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการรวบรวมและจัดระเบียบแห่งความรู้ นักวิทยาศาสตร์จะพยายามสร้างแบบจำลองของความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติ และข้อเท็จจริงที่สังเกตได้โดยผ่านการสอบสวนและการทดสอบเป็นขั้นตอน แล้วนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบ

ปรากฏการณ์ธรรมชาติอื่น ๆ เพื่อต้องการทำการพยากรณ์โดยการใช้เหตุผลทางครรกวิทยา ถ้าปรากฏว่าข้อเท็จจริงใหม่ ๆ ที่ได้จากการทดลองขัดแย้งกับสิ่งที่ได้พยากรณ์ไว้แสดงว่าแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนแต่ถ้าข้อเท็จจริงใหม่สอดคล้องกับสิ่งที่ได้พยากรณ์ไว้แสดงว่าแบบจำลองให้ความรู้ใหม่ที่ได้รับการสนับสนุนเพิ่มขึ้น

3. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เมื่อทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในอดีตที่ผ่านมายังไม่เป็นสากลที่จะถือเป็นข้อยุติในความถูกต้อง จึงทำให้นักวิทยาศาสตร์ในยุคต่อมาทำการค้นคว้าทดลองวิจัยจึงมีผลทำให้เกิดความเจริญก้าวหน้าในทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ

4. ความรู้แห่งธรรมชาติ ที่ได้มานั้นจะต้องเป็นสิ่งที่มนุษย์ใช้ศักยภาพ (Potential) แห่งตนบังคับ และควบคุมได้ นักวิทยาศาสตร์ปัจจุบันจึงพยายามทำการศึกษาวกฎเกณฑ์ทางการจัดระบบของธรรมชาติและพยายามหาวิธีการต่าง ๆ ที่นำผลของการศึกษาค้นคว้าไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

5. วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนรากฐานของการเปลี่ยนแปลงความคิดที่มีต่อสังคม โดยที่วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ค้นหาความรู้โดยอาศัยเหตุผล การทดลองและจินตนาการจึงเป็นวิชาที่สำคัญต่อสังคมในระบบประชาธิปไตย เพราะช่วยฝึกคนให้รับฟังความคิดของผู้อื่นออกเสียงเพื่อแสดงความคิดเห็น ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีและมีประโยชน์ต่อสังคม

6. จริยธรรมของวิทยาศาสตร์ คำว่า ความรู้นั้น ตัวความรู้มีลักษณะเป็นกลาง เพราะอยู่ในรูปข้อเท็จจริงที่ปราศจากชีวิตจิตใจ แต่วิธีการที่จะได้ความรู้มานั้นจะต้องอาศัยความร่วมมือ ความซื่อสัตย์ ความมีคุณงามความดี และคุณธรรมอื่น ๆ ของนักวิทยาศาสตร์ที่จะร่วมมือกันทำงาน ดังนั้นความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมา จะต้องเป็นความรู้ที่เกิดจากความคิดที่ผ่านมา การทดสอบเป็นขั้นตอนมาแล้ว เป็นข้อเท็จจริงที่สามารถเรียนรู้ได้และมีความถูกต้องมากที่สุด อีกทั้งต้องเป็นข้อเท็จจริงที่ไม่มีการบังคับให้ยอมรับรู้ด้วยวิธีการใด ๆ

7. ความสัมฤทธิ์ผลของผลงานที่นักวิทยาศาสตร์ได้กระทำนั้น ช่วยปรับปรุงสภาพของความเป็นอยู่ทั้งทางด้านวัตถุนิยม (Materialism) สภาวะทางด้านสังคมนิยม (Socialism) และสวัสดิการแห่งสังคมให้เจริญก้าวหน้าไปอย่างกว้างขวาง

นอกจากนี้แล้ว มังกร ทองสุขดี (2522: 26) ได้กล่าวถึงลักษณะของวิทยาศาสตร์ไว้อีกว่า ความรู้ใด ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นสิ่งที่

1. ทดสอบได้ (Testability)
2. มีความเชื่อถือได้ (Definition and Precision)

3. มีคำจำกัดความและความเที่ยงตรงที่แน่นอน (Definition and Precision)

4. มีระบบโครงสร้างที่แน่นอน (Systematic Structure)

5. สามารถทำความเข้าใจได้ (Comprehensiveness)

สุนันท์ สังข์อ่อง (2524: 272 - 273) สรุปลักษณะของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงจุดมุ่งหมายพื้นฐานอย่างหนึ่งของวิทยาศาสตร์ แต่เพียงการรวบรวมข้อมูลอย่างเดียวไม่อาจเรียกได้ว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยความคิดและเหตุผลอื่น ๆ ประกอบด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการทดลอง สังเกตและกระทำอย่างจงใจ มีจุดมุ่งหมายเพื่อมุ่งหาความจริง

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงบางอย่างเท่านั้นที่อธิบายได้อย่างแจ่มชัดแน่นอน ยังมีอีกหลายสิ่งหลายอย่างที่ไม่อาจอธิบายได้แน่นอน และความจริงบางอย่างอาจอธิบายได้เพียงแต่คำพูดเท่านั้น แต่ความจริงบางอย่างก็ยังไม่สามารถอธิบายได้

3. ความจริงทางวิทยาศาสตร์ไม่เป็นของแท้แน่นอนตายตัวหรือเที่ยงตรงตลอดไป เนื่องจากความจริงที่ได้มานั้น ต้องอาศัยการตีความ และการทำความเข้าใจในธรรมชาติเมื่อได้ข้อมูลมาใหม่ การตีความหรือความเข้าใจใหม่ ๆ ก็เกิดขึ้นได้เสมอ

4. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมนุษย์ยังไม่อาจจะอธิบายทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดขึ้นในธรรมชาติได้ทั้งหมด

5. ส่วนหนึ่งของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกิดมาจากความต้องการของมนุษย์และสังคม แท้ที่จริงแล้วนักวิทยาศาสตร์ทุกคนมุ่งแสวงหาความรู้เพราะเหตุที่เขาเกิดแรงขับ และต้องการทำความเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ มากกว่าจะนึกถึงผลประโยชน์ที่จะได้จากความรู้ที่แสวงหามาได้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 6 - 8) ได้อธิบายไว้ในหนังสือชีววิทยา เล่ม 1 ว่า

แท้จริงแล้ววิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เกี่ยวกับหลักปรัชญาแนวความคิด และเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ การสร้างแนวความคิดที่จะหาคำตอบของการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ มีการทดลองเพื่อพิสูจน์แนวความคิดหรือสมมติฐาน หรือทฤษฎีที่ได้คิดยกขึ้นมาอธิบาย เขาอาจกล่าวถึงวิทยาศาสตร์ใน 2 ประเด็นคือ

1. วิทยาศาสตร์เป็นแหล่งรวมแห่งความรู้ที่มนุษย์บางกลุ่มได้ขวนขวายหามาและแสดงให้เห็นถึงความมีระเบียบหรือความไม่มีระเบียบของธรรมชาติแล้วแต่กรณี

2. วิทยาศาสตร์เป็นวิธีการของผู้อยากรู้อยากเห็นและพยายามขวนขวายหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการจะทราบจากการตั้งคำถาม เช่น ทำไมถึงเป็นเช่นนี้ เพราะอะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร

ยงยุทธ ยุทธวงศ์ และคณะ (2525: คำนำ) ได้กล่าวถึงลักษณะของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ลักษณะที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ คือความมีเอกภาพนั่นคือ หลักการของวิทยาศาสตร์ไม่ว่าสาขาใดก็ตาม จะเป็นจริงเสมอและสามารถนำมาใช้ได้กับวิทยาศาสตร์สาขาอื่นทั้งหมด ไม่เฉพาะแต่เพียงสาขาเดียวเท่านั้น ในสมัยกรีกโบราณ เมื่อวิทยาศาสตร์เริ่มมีกำเนิดขึ้นอย่างจริงจังนั้น วิทยาศาสตร์ก็คือการศึกษาธรรมชาติทั้งหมด ต่อมาเมื่อความรู้เรื่องธรรมชาติมากขึ้นก็เกิดความจำเป็นที่นักวิทยาศาสตร์ต้องเลือกศึกษาเฉพาะส่วน สาขาวิชาต่าง ๆจึงเกิดขึ้นมา คือวิทยาศาสตร์กายภาพและวิทยาศาสตร์ชีวภาพ การจำแนกนี้ก็เพื่อความสะดวกเท่านั้น ที่จริงแล้ว หลักการต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์กายภาพก็เป็นหลักการของธรรมชาติ ซึ่งโลกของสิ่งมีชีวิตต้องยึดถือเช่น เอกภาพของวิทยาศาสตร์นับวันจะเด่นชัดขึ้นเรื่อย ๆ ในเมื่อได้เห็นซ้ำแล้วซ้ำเล่า ในทุกระดับว่าหลักการของเคมีและฟิสิกส์นั้นเป็นหลักการของวิทยาศาสตร์ชีวภาพเช่นกัน

จอห์น จี เคเมนี (Kemeny 1959: 85 - 183) นักปรัชญาวิทยาศาสตร์ได้กล่าวไว้ว่า "ลักษณะที่สำคัญที่สุดของวิทยาศาสตร์ก็คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เราบอกได้ว่า อะไรเป็นวิทยาศาสตร์ ได้โดยดูจากวิธีการหาความรู้ของวิชานั้น ไม่ใช่ดูจากเนื้อหาวิชา"

เฟดเดอริก แอล ฟิทซ์แพททริก (Fitzpatrick 1960: 7) ได้กล่าวถึงขอบข่ายของวิทยาศาสตร์ว่า "วิทยาศาสตร์ เป็นทั้งความรู้วิชาการ กระบวนการหาความรู้ และการปรับปรุงความรู้ที่มีอยู่ให้ถูกต้องดียิ่งขึ้น คุณลักษณะที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ก็คือความไม่หยุดนิ่ง"

เจอร์รัลด์ เอส เครก (Craig 1966: 48) ได้ให้ความเห็นไว้ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรม หรือขอบเขตที่มีการเคลื่อนที่ นักวิทยาศาสตร์มีความต้องการอยู่เสมอที่จะทำการสังเกตสิ่งใหม่ ๆ ทำการทดลองซ้ำ ๆ เพื่อพิจารณาข้อเท็จจริงใหม่ ๆ และทำการคัดค้านข้อสรุปในระยะต้น ๆ
2. วิทยาศาสตร์ยังห่างไกลจากเรื่องราวที่จะสำเร็จเสร็จสิ้นไปได้ ขอบเขตของวิทยาศาสตร์ทั้งหมดจะเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาที่ต่อเนื่องกันไป ความรู้ใหม่จะได้รับการเพิ่มเติม ความรู้เก่าจะได้รับการตรวจทาน ความรู้ต่าง ๆ มีการพัฒนาอยู่เสมอ จากการสืบเสาะหาความรู้เครื่องมือใหม่ ๆ จะช่วยขยายขอบเขตในการสังเกตและประสบการณ์ของมนุษย์ไปสู่ขอบเขตการศึกษาใหม่ ๆ

จอห์น ดับบลิว เรนเนอร์ (Renner 1973: 3 - 4) แบ่งแยกลักษณะของวิทยาศาสตร์เป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเป็นแหล่งของคำอธิบายต่าง ๆ เกี่ยวกับปรากฏการณ์ในธรรมชาติที่ไม่หยุดนิ่ง ซึ่งได้รับการสนับสนุนและยอมรับโดยทั่ว ๆ ไปในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นคำอธิบายหรือรูปจำลองที่มีเหตุผลมากที่สุดหรือดีที่สุดเกี่ยวกับธรรมชาติ ส่วนอีกด้านหนึ่ง วิทยาศาสตร์เป็นการทดสอบแก้ไขและสำรวจ รูปจำลอง หรือคำอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติ

ที่ได้รับการยอมรับโดยทั่ว ๆ ไป หรือเป็นการค้นคว้าหารูปจำลองรวมทั้งคำอธิบายใหม่ ๆ

เฮอร์เบิร์ท ดี แธ (Their 1973: 2 - 3) แสดงทัศนะและแนวความคิดเกี่ยวกับลักษณะของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

1. ลักษณะของวิทยาศาสตร์จะไม่หยุดนิ่ง ลักษณะนี้จะแสดงออกได้โดยเข้าใกล้ประวัติความเป็นมา หรือเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ในวิชาชีพโดยตรง

2. วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งหนึ่งที่ไม่เคยจบสิ้น เป็นการสร้างโครงร่างของความคิดใหม่ ๆ ที่ต่อเนื่องกันไปโดยผ่านการทดลองและการวิเคราะห์สภาพแวดล้อม

วิคเตอร์ เอ็ม โชวอลเตอร์ (Showalter 1974: 1 - 8) ได้แยกองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนของลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เป็นความจริงชั่วคราว (Tentative) ความรู้วิทยาศาสตร์จะต้องเปลี่ยนไปตลอดเวลาไม่มีอะไรเป็นอมตะสำหรับวิทยาศาสตร์

2. เป็นสาธารณะ (Public) เนื่องจากวิทยาศาสตร์อาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตซึ่งเป็นสิ่งที่ใคร ๆ ก็สังเกตได้ บุคคลที่พบเห็นสภาพการณ์คล้าย ๆ กัน ก็ควรจะได้ข้อสรุปคล้าย ๆ กัน

3. สามารถกระทำซ้ำได้ (Replicate) ผลการทดลองครั้งหนึ่งนั้นสามารถจะทำให้เกิดขึ้นใหม่ได้ภายใต้สภาวะคล้ายกัน แม้ว่าเวลาและสถานที่จะเปลี่ยนไป

4. เป็นเรื่องของโอกาสที่จะเป็นไปได้ (Probabilistic) ตรงข้ามกับความเป็นอมตะ

5. เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับมนุษย์ชาติ (Humanistic) วิทยาศาสตร์เป็นผลของความพยายามของมนุษย์ที่จะทำความเข้าใจ หรือหาแบบแผนของธรรมชาติ และตัวความรู้ถูกทำให้เป็นระเบียบ โดยองค์ประกอบต่าง ๆ อันเป็นผลของวัฒนธรรมที่เปลี่ยนแปลงมาเรื่อย ๆ

6. เป็นสิ่งที่ต่อเนื่องมาจากอดีต (Historic) ความรู้ในอดีตเป็นพื้นฐานในการหบความรู้ใหม่ ๆ ในปัจจุบัน และความรู้ในปัจจุบันจะเป็นพื้นฐานในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ในอนาคต

