

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจิตวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษากำแพงเพชร ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อ ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 1.1 ความสำคัญ ธรรมชาติ และลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์
 - 1.2 เป้าหมาย วิสัยทัศน์ และคุณภาพผู้เรียน
2. จิตวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ที่มาของจิตวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์
 - 2.4 ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์
 - 2.5 องค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในบูรณาการ
4. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล
 - 4.1 ความหมายของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล
 - 4.2 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล
 - 4.3 ประโยชน์ของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอลต่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์
 - 4.4 ลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์
 - 4.5 คำศัพท์ที่ควรรู้จักเกี่ยวกับสหสัมพันธ์คาโนนิกอล
 - 4.6 รูปแบบพื้นฐานของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล
 - 4.7 รูปแบบคำสั่งสหสัมพันธ์คาโนนิกอล โดยใช่โปรแกรม SPSS

- 4.8 การแปลผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล
- 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ
- 6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบสำคัญที่สัมพันธ์กันหรือมีความสอดคล้องกัน ประกอบด้วย หลักสูตร กระบวนการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผล การเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงกัน ผู้บริหาร ผู้สอน ผู้เรียนและผู้เกี่ยวข้อง จะต้องร่วมกันวางแผนเตรียมกัน และกำกับ ติดตาม ทวนซ้ำเนื้องานให้องค์ประกอบหลักดังกล่าว มีความสอดคล้องกัน มีการสนับสนุนให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นไปตามเป้าหมายการจัดการศึกษาของสถานศึกษา โดยตรงหรืออ้อมด้วยต่อไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 45)

1. หลักสูตร จัดทำหลักสูตรสถานศึกษาให้มีสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งเป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศและบริบทของสถานศึกษา ประกอบด้วย สภาพปัญหา และความต้องการของท้องถิ่น พัฒนาการและประสบการณ์ของผู้เรียน เพื่อใช้กำหนดแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผล

2. กระบวนการเรียนรู้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นกระบวนการและคำนึงถึงความเหมาะสมกับสมรรถนะเดิมหรือชีวิตจริงเพื่อให้มีความหมายต่อผู้เรียน จัดหาแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และวัสดุอุปกรณ์การศึกษาอย่างเพียงพอต่อการปฏิบัติงานและปฏิบัติการทดลอง รวมทั้งโอกาสผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติจริง และเรียนรู้ด้วยตนเอง

3. การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ จัดให้มีการประเมินผลโดยใช้แนวทางการประเมินตามสภาพจริง ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติทุกขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อสังเกต ผลการเรียนรู้ที่เป็นความสามารถอย่างแท้จริง และเลือกใช้วิธีการวัดประเมินผล เกณฑ์การประเมินและแบบประเมินที่สอดคล้องกัน รวมถึงผลการประเมินไปใช้พัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีเป้าหมายและแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนต้องมีความยืดหยุ่นตามบริบทของชุมชนในท้องถิ่น เพื่อให้ผู้เรียนได้ซาบซึ้งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลายให้เกิดเป็นความรู้แบบองค์รวม

มีความสามารถในการจัดการที่นำไปสู่การสร้างสรรค์และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความรับผิดชอบ ต่อสังคม และการอนุรักษ์ธรรมชาติ

จากแนวความคิดในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องมียุทธศาสตร์ที่สัมพันธ์กันหรือมีความสอดคล้องกัน ประกอบด้วย หลักสูตร กระบวนการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผล การเรียนรู้ ผู้บริหาร ผู้สอน ผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้อง จะต้องร่วมกันวางแผนเตรียมการ และกำกับติดตาม การดำเนินงานให้ องค์ประกอบหลักทั้ง 3 ส่วนมีความสอดคล้องกัน มีการสนับสนุนให้การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เป็นไปตามเป้าหมายการจัดการศึกษาระดับสถานศึกษา

1.1 ความสำคัญ ธรรมชาติ และลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาความสำคัญ ธรรมชาติ และลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์นั้น มี รายละเอียดในแต่ละส่วนดังนี้

1.1.1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญทั้งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะ วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคนทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในสถานศึกษาต่าง ๆ เกือบมีเครื่องใช้ ตลอดจนเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการ ทำงานล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีที่มีส่วน สำคัญมากที่จะให้การศึกษาเห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง (กรมวิขา การ, 2545 : 2) วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ที่ความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge Based Society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy for All) เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้ อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีแล้วยังช่วยให้คนมีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแล รักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืนและที่สำคัญ อย่างยิ่งคือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจสามารถแข่งขัน กับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุขวิทยาศาสตร์มีความ สำคัญอย่างยิ่งสำหรับมนุษย์ทุกคนขึ้นอยู่กับระดับและคนที่จะนำความรู้ที่ได้จากวิทยาศาสตร์มาใช้

ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันของตนเองมากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพราะวิทยาศาสตร์อยู่ทุกหน ทุกแห่งซึ่งอยู่กับเราประดุจน้ำที่ใช้ประโชชน์แก่ตนเอง สังคม และประเทศชาติมากที่สุดเท่าที่

1.1.2. ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific Inquiry) การแก้ปัญหา โดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ และการสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ เพิ่มพูนထွေထွေเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าว มีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน ความรู้วิทยาศาสตร์จึงสามารถอธิบายและตรวจสอบได้เพื่อนำมาใช้ดำรงชีพในการสนับสนุนหรือโต้แย้ง เมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่มุมมองเดิมเกี่ยวกับก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ ตำนานวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้ (กรมวิชาการ, 2545 : 3) วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลกวิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ไม่ก่อให้เกิดความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งส่งผลต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม และเป็นการศึกษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตในงานต่าง ๆ หรือกระบวนการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ที่กระ ประสมการณ้ จินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ โดยวัตถุประสงค์ที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อความต้องการและแก้ปัญหาของมวลมนุษย์ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการ และระบบการจัดการ จึงต้องใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

1.2 เป้าหมาย วิสัยทัศน์ และคุณภาพผู้เรียน

เป้าหมาย วิสัยทัศน์ และคุณภาพผู้เรียนในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่กล่าวตามรายละเอียด ได้ดังนี้

1.2.1. เป้าหมาย

เป้าหมายในการจัดหลักสูตรการเรียนการสอนพื้นฐาน ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของสารการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยเฉพาะมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบและการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและนำมาอธิบายระบบ พลิกการ แนวคิดและ

ทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ไว้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่เริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจ ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วัฒนธรรมและสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และคำนึงในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.2.2 วิสัยทัศน์การเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์เป็นมุมมองภาพในอนาคตที่มุ่งหวังว่าจะมีการพัฒนาอะไร อย่างไร ซึ่งสอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนของสังคม วิสัยทัศน์การเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียนและชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์และปฏิบัติร่วมกันสู่ความสำเร็จในการดำเนินวิสัยทัศน์การเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้

1. หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลักและกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่นหลากหลาย
2. หลักสูตรการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
3. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับโอกาสเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และความคิดค้นสร้างสรรค์ความรู้

4. ใช้แหล่งเรียนรู้ในห้องเรียน โดยถือว่ามีควมสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา

5. ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการ ความสนใจและวิถีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่สุดที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนา เพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิตจึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

7. การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษารุ่นพื้นฐานกำหนดไว้ดังนี้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้กระบวนการ และเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่น และมีความสุขที่จะศึกษา ค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (Natural World) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตรและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำหายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการคิดร่วมกันลงมือปฏิบัติ ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์และวิชาอื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย สาธิตการณ์ สิ่งต่าง ๆ ได้ลงอย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในห้องเรียน และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ซาบซึ้งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ หลาก ๆ ด้านเป็นความรู้แบบองค์รวมอันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิตให้มีความสามารถในการจัดการและร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

1.2.3. คุณภาพผู้เรียน

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษารุ่นพื้นฐานมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้โดยผู้เรียนมีส่วนร่วม

ในการเรียนทุกชั้นตอนผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมหลากหลายทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคล โดยอาศัย แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นสากลและท้องถิ่นโดยผู้สอนมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้กระตุ้น และนำ ช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อใ้การศึกษาวិทยาศาสตร์บรรลุผลตามเป้าหมาย และวิสัยทัศน์ที่ก้าวไกล จึงได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี และแต่ละช่วงชั้นไว้ดังนี้

1. เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. เข้าใจสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร แรงแและกาเคลื่อนที่ พลังงาน
3. เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของเอกภพโลกความสำคัญของทวีปอากาศ ธรรมชาติ พหุศาสตร์และอวกาศ
4. ให้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนรู้อวิทยาศาสตร์ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย และจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นเรียนรู้
5. เชื่อมโยงความรู้ความศึชกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการดำรงชีวิตและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หรือสร้างชิ้นงาน
6. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้
 - 6.1 ความสนใจใฝ่รู้
 - 6.2 ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ
 - 6.3 ซื่อสัตย์ ประหยัด
 - 6.4 การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
 - 6.5 ความมีเหตุผล
 - 6.6 การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์มีเจตคติ คุณธรรม ค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
 - 6.7 มีความพอใจ ความซาบซึ้ง ความสุขในการสืบเสาะหาความรู้และรักที่จะเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต
 - 6.8 ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ
 - 6.9 ตระหนักว่าการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม
 - 6.10 แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพในสิทธิและผลงานที่ผู้อื่นและตนเองคิดค้นขึ้น

8.11 แสดงความซาบซึ้งในความงาม และตระหนักถึงความสำคัญของ
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์พัฒนาทรัพยากร
ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนและในห้องเรียน

8.12 ตระหนักและยอมรับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้
และการทำงานต่าง ๆ

คุณภาพผู้เรียนที่จบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
12 ปี ผู้เรียนต้องเกิดองค์ความรู้ที่อรรถาธิบายเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาใน 8 สาระการเรียนรู้ของ
วิทยาศาสตร์และต้องเกิดจิตวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะที่คิดตัวและเป็นคุณ
ลักษณะที่ดีในการดำรงชีวิตในสังคมอย่างมีความสุข

2. จิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์ได้ถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
(กรมวิชาการ, 2545 : 5) โดยกำหนดคุณภาพผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบหลักสูตรการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี ผู้เรียนต้องมีจิตวิทยาศาสตร์หรือเกิดคุณลักษณะทางจิตวิทยาศาสตร์ในตัว
เป็นผลึกที่คิดตัว ดังนั้นเพื่อทำความเข้าใจและเห็นความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์ จึงนำเสนอ
ถึงที่มาและความสำคัญ ความหมาย องค์ประกอบ พฤติกรรมที่บ่งชี้คุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์
โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ที่มาของจิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)
เป็นคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกันซึ่งเกี่ยวกับการคิดหรือความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ซึ่งบางครั้ง
เรียกว่า เจตคติด้านอุปนิสัย (Cognitive Attitude หรือ Cognitive Orientation) เจตคติทางวิทยาศาสตร์
หรือจิตวิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2545 : 4) สอดคล้องกับซูว์เบิร์ก โยมค้ำ (2531 : 257)
ได้กล่าวเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)
มิได้อยู่ในอาณาจักรของความรู้ ความคิดหรืออาณาจักรของทักษะการปฏิบัติ แต่มีอยู่ใน
อาณาจักรของความรู้สึกและจิตใจ (Affective Domain) เจตคติทางวิทยาศาสตร์จะเป็นสิ่งฝังลึก
อยู่ในจิตใจของนักวิทยาศาสตร์ทุกคน ซึ่งมีและมีอิทธิพลต่อความคิด การกระทำและพฤติกรรม
ตลอดเวลาที่มีการปฏิบัติกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ทั้งในพระชนมชีพและมีเจตคติอันดีต่อสิ่งหนึ่ง อย่างไรแล้ว
ก็จะมีแนวโน้มสิ่งที่จะทำอย่างนั้นออกมาโดยไม่คิดว่ามันจะเป็นการยุ่งยากหรือเสียเวลาหรือ
ไม่ได้ค่าตอบแทนเท่าที่ควรก็ตาม เหมื่อนดังปัวศารณ์นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้กล่าวเกี่ยวกับ
เรื่องนี้ไว้ว่านักวิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่ทำการศึกษารวมชาติเพียงเพราะคิดว่ามันมีประโยชน์

และอยาก رؤ้อยากเห็นในความดีลับของธรรมชาตินี้เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดแรงขับให้นักวิทยาศาสตร์ ทำการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติอย่างไม่หยุดยั้ง ความอยาก رؤ้อยากเห็นนี้เป็น ส่วนหนึ่งของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ในบางกรณีเรียกว่าจิตวิญญาณวิทยาศาสตร์ (The Spirits of Science) และเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่จะต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในจิตใจ ของผู้เรียน มันมีลักษณะเป็นลักษณะนิสัย ลักษณะจิตใจ ลักษณะการคิด และจริยธรรมอื่น ๆ ของวิทยาศาสตร์ จนมีผู้กล่าวว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นตัวกำกับความคิด การกระทำ การตัดสินใจในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องลักษณะนิสัยที่เป็นสิ่งที่ คิดตัวของผู้ที่ได้เรียนรู้ หรือการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนแสดงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นใน คนเพื่อการตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของ สังคม บริบทที่เปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งการแข่งขันกันในด้านการใช้เทคโนโลยีของ ประเทศต่างๆ ที่มีการแข่งขันกันสูงมากจนต้องปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อปลูกฝังให้คนในชาติได้มีคุณลักษณะที่เหมาะสม ซึ่งหลักสูตรในปัจจุบันหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานมีความมุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระวิทยาศาสตร์แล้วยังให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่เกิดขึ้นทางเจตคติด้านพุทธิ พิสัยที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งเข้าสู่การเกิดเจตคติหรือจิตใจผู้เรียนแล้ว แสดงคุณลักษณะของพฤติกรรมเยี่ยมงนักวิทยาศาสตร์ออกมาซึ่งให้เกิดพฤติกรรมนั้นจะต้องเกิด เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ซึ่งไม่เหมือนกันกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความรู้สึกที่มีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ เช่น ชอบเรียนวิทยาศาสตร์ มีความ เพลิดเพลินในปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จึงกล่าวว่า เป็นเจตคติด้านจิตพิสัย (Affective Orientation) (มิติลปี ซินักกี้, 2530 : 19)

จากการศึกษาเอกสารสรุปได้ว่าจิตวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นคำใหม่ที่ใช้กัน เกิดจาก เจตคติของผู้เรียนที่ได้เรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้เรียนรู้จนสร้างเป็นคุณลักษณะ เยี่ยมงนักวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิญญาณวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นตัวบ่งชี้ของคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ที่บ่งบอกถึงคุณลักษณะที่ตกผลึกอยู่ในจิตใจ พร้อมทั้งแสดงออกเป็นพฤติกรรมตลอดเวลาในการแก้ปัญหาหรือใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

2.2 ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

สุวัณน์ นิยมคำ (2531 : 264) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะนิสัยและจิตใจ

แบบนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวกำกับความคิด การกระทำ และการตัดสินใจในงานวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

สุณีย์ เหมะประสิทธิ์ (2540 : 2) ได้ให้ความหมายการมีจิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง

การที่ผู้เรียนมีความรู้สึกนึกคิดที่ก่อให้เกิดเจตนิสัยและคุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ซึ่งได้แก่ ความเป็นคนช่างสังเกต ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความเพียรพยายาม ความซื่อสัตย์ และความรอบคอบ