7. มีลักษณะเฉพาะตัว (Unique) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จากวิธีการเสาะแสวงหาซึ่งเป็นผลจากความพยายามของมนุษย์ และในขณะเดียวกันก็แตกต่างไปจากความรู้และวิธีการในสาขาอื่น ๆ

8. มีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (Holistic) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากความรู้เฉพาะสาขานั้นจะช่วยเสริมสร้างขอบข่ายมโนมติอันเดียวกัน

9. เป็นสิ่งที่ได้จากการสังเกต หรือทดลอง (Empirical)

3. ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านได้กล่าวถึงความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ดังนี้

พี อีแวนส์ (Evans 1970: 80 - 81) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. มองวิทยาศาสตร์อย่างเป็นทั้งผลิตผล กระบวนการและความพยายามของมนุษย์ และทราบว่าผลิตผลของวิทยาศาสตร์ที่เป็นความรู้ ประกอบด้วยสิ่งที่ได้จากการสังเกต ไปจนถึงมโนทัศน์ต่าง ๆ

2. ทราบว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งสิ่งที่คงที่แน่นอน และเป็นสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

3. เข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขณะเดียวกันก็มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งทั้งสองนี้ด้วย

4. เข้าใจถึงผลของความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

คณะกรรมการหลักสูตรของสมาคมครูสอนวิทยาศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Science Teacher Association ย่อว่า NSTA) (1971: 47-48) ได้กำหนดลักษณะบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สามารถใช้มโนทัศน์ ทักษะกระบวนการและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับบุคคลอื่นและสังคมได้

2. เข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับวิธีการเสาะแสวงหาความรู้และทฤษฎีต่าง ๆ

3. สามารถแยกความแตกต่างระหว่างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นได้

4. สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและทฤษฎีได้

5. ตระหนักถึงขีดจำกัดและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์

6. เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และแง่ต่าง ๆ ของสังคมรวมทั้งการพัฒนาการทางสังคมและเศรษฐกิจ

7. ตระหนักว่ามนุษย์เป็นผู้สร้างวิทยาศาสตร์ขึ้นและเข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลที่เหมาะสม

จากแนวความคิดของนักปรัชญาและนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะของความมีเอกภาพ โดยเป็นโครงสร้างที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาย่อยต่าง ๆ มีลักษณะเป็นสากล เป็นความรู้ที่ไม่หยุดนิ่ง ความรู้

ทางวิทยาศาสตร์สามารถทดสอบได้ เป็นความรู้ที่เปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา และช่วยในการคาดหมายอนาคตได้

4. ประเภทของความรู้วิทยาศาสตร์

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517: 28) อธิบายไว้ดังนี้

ความรู้วิทยาศาสตร์อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ประเภทแรกเป็นวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ (Pure Science) คือความรู้ขั้นมูลฐานล้วน ๆ ประกอบด้วยสิ่งที่เป็นความจริงเดี่ยว (Fact) ความจริงหลัก (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) และความคิดรวบยอด (Concept) นักวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้ประเภทนี้เพื่อความใคร่รู้ เพื่อสนองความต้องการของจิตใจโดยไม่คิดหวังผลประโยชน์จากการค้นคว้านี้เลย ความรู้ประเภทที่สองเป็นความรู้ที่มุ่งหวังเอาไปใช้ประโยชน์ให้แก่สังคมโดยตรง เรียกว่าวิทยาศาสตร์ประยุกต์ หรือเทคโนโลยี (Applied Science or Technology)

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 6) ได้กล่าวถึงประเภทของความรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้มาจากการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้านั้นอาจจำแนกได้เป็นข้อเท็จจริง (Fact) มโนมติ (Concept) หลักการ (Principle) สมมติฐาน (Hypothesis) กฎ (Law) และทฤษฎี (Theory)

นักการศึกษาได้อธิบายถึงความหมายของความรู้ประเภทต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ไว้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ข้อเท็จจริง (Fact)

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525: 247) กล่าวเกี่ยวกับข้อเท็จจริงไว้ดังนี้

ข้อเท็จจริงเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีทั้งสามารถสังเกตได้โดยตรงและไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่ไม่ว่าจะสังเกตได้โดยตรงหรือไม่ ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จะต้องคงความเป็นจริงโดยสามารถทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรนันท์ (2525: 22) กล่าวว่า

ข้อเท็จจริงเป็นความรู้เกิดจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่าง ๆ โดยตรงหรือใช้อุปกรณ์ช่วยในการสังเกต และสิ่งที่สังเกตเห็นนั้นจะต้องคงเป็นจริงเสมอ โดยที่ทำการทดลองซ้ำแล้วได้ผลเหมือนกัน และลำพังตัวข้อเท็จจริงมีความหมายน้อยมาก ต้องนำมาประกอบกันจึงจะมีความหมายมากขึ้น

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 6 - 7) ได้ให้ตัวอย่างและรายละเอียดเกี่ยวกับข้อเท็จจริงไว้ว่า

ตัวอย่างของข้อเท็จจริง เช่น "น้ำแข็งลอยน้ำได้" แสงสีขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ 7 สี และในการเสนอข้อเท็จจริงของนักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องบอกด้วยว่าวิธีใช้ในการทดลองเป็นอย่างไร เพื่อให้ผู้อ่านตัดสินใจว่า ควรเชื่อถือข้อเท็จจริงนั้นหรือไม่ และผู้สนใจจะได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อเท็จจริงนั้นได้อีกด้วย

เจมส์ บี โคแนนท์ (Conant 1964: 35, 43) ได้กล่าวถึงข้อเท็จจริงไว้ว่า "ข้อเท็จจริงจะต้องสังเกตได้โดยตรงและต้องคงความเป็นจริง โดยสามารถทดสอบได้ ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

จากแนวความคิดของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า "ข้อเท็จจริง หมายถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่ได้จากการสังเกต และสิ่งที่สังเกตเห็นนั้นต้องทดสอบได้ว่าเป็นจริงเสมอ"

มโนมติ (Concept)

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 7) ได้ให้ความหมายของมโนมติไว้ว่า "มโนมติหมายถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนำเอาการเรียนรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล"

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525: 247) กล่าวว่า "มโนมติทางวิทยาศาสตร์คือความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างไปตามประสบการณ์ของบุคคล"

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525: 24 - 25) กล่าวถึงมโนมติว่า

มโนมติในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ประเภทหนึ่งที่เกิดจากความคิดโดยสรุปของบุคคลที่มีต่อวัตถุหรือปรากฏการณ์ มโนมติเป็นผลจากการพิจารณาจัดระบบข้อเท็จจริงและการสังเกตที่เกี่ยวข้อง มโนมติในวิชาวิทยาศาสตร์อาจจำแนกได้เป็น

1. มโนมติเกี่ยวกับการจัดแบ่งประเภท เป็นมโนมติที่บ่งถึงความจำกัดความ คำอธิบาย หรือชี้แจงคุณสมบัติของสิ่งของ ปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ ตัวอย่างเช่น

1.1 มโนมติของดาวฤกษ์ที่ว่าดาวฤกษ์เป็นดาวที่มีแสงระยิบระยับและมีแสงในตัว

1.2 มโนมติของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง มีเลือดอุ่น มีหัวใจ 4 ห้อง มีฟันฝังในขากรรไกร

2. มโนมติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ บ่งถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งของทั้งในเชิงเปรียบเทียบและในเชิงเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน ได้แก่มโนมติที่แสดงว่าเท่ากัน สูงกว่า ต่ำกว่า ระหว่าง น้อย ถ้า...แล้ว เป็นต้น ตัวอย่างเช่น

2.1 มโนมติของแรง ที่ว่าแรงเป็นความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับความเร่ง

2.2 มโนมติของความหนาแน่น ที่ว่าความหนาแน่นเป็นความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับปริมาตร

3. มโนมติเกี่ยวกับสิ่งที่มองไม่เห็น เป็นมโนมติที่เกิดจากจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ในการพยายามอธิบายคุณลักษณะของสิ่งบางสิ่งที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานบางประการสนับสนุนว่าเป็นไปได้ ตัวอย่างเช่น

3.1 มโนมติของอิเลคตรอน ที่ว่า อิเลคตรอนเคลื่อนที่ได้

3.2 มโนมติของแสงที่ว่า แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

วอลเตอร์ เอ ฟาร์เมอร์ และ มากาเร็ต เอ ฟาร์เรล (Farmer and Farrell 1980: 76) ได้กล่าวไว้ว่า "มโนมติ คือการจัดลำดับของความคิดหรือการจัดลำดับของความมุ่งหมายหรือเป็นการจัดลำดับชุดของเหตุการณ์ที่ปรากฏขึ้นในความคิด มโนมติโดยตัวของมันเองอยู่ในลักษณะของนามธรรม"

นอกจากนั้น อาร์เธอร์ เอ คาร์ริน และ โรเบิร์ต บี ซัน (Carin and Sund 1980: 9) ได้อธิบายเกี่ยวกับมโนมติไว้ดังนี้ "มโนมติคือความคิดที่กล่าวไว้อย่างกว้าง ๆ จากเหตุการณ์เฉพาะราย และเหตุการณ์ตรง เช่น แม่เหล็ก ไฟฟ้า พืช เซล และเสียง"

กล่าวโดยสรุปเกี่ยวกับมโนมติได้ว่า มโนมติเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งซึ่งเป็นผลจากการประมวลข้อเท็จจริงและการสังเกตแล้วจัดเป็นระบบความสัมพันธ์ของการเรียนรู้กับประสบการณ์ของตนเอง

หลักการ (Principle)

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525: 249) กล่าวไว้ว่า

หลักการ คือ กลุ่มของมโนมติที่เป็นความรู้หลักทั่วไป ซึ่งเป็นความจริงที่ใช้อ้างอิงได้ คุณสมบัติของหลักการคือจะต้องสามารถนำมาทดลองซ้ำได้โดยได้ผลเหมือนเดิม หลักการเป็นความจริงที่มีประโยชน์มากกว่าข้อเท็จจริงอื่น ๆ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เวลานักวิทยาศาสตร์พบปัญหาได้มีการตั้งสมมติฐานเพื่อ

หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าสมมติฐานที่นักวิทยาศาสตร์ตั้งขึ้นนั้น ก็คือ หลักการที่เขาคาดคะเนขึ้นนั่นเอง

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517: 17) กล่าวถึงหลักการไว้ว่า

หลักการเกิดมาจากมโนมตินั้นเองแต่เป็นมโนมติที่ได้ผ่านการกลั่นกรองอย่างรอบคอบที่สุดแล้ว มีความเป็นปรนัยเกิดขึ้นในตัวของมัน ทุกคนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน ทดสอบแล้วได้ผลอย่างเดียวกัน ตัวอย่างของหลักการเช่น ก๊าซเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวมาจากมโนมติหลายมโนมติ ได้แก่

1. ก๊าซออกซิเจนเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
2. ก๊าซไฮโดรเจนเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
3. ก๊าซฮีเลียมเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
4. อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว ฯลฯ

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 8) ได้ให้คำจำกัดความของหลักการไว้ว่า

ถ้านำมโนมติที่สัมพันธ์กันมาผสมผสานกันและสามารถใช้อ้างอิงได้ก็จะได้หลักการ ดังนั้นหลักการจะต้องเป็นความจริงที่สามารถทดสอบได้ และได้ผลเหมือนเดิม มีความเป็นปรนัยในตัวเอง หลักการจึงเป็นมโนมติ แต่มโนมติไม่จำเป็นต้องเป็นหลักการเสมอไป โดยบางมโนมติอาจจะเป็นแต่บางมโนมติอาจจะไม่เป็น เช่นข้อความที่ว่า

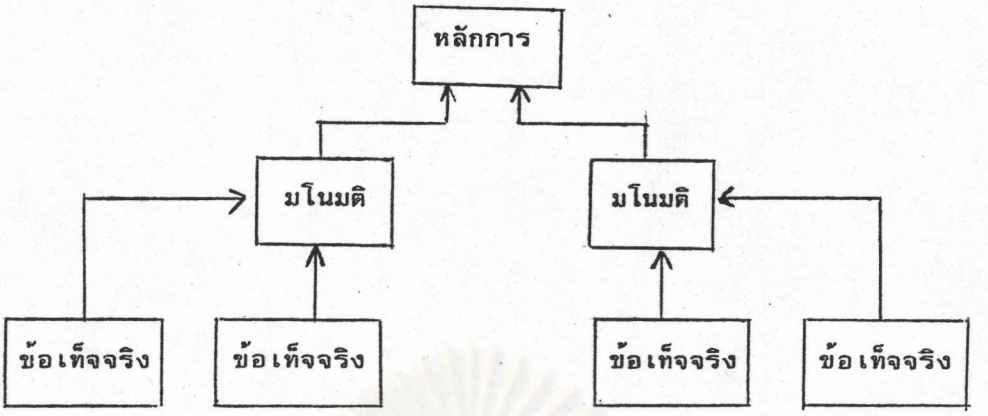
1. การแพร่ คือ การกระจายโมเลกุลของสารจากที่ซึ่งมีความเข้มข้นของสารนั้นมากไปสู่ที่ซึ่งมีความเข้มข้นของสารน้อย : จัดเป็นทั้งมโนมติและหลักการ
2. ข้าวเป็นสารคาร์โบไฮเดรท : เป็นเพียงมโนมติเท่านั้น

ที่เป็นเช่นนี้เพราะมโนมติเป็นความคิดหลักของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งแต่ละคนอาจมีมโนมติของสิ่งเดียวกัน แตกต่างกันออกไป แต่เมื่อได้กลั่นกรองอย่างรอบคอบที่สุดแล้วก็จะจัดเป็นหลักการ ตัวอย่างของหลักการเช่น

1. คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นสารให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต
2. เมื่อสสารได้รับความร้อนจะขยายตัว

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525: 26) ได้นำความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง มโนมติและหลักการ มาเขียนแผนภูมิแสดงไว้ดังนี้

แผนภูมิที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง มโนมติและหลักการ



หลักการอาจ เกิดมาจากการอุปมานมวลมโนมติที่เกี่ยวข้องจนได้ เป็นหลักการขึ้นแต่หลักการบางหลักการ เกิดจากการอนุมานจากทฤษฎีด้วย

โรเบิร์ต บี ซันด์ และ เลสลี ดับบลิว โธรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge 1973: 9) ได้ให้ความหมายของหลักการทางการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "หลักการ คือ กฎ หรือข้อบังคับเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น โลหะขยายตัว เมื่อถูกความร้อน