ภท เลขาไพฑูริย์ (2542 : 12) ได้ให้ความหมายจิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด การกระทำ ในกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางอื่นๆ เพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดี

กรมวิชาการ (2545 : 191) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย คุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

สถวามันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 149) ได้ให้ความหมาย จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้น จากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ และเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และความประหยัด

มันบี (Munby, 1983 : 141-142) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความคิด ซึ่งแสดงออกให้เห็นถึงกระบวนการใช้สติปัญญาหรือความคิดของนักวิทยาศาสตร์ในขณะปฏิบัติงาน

ฮอนเดอร์ริช (Honderich, 1986 : 92) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบพื้นฐานวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ดังนี้ วิทยาศาสตร์มีความสำคัญมากกว่าศิลปะในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับโลกหรือเหตุการณ์ที่ต้องการทำ ความเข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการทางปัญญาเพียงวิธีการเดียวที่ได้รับการยอมรับปัญหาทางปรัชญาเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และควรจะถูกจัดกระทำด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิสเซร์ (Vissor, 2000 : 3) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย เจตคติ (Attitude) และทักษะทางการคิด (Cognitive) เกี่ยวกับการย่นคิดเกี่ยวกับความคิดของคน (Meta-Cognitive) ที่มีลักษณะเป็นนิสัยของจิตใจในการวิพากษ์วิจารณ์ความรู้ของผู้รู้หรือความรู้เดิม ที่มีอยู่ ซึ่งแสดงถึงความมีจริยธรรมและสุนทรียศาสตร์ในระดับสูงของบุคคล

จากความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นคุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ได้แก่ ความเป็นคนช่างสังเกต ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบ และเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบรอบคอบ

ความซื่อสัตย์ ความประพฤติ ความใจกว้าง และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
สามารถนำมาใช้ในชีวิตรประจำวันได้

2.3 ความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้กล่าวถึงความสำคัญของ
จิตวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

คัลลวีย์ส กัทสซูวทเน (1939 : 3) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักเรียน
จะต้องได้รับการปลูกฝังเพราะถ้านักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์แล้วจะช่วยให้มีโอกาเรียน
วิทยาศาสตร์ได้ประสบความสำเร็จและจะเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีได้

ลูนิย์ เทมเปเรตตี (1940 : 16-17) ได้รวบรวมความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์
ไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. จิตวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับความพร้อมทางจิตใจ ถ้านักมีจิตวิทยาศาสตร์
ทางบวก เด็กจะรับรู้โมโนลดี (Concept) เนื้อหาสาระ (Content) และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์
ตลอดจนบุคคลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ถ้าเป็นเด็กไม่พร้อม เด็กจะขาดความกล้า
ที่จะปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. จิตวิทยาศาสตร์มีใช้สิ่งที่มีมาแล้วกำหนดนักจิตวิทยา กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์
สามารถเรียนรู้อันจะสามารถจัดประสบการณ์ให้เด็กเกิดจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้
จิตวิทยาศาสตร์ของนักสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยอาศัยประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้น

3. จิตวิทยาศาสตร์มีใช้ทั้งที่เป็นพลวัต (Dynamic) อันมีออกมาจากประสบการณ์ใหม่
ก่อให้เกิดการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ด้านอารมณ์และความรู้สึก และจิตวิทยาศาสตร์ด้าน
สติปัญญา ซึ่งทั้งสองส่วนนี้นำไปสู่การตัดสินใจและการประเมินคุณค่าของสิ่งต่างๆ

จิตวิทยาศาสตร์นี้จะก่อให้เกิดพฤติกรรมเชิงบวกหรือเชิงลบได้ ซึ่งขึ้นกับ
ความพร้อมทางจิตใจ การได้รับประสบการณ์ต่างๆ ถ้านักได้วิประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์
ในทางบวกก็จะพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์

ณัฐพรณ์ เจริญทิพย์ (2542 : 13) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะที่มี
ความสำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และบุคคลทั่วไป เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยให้
บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้ต่างไม่มีที่สิ้นสุด รวมทั้งมีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำ

เวเนนอร์และสตาฟฟอร์ด (Romer & Stafford, 1972 อ้างถึงใน กศ. เสถาไพบูลย์
, 2542: 64) ได้กล่าวว่า การมีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญ ซึ่งเป็นพลวัตของจิตใจที่
ทำให้บุคคลเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ผู้ที่มีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่มี
เหตุผล มีจิตใจเข้มแข็งที่จะต่อสู้เพื่อการดีสุภาพและงาม มีการดำรงชีวิตที่ดี ยืนหยัดแก่เปลี่ยน
ความคิดสติปัญญา กับมนุษย์ชาติในโลกให้ทันสมัยและ

กิลปี (Gould, 1992 : 111-112) ได้กล่าวไว้ว่า จิตวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตเป็นนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ควรมีความรู้เกี่ยวกับพลังแรงขับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงาน ดังนั้นจิตวิทยาศาสตร์จึงควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

1. ในภาวะเรียนวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกันกับการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้เกิดความเข้าใจในสาขาวิทยาศาสตร์ และลดการแยกแยะการทำงานเมื่อนักวิทยาศาสตร์มาในชีวิตจริงด้วย

2. นอกจากการเรียนแบบจิตวิทยาศาสตร์มาเป็นของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และงานที่นักวิทยาศาสตร์ทำไว้แล้ว จิตวิทยาศาสตร์ยังเป็นลักษณะของบุคคลที่ทุกคนจะต้องมีและนำไปใช้ในการดำรงชีวิตด้วย

วิสเซอ (Vissler, 2000 : 3) กล่าวถึงความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการพัฒนาจิตวิญญาณเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ถูกฟ้องซึ่งมีความสำคัญ ไม่ใช่เฉพาะการสร้างประชาชนให้เป็นผู้รู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate) แต่เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างสังคมที่สร้างสรรค์และตอบสนองต่อสังคมในศตวรรษที่ 21 เรียกได้ว่า จิตวิทยาศาสตร์ คือ มิติของความสามารถของมนุษย์ที่ทำให้เท่าทันความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์

จากความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า จิตวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนตั้งใจเรียน สนใจเรียน และสามารถแสวงหาความรู้ได้เป็นอย่างดี เพราะเห็นถึงประโยชน์ได้ทราบถึงจุดมุ่งหมายโดยแท้จริงและช่วยให้เข้าใจถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาตนเองและความถนัดเพื่อจะให้เกิดผลสำเร็จในการเรียนอันเป็นผลให้มีเจตคติที่ดีต่อไป

2.4 ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้
 วรรณทิพา รอดแวงคำและพิมพ์พันธ์ เศรษฐกุล (2542 : 8) กล่าวถึง ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้

1. มีเหตุผล
2. มีความอยากรู้อยากเห็น
3. มีใจกว้าง
4. ซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง
5. มีความเพียรพยายาม
6. มีการคิดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

ภพ เลหาทโพบูลย์ (2542 : 12 - 13) ได้กล่าวถึง จิตวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหา

อื่นๆ เพื่อให้การศึกษาหาความรู้ได้ผลดี ซึ่งขึ้นอยู่กับความคิด การกระทำที่อาจเป็นอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ ผู้ที่มีความรู้ลึกซึ้งนึกถึงตั้งคำถามนี้จัดเป็นจิตวิทยาศาสตร์ และผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นคนที่มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อหาคำตอบที่มีเหตุผลในข้อปัญหาต่าง ๆ และจะมีความยินดีมากที่ได้ค้นพบความรู้ใหม่

2. ความเพียรพยายาม นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นคนที่มีความเพียรพยายามไม่ทอดทิ้ง เมื่อมีอุปสรรคหรือมีความล้มเหลวในการทำการทดลอง มีความตั้งใจแน่วแน่ต้องการเสาะแสวงหาความรู้ เมื่อได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะได้ทราบหาวิธีการเดิมใช้ไม่ได้ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้

3. ความมีเหตุผล นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลเพียงพออธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลหาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้นตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้แสวงหาหลักฐาน และข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำอธิบาย มีหลักฐานข้อมูลเพียงพอเสมอก่อนจะสรุปผล เห็นคุณค่าของการใช้เหตุผล ยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผล ข้อเท็จจริง

4. ความซื่อสัตย์ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้ที่มีความซื่อสัตย์ บันทึกข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบได้ภายหลัง เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

5. ความมีระเบียบรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้ที่เห็นคุณค่าของความมีระเบียบความรอบคอบและยอมรับ ซึ่งมีประโยชน์ในการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงานนำวิธีการหลายๆ วิธีมาตรวจสอบผลการทดลอง ใฝ่ตรง พิสูจน์เพราะเหตุ ละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

6. ความมีใจกว้าง นักวิทยาศาสตร์ต้องมีใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่นโดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมรับพิจารณาข้อมูลความคิดเห็นที่ยังสรุปไม่ได้แน่นอนและพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

คุณลักษณะ วัฒนธรรม (2542 : 26) กล่าวว่า แนวความคิดของบุคคลมีความสำคัญต่อการปฏิบัติงานเพราะจะช่วยให้เกิดความสนใจและพยายามที่จะแสวงหาความรู้ต่างๆ จึงทำให้เกิดความรู้ใหม่ๆ ขึ้นมา ตลอดเวลา โดยเฉพาะบุคคลที่เป็นนักวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จึงควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

1. ความอยากรู้อยากเห็น เป็นการสนใจใฝ่รู้ในสิ่งใหม่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติอยู่เสมอแล้วศึกษาค้นคว้าหาคำตอบของปัญหาอย่างมีเหตุผล

2. ความมีเหตุผล เป็นการแสดงความคิดเห็น การตรวจสอบความถูกต้อง และการยอมรับในคำอธิบายอย่างมีเหตุผล โดยการแสวงหาข้อมูลจากการสังเกตหรือ การทดลองที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนอย่างเพียงพอ ก่อนที่จะรับการยอมรับหรือให้คำอธิบายใดๆ

3. ความอดทนและความพยายาม เป็นความอดทนต่อการโจมตีคัดค้านและ ความผิดพลาดต่างๆ เพื่อรอคอยคำตอบของปัญหาที่ถูกต้อง โดยมีจิตใจมุ่งที่จะแสวงหาความรู้ ไม่ทอดยถ์ต่ออุปสรรคเมื่อมีความล้มเหลวพร้อมที่จะปรับเปลี่ยนวิธีการศึกษาใหม่

4. ความซื่อสัตย์ เป็นการนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง โดยการบันทึกผล การสังเกตหรือการทดลองด้วยความละเอียดถูกต้องตรงตามความเป็นจริง ซึ่งผู้อื่นสามารถ ตรวจสอบในความถูกต้องได้เมื่อมีผู้สงสัย

5. ความใจกว้าง เป็นการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งอาจจะเป็น คำวิพากษ์วิจารณ์หรือข้อโต้แย้งที่มีเหตุผลโดยมีข้อมูลที่เชื่อถือได้มากกว่าของตนแล้วเต็มใจที่จะค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงโดยไม่มีอคติในแนวความคิดของตน

6. ความเป็นระเบียบและความรอบคอบ เป็นการจัดระบบการทำงานโดยมี การวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ อีกทั้งมีความเป็นระเบียบรอบคอบก่อนตัดสินใจเรื่องใด เรื่องหนึ่ง หากมีข้อผิดพลาดก็สามารถที่จะตรวจสอบหาข้อผิดพลาดได้โดยง่าย

บุคคลโลกก็ตามที่มีลักษณะดังที่กล่าวมาแล้วนั้นก็จะเป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สิ่งเหล่านี้ก็จะช่วยกำกับแนวทางในการปฏิบัติงานจึงทำให้เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตได้ แต่จิตวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อได้มีการฝึกฝนอบรมซึ่งต้องใช้เวลาและถ้าไม่ได้ดำเนินการ ฝึกกรรมทางวิทยาศาสตร์แล้วก็จะเกิดขึ้นได้ยาก แต่ถ้าผู้ใดมีวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นแล้วก็จะ เป็นบุคคลที่มีแต่จะสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นประโยชน์แก่สังคมและประเทศชาติได้ เช่น การค้นคว้า หาความรู้ใหม่ๆ และการประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ ขึ้นมา เป็นต้น

พินธี ทองชุมนุม (2547 : 4) กล่าวว่า ผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ จะมีบุคลิกดังต่อไปนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ธรรมชาติรอบๆ ตัวกระตือรือร้นที่ทราบข้อมูลหรือเหตุผลของการเกิด ปรากฏการณ์ธรรมชาติเหล่านั้นและมีความยินดีเป็นอย่างมากเมื่อได้วันทราบเหตุผลหรือ คำตอบของปรากฏการณ์ธรรมชาติเหล่านั้น

2. มีความเพียรพยายาม หมายถึง ต้องเป็นบุคคลที่มีความตั้งใจอย่างสูงใน การที่จะหาเหตุผลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติเหล่านั้น ไม่ทอดยถ์ต่ออุปสรรคหรือ มีความล้มเหลวในการทำงาน มีความแน่วแน่ในการที่จะหาคำตอบ แม้ว่าคำตอบที่ได้จะไม่ถูกต้อง ก็ยินดีที่จะทำการศึกษาใหม่ หรือเปลี่ยนวิธีการศึกษาและคิดอยู่เสมอว่าความล้มเหลวแต่ละครั้ง เป็นข้อมูลที่ดีสำหรับความสำเร็จในลำดับต่อไป

3. มีเหตุผล หมายถึง ยอมรับในคำตอบหรือคำอธิบายที่ได้รับจากการศึกษา อย่างเป็นระบบและขั้นตอน มีข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ หากความล้มเหลวของเหตุและผล

ที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ แสวงหาหลักฐานหรือข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลอง เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านหาค่าอธิบาย มีหลักฐานอย่างเพียงพอก่อนที่จะสรุปเสมอ เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลและยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

4. มีความซื่อสัตย์ หมายถึง การบันทึกข้อมูลตามความเป็นจริงไม่มีอคติ แต่งเติมตามความต้องการของตัวเอง ข้อมูลที่บันทึกต้องมีความละเอียดถูกต้องตรงตามข้อเท็จจริงของปรากฏการณ์หรือการทดลองนั้น ๆ บุคคลอื่นสามารถตรวจสอบภายหลังได้ และต้องเห็นคุณค่าของการนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

5. ความเป็นระเบียบและรอบคอบ หมายถึง ต้องมีการวางแผนเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ของการปฏิบัติงาน การบันทึกข้อมูลและการแปลผลข้อมูล นำวิธีที่หลากหลายและเป็นวิธีที่เป็นที่ยอมรับมาจัดกระทำต่อทุกขั้นตอน มีการวิเคราะห์ที่ไต่ตรอง จุดดี จุดด้อยของวิธีที่จะนำมาใช้ และมีความละเอียดรอบคอบก่อนการตัดสินใจทุกครั้ง

6. มีความใจกว้าง หมายถึง เป็นผู้ที่มีจิตใจยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นที่มีความเห็นแตกต่างไปจากตนเอง ยินดีและยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย ยินดีและยอมรับความเปลี่ยนแปลงเมื่อเหตุผลที่ได้รับการเสนอใหม่ดีกว่าเก่าและนำไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์กว่า