อาร์เธอ เอ คาร์ริน และ โรเบิร์ต บี ซันด์ (Carin and Sund 1980: 9) อธิบายเกี่ยวกับหลักการไว้ว่า "หลักการคือ ข้อความที่กล่าวไว้อย่างกว้าง ๆ ประกอบด้วย มโนมติ หลาย ๆ มโนมติที่เกี่ยวข้องกัน เช่น โลหะขยายตัว เมื่อถูกความร้อนข้อความนี้ประกอบด้วย มโนมติ 3 มโนมติ คือ โลหะ ความร้อน และขยายตัว"

กล่าวสรุปได้ว่า หลักการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่มีความ เป็นปรนัยในตัวเอง โดยเกิดจากการรวบรวมมโนมติหลาย ๆ มโนมติ เข้าด้วยกัน

สมมติฐาน (Hypothesis)

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525: 249) กล่าวว่า

สมมติฐาน เป็นข้อสรุป หรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป ตัวสมมติฐานอาจเป็นข้อความหรือแนวความคิดที่แสดงการคาดคะเนในสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้โดยตรงหรือสิ่งที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรนั้นกับตัวแปรตาม

แนวความคิดหรือข้อความใดจะจัดเป็นสมมติฐานก็ต่อเมื่อ

1. อ้างถึงข้อเท็จจริงที่ยังไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อนหรือโดยหลักการเป็นข้อเท็จจริงที่ไม่สามารถมีประสบการณ์ได้

2. สามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลองและแก้ไขได้เมื่อมีความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525: 29) กล่าวถึงสมมติฐานไว้ดังนี้

นอกจากสมมติฐานจะเป็นความพยายามในการตอบปัญหาของนักวิทยาศาสตร์แล้ว สมมติฐานยังเป็นความพยายามในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติด้วย สำหรับสมมติฐานที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์นั้น เมื่อมีการพิสูจน์ได้ว่าเป็นจริงก็จะกลายเป็นทฤษฎี ทฤษฎีบางทฤษฎีอาศัยการคาดคะเนเป็นพื้นฐาน กล่าวได้ว่าสมมติฐานเป็นทฤษฎีที่ยังไม่ได้พิสูจน์นั่นเอง

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 9) ให้คำอธิบายเกี่ยวกับสมมติฐานว่า

สมมติฐานเป็นข้อความซึ่งเป็นคำตอบที่อาจจะเป็นไปได้ของปัญหาที่นักวิทยาศาสตร์กำลังศึกษาหรือสนใจ สมมติฐานมักได้จากการคะเนซึ่งเกิดจากความเชื่อหรือความบันดาลใจของนักวิทยาศาสตร์ สมมติฐานใดจะเป็นที่ยอมรับหรือไม่ขึ้นอยู่กับหลักฐานหรือเหตุผลที่จะสนับสนุนหรือคัดค้าน สมมติฐานที่พิสูจน์ได้ว่าถูกต้องเป็นที่ยอมรับในสมัยหนึ่งอาจเปลี่ยนแปลงหรือยกเลิกไปได้ เมื่อมีผู้ค้นพบความจริงหรือหลักฐานที่คัดค้าน บางสมมติฐานที่ตั้งขึ้นไว้เป็นเวลานานจนเป็นที่เชื่อถือได้ โดยไม่มีผลจากการสังเกตหรือการทดลองมาหักล้างได้ สมมติฐานนั้นก็จะกลายเป็นกฎ เช่น สมมติฐานของอาโวกาโดร ที่กล่าวว่า "แกสทุกชนิดเมื่อมีปริมาตรเท่ากันภายใต้อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะมีโมเลกุลของแกสเท่ากัน ปัจจุบันยอมรับว่าเป็นกฎของอาโวกาโดร เพราะเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิและจำนวนโมเลกุลของแกสได้อย่างถูกต้อง

ในแง่ของการเรียนการสอนแล้ว สมมติฐานจะต้องเป็นสิ่งซึ่งยังไม่เคยรู้หรือเรียนรู้มาก่อน หากได้เคยเรียนรู้มาก่อน ก็จัดเป็นเพียงข้อเท็จจริงหรือหลักการเท่านั้น

ตัวอย่างของสมมติฐาน เช่น

1. ก้อนหินที่มีตะไคร่น้ำหรือพืชเล็ก ๆ เกาะอยู่จะผุพังเร็วกว่าก้อนหินที่ไม่มีตะไคร่น้ำจับ

2. ถ้าปริมาณของตัวถูกละลายเพิ่มขึ้น จุดเดือดของสารละลายจะเพิ่มขึ้น

ทอล บี ไวส์ (Weise 1963: 6) ได้กล่าวอธิบายเกี่ยวกับสมมติฐานไว้ดังนี้

i 10304757

สมมติฐาน หมายถึง ข้อความที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นเพื่อพยายามหาคำตอบของปัญหาหรือเป็นการลองตอบปัญหา ปัญหาหนึ่ง ๆ อาจมีคำตอบที่เป็นไปได้จำนวนมาก แต่มีเพียงคำตอบเดียวที่ถูกต้อง คำตอบนั้นจะรู้ว่าถูกหรือผิดก็ขึ้นอยู่กับการตรวจสอบโดยการทดลอง ถ้าการทดลองชี้ว่าคำตอบนั้นผิด นักวิทยาศาสตร์ต้องตั้งสมมติฐานใหม่และทดลองตรวจสอบใหม่ จนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง นักวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์จะสามารถตั้งสมมติฐานที่ใกล้เคียงกับความเป็นไปได้เร็วกว่านักวิทยาศาสตร์ที่ขาดประสบการณ์

นอกจากนั้น หลุยส์ ไอ คัสลาน และ แฮริส เอ สโตน (Kuslan and Stone 1969: 27) ได้สรุปความหมายของสมมติฐานไว้ว่า "สมมติฐานเป็นความคิดค้นเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการสังเกตเหตุการณ์หลาย ๆ เหตุการณ์ สมมติฐานอาจจะสมบูรณ์หรืออาจจะไม่ถูกต้องทั้งหมด แต่สมมติฐานก็ใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกันอย่างง่าย ๆ ได้

กล่าวสรุปได้ว่า สมมติฐานคือ ข้อความที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ข้อความนี้อาจถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ซึ่งต้องผ่านการตรวจสอบความถูกต้องโดยการทดลอง

กฎ (Law)

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517: 23) กล่าวว่า "กฎเป็นรูปหนึ่งของความจริงหลัก (Principle) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ข้อความในกฎและความจริงหลักนี้มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ไม่ใช่สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมา นักวิทยาศาสตร์เป็นแต่เพียงผู้ไปเจอเท่านั้น สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างเองก็คือ ทฤษฎี"

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525: 249) กล่าวไว้ว่า "กฎโดยทั่วไป หมายถึง หลักการที่สามารถเขียนสมการแทนความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525: 23) กล่าวว่า

กฎเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง มีลักษณะคล้ายกับหลักการ กฎและหลักการสามารถใช้แทนกันได้ เพราะกฎเป็นหลักการอย่างหนึ่ง แต่เป็นหลักการที่มักจะเน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลซึ่งอาจเขียนเป็นสมการแทนได้ กฎมีลักษณะทั่วไปเช่นเดียวกับหลักการ กล่าวคือ กฎเป็นความจริงในตัวเองมีความเป็นปรนัย และสามารถทดสอบได้ผลตรงกันทุกครั้ง ถ้าหากมีผลการทดลองใดที่ขัดแย้งกับกฎแล้ว กฎนั้นจะต้องยกเลิกไป

แม้ว่ากฎจะเป็นหลักการที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล เขียนเป็นสมการแทนได้ แต่กฎไม่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ว่า ทำไมความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลจึงเป็นเช่นนั้น

สิ่งที่จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ภายในตัวกฎได้ก็คือ ทฤษฎี

กฎ อาจเกิดมาได้ 2 ทางด้วยกันคือ

1. จากการอุปมานข้อเท็จจริง โดยการรวบรวมข้อเท็จจริงหลาย ๆ ข้อเท็จจริงมาสรุปรวมเป็นมโนมติ หลักการ

2. จากการอนุมานทฤษฎี โดยการดึงส่วนย่อยของทฤษฎีมาเป็นกฎ เช่น กฎสัดส่วนพหุคูณ แยกย่อยมาจากทฤษฎีอะตอมของ ดาลตัน เป็นต้น

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 10 - 11) ให้ตัวอย่างกฎไว้ดังนี้

ตัวอย่างกฎ เช่น

1. กฎสัดส่วนคงที่ "อัตราส่วนระหว่างมวลสารของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบชนิดใดชนิดหนึ่ง พบว่าคงที่"

2. กฎแห่งการแยก (Law of Independent Assortment) "ในขณะการสร้างเซลสืบพันธุ์ ยีนคู่หนึ่ง ๆ จะแยกกันไปสู่เซลสืบพันธุ์ เซลจะมียีนเดียว"

คาร์ล จี เฮมเพล (Hampall 1966: 54) ได้อธิบายลักษณะของกฎไว้ว่า

1. กฎเป็นข้อความที่อยู่ในรูปของข้อความสากล เช่น "เมื่อไรก็ตามที่อุณหภูมิของก๊าซเพิ่มขึ้นขณะที่ความดันคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะเพิ่มขึ้น"

2. กฎเป็นข้อความที่เป็นจริงและไม่ใช่เป็นจริงโดยบังเอิญ "ก้อนหินทุกก้อนในกล่องมีส่วนผสมของเหล็ก" เป็นข้อความที่จริงโดยบังเอิญเทียบกับ "เทียนไขเมื่อนำมาอยู่ในหม้อต้มแล้วเทียนไขจะละลาย" ไม่เป็นข้อความที่จริงโดยบังเอิญเพราะพูดถึงเทียนไขอันใดก็ได้

นอกจากนั้น จอห์น ฮอสเปอร์ (Horsper 1977: 229 - 236) ได้ให้ความหมายของกฎไว้ใกล้เคียงกันว่า "กฎในวิทยาศาสตร์ หมายถึง กฎธรรมชาติ (Law or Nature) ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. เป็นข้อความสากล
2. เป็นข้อความที่เป็นจริงในทุกสถานที่และเวลา
3. เป็นข้อความเงื่อนไข
4. เป็นข้อความที่มีการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
5. มีระดับของการเป็นข้อความทั่วไปสูง

กล่าวโดยสรุปเกี่ยวกับความหมายของกฎได้ว่า กฎ หมายถึงความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นความจริงหลักที่มีอยู่ในธรรมชาติ โดยเน้นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล มีความเป็นปรนัยพร้อมทั้งเขียนเป็นสมการแทนได้

ทฤษฎี (Theory)

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517: 24) ให้คำอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีว่า

ทฤษฎีไม่ว่าจะสร้างขึ้นมาโดยวิธีการอย่างใดก็ตาม การที่เราจะยอมรับว่าทฤษฎีนั้น เป็นความจริงหรือไม่ อยู่ในเงื่อนไข 3 ประการคือ

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายกฎความจริงหลัก ความจริงเดี่ยวที่อยู่ในอาณาเขตของมันได้
2. ทฤษฎีนั้นจะต้องอนุมานออกไปเป็นกฎหรือความจริงหลักบางอย่างได้
3. ทฤษฎีนั้นจะต้องทำนายปรากฏการณ์ที่อาจจะเกิดตามมาได้

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525: 248) กล่าวไว้ว่า "ทฤษฎีคือความรู้ที่เป็นหลักอย่างกว้าง ๆ ซึ่งสร้างขึ้นเป็นรูปแบบ (model) เพื่อใช้อธิบายหรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีนั้น ๆ การที่จะยอมรับว่า ทฤษฎีใดเป็นความจริงหรือไม่อยู่ที่เงื่อนไข 3 ประการคือ

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายกฎ หลักการ และข้อเท็จจริงปลีกย่อยที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีได้
2. ทฤษฎีนั้นจะต้องอนุมานออกไปเป็นกฎหรือหลักการบางอย่างได้
3. ทฤษฎีนั้นจะต้องพยากรณ์ปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2525: 30) อธิบายความหมายเกี่ยวกับทฤษฎีไว้ดังนี้

ทฤษฎี เป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง มีลักษณะเป็นข้อความที่ใช้ในการอธิบายหลักการและกฎต่าง ๆ หรือกล่าวได้ว่า ทฤษฎีเป็นข้อความที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ทั้งหลาย

ในการสร้างทฤษฎีหรือข้อความที่อธิบายปรากฏการณ์ทั้งหลายนั้น นักวิทยาศาสตร์อาจทำได้ 2 ทางคือ

1. สร้างทฤษฎีโดยการศึกษาข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือทดลองเสียก่อน แล้วจึงใช้วิธีอุปมานรวมกับการสร้างจินตนาการ สร้างเป็นแบบจำลอง หรือข้อความที่ใช้อธิบายผลการสังเกตนั้นให้ได้
2. สร้างทฤษฎี โดยอาศัยความคิดสร้างสรรค์แต่เพียงอย่างเดียว ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองสร้างเป็นแบบจำลองหรือข้อความที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ในเรื่องนั้นขึ้นมาก่อน ต่อมาภายหลังเมื่อเกิดปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีนั้นขึ้น นักวิทยาศาสตร์ก็อาศัยทฤษฎีที่สร้างไว้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 12) ได้ให้ตัวอย่างของทฤษฎีไว้ดังนี้

ตัวอย่างทฤษฎี เช่น

1. ทฤษฎีมิวเตชัน "มิวเตชัน ทำให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต"

2. ทฤษฎีวิภาคของคลื่น "แสงเป็นได้ทั้งคลื่นและอนุภาค โดยเดินทางเป็นคลื่น แต่แสดงสมบัติเป็นอนุภาค"

พอล บี ไวส์ (Weisz 1963: 8) ได้อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีไว้ว่า

ทฤษฎีได้มาจากสมมติฐานที่ผ่านการยืนยันจากการทดลองที่น่าเชื่อถือ และเป็นข้อสรุปที่ได้จากการทดลอง ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันหลาย ๆ ครั้ง ทฤษฎีที่ดีจะมีคุณค่าในการทำนายผลที่แน่นอน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีสิ้นสุด ทฤษฎีหนึ่งอาจใช้ได้ดีเวลาหนึ่ง ถ้ามีข้อมูลใหม่ทฤษฎีอาจต้องเปลี่ยนไป แต่มิได้หมายความว่าทฤษฎีเดิมไม่ถูกต้อง แต่เป็นเพราะว่ามันพ้นยุคสมัย

โรเบิร์ต บี ซันด์ และ เลสลี ดับบลิว โธรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge 1973: 9) ให้ความหมายของทฤษฎีไว้ดังนี้ว่า