คุณลักษณะทั้ง 6 ข้อนี้นี้เรียกว่า จิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งจิตวิทยาศาสตร์ไม่ใช่สิ่งจำเป็นสำหรับนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น บุคคลทั่วไปหากเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ก็เป็นประโยชน์แก่การทำงานและการดำรงชีวิตทั้งนี้จะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) ในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 149 - 152) ได้ระบุไว้ว่า ผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดเจตคติได้ 2 ส่วน คือ จิตวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังได้กำหนดคุณลักษณะที่สำคัญและพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่ขบ่งจิตวิทยาศาสตร์ ดังตาราง

ตาราง 1 แสดงคุณลักษณะที่สำคัญและพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่ซีปอง
จิตวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะ	พฤติกรรมบ่งชี้
1. ความสนใจใฝ่รู้	<ul style="list-style-type: none"> - ยอมรับว่าการทดลองต้นคัวจะใช้เป็นวิธีการในการแก้ปัญหาได้ - มีความใฝ่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ - มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่าง ๆ - ชอบทดลองต้นคัว - ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น ฯลฯ
2. ความรับผิดชอบ มุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม	<ul style="list-style-type: none"> - ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนด และตรงต่อเวลา - เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหายนต่อส่วนรวม - ทำงานเต็มความสามารถ - ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้คำตอบ - ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนด และตรงต่อเวลา - เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหายนต่อส่วนรวม - ทำงานเต็มความสามารถ - ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้คำตอบ - ไม่ทอดทิ้งในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว - มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยาก ฯลฯ
3. ความมีเหตุผล	<ul style="list-style-type: none"> - เสนอข้อโต้แย้งอธิบายมีหลักการหรือข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ - เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่าง ๆ - พยายามอธิบายสิ่งต่าง ๆ ในแง่เหตุและผล ไม่เชื่อเรื่องโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ - อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล - หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น - ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ - เสาะแสวงหาหลักฐาน / ข้อมูลจากการสังเกตหรือจากการทดลองเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย - รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่าง ๆ ฯลฯ

ตาราง 1 (ต่อ)

คุณลักษณะ	พฤติกรรมบ่งชี้
4. ความมีระเบียบและรอบคอบ	<ul style="list-style-type: none"> - มีการไต่ถามหาญ ไต่ตรง พินิจพิเคราะห์ - มีความละเอียดถี่ถ้วน - ยอมรับว่าความมีระเบียบและรอบคอบเป็นสิ่งที่มิปะไร - เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบ - นำวิธีการหลาย ๆ วิธี มาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลองในการทำงาน - มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน - ตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมืออุปกรณ์ทดลอง - ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย ฯลฯ
5. ความซื่อสัตย์	<ul style="list-style-type: none"> - เสนอความจริงถึงแม้จะเป็นผลที่แตกต่างจากผู้อื่น - เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความจริง - บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงและไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองไปเกี้ยวข้อง - ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง ฯลฯ
6. ความมีใจกว้าง	<ul style="list-style-type: none"> - รับผิดชอบหรือรับผิดชอบได้แม้หรือคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น - ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง - รับผิดชอบความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ - ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือแนวคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม ฯลฯ
7. ความประหยัด	<ul style="list-style-type: none"> - รักษาซ่อมแซมสิ่งที่ชำรุดให้ใช้งานได้ - เห็นคุณค่าและใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างรวดเร็ว - เห็นคุณค่าของวัสดุเหลือใช้และรู้จักเลือกใช้ - ใช้สารหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในปริมาณที่เหมาะสมและประหยัด ฯลฯ
8. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	<ul style="list-style-type: none"> - เห็นคุณค่าของการทำงานร่วมกับผู้อื่น - เต็มใจที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น - ประพฤติและปฏิบัติตนตามข้อตกลงของกลุ่ม - เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตน - รู้จักบทบาทของตนที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม - รู้จักขอความร่วมมือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น ฯลฯ

จากคุณลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวมาสรุปได้ว่า คุณลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์จะช่วยเอื้ออำนวยแสวงหาความรู้ได้อย่างดี โดยเกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ มุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด ความมีใจกว้าง และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

2.5 องค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 272) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific mind/ Scientific attitudes) เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่

1. ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง คุณลักษณะทางจิตใจหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงความกระตือรือร้นสนใจไม่คิดค้นเสาะแสวงหาความรู้ด้านต่างๆ ที่แวดล้อมอยู่เสมอ ความสามารถในการจำแนกเปรียบเทียบและวิเคราะห์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ สนิท ยุจินทร์ (2550 : 8) กล่าวว่า ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่มีความพยายามจะเผชิญสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม และค้นคว้าหาความรู้เพื่อตอบปัญหาซึ่งมีความปรารถนาที่จะได้ความรู้ที่สมบูรณ์ กัทธา นิคมานนท์ (2540 : 219) กล่าวว่า นิสิตใฝ่รู้ใฝ่เรียน หมายถึง การศึกษาหาความรู้วิทยาการสมัยใหม่ๆ เพื่อพัฒนาวิชาชีพของตน ทวิทธิชัย สุตชาฎา (2548 : 7) กล่าวว่า ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่อยากรู้อยากเห็น ชอบซักถาม ชอบวิवे่ม และสืบเสาะหาความรู้ใหม่ๆ รวมทั้งพยายามศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบเมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัย

จากการรวบรวมความหมายของความสนใจใฝ่รู้ สรุปได้ว่า คุณลักษณะของบุคคลซึ่งแสดงถึงความสนใจอยากรู้เกี่ยวกับสภาพการณ์ใหม่ๆ หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในปัญหาต่างๆ และพร้อมที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ๆ อยู่เสมอ

2. ความมีใจกว้าง หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่พร้อมจะเปลี่ยนแปลงแนวความคิด หรือข้อสรุปเดิมเมื่อมีหลักฐานไม่เพียงพอ การที่นักเรียนจะมีประสบการณ์ด้านใจกว้างนี้ นักเรียนจะต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงความเชื่อที่เป็นผลจากการค้นคว้าข้อมูลใหม่ๆ ในเรื่องนั้น ซึ่งสอดคล้องกับ ทวิทธิชัย สุตชาฎา (2548 : 7) กล่าวว่า ความใจกว้าง หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่เต็มใจและกล้าที่จะร่วมแสดงเหตุผล ความคิดของตนต่อสาธารณชนหรือกลุ่ม รวมทั้งรับฟังเหตุผลข้อโต้แย้งหรือคำวิจารณ์ของคนอื่นอย่างมีวิจรกรรมคุณ สนิท ยุจินทร์ (2550 : 8)

กล่าวว่า ความใจกว้าง หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่แสดงถึงการมีจิตใจกว้างขวางสามใจที่จะเปิดใจความคิดเห็นของตน ยอมรับฟังความคิดเห็นหรือคำวิพากษ์วิจารณ์ข้อโต้แย้งของคนอื่น เปลี่ยนความคิดเห็นของตนเมื่อมีหลักฐานที่ดีกว่า สายสุณี สีทวงษ์ (2545 : 7) กล่าวว่า ความมีใจกว้าง หมายถึง บุคคลที่เต็มใจจะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตนและยอมรับความจริงที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีหลักฐานใหม่มาสนับสนุนที่ดีกว่า ไพโรจน์ ศิริบุรณพิพัฒนา (2551 : 6) กล่าวว่า ความมีใจกว้าง หมายถึง การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ข้อโต้แย้งหรือความคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนฝ่ายเดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

จากการรวบรวมความหมายของความมีใจกว้าง สรุปได้ว่า ความมีใจกว้าง หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลในการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ข้อโต้แย้งหรือความคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนฝ่ายเดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

3. ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม หมายถึง ผู้มีความเพียรพยายาม ไม่ทอดทิ้งเมื่อมีอุปสรรค แสดงถึงการรู้จักใคร่ครวญในการทำงาน เพื่อให้ถูกต้องและสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับ ไพโรจน์ ศิริบุรณพิพัฒนา (2551 : 6) กล่าวว่า ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ หมายถึง การยอมรับผลกระทบท่างทั้งผลดีและผลเสียเห็นคุณค่าของความตั้งใจ มีความอดทนว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ มีความพยายามเพื่อไปสู่สถานภาพดีสภาพสังคมที่สูงขึ้น ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ได้ตามกำหนดและตรงต่อเวลา เว้นการกระทำอันเป็นผลเสีย พายต่อส่วนรวม สนิท ชูจันทร์ (2550 : 5) กล่าวว่า ความรับผิดชอบ มุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่สามารถดำเนินการทำกิจกรรมในการแก้ปัญหาจนถึงที่สุดจนกว่าจะได้รับคำตอบที่น่าเชื่อถือได้ และยอมรับผลกระทบท่างของตนเองทั้งเป็นผลดีและผลเสีย ทวีทชัย สุธาภา (2549 : 7) กล่าวว่า ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม หมายถึง บุคคลที่ยอมรับการกระทำของตนเองและมีความตั้งใจในการทำงานให้ประสบความสำเร็จ แม้ว่าจะต้องใช้เวลามาก หรือมีปัญหาอุปสรรค

จากการรวบรวมความหมายของความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม สรุปได้ว่า ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลซึ่งแสดงถึงการยอมรับผลกระทบท่างของตัวเองและมีความตั้งใจในการทำงานให้ประสบความสำเร็จแม้จะต้องใช้เวลามาก หรือมีปัญหาอุปสรรคปัญหา

4. ความมีเหตุผล เป็นกระบวนการคิดแบบหนึ่ง ซึ่งยอมรับกันว่าเป็นพื้นฐานของความคิดทางปรัชญา สังคมวิทยาและวิทยาศาสตร์ พื้นฐานความคิดทางตรรกศาสตร์ได้แนวทางจากวิชาตรรกศาสตร์ (Logic) ซึ่งเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับเหตุผลการพิสูจน์และวิธีสรุปในเรื่อง

ต่างๆ ที่มนุษย์ต้องเข้ามาเกี่ยวข้องกับ ซึ่งสอดคล้องกับ กับ ไพโรจน์ ศิริบุญรอดพิพัฒนา (2551 : 7) กล่าวว่า ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะของบุคคล บุคคลที่เชื่อว่าสิ่งที่เกิดขึ้นต้องมีสาเหตุ ไม่เชื่อโชคลาง เห็นคุณค่าของการสืบหาความจริงก่อนที่จะยอมรับหรือปฏิบัติตาม แสวงหาหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอเสมอก่อนจะสรุปผล สนิท บุจันทร์ (2550 : 10) กล่าวว่า ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานและข้อมูลอย่างเพียงพอก่อนสรุปผล ชอบพิจารณาหาสาเหตุของปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ โดยใช้ข้อมูลหลักฐานมาสนับสนุนในการอธิบาย และการพิสูจน์ต่างๆ ทวีตชัย สุขชาฎา (2549 : 7) กล่าวว่า ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะของบุคคล บุคคลที่เชื่อว่าสิ่งที่เกิดขึ้นต้องมีสาเหตุ ไม่เชื่อโชคลาง เห็นคุณค่าของการสืบหาความจริงก่อนที่จะยอมรับหรือปฏิบัติตาม

จากการรวบรวมความหมายของความมีเหตุผล สรุปได้ว่า ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่เชื่อว่าสิ่งที่เกิดขึ้นต้องมีสาเหตุ ไม่เชื่อโชคลาง เห็นคุณค่าของการสืบหาความจริงก่อนที่จะยอมรับหรือปฏิบัติตาม แสวงหาหลักฐานและข้อมูลอย่างเพียงพอเสมอก่อนจะสรุปผล

5. ความมีระเบียบและรอบคอบ เป็นการไม่รีบตัดสินใจหรือลงข้อสรุปโดยปราศจากข้อมูลสนับสนุนเพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับ ทวีตชัย สุขชาฎา (2549 : 7) กล่าวว่า ความมีระเบียบและรอบคอบ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่มีการวางแผนในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการรวบรวมหลักฐานที่เชื่อถือได้ให้เพียงพอก่อนที่จะตัดสินใจหรือสรุปสิ่งต่างๆ และมีความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ สนิท บุจันทร์ (2550 : 9) กล่าวว่า ความมีระเบียบและรอบคอบ คุณลักษณะของบุคคลที่มีการทำงานเป็นระเบียบรอบคอบ จัดระบบการทำงาน ใช้วิธีการศึกษาหลายวิธีในการตรวจสอบผลการทดลองได้ตรงจริง พินิจวิเคราะห์อย่างละเอียดถี่ถ้วนในการทำงานก่อนตัดสินใจสรุป

จากการรวบรวมความหมายของความมีระเบียบและรอบคอบ สรุปได้ว่า ความมีระเบียบและรอบคอบ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่มีการวางแผนในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการรวบรวมหลักฐานที่เชื่อถือได้ให้เพียงพอก่อนที่จะตัดสินใจหรือสรุปสิ่งต่างๆ และมีความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์

6. ความซื่อสัตย์ เป็นการประพฤติอย่างเหมาะสม และตรงความเป็นจริงประพฤติอย่างตรงไปตรงมาทั้งกาย วาจา ใจ สอดคล้องและผู้อื่น สอดคล้องกับ ทวีตชัย สุขชาฎา (2549 : 8) กล่าวว่า ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่มีการรายงานผลการทดลองหรือผลจากการสังเกตอย่างตรงไปตรงมา ไม่เชื่อถือบุคคลที่นำผลงานของผู้อื่นมาเสนอเป็นผลงานของตนเอง รวมถึงการกระทำในเรื่องต่างๆ ต้องทำด้วยความสุจริต ไพโรจน์ ศิริบุญรอดพิพัฒนา (2551 : 6) กล่าวว่า ความซื่อสัตย์ หมายถึง การกระทำของบุคคลที่เกี่ยวกับการมีความละเอียดถี่ถ้วน การกระทำผิด การยอมรับผิดจากการกระทำของตน การมีความตั้งใจต่อผู้อื่น การไม่กล่าวคำเท็จต่อผู้อื่น การไม่ถือเอาของผู้อื่นมาเป็นของตนโดยไม่ได้รับอนุญาตมีความรับผิดชอบ

หน้าที่ที่คนทำหรือได้รับมอบหมายและทำให้ดีที่สุด การศึกษาและปฏิบัติหน้าที่ตามกฎหมาย หรือระเบียบข้อบังคับ สมิต บุญจันทร์ (2550 : 9) กล่าวว่า ความซื่อสัตย์ หมายถึง บุคคลที่มี การรวมรวมผลการทำงาน หรือผลจากการสังเกตอย่างมีสติด้วยการไม่บิดเบือนความจริง

จากการรวบรวมความหมายของความซื่อสัตย์ สรุปได้ว่า ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่มีการรวมรวมผลการทำงานหรือผลจากการสังเกตอย่างตรงไปตรงมา ไม่เชื่อถือบุคคลที่นำรายงานของคนอื่นมาเสนอเป็นของตัวเอง รวมถึงการกระทำในเรื่อง ต่างๆ ต้องทำด้วยความสุจริต

7. ความประหยัด เป็นนิสัยจำเป็นต่อการอยู่ร่วมกันในสังคม ซึ่งประเมินจากพฤติกรรม ต่างๆ ประกอบด้วย วิชาซ่อมแซมสิ่งชำรุดให้ใช้งานได้ เห็นคุณค่าและใช้วัสดุอุปกรณ์ อย่างประหยัด เห็นคุณค่าของวัสดุเหลือใช้และรู้จักเลือกใช้ ใช้สารหรือวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ใน ปริมาณที่เหมาะสมและประหยัด ซึ่งสอดคล้องกับ ทวีชัย สุทธาภา (2549 : 8) กล่าวว่า ความประหยัด หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่ใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆให้เกิดประโยชน์สูงสุด และหมั่นตรวจตรา รักษา ซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์ด้วยความเต็มใจ รวมทั้งเห็นคุณค่าของวัสดุ เหลือใช้ ไฟโรจน์ ศิริบุรณศิริพัฒนา (2551 : 6) กล่าวว่า ความประหยัด หมายถึง การกระทำของ บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการรู้จักประมาณค่าให้เป็นสัดส่วน การใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ การวางแผน ในการทำงาน การรู้จักวางแผนค่าใช้จ่าย การเก็บออม การไม่ใช้จ่ายในสิ่งไม่จำเป็น การรู้จักใช้ ingsong ให้เกิดประโยชน์คุ้มค่า เก็บรักษาสิ่งของเครื่องใช้ การไม่ใช้ทรัพยากรเกินความจำเป็น เช่น สิ่งสาธารณูปโภคและสิ่งอุปโภคบริโภคต่างๆ สมิต บุญจันทร์ (2550 : 9) กล่าวว่า ความประหยัด หมายถึง การรู้จักใช้ทรัพย์สิน เวลา ทรัพยากรตามความจำเป็นด้วยความระมัดระวัง โดยให้เกิด ประโยชน์และคุ้มค่ามากที่สุด รวมทั้งรู้จักออม รู้จักการดำรงชีวิตให้เหมาะสมกับสภาพฐานะ

จากการรวบรวมความหมายของความประหยัด สรุปได้ว่า ความประหยัด หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่ใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และหมั่นตรวจตรา รักษา ซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์ด้วยความเต็มใจ รวมทั้งเห็นคุณค่าของวัสดุที่เหลือใช้

8. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ไฟโรจน์ ศิริบุรณศิริพัฒนา (2551 : 7) กล่าวว่า ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่ยอมรับ ความสามารถของผู้ร่วมงาน และมีความสุขในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อให้งานสำเร็จตามแผน และวัตถุประสงค์ เป็นที่ยอมรับของเพื่อนร่วมงาน รวมทั้งผลงานที่ได้ต้องเป็นงานที่มีคุณค่าและ เป็นที่ยอมรับของผู้อื่น สอดคล้องกับ ทวีชัย สุทธาภา (2549 : 8) กล่าวว่า ความสามารถในการ ทำงานร่วมกับผู้อื่น หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่มีความตั้งใจ ความรับผิดชอบ ความศรัทธา ความเสียสละและมีความสุขในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อให้งานสำเร็จตามแผน และวัตถุประสงค์ เป็นที่ยอมรับของเพื่อนร่วมงาน รวมทั้งผลงานที่ได้ต้องเป็นงานที่มีคุณค่า และเป็นที่ยอมรับของผู้อื่น

บทบาทรวมรวมความหมายของความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น สรุปได้ว่า
ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่มีความตั้งใจ
ความรับผิดชอบ ความคิดริเริ่ม ความเสียสละและมีความสุขในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อให้
งานสำเร็จตามแผนและวัตถุประสงค์ที่เป็นที่ยอมรับของเพื่อนร่วมงาน

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การเรียนวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการสืบค้น การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้กระบวนการ
การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ วิธีการทาง
วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่อาจจะเกิดขึ้นได้โดยการบอกหรือให้นักเรียนปฏิบัติตาม
คำแนะนำ ผลการที่บุคคลจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ย่อมหมายถึง คนนั้นจะต้อง
เป็นคนที่ช่างสังเกต รู้จักค้นคว้า แสวงหาคำตอบในสิ่งที่สงสัย พยายามหาคำตอบจนจะเชื่อหรือยอมรับ
นั้นแสดงว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนได้

3.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skills) นี้ผู้ให้
ความหมายไว้หลายที่และดังนี้

วรรณภีพร รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว (2532 : V) ได้ให้ความหมายของทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่นำวิธี
การทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในสาขาวิชาอื่นสาขาอื่นและสหกรรมผู้และนักปราชญ์ต่างๆ"

สถาบันส่งเสริมการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 : ๕๖) ได้ให้ความหมายของทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "เป็นพฤติกรรมที่เกิด
จากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา"

ภท เตชไพฑูริย์ (2542 : 14) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบ

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2542 : 49) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้
เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบของบุคคลและความสามารถในการ
เลือกใช้อุปกรณ์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงออกเพื่อแสวงหาความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์หรือใช้ในการแก้ปัญหา อีกรวม เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิด
ในระดับต่างๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือค้นคว้าสิ่งที่ยังไม่รู้ให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริง หลักการ และ
กฎเกณฑ์ให้เกิดความรู้อื่นเพิ่มขึ้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สัทกรี๊ แพรค้ำ, 2544 : 21 – 24) เป็นคำที่ประกอบด้วยคำ 3 คำ คือ ทักษะ (Skill) กระบวนการ (Process) และวิทยาศาสตร์ (Science) คำเหล่านี้มีความหมายดังนี้

ทักษะ หมายถึง ความสามารถในการกระทำ (คิด / หรือปฏิบัติ) อย่างถูกต้องและรวดเร็วหรือคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ

กระบวนการ หมายถึง แบบแผนที่มีระเบียบวิธีการ ดำเนินก่อนหลังอย่างมีระบบ อันทำให้เกิดผลในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือขั้นตอนการปฏิบัติเป็นลำดับอย่างต่อเนื่อง

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นองค์ความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการตรวจสอบอย่างเป็นระบบเชื่อถือได้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงหมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปคและเวลา การจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ เพื่อการหาความรู้หรือแก้ปัญหาอันเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบ

จากความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงพฤติกรรมออกมาเพื่อเป็นการแก้ปัญหาอย่างคล่องแคล่วและชำนาญในทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมาย ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการทำนาย หรือพยากรณ์ และทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

3.2 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หลักสูตรในประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 เป็นต้น นอกจากจะให้ความสนใจกับความรู้แล้ว ยังเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ทักษะทางปัญญา และทักษะการลงมือปฏิบัติกิจกรรมจึงถูกนำมาใช้ในการวางแผนให้นักเรียนได้ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น หลักสูตร Science – A Process Approach (SAPA) ซึ่งเป็นหลักสูตรที่สำคัญหลักสูตรหนึ่งในระดับประถมศึกษา หลักสูตรนี้แบ่ง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ระดับ คือ ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน และ ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการหรือขั้นผสม และทักษะกระบวนการขั้นผสมนี้ถูกนำไปใช้กับ กิจกรรมที่มีความสัมพันธ์กับขั้นตอนในการดำเนินการทดลองหรือใช้ในการแก้ปัญหา GAPA เป็นหลักสูตรที่ได้รับการสนับสนุนจาก The Nation Science Foundation (NSF) และได้วิวัฒนาการมาถือ ในการพัฒนาจากคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ของสมาคม เพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา (AAAS, 1968 อ้างถึงใน วรรณพิทา รอดเมธงำ, 2532 : 11)

วรรณพิทา รอดเมธงำ (2532 : 29) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น สิ่งจำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์ไม่ได้มุ่งเฉพาะตัวเนื้อหาความรู้ที่ได้ ค้นคว้าแล้วเรียนเรียงไว้ได้อย่างมีระเบียบเท่านั้น แต่ยังมีจุดหมายครอบคลุมถึงการใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ต่างๆ ดังนั้นทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์จึงมีคุณค่าสูงสุดของการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะไม่เพียงแต่ผู้เรียนจะใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มาซึ่งความรู้ ความเข้าใจเท่านั้นแต่ผู้เรียน ยังใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

จากแนวคิดดังกล่าว สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ทุกวิชา ทั้งยังเป็นทักษะที่จำเป็นในชีวิตประจำวันและที่สำคัญเป็นตัวชี้วัด ของพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก

3.3 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ The American Association for the Advancement of Science (ปฎิบัติกิจ, 2541 : 52 - 53) ได้จำแนกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยทักษะย่อย 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Scientific Process Skills) ประกอบด้วย

- 1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)
- 1.2 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
- 1.3 ทักษะการวัด (Measuring)
- 1.4 ทักษะการคำนวณ (Using Number)
- 1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Space/ Space and Space/Time Relationships)
- 1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communicating)
- 1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)
- 1.8 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated Scientific Process Skills) ประกอบด้วย

- 2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
- 2.2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
- 2.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Variable Operationally)
- 2.5 ทักษะการทดลอง (Experimenting)
- 2.6 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)

ซันด์และทรอว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge, 1967 อ้างอิงใน ฮีร์วีน โครเวซ, 2548 : 11) ได้จัดประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

1. ทักษะในการหาความรู้ (Acquisitive Skills)
 - 1.1 การฟังอย่างตั้งใจ กระตือรือร้นและถามเมื่อสงสัย
 - 1.2 การสังเกตอย่างมีวิจารณญาณ สนใจและคิดอย่างเป็นระบบ
 - 1.3 การค้นหาแหล่งข้อมูล ใช้แหล่งข้อมูลหลายแห่งมารวมกัน
 - 1.4 การแสวงหาความรู้โดยการสัมภาษณ์ หรือส่งแบบสอบถาม
 - 1.5 การกำหนดปัญหา
 - 1.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการบันทึกเป็นตารางหรือจำแนกเป็น
2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ (Organizational Skills)
 - 2.1 การรายงานข้อมูลอย่างมีระบบและสมบูรณ์
 - 2.2 การเปรียบเทียบความเหมือนกันของสิ่งที่สังเกตได้
 - 2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งที่สังเกตได้
 - 2.4 การจำแนกข้อมูลเป็นหมวดหมู่
 - 2.5 การเรียงลำดับข้อมูลที่จัดไว้เป็นหมวดหมู่โดยแสดงเป็นลำดับ
 - 2.6 การกำหนดค่าใดระลอกเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อย
 - 2.7 การแสดงหัวข้อที่สำคัญและความสัมพันธ์ของข้อมูล
 - 2.8 การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข
 - 2.9 การวิเคราะห์และนำผลไปใช้
3. ทักษะในการสร้างสรรค์ (Creative Skills)

รายการต่าง ๆ
แล้วสรุปผล

สมมติฐาน

3.1 การวางแผนล่วงหน้าโดยมองเห็นผลที่จะเป็นไปได้อะรวมถึงการตั้ง

3.2 การกำหนดปัญหาใหม่ วิธีการใหม่ เครื่องมือใหม่และระบบใหม่

3.3 การค้นหาเทคนิควิธีการต่างๆ

3.4 การสังเคราะห์โดยการนำสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative Skills)

4.1 การรู้จักส่วนต่างๆ ของเครื่องมือ วิธีการงาน การปรับเครื่องมือให้
เหมาะสมและข้อจำกัดของงาน

4.2 การดูแลรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพดี โดยการเก็บและใช้อย่าง
เหมาะสม

4.3 การสาธิตแสดงส่วนต่างๆ หน้าที่และการทำงานของเครื่องมือ

4.4 การนำเครื่องมือมาใช้ในการทดลอง การวางแผนใช้เครื่องมือการ
รวบรวม ข้อมูล การบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือในๆ

4.5 การซ่อมแซมเครื่องมือ

4.6 การสร้างเครื่องมืออย่างง่ายๆ

4.7 การวัดโดยใช้เครื่องมือต่างๆ เช่นเทอร์โมมิเตอร์ ฟาห์เรนไฮต์ เป็นต้น

5. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communication Skills)

5.1 การตั้งคำถาม รู้จักเลือกใช้คำถามที่ดีเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ค้นคว้า
หาคำตอบด้วยตนเอง

5.2 การอภิปราย รู้จักใช้ความคิดของตนเองและรับฟังความคิดเห็นของ
ผู้อื่น อภิปรายเรื่องที่ตรงประเด็น

5.3 การอภิปรายเป็นสาระสำคัญให้ชัดเจน

5.4 การรายงานด้วยปากเปล่าพร้อมเขียนหรือสรุปโดยเน้นเนื้อหาที่สำคัญ
ของสาระทางวิทยาศาสตร์

5.5 การเขียนรายงานการทดลอง หรือการสาธิต เพื่อชี้แจงวิธีการทดลอง
การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลที่ได้

5.6 การพิจารณาสร้างสรรคเพื่อประเมินค่าจากผลที่ได้

5.7 การเขียนกราฟแสดงผลการทดลองและแปลความหมายจากกราฟ

5.8 สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียน

คอลลอปเปอร์ (Kopler, 1971 อ้างถึงใน นัญญูณีลี สำนักปฏิ.ศ. 2541 : 54) ได้จัด
ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกตและการวัด (Observing and Measuring)

2. ทักษะการมองเห็นปัญหาและวิธีการหาคำตอบ (Seeing a Problem and Seeking Ways to Solve It)

3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการสรุป (Interpreting Data and Formulating Generalizations)

4. ทักษะการสร้างทฤษฎี การตรวจสอบและการปรับปรุงทฤษฎีที่สร้างขึ้น (Building Testing and Revising a Theoretical Model)

โอบีย์ และฟิลด์ (Obey and Field, 1973 อ้างถึงใน ฮีวีย์ตัน ไตรเทศ, 2549 : 12) ได้จัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ไว้ 10 ทักษะ คือ

1. ทักษะการกำหนดตัวแปร (Identifying Variables)
2. ทักษะการสร้างตารางเสนอข้อมูล (Constructing a Table of data)
3. ทักษะการเขียนกราฟ (Constructing a Graph)
4. ทักษะการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร (Describing Relationship between Variables)
5. ทักษะการรวบรวมและจัดการคำข้อมูล (Acquiring and processing Your Own Data)
6. ทักษะการวิเคราะห์กระบวนการทดลอง (Analyzing Investigations)
7. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Constructing Hypothesis)
8. ทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Variables Operationally)
9. ทักษะการออกแบบการทดลอง (Designing Investigations)
10. ทักษะการดำเนินการทดลอง (Experimenting)

มาร์เชลล์และเฮนส์ (Marshall and Hens, 1971 อ้างถึงใน ฮีวีย์ตัน ไตรเทศ, 2549 : 12) ได้จัดประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ประเภท 17 ทักษะ คือ

1. ความคิดริเริ่ม (Initiation)
 - 1.1 การกำหนดขอบเขตของปัญหา
 - 1.2 การหาข้อมูลขั้นต้น
 - 1.3 การกำหนด
 - 1.4 การตั้งสมมติฐาน
 - 1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทดลอง
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection of Data)
 - 2.1 การปฏิบัติ
 - 2.2 การสังเกต
3. การจัดการทำกับข้อมูล (Processing of Data)

- 3.1 การจัดข้อมูล
- 3.2 การแสดงข้อมูลโดยกราฟ
- 3.3 การใช้กราฟข้อมูลในทางคณิตศาสตร์
4. การสร้างในทศโงจากข้อมูล (Conceptualization of Data)
 - 4.1 การตีความหมายข้อมูล
 - 4.2 การสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 4.3 การแสดงข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 การเชื่อมโยงข้อค้นพบใหม่กับทฤษฎีที่มีอยู่
5. ปลายเปิด (Open end)
 - 5.1 จินตภาพหลักฐานต่อไป
 - 5.2 การระบุปัญหาใหม่เพื่อสืบสอบความรู้
 - 5.3 การนำความรู้ที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้