ทฤษฎีเป็นการรวบรวมหลักการไว้ด้วยกันมากกว่าหนึ่งหลักการ และมีลักษณะดังนี้

1. ทฤษฎี เป็นคำอธิบายที่ใช้ตรวจสอบข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติและความสัมพันธ์เฉพาะตัวข้อมูลหลาย ๆ ชุด

2. ทฤษฎี ใช้อธิบาย ทำนาย และจัดระบบคุณค่า

อาร์เธอ เอ คาริน และ โรเบิร์ต บี ซันด์ (Carin and Sund 1980: 9) กล่าวถึงทฤษฎีไว้ว่า "ทฤษฎี คือ ความสัมพันธ์กันอย่างกว้าง ๆ ของหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีใช้อธิบาย สรุป และ ทำนาย ปรากฏการณ์สังเกตหรือผลการทดลองได้ง่ายและมีประสิทธิภาพที่สุด

กล่าวสรุปได้ว่า ทฤษฎี หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีพื้นฐานมาจากข้อเท็จจริงซึ่งเป็นข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตและการทดลองที่น่าเชื่อถือ สามารถใช้ทฤษฎีอธิบายหรือทำนายกฎธรรมชาติปรากฏการณ์การสังเกตหรือผลการทดลองได้ง่ายและมีประสิทธิภาพที่สุด

5. <u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะความรู้วิทยาศาสตร์</u>

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

กนกศักดิ์ ทองตั้ง (2529: 32 - 33) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากรที่ใช้ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 30 โรงเรียน ได้ตัวอย่างประชากร

1,699 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ ปีเตอร์ เอ รับบา และ ฮานส์ โอ แอนเดอร์เสน (Peter A. Rubber and Hans O. Andersen) และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 0.5765 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

วนาภรณ์ ลิ่มศิลา (2530: 52 - 53) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2527 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 24 โรง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของปีเตอร์ เอ รับบา และ ฮานส์ โอ แอนเดอร์เสน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนมีความเข้าใจมาก 3 ด้านคือ ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ด้านการตรวจสอบและด้านสหวิชา นักเรียนมีความเข้าใจปานกลาง 3 ด้านคือ ด้านการนำไปใช้อย่างมีคุณธรรม ด้านการพัฒนาการของความรู้ และด้านการใช้ข้อความกระทัดรัด

เจริญ ศรีเพชรพงษ์ (2530: 32 - 33) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างประชากรได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 350 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของปีเตอร์ เอ รับบา และ ฮานส์ โอ แอนเดอร์เสน และแบบทดสอบความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเท่ากับ 0.849 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เท่ากับ 0.837 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. เมื่อใช้คะแนนความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (X_1) กับคะแนนความสามารถในการตั้งคำถามตามแนวคิดแบบสืบสอบ (X_2) เป็นตัวแปรทำนาย และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Y) เป็นตัวแปรเกณฑ์ พบได้ว่า สมการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นดังนี้

$$Y = 18.733 + 0.500\ X_1 + 0.446\ X_2$$

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากต่างประเทศ

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาแบบวัดความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์

วิคเตอร์ วาย บิลเลห์ และ มูฮัมหมัด เอ็ม มาลิค (Billeh and Malik 1977: 549 - 571) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบความเข้าใจลักษณะของวิทยาศาสตร์ และได้นำแบบทดสอบไปใช้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือวัดความเข้าใจลักษณะของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ในประเทศปากีสถาน ที่จบปริญญาตรีทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ ปริญญาโททางการศึกษาวิทยาศาสตร์ และระดับปริญญาโททางศิลปศาสตร์ ตัวอย่างประชากรคือ นักศึกษาครูของมหาวิทยาลัยปัญจาบ จำนวน 191 คน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นเมื่อทดลองใช้กับตัวอย่างประชากร 3 กลุ่ม ได้ค่าความเที่ยง 0.96, 0.89 และ 0.91

2. ผู้ที่จะเป็นครูสอนวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื้อหาวิชาที่ให้เรียนมีส่วนเกี่ยวกับลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์น้อยเกินไป หรือการจัดกิจกรรมที่จะส่งเสริมความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ

3. นักศึกษาระดับปริญญาโททั้ง 2 สาขา มีความเข้าใจลักษณะของความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และยังพบว่านักศึกษาระดับปริญญาโทมีความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักศึกษาระดับปริญญาตรี

4. หลักสูตรการศึกษาระดับปริญญาโทช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

5. ประสบการณ์การสอนไม่มีส่วนช่วยให้เกิดความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

บารี เจ ฟราเซอร์ (Fraser 1978: 79 - 84) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาแบบจัดความเข้าใจลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบวัดความเข้าใจลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในประเทศออสเตรเลีย ตัวอย่างประชากรได้แก่ นักเรียนระดับ 7 จำนวน 176 คน ซึ่งสุ่มมาจากโรงเรียนในกรุงเมลเบิร์น ผลการวิจัยทำให้ได้ แบบวัดที่ประกอบด้วยเนื้อหา 3 ส่วนคือ

1. ปรัชญาวิทยาศาสตร์ เนื้อหาส่วนนี้มีค่าความเที่ยง 0.55
2. วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประวัติศาสตร์และสังคม ซึ่งมีค่าความเที่ยง 0.61
3. ลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยง 0.60

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แบบวัดความเข้าใจ เกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์

เมอริท อี คิมบอล (Kimball 1968: 110 - 119) ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ที่มีภูมิหลังทางการศึกษาคล้ายคลึงกันและศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์กับเวลาและประสบการณ์ ตัวอย่างประชากรเป็นผู้ที่เรียนหรือสอบได้ดีเป็นพิเศษในวิชาวิทยาศาสตร์และปรัชญา ซึ่งได้รับปริญญามาแล้ว 5 ปี จากมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford University) และวิทยาลัย ซาน โฮเซ่ สเตท (San Jose State College) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ (The Nature of Science Scale)

ผลการศึกษาพบว่า ทั้งครูวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ไม่มีความแตกต่างกันในความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าตัวอย่างประชากรทั้ง 2 กลุ่ม

จะมีวุฒิทางการศึกษาต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของวิทยาศาสตร์ไปตามกาลเวลาและประสบการณ์

โรเจอร์ จี โอล์สตัด (Olstad 1969: 9 - 11) ได้วิจัยเรื่องผลของวิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 ของมหาวิทยาลัยวอชิงตัน ที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา และต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์กับความเข้าใจลักษณะของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบทดสอบวิทยาศาสตร์ทั่วไปชั้นสูง (Advanced General Science Test) ซึ่งใช้วัดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ (Test on Understanding Science) ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างสูงมาก และคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งทดสอบก่อนและหลังการเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยหลังการเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน และพบว่าคะแนนความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์กับคะแนนความเข้าใจลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา และหลังจากเรียนวิชานี้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.59 และ 0.65 ตามลำดับ

รัสเซล แอล คาเรย์ และ นีลล์ จี สเตาส์ (Carey and Stauss 1970: 266 - 276) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ ของครูกับตัวแปรดังนี้คือ จำนวนปีที่ทำการสอนคะแนนเฉลี่ยของวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวนชั่วโมงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ ครูวิทยาศาสตร์ที่กำลังศึกษาในหลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาโท จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ แบบสอบ ดับบลิว ไอ เอส พี (WISP)

ผลการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์เพียงเล็กน้อยระหว่างความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ของครูกับตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษานี้

วิคเตอร์ วาย บิลเลห์ และ โอมาร์ อี ฮาซัน (Billeh and Hasan 1975: 209 - 219) ได้ศึกษาเรื่ององค์ประกอบที่มีผลทำให้ครูมีความเข้าใจลักษณะของวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาผลที่เกิดขึ้นภายหลังจากครูได้รับการฝึกอบรม

เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์กับตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับความเข้าใจลักษณะของวิทยาศาสตร์ โดยมีสมมติฐานในการวิจัยว่า

1. เมื่อครูได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แล้ว ครูจะมีความเข้าใจลักษณะของวิทยาศาสตร์มากขึ้น

2. ความเข้าใจลักษณะของวิทยาศาสตร์จะไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต่าง ๆ คือ จำนวนปีที่ศึกษาในระดับวิทยาลัย วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอน และประสบการณ์การสอน

ตัวอย่างประชากรได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ของประเทศจอร์แดน จำนวน 186 คน ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองซึ่งประกอบด้วย ครูสอนวิชาเคมี วิทยาศาสตร์กายภาพ และวิชาฟิสิกส์ ส่วนกลุ่มควบคุม คือกลุ่มครูสอนวิชาชีววิทยา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบลักษณะของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science Test) เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ จำนวน 60 ข้อ ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งที่ยอมรับว่าเป็นจริงทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของวิทยาศาสตร์ กระบวนการวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมของวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังจากที่ครูได้รับการอบรม ครูจะมีความเข้าใจลักษณะของวิทยาศาสตร์มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และยังพบว่าครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ และวิชาเคมีมีความเข้าใจลักษณะของวิทยาศาสตร์มากขึ้นกว่าครูที่สอนวิชาฟิสิกส์ และวิชาชีววิทยา

2. ความเข้าใจลักษณะของวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเหล่านี้คือ จำนวนปีที่ศึกษาวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ที่สอน และประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์

ฟิลลิป เอ็ม แมธิส (Mathis 1977: 168) ได้ศึกษาพิจารณางานวิจัย 14 ชิ้น ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของวิทยาศาสตร์ โดยแยกแยะงานวิจัยแต่ละชิ้น เป็นบัญชีรายชื่อผู้วิจัย ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เนื้อหาสาระ และผลที่ได้จากการวิจัย

ข้อสรุปที่ได้จากการศึกษางานวิจัยเหล่านี้ แสดงให้เห็นถึงระดับต่าง ๆ ของความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของวิทยาศาสตร์ในตัวครูวิทยาศาสตร์นั้นยังมีไม่เพียงพอ และพบว่าคุณภาพหรือลักษณะการสอนทางด้านวิชาการและประสบการณ์ในการสอน ไม่มีอิทธิพลต่อความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของวิทยาศาสตร์ในครูวิทยาศาสตร์ แต่หลักสูตรและการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสม มีอิทธิพลในทางบวกกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของวิทยาศาสตร์ ทั้งในตัวครูและนักเรียน

มาร์กาเร็ต เอ วอเตอร์แมน (Waterman 1983: 2303 - A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความเชื่อของนักศึกษาสาขาชีววิทยาในระดับอุดมศึกษา เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรคือนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยคอร์เนล จำนวน 691 คน ซึ่งจะตอบแบบสอบถามคนละ 2 ชุด แต่ละชุดจะแสดงให้เห็นถึงความเชื่อทางทฤษฎีการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2 ทฤษฎี คือ การค้นพบความรู้ใหม่โดยวิธีอนุมาน และการเปลี่ยนมโนทัศน์นำแบบสอบถามที่ได้รับคืน 364 ชุด มาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักศึกษาได้เสนอข้อคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการขยายความรู้เป็น 3 แบบคือ

แบบที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสังเกต ซึ่งจะเพิ่มมากขึ้นตามเวลา

แบบที่ 2 ความรู้ตามแบบที่ 1 เปลี่ยนแปลงได้ตามข้อมูลที่ได้รับมาใหม่

แบบที่ 3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากทฤษฎี จะเปลี่ยนแปลงได้โดยเปลี่ยนทฤษฎี

2. นักศึกษาส่วนใหญ่เชื่อว่าการสังเกตและการทดลองในเรื่องใดก็ตาม สามารถกระทำได้โดยไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในเรื่องนั้นอยู่ก่อน แต่บางส่วนกลับเชื่อว่า การมีความรู้ในเรื่องนั้นอยู่ก่อนเป็นสิ่งจำเป็นในการสังเกตการทดลอง

3. เมื่อนักศึกษาตอบแบบสอบซ้ำอีก 1 ครั้ง ความคิดเห็นของนักศึกษาจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยใช้การทดสอบค่าทีเป็นคู่ ๆ (Paire t-test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. มีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเปลี่ยนมโนทัศน์

เจมส์ วิลเลียม ไบเออร์ลีย์(Byerly 1985: 2471-A)แห่งมหาวิทยาลัยซินซินนาติ ได้ทำการวิจัยเรื่องความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนชานเมืองระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ Path Analytic Model ผู้วิจัยได้ทำการเลือกตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนผิวดำ 58 เปอร์เซนต์ และเป็นนักเรียนชาย 67 เปอร์เซนต์ของนักเรียนผิวดำและขาวทั้งหมดที่เป็นตัวอย่างประชากร ตัวแปรอิสระที่ถูกวัดมีทั้งหมด 7 มิติ

ในเครื่องมือวัดความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดของโชวอลเตอร์ และคณะ ผลของการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ เชื้อชาติ เพศ ทัศนคติทางด้านวิทยาศาสตร์ สัมฤทธิผลในการอ่าน ความสามารถในการแสดงออก การแปลความหมาย การเสริมแรงจากครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนจากผู้ปกครอง การเชื่อโชคชะตา ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ความคาดหวังในการศึกษาและอาชีพ การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ภายในและนอกโรงเรียน ส่วนตัวแปรดังกล่าวต่อไปนี้ ได้แก่ การให้ความสำคัญต่อเกรด การแข่งขันในชั้นเรียนและการเอาชนะไม่มีผลต่อความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ภายนอกโรงเรียนมีผลต่อความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียน เมื่อเปรียบเทียบนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงแล้ว นักเรียนหญิงมีความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่านักเรียนชาย ผู้วิจัยได้สรุปเป็นสมมติฐานว่า เนื่องจากตัวอย่างประชากรมีสัดส่วนของความแตกต่างระหว่างเพศน้อยเกินไป และผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยเพิ่มเติมไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนหญิง แต่สำหรับนักเรียนชายแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ

เอ เอ็ม ลูกัส (Lucas 1988: 10-16) ได้ทำการศึกษาเรื่องความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานทางฟิสิกส์ของประชาชน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับของความรู้วิทยาศาสตร์ในหมู่ประชาชน ตัวอย่างประชากรคือประชาชนชาวอังกฤษ ที่มีอายุมากกว่า 15 ปี ผลการศึกษาพบว่า ชั้นสูงสุดของแต่ละระดับการศึกษา เพศ มีความสัมพันธ์กับการตอบแบบสอบถามนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า ในประเทศไทยยังไม่มีผู้ใดศึกษามาก่อน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจ และทำการศึกษาเรื่องนี้ โดยจะศึกษา ความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะมีความสัมพันธ์กับความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่