ลินสตรอมและโลเวย์รี (Lunstrom and Lowery, 1978 อ้างถึงใน ซีวรัตน์ ไตรเลข. 2549 : 13) ได้จัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 10 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกตและการบรรยาย (Observation and Description)
2. ทักษะการเปรียบเทียบ (Comparison)
3. ทักษะการจำแนก (Classification)
4. ทักษะการใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Techniques)
5. ทักษะการปฏิบัติการทดลอง (Experimentation)
6. ทักษะการสรุปอ้างอิง (Inferences)
7. ทักษะการแสดงความหมาย (Implications)
8. ทักษะการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน (Verification in Independent Study)
9. ทักษะการศึกษาลึกซึ้ง (Depth Study)
10. ทักษะการใช้เครื่องมือและความสามารถเฉพาะ (Instrumentation and Other Specialization)

ดูเวน (Duen, 1978 อ้างถึงใน ซีวรัตน์ ไตรเลข. 2549 : 13) กล่าวว่า สำนักประเมินผลการศึกษาเพื่อความก้าวหน้าแห่งชาติ (The National Assessment of Education Progress : NAEP) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะการให้คำนิยามทางวิทยาศาสตร์ (Define a Scientific Problem)
2. ทักษะการเสนอแนะหรือรู้สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ (Suggest or Recognize a Scientific Hypothesis)

3. ทักษะการเสนอหรือเลือกวิธีการที่เหมาะสมในด้านเทคนิคและการปฏิบัติ
(Propose or Select Validating Procedures)

4. ทักษะการเก็บข้อมูล (Obtain Required Data)

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูล (Interpret Data)

6. ทักษะการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลว่ามีเหตุผลของสมมติฐานกับกฎ
ข้อเท็จจริง การสังเกต หรือการทดลอง (Check the Logical Consistency of Hypothesis with
Relevant Laws, Fact, Observations or Experiments)

7. ทักษะการให้เหตุผลทางด้านปริมาณและสัญลักษณ์ (Reason
Quantitative and Symbolically)

8. ทักษะการจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง สมมติฐาน และ
ความคิดเห็น ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งไม่เกี่ยวข้องและรูปแบบจากการสังเกต (Distinguish Between
Fact, Hypothesis and Opinions the Relevant from the Irrelevant and the Model from the
Observations)

9. ทักษะการวิเคราะห์และวิจารณ์เอกสารทางวิทยาศาสตร์ (Read Scientific
Materials Critically)

10. ทักษะการใช้กฎและหลักการทางวิทยาศาสตร์ทั้งในสถานที่คุ้นเคย และ
ไม่คุ้นเคย (Employ Scientific Laws and Principles in familiar and unfamiliar and
Unfamiliar Situations)

11. ทักษะการค้นหาเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Literature Search)

12. ทักษะการสร้างความสัมพันธ์กับทฤษฎี (Relating to theory)

13. ทักษะการสรุป (Drawing Conclusions)

จากแนวคิดการจัดประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมา ผู้วิจัย
ได้จัดแบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยกรเป็น 2 ประเภท 1.3 ทักษะทาง
การจัดแบ่งของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) คือ

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process
Skills) เป็นทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนควรมีก่อนให้เกิดความชำนาญขั้นพื้นฐาน (ส่วนที่จะไม่
ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงเฉพาะที่ ประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ

1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)

1.2 ทักษะการจำแนก/จัดประเภท (Classifying)

1.3 ทักษะการวัด (Measuring)

1.4 ทักษะการคำนวณ (Using Numbers)

1.5 ทักษะการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและพื้นที่ (เวลา
(Space/Space and Space/Time Relationships)

1.6 ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย (Organizing Data and Communicating)

1.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

1.8 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) เป็นทักษะกระบวนการที่ต้องอาศัยการบูรณาการจากทักษะกระบวนการ อันพื้นฐานที่จะต้องมีความชำนาญ จึงจะทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ

2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

2.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)

3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.3.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

จากการศึกษาค้นคว้าได้มีนักวิชาการได้ให้ความหมายของทักษะการตั้งสมมติฐานไว้หลายท่านดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว (2532 : VI) ได้ให้ความหมายของการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สิ่งที่ควรคำนึงในการตั้งสมมติฐาน คือ การบอกชื่อตัวแปรต้นซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตาม ในการตั้งสมมติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้น สมมติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรตัวไหนเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุม

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2541 : 121) ได้สรุปความหมายของการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบนี้จึงไม่จำเป็นต้องเป็นคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป อาจจะเป็นจริงทั้งหมด หรือเป็นจริงบางส่วน หรือไม่เป็นจริงทั้งหมดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้หลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานนั้น ส่วนใหญ่สมมติฐานจะเขียนเป็นข้อความประโยคบอกเล่าที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (ตัวแปรต้น) กับตัวแปรตาม

เดวิด ฮิลล์ (2548 : 82) ให้ความหมายว่า เป็นกระบวนการสำคัญที่มีต่อการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างกฎ ทฤษฎีต่างๆ เข้ากับการค้นคว้าวิจัยให้ผู้ตั้งสมมติฐานเกิดความสนใจ ที่จะทำการทดลองเพื่อตรวจสอบความคิดเห็นของสมมติฐานปัญหาต่างๆ

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS, 1970 อ้างถึงใน ซีวีร์สัน โดเรสเคธ, 2549 : 16) ให้ความหมายของทักษะการตั้งสมมติฐานไว้ว่า "เป็นความสามารถในการคาดการณืว่าตัวแปรต่างๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไรเป็นการลงข้อสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน"

จากความหมายของทักษะการตั้งสมมติฐานดังกล่าว สรุปได้ว่า ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม หรือหลักการ กฎ หรือทฤษฎีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2541 : 125) ให้ความหมายความสามารถของนักเรียนที่แสดงว่ามีทักษะการตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

1. พาคำตอบส่วนหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิม
2. สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้
3. แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐานและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

3.3.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

จากการศึกษาค้นคว้า ได้มี นักบรรณศึกษาได้ให้ความหมายของทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรไว้หลายท่านดังนี้

วรรณทิพา รอดระวงศ์ และจิต นวนแก้ว (2532 : 48) ให้ความหมายว่า การแปรที่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ีต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2541 : 133) ได้สรุปว่า การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรอิสระ ตัวแปรตามและตัวแปรที่ีต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ รวมถึงการควบคุมปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรอิสระ ที่จะทำให้เกิดการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมไว้เหมือนกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 : 56) ใ้ค้แบ่งตัวแปรออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ (ปัจจัยที่เราต้องการทดลองว่า เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่)

2. ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตาม หรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

3. ตัวแปรที่สื่อหรือควบคุม คือ สิ่งกีดขวางนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองตัวแปรต้น ซึ่งจะต้องควบคุมไว้เหมือนกัน เช่น เป็นต้น อาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน การกำหนดตัวแปรหมายถึงการที่ปรองตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่สื่อควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ภค เลาหไพฑูริย์ (2542 : 27) กล่าวว่า ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การปรองตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่สื่อควบคุม ในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งกีดขวาง นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่า ไม่ควบคุมไว้เหมือนกัน

เฉลิมชัย อังโศภะ (2553 : 88) ได้ให้ความหมายว่า การที่ปรองตัวแปรอิสระ ตัวแปรตามและตัวแปรที่สื่อควบคุม

สมาคมเคมีแห่งประเทศไทย (AAAS, 1970 อ้างถึงใน ชีวรัตน์ ไตรเดช. 2549: 18) ให้ความหมายของทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรว่าเป็นความสามารถในการปรองตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่สื่อควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

จากความหมายของทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรดังกล่าว สรุปได้ว่า ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง สามารถในการกำหนดว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุมในการหาความสัมพันธ์ที่ก่อกำเนิดระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่งๆ หรือในปรากฏการณ์หนึ่งๆ ตลอดจนความสามารถในการควบคุมตัวแปรอิสระบางตัวที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม ในสมมติฐานหนึ่งๆ ตัวแปรแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable) คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งเร้าที่สื่อการทดลองถือว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนี้จริงหรือไม่

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้นเมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

3. ตัวแปรที่สื่อหรือควบคุม (Controlled Variable) คือ สิ่งกีดขวางนอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลองตัวแปรต้น ซึ่งจะต้องควบคุมไว้เหมือนกัน เป็นต้น อาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ซึ่งจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมไว้เหมือนกัน ทุกๆ

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การปรองตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่สื่อควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

สถาบันส่งเสริมการสนธิวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (SST : ST) ได้กำหนด พฤติกรรมหรือความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร คือ " บ่งชี้และ กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ีต้องควบคุมได้"

จากพฤติกรรมดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงขอสรุปพฤติกรรม ที่แสดงว่าเกิดทักษะ การกำหนดและควบคุมตัวแปรคือ

1. บ่งชี้ตัวแปรต่างๆ ซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม หรือสมบัติทางกายภาพ หรือชีวภาพของระบบได้
2. บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุมได้
3. สร้างวิธีการทดลอง ทาผลที่มิใช่จากตัวแปรต้นแต่เป็นตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้
4. บ่งชี้ได้ว่าตัวแปรใดที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ในการทดลอง ถึงแม้ว่า ตัวแปรเหล่านั้นจะมีเปลี่ยนแปลงไปในเวลาเดียวกันในทุกๆ กรณี
5. นอกได้วิาสภาพการทดลองบางอย่างที่ทำให้ตัวแปรไม่คงที่ และสภาพการณ์ อย่างไรไม่ทำให้ตัวแปรคงที่

3.3.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationaly)

จาก การศึกษาที่ค้นคว้าได้มีนักการศึกษาได้ให้ความสำคัญของการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการไว้หลายท่านดังนี้

วรรณทิพา รอดนรงค์ และจิต นวนนกรัง (2532 : 78) ได้ให้ความหมายว่า การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจ ตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้โดยให้คำอธิบายที่เกี่ยวกับการทดลองและบอกริธีวัดตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

เฉลิมชัย สัมโยท (2545 : 64) ให้ความหมายว่า การให้คำจำกัดความ ความหมายและขอบเขตของคำต่างๆไว้โดยผู้ ไม่สามารถ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ตรงกัน นิยามของสิ่งของใดๆ นั้นถือว่าเป็นจริงสามารถสังเกตหรือทดสอบได้

ณัฐฉณี ชำนาญกิจ (2541 : 128) ได้สรุปว่า การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้โดยใช้ภาษาที่วัดมุม วัดเงิน ระบุการกระทำใน การที่ผู้ทดลองและผู้สังเกตสามารถสังเกตได้

สมาคมเนวิกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS, 1970 อ้างถึงใน ชีวรัตน์ ไกรเดช, 2549 : 17) ได้ศ ารพมาของของการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการว่า ว่าเป็นการ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตได้หรือวัดได้

จากความหมายของทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการดังกล่าว สรุปได้ว่า ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการให้ความหมายของคำหรือ ตัวแปรต่างๆ ซึ่งต้องสังเกต วัดหรือนำมาปฏิบัติได้ โดยสามารถกำหนดความหมายหรือ ขอบเขตให้วัดกุมและเข้าใจตรงกันได้ เพื่อไปสร้างการออกแบบการทดลอง นิยามเชิงปฏิบัติการ มีสาระสำคัญ 2 ประการคือ

1. ระบุสิ่งที่จะสังเกต
2. ระบุการกระทำซึ่งอาจได้จากถ้าวัด ทดสอบ หรือการทดลอง สิ่งที่ควรคำนึง ในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ มีดังนี้
 - 2.1 ควรใช้ภาษาที่ชัดเจนไม่กำกวม
 - 2.2 อธิบายสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำไว้ด้วย
 - 2.3 อาจมีนิยามเชิงปฏิบัติการมากกว่า 1 นิยามก็ได้ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ ที่แวดล้อม และเนื้อหาในบทเรียนจากพฤติกรรมหรือความสามารถดังกล่าว

3.3.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

จากการศึกษาค้นคว้า ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของ ทักษะการทดลองไว้ หลายท่าน ดังนี้

สุวิทย์ นิยมคำ (2531 : 246) กล่าวว่า การทดลองคือการสร้างสถานการณ์ จำลองขึ้นมาอย่างหนึ่งเพื่อจะได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นภายใต้การควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ไว้แล้ว เพื่อจะได้ตรวจสอบซ้ำได้อีก การทดลองมีวัตถุประสงค์ที่จะตรวจสอบสมมติฐาน รูปแบบหรือโมเดล ที่ยังสงสัยอยู่ โดยการกระทำให้วัตถุหรือเหตุการณ์เกิดการเปลี่ยนแปลง แล้วนำผลมา เปรียบเทียบ การทดลองต้องประกอบด้วยกิจกรรม 2 ตอน คือ กิจกรรมภาคออกแบบการทดลองกับกิจกรรมภาคปฏิบัติการทดลอง

วรวรรณทิพา รอดแวงคำ และจิต นวนแก้ว (2532 : viii) ให้ความหมายทักษะ การทดลองไว้ เป็นกระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2541 : 138) ได้สรุปว่า การทดลอง หมายถึง การพิสูจน์ เพื่อยืนยันความจริงในสิ่งที่สงสัย หรือในสิ่งที่อยากจะรู้คำตอบ หรือเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองทางวิทยาศาสตร์จะประกอบด้วยกิจกรรมออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

เฉลิมชัย สังข์โศภ (2548 : 84) ได้ให้ความหมายว่า กระบวนการปฏิบัติเพื่อ หาคำตอบของปัญหาหรือเพื่อพิสูจน์ทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ เป็นกระบวนการที่รวม เอากระบวนการขั้นพื้นฐานหลายๆ อย่างมาผสมผสานกัน นับตั้งแต่ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นต้น

จากความหมายของทักษะการทดลองดังกล่าว สรุปได้ว่า ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติกาทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง การทดลองเป็นการนำเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายๆ อย่างมาใช้ในการหาคำตอบและแบ่งประเภทของการทดลองออกเป็น 3 ประเภท

1. การทดลองแบบไม่แบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ เป็นการทดลองที่ของกลุ่มเดียว โดยไม่ต้องใช้กลุ่มเปรียบเทียบหรือทำการทดลองเพื่อหาคำตอบ จากกลุ่มทดลองนี้โดยไม่ต้องตั้งสมมติฐานลักษณะของการทดลองมีตั้งแต่การทดลองง่าย ๆ ไปจนถึงการทดลองที่มีแบบแผน นั่นคือ มีการทดลองบางอย่างไม่จำเป็นต้องแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ คือ มีการทดลองกับกลุ่มควบคุมก็สามารถสรุปผลการทดลองได้ เช่น การหาจุดเดือดของน้ำ

2. การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ เป็นการทดลองโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่าง 2 กลุ่มนี้ กลุ่มหนึ่งเรียกว่า "กลุ่มทดลอง" อีกกลุ่มหนึ่งเรียกว่า "กลุ่มควบคุม" ทั้ง 2 กลุ่ม จะกำหนดตัวแปรให้แตกต่างกันส่วนตัวแปรที่ต้องควบคุมจะต้องกำหนดหรือจัดให้มีคุณสมบัติหรือสิ่งแวดล้อมเหมือนกันทุกประการ แล้วติดตามผลการทดลองของตัวแปรต้น ซึ่งเราเรียกว่า "ตัวแปรตาม" จากสมมติฐานว่า "หนูที่กินอาหาร ที่มีโปรตีนจะเจริญเติบโตต่างจากหนูที่กินอาหารที่ไม่มีโปรตีน"

ตัวแปรต้น ได้แก่ อาหารที่มีโปรตีนกับอาหารที่ไม่มีโปรตีน

ตัวแปรตาม ได้แก่ การเจริญเติบโตของหนู

ตัวแปรที่ต้องควบคุมได้แก่

1. ชนิดและขนาดของหนู
2. อายุและเพศของหนู
3. ปริมาณอาหารและน้ำ
4. สถานที่เลี้ยงหนู
5. เวลาการให้อาหาร เป็นต้น

3. การทดลองแบบลองผิดลองถูก เป็นการทดลองที่ผู้ทดลองไม่มีหลักการหรือวิธีทดลองที่แน่นอนชัดเจนในการหาคำตอบของปัญหา หรือบางปัญหาไม่สามารถทำการทดลองอย่างมีระบบได้ ก็จะใช้วิธีลองผิดลองถูกหรือลองทำปรับปรุงแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงจนกว่าจะได้คำตอบหรือมองเห็นวิธีการที่ถูกต้อง การทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในสมัยแรกๆ มักจะเป็นการทดลองแบบลองผิดลองถูกเนื่องจากบางครั้งมีความจำเป็นเพราะบางปัญหาไม่มีที่ตั้งสมมติฐานอย่างไว้ออกแบบการทดลองอย่างไร หรือทำการทดลองอย่างมีแบบแผนอย่างไร องค์ประกอบของการทดลอง

วรรณทิพา รอดแว้งคำ และจิต นวนแก้ว (2532 : VII) ได้จำแนกองค์ประกอบของการทดลองออกเป็น 3 ชั้น คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง

2. การปฏิบัติกาทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ ได้ยกตัวอย่างบางส่วนและถูกต้องการบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระบนแกนแนวนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใส่ชื่อแกนที่เหมาะสมพร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าของตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท : สท) จำนวนองค์ประกอบของการทดลองออกเป็น 3 ชั้น คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับกำหนัดและควบคุมตัวแปร)

1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติกาทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติกาทดลองจริง ๆ

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ จากกาจำนวนองค์ประกอบของการทดลองดังกล่าว ผู้วิจัยขอสรุปการจำนวนองค์ประกอบของการทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ชั้น คือ

3.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองเพื่อกำหนด

- วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับกำหนัดและควบคุมตัวแปร)

- อุปกรณ์ และ/ หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

3.2 ปฏิบัติกาทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติกาทดลองจริงและใช้ อุปกรณ์อย่างถูกต้องเหมาะสม

3.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ได้ยกตัวอย่างบางส่วนและถูกต้อง

ในการทดลองแต่ละครั้งจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้อง คือสามารถที่จะบอกชนิดของตัวแปร ในการทดลองว่าตัวแปรนั้นเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม หรือตัวแปรที่ถูกควบคุม ในการทดลองหนึ่งๆ จะต้องมีตัวแปรหนึ่งเท่านั้นที่มีผลต่อการทดลอง และให้แน่ใจว่าผลที่เกิดจากตัวแปรนั้นจริงๆ จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรอื่นไม่ให้มีผลต่อการทดลอง ซึ่งเรียกตัวแปรนี้ว่าตัวแปรที่ถูกควบคุมทุกกิจกรรมของทักษะการทดลอง

สถาบันการส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 : 80) กำหนดพฤติกรรมหรือความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะการทดลอง คือ

1. ออกแบบการทดลอง โดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควรควบคุม

1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้ชัดเจนและถูกต้อง คร่าวตามที่นำไปสู่ทักษะการทดลอง เช่น

3.1 จากสมมติฐานว่า "มุมของปลายวางมีผลต่อระยะที่ตกของลูกปืน"

3.1.1 นักเรียนมีวิธีการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานข้อนี้ได้หรือไม่

3.1.2 การทดลองนี้ต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง

3.2 การอ่านอุณหภูมิในขณะทดลองทำอย่างไร

3.3 ขณะเผาสารในหลอดทดลองต้องทำ อย่างไรบ้าง

จากพฤติกรรมหรือความสามารถดังกล่าว ผู้วิจัยขอสรุปความสามารถของผู้ที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คือ

1. กำหนดวิธีการทดลองได้อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสมมติฐานโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควรควบคุม

2. ระบุวัสดุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

3. ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

4. บันทึกผลการทดลองได้ชัดเจนและถูกต้อง

5. จัดกระทำข้อมูลที่ได้สังเกตได้และเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการเสนอข้อมูล

6. สามารถเขียนรายงานผลการทดลอง รวมทั้งอภิปรายผลว่าข้อมูลต่างๆ

ที่ได้มานั้นสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการทดลองเช่น

1. จากสมมติฐานที่ว่า "ระยะที่ปล่อยลูกบอลสู่พื้นดินมากขึ้นลูกบอลยิ่งกระดอนจากพื้นดินสูงขึ้น"

1.1 นักเรียนคิดว่าวิธีการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานข้อนี้ได้หรือไม่

1.2 ในการทดลองนี้ต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง

2. ต้องใช้ไม้หนีบจับหลอดทดลองอย่างไร

3. ขณะเผาสารในหลอดทดลองจะต้องทำอย่างไร

4. ตักสารเคมีออกจากขวดแล้วต้องทำอย่างไร

3.3.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusions)

จากการศึกษาค้นคว้า ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปไว้หลายท่านดังนี้

สุวัฒน์ โยมคำ (2531 : 246) กล่าวว่า การตีความหมายข้อมูลเป็นการพิจารณาข้อมูลทุกแง่มุมแล้วไตร่ตรอง คิดเห็นของตนเองไม่ว่าข้อมูลนี้ให้ความหมายอะไรในแง่เป้าหมาย การตีความหมายข้อมูล เป็นกระบวนการขึ้นเหตุผลหลากหลาย อัน อาจจะมีทั้งการลงความเห็น การพยากรณ์ และการตั้งสมมติฐานก็ได้

วรรณทิพา รัตนวงศา และจิต นามแก้ว (2532 : VII-VIII) การตีความหมายของข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายของข้อมูลบางทีอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น การสังเกต การสำนวน เป็นต้น และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

สถาปณ ส่งเสริมการการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 : 58 - 59) ให้ความหมายของทักษะการการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปว่า ทักษะการตีความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางกรณีอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการสำนวน เป็นต้น ทักษะการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2541 : 138) สรุปความหมายของ การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่แล้วสรุปเป็นผลสืบเนื่องมาซึ่งความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งบางกรณีอาจใช้ทักษะการสังเกต หรือการสำนวนช่วยในการลงข้อสรุป

เฉลิมชัย สิวโรจน์ (2545 : 89) ได้ให้ความหมายว่า เป็นกระบวนการขึ้นเหตุผลของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะสรุปผลการทดลองว่าสมมติฐานหรือสมมติฐานสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบการนำเสนอต่างๆ ส่วนการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

จากความหมายของทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปดังกล่าวสรุปได้ว่า ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำไว้โดยกระทำหรือและครบถ้วน และใช้สื่อความหมายอย่างถูกต้องและเป็นที่เข้าใจตรงกัน

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางกรณีอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่ต้องการ การลงข้อสรุปจะเกี่ยวข้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ ตาราง รูปภาพหรือกราฟ ฯลฯ ที่รวบรวมรายละเอียดต่างๆ ของข้อมูลไว้อย่างครบถ้วนและกะทัดรัด สะดวกต่อการนำไปใช้และการนำเสนอข้อมูล ไปใช้จำเป็นคือตีความหมายข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปของภาษาพูดหรือภาษาเขียนที่สื่อความหมายกับคนทั่ว ๆ ไปไม่ได้โดยเป็นที่เข้าใจตรงกัน ประเภทหรือลักษณะของการลงข้อสรุปหลังจากตีความหมายข้อมูลแล้วขึ้นต่อไปก็เพื่อ การลงข้อสรุปวิธีการลงข้อสรุปที่ง่ายที่สุด คือ การมองย้อนไปสู่อุปุยาหรือสมมติฐานก่อน แล้วจึงพิจารณาว่าเมื่อรวบรวมเอาความหมาย จากข้อมูลที่ได้มาเข้าด้วยกันแล้ว ตกลงกับหรือปฏิเสธสมมติฐานนั้นอย่างไรก็ตามข้อสรุปที่ได้นี้ต้องครอบคลุมความหมายที่ตีความได้จากข้อมูลทั้งหมด ข้อความที่ตีความหมายได้รูปประเด็นจะต้องไม่ขัดแย้งกับการลงข้อสรุป

สถาบันการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534 : 28) ได้กำหนดพฤติกรรมหรือความสามารถผู้ที่จะแสดงว่า เกิดทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป คือ

1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมมติฐานของข้อมูลที่มีอยู่ได้
2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จากพฤติกรรมหรือความสามารถดังกล่าว ผู้วิจัยขอสรุปความสามารถของผู้ที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว คือ

1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ได้
2. อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่างๆ ได้
3. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่ได้ เช่น การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟตัวกราฟเป็นเส้นตรงก็สามารถอธิบายได้ว่า เกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตามขณะที่ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง หรือถ้าหากเส้นกราฟเป็นเส้นโค้งให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเบี่ยงเบนทิศทาง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเบี่ยงเบนทิศทางแล้ว

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1978 อ้างถึงใน ชีวรัตน์ โคนเพชร, 2540 : 25) ได้จำแนกประเภทของการลงข้อสรุป ไว้ 6 ประเภท คือ

1. การลงข้อสรุปรวมทั่วไป เพื่อพาดพิงถึงเฉพาะของหน่วยใดหน่วยหนึ่งในระบบใดระบบหนึ่ง
2. การลงข้อสรุปรวมทั่วไป เพื่อหาขอบเขตการทำงาน และรูปของลักษณะของผลผลิต

3. การลงข้อสรุปรวมทั่วไป เพื่อหาการจัดประเภทใหม่ของสิ่งต่างๆ
4. การลงข้อสรุปรวมทั่วไป เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ
5. การลงข้อสรุปรวมทั่วไป เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลต่อกัน

จากแนวคิดและความหมายของทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ผู้วิจัยจึงกำหนดความหมายของทักษะการตีความหมายข้อมูลโดยแบ่งเป็น 3 ข้อคือ

1. การตีความหมายข้อมูลจากกราฟ มีรายละเอียดดังนี้
 - ควรให้รายละเอียดที่ชัดเจน และเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์
 - รายละเอียดของข้อมูลจากกราฟบางส่วนอาจแปลให้มาอยู่ในรูปของตารางเพื่อให้ง่ายยิ่งขึ้น
 - มอที่ได้จากการตีความหมายข้อมูลนำไปสู่การมองความเห็นได้
2. การตีความหมายข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง
3. การตีความหมายของข้อมูลจากแผนภาพหรือรูปภาพพฤติกรรมของทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล

การวิเคราะห์คาโนนิกอล เป็นเทคนิคทางสถิติที่คิดค้นโดย Hotelling เมื่อปี ค.ศ. 1936 เป็นเทคนิคที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยตัวแปรมากกว่าหนึ่งตัวขึ้นไป

4.1 ความหมายของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล

กัลยา วาณิชย์ปัญญา (2550 : 34) กล่าวว่าถึง การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอลเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ชุด โดยตัวแปรในแต่ละชุดมีมากกว่า 1 ตัว จำนวนตัวแปรในแต่ละชุดจะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ สถิติวัดความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ชุด คือ ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอล ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์ ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนกับค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน คือ ใช้วัดได้ทั้งขนาดและทิศทางความสัมพันธ์ และมีค่าระหว่าง -1 ถึง +1

ในรูปทั่วไปถ้ามีตัวแปร 2 ชุด คือ $X' = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ และ $Y' = (Y_1, Y_2, \dots, Y_p)$



การวัดความสัมพันธ์ของขนาดของตัวแปร x และตัวแปร y จะวัดด้วยค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอล ซึ่งสามารถหาค่าได้จากนอร์มัล 2 แบบ คือ

1. การวัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และ y โดยไม่มีการแปรผันของค่าในตัวแปรอิสระ และค่าของตัวแปรตาม เกิดจากความสัมพันธ์ที่ 2 ระหว่างความสัมพันธ์ที่ปรากฏเพียงใด ดังแสดงในรูปที่ 1 :

2. การหาสาเหตุ หรือเป็นการวัดความสัมพันธ์ของ x และ y โดยมีการแปรผันของค่าในตัวแปรอิสระและค่าของตัวแปรตาม ดังรูปที่ 2 กำหนดให้ชื่อของตัวแปร x เป็นชื่อของตัวแปรอิสระ และชื่อ y เป็นชื่อของตัวแปรตาม



โดยตัวแปรที่อยู่ในชุดเดียวกันหรืออยู่ในกลุ่มเดียวกันมีความหมายในอันเดียวกัน ฐานะเป็น เป็นสมการ (2535 : 26 - 40) ให้ความหมาย การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ตามนิยามเป็นเทคนิคทางสถิติ สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรของกรุปกลุ่มหนึ่งในประชากรด้วยตัวแปรอิสระตั้งแต่สองตัวขึ้นไปและอีกกลุ่มหนึ่งประกอบด้วยตัวแปรตามตั้งแต่สองตัวขึ้นไป การวิเคราะห์ตามนิยาม อาจมีความสัมพันธ์เกี่ยวกับการถดถอยของตัวแปรกลุ่มตัวแปรตามให้เหลือเพียงฟังก์ชันเส้นตรง (Linear Function) ของตัวแปรที่มีจำนวนน้อยกว่าสาม หลักการแนวคิดสำคัญของสหสัมพันธ์กันในนิยาม คือ ที่ในกลุ่มตัวแปรอิสระและกลุ่มตัวแปรตาม ซึ่งถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกันก่อนเพื่อให้เกิดส่วนประกอบเส้นตรงที่เป็นส่วนประกอบซึ่งกันและกัน (Linear composition) ตามหลักกำลังสองต่ำสุด ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบ (Component) ของสหสัมพันธ์ที่สัมพันธ์กันนิยาม ซึ่งใช้สัญลักษณ์

R_c ผลการรวมเชิงเส้นตรงของกลุ่มตัวแปรอิสระของกรุปนี้ คือ องค์ประกอบตามนิยาม (canonical factor) หรือตัวแปรตามนิยาม (Canonical Variate)

โดยทั่วไปอาจเขียนโดยใช้สัญลักษณ์ W และ V สมมติว่า ตัวแปรในกลุ่มที่หนึ่งที่จะนำมาวิเคราะห์สหสัมพันธ์ตามนิยาม ได้แก่ $(X_1, X_2, X_3, \dots, X_p)$ และตัวแปรในกลุ่มที่สอง ได้แก่ $(Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_r)$ ในกรณีนี้ตัวแปรตามนิยามของกรุปตัวแปรที่หนึ่งปรากฏตามสมการดังนี้

$$W_1 = a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + \dots + a_p X_p$$

ตัวแปรตามนิยามของกรุปตัวแปรที่สองปรากฏตามสมการดังนี้

$$V_1 = b_1 Y_1 + b_2 Y_2 + b_3 Y_3 + \dots + b_r Y_r$$

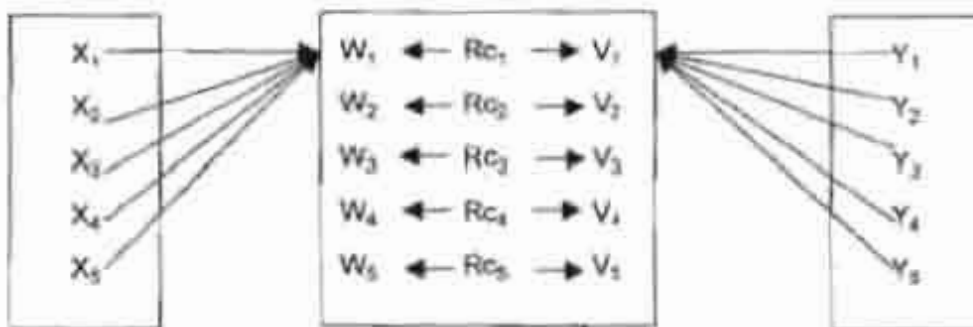
การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์มาตาม a และ b เป็นไปในลักษณะที่ขงทำให้ตัวแปร ตามนิยาม W มีความสัมพันธ์สูงสุดกับตัวแปรตามนิยาม V อันเป็นตัวแปรตามนิยามที่ถูกกำหนดขึ้นจากตัวแปรอิสระหนึ่ง ซึ่งจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของตัวแปรอีกกลุ่มหนึ่ง รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรทั้งสอง กล่าวได้ว่าตัวแปรตามนิยามที่กำหนดขึ้นจากตัวแปรกลุ่มหนึ่งจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไป ถ้ามีการเพิ่มหรือลดจำนวนตัวแปรในอีกกลุ่มหนึ่ง

สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) ที่มีค่าสูงสุดระหว่าง W_1 และ V_1 คือ สหสัมพันธ์ค่าในนิคอดตัวแรก R_{c1} ก็คือ ตัวประมาณค่าของความแปรปรวนที่ร่วมกันระหว่าง W_1 และ V_1 อย่างไรก็ตามไม่ใช่ตัวประมาณค่าของความแปรปรวนที่ทับซ้อนกันระหว่าง กลุ่มตัวแปรทั้งสองกลุ่มนั้น กล่าวได้ว่า เมื่อสามารถคำนวณค่า R_{c1} ได้แล้วสามารถคำนวณ ค่า R_{c2} , R_{c3} และค่า R_c อื่นๆ ได้ เพราะ R_{c2} คือตัวประมาณค่าของความแปรปรวนที่ร่วมกัน ระหว่าง W_2 และ V_2 ในขณะที่ R_{c3} ก็คือ ตัวประมาณค่าของความแปรปรวนที่ร่วมกันระหว่าง W_3 และ V_3 อย่างไรก็ตามไม่ใช่ตัวประมาณค่าของความแปรปรวนที่ทับซ้อนกันระหว่าง W_1 และ V_1 อย่างไรก็ดี R_{c2} , R_{c3} และ R_c อื่นๆ ย่อมอยู่ภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นที่กำหนดไว้ว่า ตัวแปรพาในนิคอดคู่อื่นๆ ที่ไม่ใช่ตัวแปรพาในนิคอด คู่แรกจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร พาในนิคอดที่กล่าวถึง ก่อนตัวอย่างเช่น ในกรณี R_{c2} ตัวแปรพาในนิคอด W_2 และ V_2 จะต้องไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรพาในนิคอด W_1 และ V_1 และในกรณี R_{c3} ตัวแปรพาในนิคอดคู่แรก (W_1 และ V_1) และกับตัวแปรพาในนิคอดคู่ที่สอง (W_2 และ V_2) เป็นต้น ถ้าไม่มีการกำหนด ข้อตกลงเบื้องต้นนี้ก็ย่อมเป็นไปได้ ที่จะพบค่าสหสัมพันธ์ค่าในนิคอด ไม่จำกัดจำนวนที่มีขนาด ค่าสูงเท่ากับสหสัมพันธ์ค่าในนิคอดของตัวแปรแรก แต่เนื่องจากการมีการกำหนดข้อจำกัดดังกล่าว R_{c1} จึงมีขนาดค่าสูงกว่า R_{c2} และ R_{c3} จึงมีขนาดค่าสูงกว่า R_{c2} ตามลำดับ

ตามปกติ จำนวนของค่าสหสัมพันธ์ค่าในนิคอดจะสามารถพิจารณาได้จากจำนวน ตัวแปรที่มีในกลุ่มที่มีขนาดเล็กลงกว่า กล่าวคือถ้าการวิเคราะห์ค่าในนิคอด ประกอบด้วย กลุ่มตัวแปรอิสระจำนวน 5 ตัวแปร และกลุ่มตัวแปรตามจำนวน 4 ตัวแปร การวิเคราะห์นี้จะ สามารถคำนวณค่า R_c ได้ 4 ค่าและถ้ากลุ่มตัวแปรอิสระและกลุ่มตัวแปรตามจำนวนเท่ากัน คือ กลุ่มละ 5 ตัวแปร การคำนวณย่อมได้ค่าสหสัมพันธ์ค่าในนิคอดจำนวน 5 ค่า ดังปรากฏตามรูป ซึ่งแสดงถึง ตัวแปรพาในนิคอดใน W และ V

กลุ่มตัวแปรที่ 1

กลุ่มตัวแปรที่ 2



ภาพประกอบ 1 แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างกลุ่มตัวแปร ตัวแปรพาในนิคอดและค่าสหสัมพันธ์ ค่าในนิคอด (ประจักษ์ เที่ยมสมบูรณ์, 2535 : 41)

4.2 วัดจุดประสงค์ของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล

สำราญ นิธิจิ่ง (2544 : 176) กล่าวถึง วัดจุดประสงค์สำคัญในการใช้เทคนิคการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล คือ การหาแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองชุดที่ทำให้ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด โดยที่แต่ละชุดอาจมีตัวแปรหลายตัวและจำนวนของตัวแปรในแต่ละชุดจะเท่ากันหรือไม่ก็ได้ และจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองชุด สามารถกำหนดน้ำหนักของตัวแปรในแต่ละชุดได้โดยดูจากค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรแต่ละตัวที่ทำให้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองชุดนั้นมีค่าสูงสุด

4.3 ประโยชน์ของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอลต่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์

สำราญ นิธิจิ่ง (2544 : 176) กล่าวถึงเทคนิคการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล มีความสำคัญต่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ที่สำคัญ 3 ประการคือ

1. บอกถึงรายละเอียดแบบแผนความสัมพันธ์สูงสุดระหว่างตัวแปรสองกลุ่มจากข้อมูลชุดเดียวกันได้
2. ลดข้อมูลหรือตัวแปรลง โดยสามารถสร้างตัวแปรประกอบหรือตัวแปรคาโนนิกอล ขึ้นจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองกลุ่มนั้นได้
3. สามารถนำค่าของตัวแปรคาโนนิกอลมาใช้จัดอันดับหน่วยการวิเคราะห์ตามค่าสูงต่ำซึ่งมีประโยชน์ต่อการกำหนดสาเหตุหรือของตัวแปรต่างๆ ที่ประกอบกันขึ้นมาเป็นตัวแปรคาโนนิกอล

4.4 ลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

สำราญ นิธิจิ่ง (2544 : 176) กล่าวถึง ข้อมูลที่จะนำมาใช้กับการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล ต้องเป็นข้อมูลที่มีระดับการวัดแบบช่วง (Interval Scale) หรือตัวแปรทวิ (Dichotomies) มีค่าเป็น 0 หรือ 1 เช่นเดียวกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ อย่างไรก็ตามก็มีข้อมูลที่ใช้จึงอิงก็คือเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละกลุ่ม

4.5 คำศัพท์ที่ควรรู้จักเกี่ยวกับสหสัมพันธ์คาโนนิกอล

ปุระนิจ เบ็ญนทญาน์ (2535 : 40 - 42) กล่าวถึง ตัวแปรคาโนนิกอล (Canonical Variate) คือ ตัวแปรประกอบ (Composite variates) ที่เกิดจากความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปร W เรียกว่า ส่วนประกอบของตัวแปรคาโนนิกอล (Partial canonical variates) และ V เรียกว่า ส่วนประกอบของตัวแปร

สหสัมพันธ์คาโนนิกอล (Canonical correlation ; R_c) คือ ปริมาณของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคาโนนิกอล หรือปริมาณความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของตัวแปรกับส่วนประกอบของฟังก์ชัน

ค่าน้ำหนักความสำคัญคาโนนิกอล (Canonical weight , function coefficient) หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์หรือน้ำหนักของตัวแปรชุด X หรือตัวแปรชุด Y ในที่นี้คือค่า a_1, \dots, a_p และ b_1, \dots, b_q การตีความเหมือน β ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณซึ่งเป็นค่าที่แสดงค่าตัวแปร X หรือ Y มีความสำคัญในการอธิบายตัวแปรคาโนนิกอล เพื่อควบคุมตัวแปรอื่นๆ ในชุดตัวแปร

4.6 รูปแบบพื้นฐานของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล

หลังจากที่รวบรวมข้อมูลที่เป็นค่าของตัวแปรต่างๆ ทั้งตัวแปรอิสระซึ่งมี p ตัว และตัวแปรตามซึ่งมี q ตัว ค่าเหล่านี้เป็นค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด N คน เรียกว่า ข้อมูลเบื้องต้นซึ่งนำข้อมูลเบื้องต้นมาจัดอยู่ในรูปแบบตรีโกณมิติ ดังนี้ (สำราญ มีนิจ, 2544 : 177-178)

ตาราง 2 แสดงการจัดข้อมูลเบื้องต้นในรูปแบบตรีโกณมิติของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล

สมาชิกกลุ่มตัวอย่าง	ชุดตัวแปรอิสระ	ชุดตัวแปรตาม
1	$X_{11} X_{12} \dots X_{1p}$	$Y_{11} Y_{12} \dots Y_{1q}$
2	$X_{21} X_{22} \dots X_{2p}$	$Y_{21} Y_{22} \dots Y_{2q}$
3	$X_{31} X_{32} \dots X_{3p}$	$Y_{31} Y_{32} \dots Y_{3q}$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
N	$X_{N1} X_{N2} \dots X_{Np}$	$Y_{N1} Y_{N2} \dots Y_{Nq}$

เมื่อ N แทน จำนวนหน่วยตัวอย่าง
 p แทน จำนวนตัวแปรอิสระ
 q แทน จำนวนตัวแปรตาม

ตัวเลขสองตัวที่ห้อย X และ Y นั้น ตัวแรกแทนสมาชิกคนที่ i ตัวหลังแทนจำนวนตัวแปรตัวที่ j ของแต่ละกลุ่ม ดังนั้น X_{12} แทนคะแนนคนที่หนึ่งในตัวแปรอิสระตัวที่สอง จากเมตริกซ์ข้อมูลเบื้องต้นจากนั้นคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายโดยจับคู่

ระหว่างตัวแปรทุกตัว เป็นคู่ ๆ ไปแล้วนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้งหมดมาจัดเป็นรูปเมตริกซ์ โดยแบ่งส่วนเป็น 4 ส่วนดังนี้

ตาราง 3 ตารางแสดงการแบ่งส่วนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในรูปเมตริกซ์

X					Y				
1	2	p	1	2	q
1									
2									
X				R_{XX}					R_{XY}
P									
1									
2									
Y				R_{YX}					R_{YY}
Q									

เมื่อ p แทน จำนวนตัวแปรอิสระ

q แทน จำนวนตัวแปรตาม

เมตริกซ์ของสหสัมพันธ์ R สามารถที่จะกำหนดส่วนออกได้เป็น 4 เมตริกซ์ย่อย คือ R_{XX} R_{YX} R_{XY} และ R_{YY} ในเมตริกซ์ย่อย R_{XX} ประกอบด้วยสหสัมพันธ์ของตัวแปรในชุด X ในเมตริกซ์ R_{YY} ประกอบด้วยสหสัมพันธ์ของตัวแปรในชุด Y และในเมตริกซ์ R_{YX} กับ R_{XY} จะเป็นสหสัมพันธ์ของตัวแปรที่ข้ามกันของตัวแปรในชุด X กับชุด Y จากคุณสมบัติเชิงสมมาตรของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ดังนั้น R_{YX} จึงมีค่าเท่ากับ R_{XY} ที่สามารถสับเปลี่ยนแทนกันได้ เมื่อจัดเมตริกซ์ตามภาพแล้วก็จะสามารถวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอลต่อไปได้

กำหนดส่วนย่อยของเมตริกซ์ X กับ Y ให้อยู่ในรูปของซูเปอร์เมตริกซ์ ดังนี้

$$R = \begin{bmatrix} R_{XX} & R_{XY} \\ R_{YX} & R_{YY} \end{bmatrix}$$

เมื่อ R แทน ซูเปอร์เมตริกซ์ระหว่างสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

R_{XX} แทน เมตริกซ์สหสัมพันธ์ของชุดตัวแปรอิสระ X_p

- R_{yy} แทน เมตริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรตาม Y_q
- R_{xy} แทน เมตริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ X_p กับชุดของตัวแปรตาม Y_q
- R_{yx} แทน ทรานสโพสของ R_{xy}

จากนั้นหาค่าเมตริกซ์ของ R_{xx}^{-1} , R_{yx} , R_{xy} และ R_{yy}^{-1} แล้วนำไปสร้างสมการดีเทอร์มิแนนต์ดังนี้

$$|R_{yy}^{-1} R_{yx} R_{xx}^{-1} R_{xy} - \lambda I| = 0$$

- R_{yy}^{-1} แทน อินเวอร์สของเมตริกซ์ของค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y
- R_{xx}^{-1} แทน อินเวอร์สของเมตริกซ์ของค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X
- I แทน เมตริกซ์เอกลักษณ์ (Identity matrix)
- λ แทน โลกพหุนามหรือสมการแอมปีร์ของสหสัมพันธ์ค่าในนิพจน์

จากสมการดีเทอร์มิแนนต์จะได้ สมการ quadratic คือ

$$a\lambda^2 + b\lambda + c = 0$$

คำนวณค่า λ จากสูตร

$$\lambda = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

หาค่าสหสัมพันธ์ค่าในนิพจน์ (Rc) โดยการถอดรากที่สองของ λ

$$R_c = \sqrt{\lambda}$$

การทดสอบนัยสำคัญของ R_c

การทดสอบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างสหสัมพันธ์ค่าในนิพจน์ โดยจะเป็นการทดสอบ R_c ทุกค่าหรือบางค่า

$$H_0 : R_{c1} = R_{c2} = \dots = R_{cq} = 0$$

$$H_1 : \text{มี } R_c \text{ อย่างน้อย 1 ตัว ที่มีค่าไม่เท่ากับ 0}$$

การทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์ค่าในนิพจน์ ไฮสุทซ์ดีนีย์ (Pudisova 939 - 940)

$$\chi^2 = -(N-1) \sum (p+q+1) \log_e \Lambda ; \sigma = pq$$

- χ^2 แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากตารางแจกแจงไฮสุทซ์ดีนีย์
- N แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
- P แทน จำนวนตัวแปรอิสระ
- q แทน จำนวนตัวแปรตาม

\log_e แทน natural logarithm

Λ แทน Wilks' lambda โดยคำนวณจากสูตร

$$\Lambda = (1 - R_{ct}^2)(1 - R_{ct}^2) \dots (1 - R_{ct}^2)$$

เมื่อทดสอบแล้วพบว่าปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า อย่างน้อย $R_{ct} \neq 0$ อันตีบต่อไป

คำนวณ Λ' = ใช้สูตรเดิม โดยตัดเทอม $(1 - R_{ct}^2)$ ออกไป จะได้ว่า

$$\Lambda' = (1 - R_{ct}^2) \text{ โดยค่า } df = (p - 1)(q - 1)$$

หากมี R_{ct} มากกว่า 2 ค่า คำนวณ Λ' ที่ $df = (p - 2)(q - 2)$ และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติต่อไปจนกระทั่งพบ R_{ct} ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงสิ้นสุดการทดสอบสมมติฐาน

การคำนวณหาค่า β_j ของตัวแปร Y โดยที่

$$\beta_j = \frac{1}{\sqrt{VR_{xy}}} V_j$$

β_j แทน สำนันำหนักความสำคัญค่าในนิโคลของชุดที่ j (Function j)

V_j แทน โยเกนเวกเตอร์ที่ j

f' แทน ทวนโพสของ V_j

หาค่า V_j โดยแก้สมการต่อไปนี้

$$[R'_{yy} R_{xx} R'_{xx} R_{xy} - \lambda] V_j = 0$$

การคำนวณหาค่า β_j ของตัวแปร X ได้จากสมการดีเทอร์มิแนนท์

$$A = R_{xx} R_y B D^{-1/2}$$

A แทน เมตริกซ์ของน้ำหนักความสำคัญค่าในนิโคลของตัวแปร X ใน แต่ละชุด

B แทน เมตริกซ์ของน้ำหนักความสำคัญค่าในนิโคลของตัวแปร Y

$D^{-1/2}$ แทน diagonal matrix ที่มีสมาชิกเป็นส่วนกลับของรากที่ 2 ของ λ

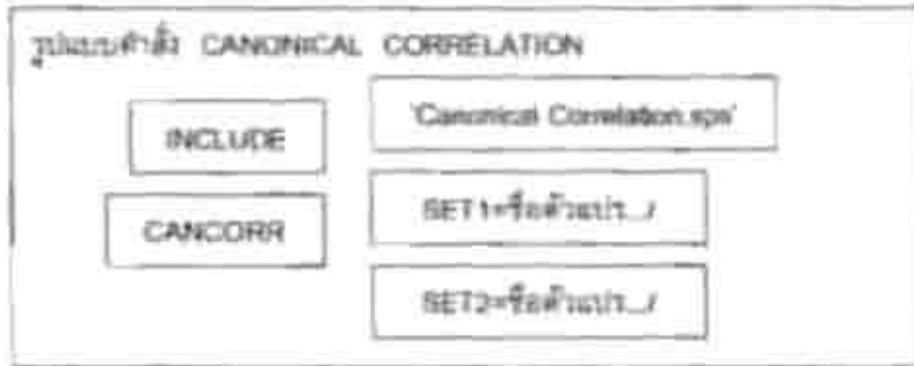
R_{xx} แทน เมตริกซ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ X

R_{yy} แทน เมตริกซ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ X กับตัวแปรตาม Y

4.7 รูปแบบคำสั่งสหสัมพันธ์ค่าในนิโคลโดยใช้โปรแกรม SPSS

รวิชัย สามสันติวงศ์ (2542 : 647, - 656) กล่าวว่า เนื่องจากโปรแกรม SPSS ไม่มีคำสั่งคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่าในนิโคลโดยตรง แต่มีชุดคำสั่งมาโครที่เขียนขึ้นมาใช้ในการคำนวณแทน ดังนั้นเมนูคำสั่งใน SPSS จะไม่มีคำสั่งนี้ ผู้ใช้จำเป็นต้องเขียนโปรแกรม

โดยเขียนไฟล์มาโครขึ้นมาก่อนแล้วจึงกำหนดจุดของตัวแปรที่ต้องการคำนวณ ดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงรูปแบบคำสั่งสหสัมพันธ์คาโนนิกอล (รวิชาติ งามสันติวงศ์, 2542 : 650)

เมื่อต้องการใช้สหสัมพันธ์คาโนนิกอลผู้ใช้จะต้องพิมพ์ที่หน้าคำสั่ง Syntax Editor ดังนี้

```
INCLUDE 'Canonical Correlation. sps'
CANCORR SET1 = x1 x2 x3 x4
        SET2 = y1 y2 y3.
```

คำสั่งนี้ต้องการคำนวณค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอลของตัวแปร y_1 ถึง y_3 และ x_1 ถึง x_4 ดังนั้นจึงต้องอ่านไฟล์ "Canonical Correlation.sps" โดยใช้คำสั่ง INCLUDE และกำหนดให้ SET1 เป็นกลุ่มของตัวแปร x_1 ถึง x_4 ในขณะที่ SET2 เป็นกลุ่มของตัวแปร y_1 ถึง y_3

4.8 การแปลผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล

สำรวจ มิถุน (2544 : 182 - 183) กล่าวว่า ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอลจะแสดงถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เป็นไปได้สูงสุดระหว่างชุดตัวแปรตามกันและของตัวแปรอิสระร่วมกัน ส่วนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิกอลเป็นน้ำหนักที่แสดงถึงความสำคัญของตัวแปรในมีส่วนช่วยให้ได้ความสัมพันธ์สูงสุด ดังนั้นในการพิจารณาว่าตัวแปรในชุดตัวแปรอิสระกับชุดตัวแปรตามใดบ้างสัมพันธ์กันก็พิจารณาจากขนาดและเครื่องหมายของค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอลส่วนนั้นจะมีความสัมพันธ์ทางบวกซึ่งกันและกันและถ้าเครื่องหมายต่างกันจะมีความสัมพันธ์ทางลบซึ่งกันและกัน

ค่าสถิติที่สำคัญอีกค่าหนึ่งคือ ค่าไอแกนซึ่งคือกำลังสองของค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอล เป็นค่าที่แสดงถึงความแปรปรวนที่ร่วมกันของตัวแปรทั้งสองชุด นั่นคือเป็นสัดส่วนแสดงถึงความสัมพันธ์สูงสุดระหว่างตัวแปรทั้งสองชุดหรือเป็นอิทธิพลสูงสุดที่ตัวแปรในชุดหนึ่งส่งผลต่อตัวแปรอีกชุดหนึ่ง

สำหรับเทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงค่าในนิคอส สามารถวิเคราะห์ค่าสัดส่วนของน้ำหนักตัวแปรทั้งหมด ที่ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองชุดนั้นเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่มีค่าสูงสุด ดังนั้นค่าสหสัมพันธ์ค่าในนิคอสตัวแรกจึงเป็นค่าสูงที่สุด อันเกิดจากสัดส่วนของน้ำหนักของตัวแปรแต่ละตัว ดังปรากฏในตัวแปรสหสัมพันธ์ค่าในนิคอสชุดแรก ส่วนชุดที่สองหรือชุดต่อไปเป็นสัดส่วนของน้ำหนักของแต่ละตัวแปร ที่ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองชุดในส่วนที่เหลือเป็นเชิงเส้นตรง ที่มีค่าสูงสุดซึ่งเป็นอิสระจากชุดแรกตามลำดับค่าสหสัมพันธ์ค่าในนิคอสตัวที่สองหรือต่อไปจะมีค่าน้อยกว่าตัวแรกตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์โครงสร้างที่มีค่า $\geq .30$ เป็นค่าที่มากพอที่จะแปลความหมายได้ข้อสังเกตของการแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์โครงสร้าง คือ

1. แปลความหมายของตัวแปรกับค่า Factor Loading ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ
2. ค่าสัมประสิทธิ์โครงสร้างเมื่อยกกำลังสอง แสดงถึงความแปรปรวนของตัวแปร X หรือ Y อธิบายได้ด้วยตัวแปรค่าในนิคอส
3. ผลรวมของค่ากำลังสองของค่าสัมประสิทธิ์โครงสร้าง แสดงถึงระดับความแปรปรวนของตัวแปรเดิมที่อธิบายได้ด้วยตัวแปรค่าในนิคอส
4. ระดับความแปรปรวนในข้อ 3 ขาดอีก จำนวนตัวแปรเดิม แสดงถึงสัดส่วนของความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรเดิมที่อธิบายด้วยตัวแปรค่าในนิคอส

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาศาสตร์และศึกษาระบบการทางวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการในประเทศ มีดังนี้

ทพร ทูมประเสริฐ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำการค้นคว้างานวิจัยเกี่ยวกับศึกษาระบบการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา การสังเกตเชิงทดลอง พบว่า ชุดการสังเกตทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติกระบวนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าวิธีทดสอบปกติ การสังเกตวิธีเชิงสหสัมพันธ์ พบว่า ด้านทัศนคติกระบวนการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพศ แผนการเรียนและระดับสติปัญญาเกี่ยวกับทัศนคติกระบวนการศึกษาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ฉันทเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ (เพศ แผนการเรียนและระดับสติปัญญา) กับเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

นงนิกา ลีอนศรี (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติกระบวนการศึกษาวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะกับความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ในทางบวก

สุภาวดี สายศิริ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรียนเก่งระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามเพศ ประสบการณ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์และขนาดโรงเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มมีคะแนนเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนชายมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจำนวน 1 ด้าน และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 4 ด้านมากกว่านักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่มีประสบการณ์เรียนวิทยาศาสตร์ 1 ปี มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมและเป็นรายด้านทั้ง 5 ด้าน และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมและเป็นรายด้านทั้ง 8 ด้าน มากกว่านักเรียนที่มีประสบการณ์เรียนวิทยาศาสตร์ 2 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมและเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน มากกว่านักเรียนที่มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมและเป็นรายด้านทั้ง 8 ด้าน น้อยกว่านักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เฉลิมชัย สัจโยธ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาในจังหวัดพิษณุโลก พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาในจังหวัดพิษณุโลกมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 42.63 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย

โธนาภรณ์ ผ่านพิเคราะห์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาพัฒนาทักษะการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่า มีนักเรียนที่มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดการรู้คิดเฉลี่ยร้อยละ 65.21 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 72.86 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดและมีนักเรียนผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 58.33 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สามใจ ดิเวกศิลป์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชัยภูมิ พบว่า ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 18.61, 25.58 และ 18.73 ตามลำดับ และความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันในทางบวกเท่ากับ 0.566, 0.547 และ 0.487 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สายสุณี สีทวงษ์ (2545 : 77) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานประถมศึกษาจังหวัดบุรีรัมย์ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารรถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รายด้านทุกด้าน เจตคติทางวิทยาศาสตร์รายด้านทุกด้าน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ไพโรจน์ ศิริบูรณศิริพัฒนา (2551 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 เขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 4 พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ด้านปัจจัยภายนอก ได้แก่ การรับรู้สภาพแวดล้อมทางการเรียน การได้รับการสนับสนุนจากครอบครัว และตัวแปรพยากรณ์ด้านปัจจัยภายใน ได้แก่ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ แรงขงใจใฝ่สัมฤทธิ์และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับจิตวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นุชวิทย์ แนวเจดียว (2552 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 พบว่า นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนแบบร่วมมือมีคะแนนจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนแบบร่วมมือ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ .

ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการต่างประเทศ มีดังนี้

ทอมป์สัน (Thompson, 1992: 127-152) ผู้วิจัยได้ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 ถึงเกรด 10 จำนวน 8 คน ซึ่งเป็นผู้มีความสนใจ และมีส่วนร่วมในการประกวดวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มคือกลุ่ม A เป็นผู้ที่มีชนะเลิศในการประกวดวิทยาศาสตร์กลุ่ม B เป็นผู้ไม่ชนะเลิศในการประกวดวิทยาศาสตร์ กลุ่ม C เป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการประกวดวิทยาศาสตร์ และกลุ่ม D เป็นผู้ไม่มีส่วนร่วมในการประกวดวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมกันใน 32 วิชา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนทั้ง 4 กลุ่มไม่มีความเข้าใจ ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากเพียงพอ ส่วนใหญ่มีความเข้าใจผิดโดยแสดงออกมาจากวิชาต่างๆทั้ง 4 กลุ่ม

นอร์แมน (Norman, 1992 : 715 - 727) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างแบบจำลองที่เป็นระบบ (Systematic modeling) กับวัฏจักรการเรียนรู้ (learning cycle) ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยครูที่สอนแบบจำลองที่เป็นระบบมีผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยครูที่สอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้

สตาวิทซ์ (Stawitz, 1987 : 659-664) ได้ศึกษานผลของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยตนเอง โดยใช้รูปแบบการเรียน ผลปรากฏว่า การทดสอบย่อยไม่ทำให้เกิดความแตกต่างต่อผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มาสัน (Mason, 1990 : 3376-A ; อังอิงโน นงฉีกษณ์ เชื้อฉี, 2548 : 80) ได้ศึกษานผลของโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในระดับ 7 และระดับ 8 ในโรงเรียน Chana รัฐมิชิแกน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) ทำโครงการที่ครูมอบหมาย 2) ทำโครงการที่เลือกเอง 3) ไม่มีการทำโครงการ นักเรียนใช้เวลา 6 สัปดาห์ในการทำโครงการ ให้สำเร็จทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน 2) โครงการวิทยาศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3) นักเรียนทำโครงการที่ครูมอบหมายให้สำเร็จสมบูรณ์ดีกว่าโครงการที่เลือกเอง

อวูจาร์ (Awaja, 1994: 19) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติ และการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 ในรัฐโอไฮโอ ด้วยค่าสหสัมพันธ์กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 5 ที่สอนเรียน จำนวน 110 คน

ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 ห้องเรียน โดยได้รับการเรียนแบบร่วมมือ และกลุ่มควบคุม 2 ห้องเรียนได้รับการเรียนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ แต่มีผลทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

รอสส์ (Ross, 1988: 193-204 ; อ้างถึงใน ซีวีรัตน์ ไตรยศ, 2549 : 46) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ในการวัดผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยใช้แบบทดสอบที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับเพศ รอสส์ ได้ตั้งสมมติฐานว่า ผู้ชายจะมีผลสัมฤทธิ์เกี่ยวกับเนื้อหาเพศชายได้ดีกว่าเพศหญิงและเพศหญิงก็จะมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเพศชาย ในเนื้อหาที่เกี่ยวกับเพศหญิงผลจากการศึกษาปรากฏว่า เพศชายและเพศหญิงไม่แตกต่างกันในผลสัมฤทธิ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับเพศ

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจิตวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน

๕. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คานอนิคอลระหว่างจิตวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร ผู้วิจัยสามารถนำเสนอเป็นกรอบแนวคิดดังนี้

ตัวแปรพยากรณ์

จิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่
1. ความสนใจใฝ่รู้
2. ความมีใจกว้าง
3. ความรับผิดชอบ มุ่งมั่นศึกษา และพิจารณาอย่าง
4. ความมีเหตุผล
5. ความมีระเบียบและรับผิดชอบ
6. ความซื่อสัตย์
7. ความประหยัด
8. ความสามารถในการทำงาน ร่วมกับผู้อื่น



ตัวแปรเกณฑ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยา ศาสตร์ชั้นบูรณาการ ได้แก่
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ทักษะการกำหนดและควบคุม ตัวแปร
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวชนิษฐา เนื้อไม้
วัน เดือน ปีเกิด	5 พฤศจิกายน 2527
สถานที่เกิด	46 หมู่ 5 ตำบลถ้ำกระต่ายทอง อำเภอพานกระด้าง จังหวัดกำแพงเพชร 62110
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	46 หมู่ 5 ตำบลถ้ำกระต่ายทอง อำเภอพานกระด้าง จังหวัดกำแพงเพชร 62110
ตำแหน่ง	ครู อันดับ คศ. 1
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบ้านसानหิน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษากำแพงเพชรเขต 1 อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร 62000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2545	มัธยมศึกษาปีที่ 6 (วิทย์-คณิต) โรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม กำแพงเพชร
พ.ศ. 2549	การศึกษามัธยมศึกษา (สาขาเคมี) มหาวิทยาลัยอเนก พิษณุโลก
พ.ศ. 2555	ศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก