

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าและได้นำเสนอตามลำดับดังนี้

#### 1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

- 1.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 1.2 ลักษณะของผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 1.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 1.4 เครื่องมือวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

#### 2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 การประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### 3. สหสัมพันธ์คาโนนิคอลล

- 3.1 ความหมายของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลล
- 3.2 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลล
- 3.3 ประโยชน์ของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลลต่อการวิจัย
- 3.4 ลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์
- 3.5 คำศัพท์ที่ควรรู้จักเกี่ยวกับสหสัมพันธ์คาโนนิคอลล
- 3.6 การแปลผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลล

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณมาจากภาษาอังกฤษว่า (critical thinking) การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างมีทิศทาง เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีผู้ให้ชื่อเรียกแตกต่างกัน ได้แก่ ความคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์ การคิดเป็น การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดวิเคราะห์ วิจารณ์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งวิจารณญาณเป็นคำกล่าวที่ใช้อยู่ทั่วไป เมื่อมีสถานการณ์ที่ต้องใช้การตัดสินใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างรอบคอบ ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นการคิดที่ต้องอาศัยหลักการ เหตุผล และข้อมูลที่เชื่อถือได้มาประกอบการตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นสิ่งจำเป็นยิ่งสำหรับคนเราเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาต่างๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกกระทำสิ่งต่างๆ ได้ถูกต้องและเหมาะสม สำหรับในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะกล่าวเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มลิวัลย์ สมศักดิ์ (2540, หน้า 11) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นกระบวนการคิดอย่างไตร่ตรองรอบคอบ เกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือเพื่อตัดสินใจ และนำไปสู่การสรุปเป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2541, หน้า 37) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลเพื่อตัดสินใจว่า สิ่งใดควรเชื่อสิ่งใดควรทำ

เดชา จันทศิริ (2542, หน้า 56) ได้ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง การพิจารณาไตร่ตรองด้วยเหตุผลอย่างรอบคอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ปรากฏหรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยหาหลักฐานที่มีเหตุผล หรือหลักฐานที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนในการตัดสินใจตามเรื่องราว หรือสถานการณ์นั้นก่อนที่จะตัดสินใจเชื่อ หรือลงมือปฏิบัติการใด

อุษณีย์ โพธิสุข (2542, หน้า 96) ได้ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นวิธีคิดอย่างมีเหตุผล และมีประสิทธิภาพก่อนตัดสินใจว่าจะเชื่ออะไร หรือไม่เชื่ออะไรไม่รีบด่วนสรุปตัดสินใจโดยไม่ลังเล

อรพรรณ ลือบุญวัชชัย (2543, หน้า 6) ได้สรุปความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ว่าเป็นการใช้สติปัญญาในการพิจารณาไตร่ตรองอย่างสุขุมรอบคอบ มีเหตุผล มีการประเมินสถานการณ์เชื่อมโยงเหตุการณ์ มีการตีความสรุปความโดยอาศัยความรู้ความคิด และประสบการณ์ของตนในการสำรวจหลักฐานอย่างละเอียดถูกต้อง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป และข้อตัดสินใจที่สมเหตุสมผล

ทิสนา แคมมณี และคณะ (2544, หน้า 79) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณไว้ว่าเป็นความคิดที่บุคคลคิดขึ้นด้วยตนเอง และมีความสมบูรณ์เหมาะสมกับเรื่องที่คิด และหากการคิดนั้นๆ มีการนำความคิดของผู้อื่น หรือกลุ่มอื่นที่ต่างๆ กันมาพิจารณาร่วมกันแล้วจะเรียกการคิดนั้นว่า เป็นการคิดอย่างยุติธรรมหรืออย่างเป็นกลาง (fair-minded thinking)

อรปวีณ์ สุตะพาหะ (2546, หน้า 24) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ หมายถึง กระบวนการคิดที่ผ่านกระบวนการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ เกี่ยวกับข้อมูลที่คลุมเครือ หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยใช้ความรู้ ใช้ทักษะการคิดหลายทักษะ ลักษณะการคิดหลายลักษณะ และมีเกณฑ์การพิจารณาคุณภาพของความคิด และประสบการณ์ของตนเอง ในการพิจารณาหลักฐานและข้อมูลที่เชื่อถือได้ต่างๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปและตัดสินใจได้อย่างสมเหตุสมผล

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณไว้ว่าเป็นการคิดที่มีเหตุผลโดยผ่านการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีหลักเกณฑ์ มีหลักฐานที่เชื่อถือได้ เพื่อนำไปสู่การสรุป และตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพว่าสิ่งใดถูกต้อง สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรเลือก หรือสิ่งใดควรทำ

อรนุช อ่อนคำ (2547, หน้า 20) ได้สรุปความหมายของการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณว่าเป็นการใช้สติปัญญาในการคิดพิจารณาไตร่ตรองโดยอาศัยประสบการณ์ เจตคติในการรวบรวมข้อมูล และพิจารณาคิดอย่างละเอียดอย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เหมาะสม

รจนา วัลย์เปรี๊ยะเถาว์ (2548, หน้า 38) ได้สรุปความหมายของการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณว่าเป็นการคิดอย่างไตร่ตรองมีเหตุผล และลงข้อสรุป หรือตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อควรทำ อันเป็นพื้นฐานในการคิดแก้ปัญหาต่างๆ อย่างมีเหตุผล

Watson & Glaser (1964, p. 10) ได้ให้ความหมายของการคิดวิจรรย์ญาณว่าเป็นการคิดประกอบด้วยทัศนคติ ความรู้ และทักษะในเรื่องต่างๆ โดยมีทัศนคติในการสืบเสาะความรู้ในการหาแหล่งอ้างอิง และทักษะในการใช้ความรู้และทัศนคติ

Good (1973, p. 680) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณไว้ว่าเป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมิน และมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้ถูกต้องสมเหตุสมผล

Ennis (1985, pp. 45-48) ได้อธิบายความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่าเป็นการคิดวิจาร์ณญาณในลักษณะการคิดหาเหตุผลไตร่ตรองอย่างมีสติ มีเหตุผล และเน้นการตัดสินใจว่าอะไรควรเชื่อ ควรปฏิบัติโดยเน้นประเด็นสำคัญ 4 ประการคือ เป็นการคิดที่ใช้เหตุผลเป็นการคิดที่มีการไตร่ตรองตรวจสอบเหตุผลทั้งของตนเอง และผู้อื่นเป็นการคิดที่เน้นสติสัมปชัญญะ และเป็นการคิดที่เน้นการตัดสินใจว่าอะไรควรเชื่อควรปฏิบัติ

Hudgins & Edelman (1988, p. 48) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า เป็นการมีเจตคติในการค้นคว้าหาหลักฐาน เพื่อการวิเคราะห์และประเมินข้อโต้แย้งต่างๆ การมีทักษะในการใช้ความรู้จำแนกข้อมูล และตรวจสอบข้อสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุปอย่างสมเหตุและสมผล

Angelo (1995, pp. 6-7) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่าเป็นการคิดด้วยเหตุผล และใช้ทักษะการคิดที่ซับซ้อนขึ้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ระบุปัญหา และหาข้อสรุป

จากนิยามของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่กล่าวไว้ข้างต้นนั้น สรุปได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึง การคิดที่ผ่านการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ มีหลักฐานและมีประสิทธิภาพโดยสืบเสาะความรู้จากแหล่งข้อมูล เพื่อนำมาอ้างอิงหาข้อสรุปหรือช่วยในการตัดสินใจว่าควรเชื่อหรือไม่เชื่ออะไร หรือสิ่งใดควรทำ โดยพิจารณาจากองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดอย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

#### **ลักษณะของผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ**

มีนักการศึกษาหลายท่าน เช่น (Wade Beyer Ferrett, 1995 อ้างอิงใน สุวิทย์ มูลคำ, 2547, หน้า 17) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลากหลาย ซึ่งจะได้นำเสนอให้เห็นลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะเฉพาะของผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงลักษณะของผู้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ลักษณะของผู้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ		
Wade : 1995	Beyer : 1995	Ferrett : 1997
1. คิดตั้งคำถาม	1. คิดตั้งคำถาม	1. คิดตั้งคำถาม
2. ทำให้คำถามมีความชัดเจน	2. วิเคราะห์ข้อสันนิษฐาน	2. มีความสนใจใฝ่รู้ ต้องการค้นหาคำตอบใหม่ๆ
3. ตรวจสอบหาข้อมูล	3. ให้เหตุผล สามารถหาข้อยุติจากข้อเสนอหรือหลักฐานที่มีอยู่หลากหลาย	3. ตอบคำถามได้ตรงประเด็น
4. วิเคราะห์ข้อมูลสันนิษฐานและความลำเอียงที่อาจเกิดขึ้น	4. รู้จักใช้มุมมองต่างๆ กัน ในการตีความ เพื่อให้เข้าใจได้ดีขึ้น	4. ตรวจสอบข้อมูล ความเชื่อ
5. หลีกเลี่ยงการคิดแบบตื้นๆ ง่ายๆ เกินไป	5. แยกแยะ หาข้อสรุป หรือข้อตัดสินใจที่ตั้งอยู่บนหลักความจริงที่เชื่อถือได้ มีความแม่นยำ สามารถถกเถียงอย่างสร้างสรรค์	5. ใช้เหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริง หรือจากข้อเท็จจริงต่างๆ
6. พิจารณาถึงการตีความที่อาจเป็นไปได้หลายทาง		6. ตรวจสอบความคิดของตัวเอง
7. ยอมรับว่าอาจมีภาวะคลุมเครือไม่ตรงไปตรงมาเกิดขึ้นได้		7. รับฟังความเห็นผู้อื่น ยอมรับว่าตัวเองยังมีความรู้ความเข้าใจไม่เพียงพอที่จะเปลี่ยนความคิดได้
8. ตระหนักรู้เกี่ยวกับความคิดของตน รู้ตัวว่าคิดอะไรอยู่		8. ประเมินข้อถกเถียงได้ และตัดสินใจเรื่องราวจากการรวบรวมข้อเท็จจริงทั้งหมด

คันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ (2544, หน้า 40) กล่าวว่า ผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณจะต้องมีลักษณะสำคัญอันดับแรกคือ การคิดตั้งคำถามที่ชัดเจน ต่อมาต้องมีความ

สนใจใฝ่รู้และต้องการคิดค้นหาคำตอบที่ถูกต้องโดยการแสวงหาข้อมูล รวบรวมข้อเท็จจริง ตรวจสอบข้อมูล วิเคราะห์ข้อสันนิษฐานความเห็นต่างๆ ประเมินข้อถกเถียงได้ ดีความที่เป็นไปได้หลายๆ ทาง ตัดสินและหาข้อสรุปบนพื้นฐานของเหตุผล และข้อเท็จจริงเพื่อใช้ในการตัดสินใจ ไม่ใช่ข้อคติหรืออารมณ์ในการตัดสิน ยอมรับฟังความคิดของผู้อื่น และเปลี่ยนความคิดเห็นและจุดยืนได้ หากได้รับข้อมูลใหม่เพิ่มขึ้น หรือเมื่อมีเหตุผลที่ดีกว่า

จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ว่า ผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณควรเป็นผู้ที่ใฝ่รู้และชอบคิดค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง เป็นคนใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และเปลี่ยนความคิดเห็นและจุดยืนได้ หากได้รับข้อมูลใหม่เพิ่มขึ้น หรือเมื่อมีเหตุผลที่ดีกว่าเลือกแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ ไม่หลงประเด็นในการวิเคราะห์ปัญหา สรุปประเด็นปัญหา และหาทางแก้ไขโดยยึดหลักฐานข้อเท็จจริง

### **แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ**

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแนวคิดของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีผู้ที่มีความรู้และมีความเชี่ยวชาญได้อธิบายไว้หลายท่าน ผู้วิจัยขอนำเสนอดังนี้

1. แนวคิดของเดรสเซลและเมย์ฮิว (Dressel & Mayhew, 1957) การคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของเดรสเซลและเมย์ฮิวประกอบด้วย ความสามารถต่างๆ 5 ด้านดังนี้

#### **1.1 ความสามารถในการนิยามปัญหา ประกอบด้วย ลักษณะต่อไปนี้**

1.1.1 ความสามารถในการตระหนักถึงความเป็นไปของปัญหา ได้แก่ การรู้ถึงเงื่อนไขต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันในสภาพการณ์ การรู้ถึงความขัดแย้งและเรื่องราวที่สำคัญในสภาพการณ์ และความสามารถในการระบุจุดเชื่อมต่อที่ขาดหายไปของชุดเหตุการณ์หรือความคิด และการรู้ถึงสภาพปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบ

1.1.2 ความสามารถในการนิยามปัญหาได้แก่ การระบุถึงธรรมชาติของปัญหา ความเข้าใจถึงสิ่งที่เกี่ยวข้อง และความจำเป็นในการแก้ปัญหา สามารถนิยามองค์ประกอบของปัญหาซึ่งมีความยุ่งยาก และเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม สามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็นส่วนประกอบที่สามารถจัดกระทำได้ สามารถระบุองค์ประกอบสำคัญของปัญหา สามารถจัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอน

1.2 ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา คือ การสามารถตัดสินใจว่าข้อมูลใดมีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหาประกอบด้วย ความสามารถในการจำแนกข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้กับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องไม่ได้ ความสามารถในการระบุว่าข้อมูลใดควรยอมรับหรือไม่การเลือกตัวอย่างของข้อมูลที่มีความเพียงพอและเชื่อถือได้ ตลอดจนการจัดระเบียบระบบของข้อมูล

1.3 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นประกอบด้วย ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ผู้อ้างเหตุผลไม่ได้กล่าวไว้ ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่คัดค้านการอ้างเหตุผล และความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการอ้างเหตุผล

1.4 ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐาน ประกอบด้วย การค้นหาการชี้แนะคำตอบ การกำหนดสมมติฐานต่างๆ โดยอาศัยข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น การเลือกสมมติฐานที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดพิจารณาเป็นอันดับแรก การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น และการกำหนดสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ยังไม่ทราบ และเป็นข้อมูลที่จำเป็น

1.5 ความสามารถในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล และการตัดสินใจสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผล ประกอบด้วย

1.5.1 ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยข้อตกลงเบื้องต้นสมมติฐานและข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้แก่ การระบุความสัมพันธ์ระหว่างคำกับประพจน์ การระบุถึงเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ การระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผลและความสามารถในการระบุและกำหนดข้อสรุป

1.5.2 ความสามารถในการพิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของกระบวนการที่นำไปสู่ข้อสรุปได้แก่ การจำแนกการสรุปที่สมเหตุสมผลจากการสรุปที่อาศัยค่านิยม ความพึงพอใจและความลำเอียง การจำแนกระหว่างการคิดหาเหตุผลที่มีข้อสรุปได้แน่นอนกับการหาเหตุผลที่ไม่สามารถหาข้อสรุปที่เป็นข้อยุติได้

1.5.3 ความสามารถในการประเมินข้อสรุป โดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้ได้แก่ การระบุเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการพิสูจน์ข้อสรุป การรู้ถึงเงื่อนไขที่ทำให้ข้อสรุปไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ และตัดสินความเพียงพอของข้อสรุปในลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหา

2. แนวคิดของเอนนิส (Ennis, 1985, pp 45-48) เอนนิสได้ให้นิยามการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณเผยแพร่เป็นครั้งแรกในปี ค.ศ.1962 และได้ปรับขยายคำนิยามให้ครอบคลุมมากขึ้นในปี ค.ศ.1985 โดยคำนิยามที่ให้ไว้คือ การคิดวิจรรย์ญาณเป็นการคิดอย่างมีเหตุผลและคิดแบบตรรกะตรงเพื่อการตัดสินใจก่อนที่จะเชื่อหรือก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ และเสนอแนวคิดไว้ดังนี้

2.1 ทักษะการนิยามได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏ และไม่ปรากฏการตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไข และข้อตกลงเบื้องต้น

2.2 ทักษะการตัดสินใจข้อมูลได้แก่ การตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินใจเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา การพิจารณาความสอดคล้อง

2.3 ทักษะการสรุปอ้างอิงในการแก้ปัญหา และการสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างอิงและการสรุปแบบอุปนัย การนิรนัย

โดยมีความตรงกับการทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาอย่างน่าเชื่อถือโดยแบ่งขั้นตอนการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณออกดังนี้

1. ความสามารถในการระบุปัญหาหมายถึง การพิจารณาข้อมูลปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์เพื่อกำหนดประเด็นปัญหา ข้อสงสัยข้อคำถาม รวมทั้งการพิจารณาความหมายของคำความชัดเจนของข้อความ ความสามารถในการระบุปัญหาถือเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ เพราะทำให้บุคคลตระหนักว่าปัญหานั้นคืออะไรเป็นองค์ประกอบแรกที่เป็นตัวป้อนหรือเป็นสิ่งที่เร้าให้คนเริ่มคิด

2. การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาหมายถึง การขวนขวายหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาจากแหล่งต่างๆ ให้ได้มากที่สุดเพื่อให้ครอบคลุมประเด็นปัญหาทุกแง่มุม และข้อมูลส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับข้อความ ข้อโต้แย้ง ดังนั้นวิธีการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นจึงได้แก่ การสังเกต (Observation) ทั้งสังเกตด้วยตนเอง และรวบรวมจากการสังเกตของผู้อื่นรวมทั้งการดึงข้อมูลจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ของตน การรวบรวมข้อมูลนี้จะกระทำหลังจากที่ระบุได้ว่าปัญหาคืออะไร

3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลหมายถึง การพิจารณาถึงความน่าเชื่อถือของแหล่งที่มาของข้อมูล เพราะข้อมูลที่มาจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถือขาดความถูกต้องอาจนำไปสู่การสรุปที่ผิดพลาดได้ ดังนั้นถ้าประเมินแล้วพบว่าข้อมูลมาจากแหล่งที่ขาดความน่าเชื่อถือหรือไม่ถูกต้องให้ตัดทิ้งไปส่วนข้อมูลที่มาจากแหล่งที่เชื่อถือได้ก็เก็บไว้ใช้ต่อไป ขณะเดียวกันก็ประเมินความเพียงพอของข้อมูลทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ ถ้าพบว่าข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับ



การพิจารณาเพื่อหาข้อสรุปก็ต้องรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมอีก ซึ่งจะกระทำหลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลมาแล้วก็นำมาพิจารณาความน่าเชื่อถือและความพอเพียงของข้อมูล

4. การแยกแยะความแตกต่างของข้อมูลหมายถึง การนำข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ หรือมีความถูกต้องเพียงพอแล้ว ก็นำมาแยกแยะความแตกต่างของข้อมูล ดีความ ข้อมูลประเมินว่าข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลใดเป็นข้อคิดเห็น คำโฆษณา คำชวนเชื่อ หรือการกล่าวอ้างเกินจริง ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลจากประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิม

5. การหาข้อสรุปหมายถึง การนำข้อมูลที่แยกแยะมาแล้วมาพิจารณาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์เพื่อกำหนดแนวทางว่าข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้จากข้อมูลที่มีปรากฏนั้นมีความเป็นไปได้ในแนวทางใดบ้าง เพื่อที่จะเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบสมมติฐานแล้วหาข้อสรุป ซึ่งต้องอาศัยการสรุปแบบอุปนัยและนิรนัย โดยพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่อย่างสมเหตุสมผลว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือยอมรับได้ สิ่งใดไม่ควรเชื่อหรือควรปฏิเสธ สิ่งใดควรทำหรือไม่ควรทำ หรือควรสรุปอย่างไรต่อประเด็นปัญหานั้น การหาข้อสรุปจากสมมติฐานจำเป็นต้องอาศัยการใช้เหตุผล (Reasoning) ที่เหมาะสมและดีที่สุด

6. การนำไปใช้ประโยชน์หมายถึง การนำข้อสรุปนั้นมาดูความสมเหตุสมผลซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์และการประเมินประกอบกับการพิจารณาว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่จะเกิดผลตามมาอย่างไร และถ้าข้อมูลที่ได้รับมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม หรือในกรณีที่ได้รับข้อมูลเพิ่มเติมใหม่ในภายหลังที่ชี้ให้เห็นว่าข้อสรุปเดิมไม่สมเหตุสมผล โดยอาจต้องทำการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม แล้วย้อนกลับไปพิจารณาข้อมูลเดิม อีกครั้งหนึ่งเพื่อตั้งสมมติฐานและสรุปใหม่

3. แนวคิดของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson & Glaser, 1964, p 10) วัตสันและเกลเซอร์ได้เสนอแนวคิดไว้ดังนี้

3.1 เจตคติหมายถึง ความสนใจในการแสวงหาความรู้ความสามารถในการพิจารณาปัญหา ตลอดจนมีนิสัยในการค้นหาหลักฐานมาสนับสนุนสิ่งที่อ้างว่าจริง

3.2 ความรู้หมายถึง ความสามารถในการอนุมาน สรุปใจความสำคัญและการสรุปความเหมือนโดยพิจารณาหลักฐาน และการใช้หลักตรรกศาสตร์

3.3 ทักษะหมายถึง ความสามารถที่จะนำทั้งเจตคติและความรู้ไปประยุกต์ใช้พิจารณาตัดสินปัญหา สถานการณ์ ข้อความหรือข้อสรุปต่าง ๆ ได้

โดยแบ่งกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณออกเป็นความสามารถย่อย ๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการอ้างอิงหรือสรุปความ (Inference) หมายถึงความสามารถในการจำแนกความน่าจะเป็นของข้อมูลหรือการสรุปข้อมูลต่างๆ ของข้อมูลที่กำหนดให้ได้
2. ความสามารถในการตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption) เป็นความสามารถในการรับรู้ข้อตกลงเบื้องต้น หรือข้อความสมมติที่กำหนดในประโยคโดยสามารถจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น หรือข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น
3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นความสามารถในการจำแนกว่าข้อสรุปใดเป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างแน่นอน และข้อความใดไม่เป็นผลต่อความสัมพันธ์นั้น
4. ความสามารถในการตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการลงความเห็นและอธิบายความเป็นไปได้ของข้อสรุป จำแนกได้ว่าข้อสรุปใดที่เป็นไปได้ ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้
5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) เป็นความสามารถในการประเมินน้ำหนักข้อมูลเพื่อตัดสินว่าเข้าประเด็นกับเรื่องหรือไม่ เห็นด้วยหรือไม่ เห็นด้วย ควรหรือไม่ควร

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแนวคิดของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีผู้ที่มีความรู้และมีความเชี่ยวชาญได้อธิบายไว้หลายท่าน โดยผู้วิจัยสนใจแนวคิดของเดรสเซลและเมย์ฮิว (Dressel & Mayhew) ผู้วิจัยจึงจะนำแนวคิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของเดรสเซลและเมย์ฮิวนี้ มาเป็นตัวแปรที่จะศึกษาหาความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน

### **เครื่องมือวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ**

เครื่องมือวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีดังนี้

1. แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตามแนวคิดของเดรสเซลและ เมย์ฮิว (Dressel and Mayhew, 1957 อ้างถึงใน อรปวีณ์ สุตะพาหะ, 2546, หน้า 24-25) มีหลักการดังนี้

1.1 ความสามารถในการนิยามปัญหาเป็นความสามารถในการวิเคราะห์ข้อความหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นปัญหา แล้วสามารถบอกลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และการนิยามปัญหานั้นมีความสำคัญมากสำหรับการอ่าน และการฟังเรื่องราวต่างๆ

1.2 ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณา และเลือกข้อมูลเพื่อนำมาแก้ไขปัญหได้อย่างถูกต้อง การพิจารณาความเพียงพอของข้อมูล การจัดระบบข้อมูลและความสามารถนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ และมีผลกับความสามารถในการมองเห็นว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง

1.3 ความสามารถในการตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้น เป็นความสามารถในการพิจารณาแยกแยะข้อความใดเป็นข้อความเบื้องต้น และข้อใดไม่ใช่ข้อความเบื้องต้นของข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้ว ความสามารถนี้มีความสำคัญเพราะว่าทำให้เห็นความแตกต่างของข้อมูลเพื่อลงความเห็นว่าควรจะยอมรับหรือไม่

1.4 ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐาน เป็นความสามารถในการกำหนดหรือเลือกสมมติฐานจากข้อความหรือสถานการณ์ให้ตรงกับปัญหา ในข้อความหรือสถานการณ์นั้นๆ ความสามารถนี้มีความสำคัญเพราะทำให้มีความรอบคอบและความพยายามในการคิดถึงความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา หรือความเป็นไปได้ของสมมติฐาน

1.5 ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความที่เป็นเหตุเป็นผลกัน โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุและความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมดเพื่อลงสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล ความสามารถนี้มีความสำคัญเพราะทำให้สามารถลงความเห็นตามความเป็นจริงของหลักฐานหรือข้อมูลที่มีอยู่

2. แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูงของรอสส์ (Ross Test of Higher Cognition Process) (John Ross & Catherine M. Ross, 1979 อ้างอิงใน ดารุณี บุญวิก, 2543, หน้า 16) เป็นผู้สร้างแบบทดสอบนี้ขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1976 และได้มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจนปี ค.ศ. 1979 แบบทดสอบฉบับนี้ใช้วัดการคิดวิจารณ์ญาณของเด็กตั้งแต่ระดับ 4 จนถึงระดับ 6 สามารถวัดเด็กในด้านการวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินผลโดยสร้างขึ้นตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม (Bloom's taxonomy of educational objectives) ข้อสอบมีจำนวน 105 ข้อ เวลา 60 นาที มุ่งวัดความสามารถด้านต่างๆ ดังนี้

- 2.1 ด้านการอุปมาอุปมัย
- 2.2 ด้านการอ้างเหตุผลแบบนิรนัย
- 2.3 ด้านการอ้างที่อ้างผิด
- 2.4 ด้านความสัมพันธ์นามธรรม
- 2.5 ด้านการจัดลำดับ
- 2.6 ด้านยุทธวิธีการตั้งคำถาม

2.7 ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

2.8 ด้านการวิเคราะห์การอ้างเหตุผล

### 3. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวราภรณ์ ไบภักดี

วราภรณ์ ไบภักดี (2547) เป็นผู้สร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ตามแนวคิดของเดรสเซลและเมย์ฮิว (Dressel and Mayhew, 1957) เพื่อใช้ในการทำวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งวัดความสามารถ 5 ด้านคือ ด้านการนิยามปัญหา ด้านการรวบรวมข้อมูล ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ด้านการเลือกสมมติฐาน และด้านการสรุปอย่างสมเหตุสมผล เป็นแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกโดยใช้สถานการณ์มีจำนวน 39 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.321–0.805 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.077–0.397 และมีค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ 0.782

### 4. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของอัสมะ หะยีมอหะมะสอและ

อัสมะ หะยีมอหะมะสอและ (2550) เป็นผู้สร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามแนวคิดตามแนวคิดของ Watson and Glaser Ennis Hudgins Kneedler และ Dressel and Mayhew ซึ่งแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 7 ด้านคือ ด้านความสามารถในการระบุปัญหา ด้านความสามารถในการระบุถึงข้อตกลงเบื้องต้น ด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล ด้านความสามารถในการระบุลักษณะของข้อมูล ด้านความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ด้านความสามารถในการลงข้อสรุป และด้านความสามารถในการประเมินข้อสรุปโดยใช้สถานการณ์ข้อความที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้งหรือเรื่องราวต่างๆ ที่นักเรียนพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันและเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก รวมทั้งฉบับมีจำนวน 42 ข้อ ซึ่งมีความตรงอยู่ระหว่าง 0.5-1.0

เครื่องมือที่ใช้วัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีหลายชนิด การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวราภรณ์ ไบภักดี และอัสมะ หะยีมอหะมะสอและ ซึ่งนำแบบทดสอบมาใช้เนื่องจากเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของเดรสเซลและเมย์ฮิว

## ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process Skill) เป็นปัจจัยสำคัญในการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาในแต่ละครั้งจะมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ นอกเหนือจากการที่ผู้ศึกษาหาความรู้ดังกล่าวจะใช้วิธี การน่าเชื่อถือแล้ว ตัวผู้ศึกษาหาความรู้เองจะต้องมีทักษะหรือความสามารถที่จะให้การดำเนินการศึกษาค้นคว้าความรู้ในครั้งนั้นมีความราบรื่นข้อมูลที่ได้แต่ละขั้นตอนมีความน่าเชื่อถือซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายถึงความหมาย และความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2540, หน้า 10) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความชำนาญและความสามารถในการใช้กระบวนการคิด ซึ่งเป็นทักษะทางปัญญาเพื่อค้นหาความรู้ทางการแก้ปัญหา

ประหยัด จันทรชัมพู และประสพสันต์ อักษรมัต (2540, หน้า 48) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความคล่องแคล่วชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งครูต้องเสนอให้เกิดทักษะ 2 ประการคือ ทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และทักษะในการแก้ปัญหาต่างๆ

ประภาศรี มัคคสมัน (2541, หน้า19) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบ และเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่างๆ มาทำการแก้ปัญหา เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการแสวงหาความรู้ใหม่ หรือค้นคว้าสิ่งที่ยังไม่รู้และใช้ในการค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการ กฎหรือใช้ในการแก้ปัญหา

อเนก ประดิษฐ์พงษ์ (2545, หน้า 34) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ และฝึกฝนอย่างเป็นระบบจนเกิดความคล่องแคล่วสามารถในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ ได้

วีระเดช เกิดบ้านตะเคียน (2546, หน้า 35) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่มีนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาและศึกษาค้นคว้า ดังนั้นในการสอนจึงต้องปลูกฝังให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อมุ่งให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นอันเป็นวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวเด็ก

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544, หน้า 8) ได้ให้ความหมายของคำว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงสรุปอย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ

Fairbrother. B. (1989) ได้ให้นิยามของคำว่า “ทักษะ” แยกออกจากคำว่า “กระบวนการ” โดย “ทักษะ” เป็นกิจกรรมเฉพาะ (Specific activity) ซึ่งผู้เรียนสามารถถูกฝึกฝนให้ทำได้เช่น การฟัง การค้นหา การวัด การใช้ตัวเลข เป็นต้น ส่วน “กระบวนการ” เป็นกิจกรรมที่ต้องใช้เหตุผล (Rational Activity) และเกี่ยวข้องกับการนำเอาทักษะต่างๆ ไปใช้เช่น การทำนาย การลงความคิดเห็น การสร้างโมเดลและการลงข้อสรุป เป็นต้น

Millar and Driver (1987) ได้ให้ความหมายเฉพาะคำว่า “กระบวนการ” ซึ่งหมายถึงกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับโลก หรือกระบวนการทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในห้องเรียน

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง กระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างสม ฝึกฝนตนเอง และถือปฏิบัติจนเป็นปกตินิสัยเพื่อให้ได้มาในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ต้องการรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นกระบวนการทางความคิด กระบวนการทางปัญญา ฉะนั้นจึงเป็นกระบวนการใช้แก้ปัญหา ดังนั้นในการสอนจึงต้องปลูกฝังให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น รู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวัตถุประสงค์สำคัญที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวเด็ก เพราะสามารถนำไปใช้กับวิชาต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

### **ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**

สมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งอเมริกา (American Association for Advancement of Science AAAS) (วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว, 2542, หน้า 3-6) ได้พัฒนาโครงการปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับอนุบาลถึงระดับประถมศึกษาโดยเน้นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โครงการนี้แล้วเสร็จเมื่อปี ค.ศ.1970 และตั้งชื่อโครงการนี้ว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science A Process Approach) หรือเรียกชื่อย่อว่า โครงการซาปา (SAPA) โครงการนี้ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ไว้ 13 ทักษะ

ประกอบด้วย ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมผสาน (Integrated Science Process Skills) 5 ทักษะดังนี้

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่

- 1.1 การสังเกต (Observing)
- 1.2 การวัด (Measuring)
- 1.3 การจำแนกประเภท (Classifying)
- 1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (Space / Space Relationship and Space / Time Relationship)
- 1.5 ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข (Using Numbers)
- 1.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Communicating)
- 1.7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)
- 1.8 การพยากรณ์ (Predicting)

2. ทักษะขั้นผสมผสาน (Integrated Science Process Skills) ได้แก่

- 2.1 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
- 2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operatory)
- 2.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variable)
- 2.4 การทดลอง (Experimenting)
- 2.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Makin Conclusion)

Conclusion)

**ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีรายละเอียดได้ดังนี้**

1. **ทักษะการสังเกต (Observation)** สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 45) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการสังเกตว่าการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใช่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป และข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งเป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเชิงลักษณะของสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง และได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการสังเกตไว้ดังนี้

1.1 ชี้นำบรรยายสมบัติของวัตถุที่สังเกตได้โดยใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย

1.2 บรรยายเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

**2. ทักษะการวัด (Measuring)** สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 45) ได้ให้ความหมายของการวัดคล้ายคลึงกันว่าเป็นการเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมโดยมีหน่วยกำกับด้วยเสมอ และได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการวัดไว้ดังนี้

2.1 เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือที่วัดได้

2.3 บอกวิธีการวัดและวิธีใช้เครื่องมือที่ถูกต้องได้

2.4 วัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตรน้ำหนัก และอื่นๆ

ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

**3. ทักษะการคำนวณ (Using Number)** สรศักดิ์ แพรดำ (2542, หน้า 46) ได้ให้ความหมายของการคำนวณหมายถึง ความสามารถในการนำค่าที่ได้จากการวัดและการนับจำนวนของวัตถุ และนำตัวเลขที่ได้มาคิดคำนวณด้วยวิธีการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หาพื้นที่ หาปริมาตร ความหนาแน่น อาศัยการสังเกต การวัด การทดลอง เมื่อผ่านขั้นการคำนวณจะได้ค่าที่มีความหมายมากขึ้นและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการตีความและลงข้อสรุปต่อไป และได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการคิดคำนวณไว้ดังนี้

3.1 นับจำนวนของสิ่งของได้ถูกต้อง

3.2 บอกวิธีการ และแสดงวิธีการคำนวณได้ถูกต้อง

3.3 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย ดำเนินการหาค่าเฉลี่ยและแสดงวิธีหาค่าเฉลี่ยได้

**4. ทักษะการจัดจำแนกประเภท (Classifying)** สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534, หน้า 47) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการจำแนกประเภทว่าหมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุของสิ่งของที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ และกำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการจัดจำแนกประเภทดังนี้

4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดได้

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ตนเองกำหนดได้

4.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับ หรือแบ่งพวกได้



### 5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปส สเปสกับเวลา

(Space/spaceRelationship and Space/Time Relationship) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534, หน้า 75 - 73) ได้ให้ความหมายของคำว่า สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างซึ่งวัตถุนั้นครองที่และมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุนั้นจะมี 3 มิติคือ ความกว้างความยาวและความสูง

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติดังตัวอย่างเช่น เมื่อตัดทรงกระบอกในลักษณะทแยงมุมจะเกิดพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงรี หากตัดตามขวางจะเกิดเป็นรูปวงกลม ถ้าตัดตามยาวจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับวัตถุกับเวลาได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาตัวอย่างเช่น เรือลำหนึ่งแล่นด้วยความเร็วคงที่ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมงไปทางทิศใต้ หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลาดังตัวอย่างเช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนไปในเวลา 1 สัปดาห์

นอกจากนี้ยังได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลาไว้ดังนี้

- 5.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้
- 5.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนด
- 5.3 บอกชื่อรูปทรงเรขาคณิตได้
- 5.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้
- 5.5 บอกตำแหน่ง หรือทิศทางของวัตถุได้
- 5.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่ง หรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 5.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงา และภาพที่ปรากฏในกระจกเงาว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้
- 5.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
- 5.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่างๆกับเวลาได้

**6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล (Organizing Data and Communication)** สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS, 1970:102) กล่าวว่า การสื่อความหมาย หมายถึง การพูดหรือการแสดงสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจ หรือรับทราบความคิดได้ชัดเจนและรวดเร็วมากขึ้น

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534, หน้า 52 - 53) ได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลดังนี้

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- 6.3 ออกแบบเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้
- 6.4 บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

**7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)** กิตติชัย สุภาสิโนบล (2541, หน้า 61) ได้กล่าวถึง การลงความคิดเห็นจากข้อมูลว่าเป็นการเพิ่มความคิดให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเข้าช่วย การลงความคิดเห็นจากข้อมูลเป็นสิ่งที่ยังไม่มีมั่นใจอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ แต่แต่ละคนอาจลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันแตกต่างกัน เนื่องจากประสบการณ์และความรู้เดิมมีแตกต่างกันแต่ต้องเป็นไปอย่างสมเหตุสมผลกับข้อมูลที่สังเกต และได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ดังนี้

- 7.1 อภิปรายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่สังเกตโดยใช้ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมเข้ามาช่วย
- 7.2 สังเกตและวิเคราะห์แสดงความคิดเห็นจากข้อมูลได้อย่างสมเหตุสมผล

**8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)** สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2536, หน้า 77) ได้ให้ความหมายของการพยากรณ์ว่าเป็นการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุปการพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟทำได้ 2 แบบคือ การพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่แล้ว การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตที่มีอยู่แล้ว และยังได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์แล้วดังนี้

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เป็นการพยากรณ์ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณได้แก่ ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ และทำนายผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

### **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมผสานมีรายละเอียดได้ดังนี้**

1. **ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)** สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534, หน้า 55) ได้ให้ความหมายการตั้งสมมติฐานก็คือ การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยหลักการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้าไม่จำเป็นต้องถูกต้องเสมอไป อาจเป็นจริงทั้งหมดหรืออาจเป็นจริงบางส่วน หรือไม่เป็นจริงทั้งหมดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานจะเขียนเป็นข้อความบอกเล่าที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม และกำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐานดังนี้

1.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิมร่วมกัน

1.2 สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีสนับสนุนสมมติฐาน และไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

สมมติฐานที่ตั้งขึ้นเพื่อกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลองอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนสมมติฐาน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ในสถานการณ์การทดลองหนึ่ง อาจมีหนึ่งสมมติฐานหรือหลายสมมติฐานก็ได้ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐานคือ การบอกชื่อตัวแปรซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตาม และในการตั้งสมมติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหา และสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้น สมมติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุม นอกจากนี้การตั้งสมมติฐานควรตั้งให้ครอบคลุมประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้จากพฤติกรรมหรือความสามารถดังกล่าว ผู้วิจัยขอสรุปความสามารถของผู้ที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ คือ

1. หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมได้

2. สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้
3. แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐานและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

### คำถามที่นำไปสู่ทักษะการตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าเปลี่ยนน้ำหนักถ่วงที่มือของหนูน้อยนักกายกรรม ผลการทดลองที่ได้จะเปลี่ยนแปลงหรือไม่
2. ถ้านำปลายแหลมของตุ๊กตาตามทีประกอบแล้ว (แต่ไม่มีขา) วางไว้บนแท่น นักเรียนคิดว่าตุ๊กตาขาด้วนตัวนี้จะยืนได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
3. ไก่ที่กินหนอนกับไก่ที่กินข้าวจะเจริญเติบโตต่างกันอย่างไร

### 2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling

Variables) สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534, หน้า 56) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปรคือ ชั่ง และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้ดังนี้

ตัวแปรต้นคือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตามคือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุมคือ สิ่งอื่นๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งต้องควบคุมให้เหมือนกันมิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปรคือ การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรอิสระที่จะทำให้การทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

### ตัวอย่างทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

สมมติว่าการทดลองต่อไปนี้ต้องการจะทดสอบสมมติฐานที่ว่า “เมื่อพืชได้รับแสงมากขึ้น พืชจะเจริญเติบโตสูงขึ้น” ถ้าจะทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานดังกล่าว กำหนดตัวแปรดังนี้ ตัวแปรต้น คือ ปริมาณแสง

ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของพืช

- ตัวแปรควบคุมคือ
1. ชนิดพืช ต้องเป็นพืชชนิดเดียวกัน
  2. ขนาดของพืชที่นำมาทดลองต้องมีขนาดเท่ากัน
  3. ใช้ดินชนิดเดียวกันและปริมาณเท่ากันปลูก
  4. รดน้ำในเวลาเดียวกันและปริมาณเท่าๆกัน

**3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)** สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS . 1970) ให้ความหมายของการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการว่า “เป็นการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตได้หรือวัดได้”

กู๊ด (Good, 1973, p.168, 398) ให้ความหมายของทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการไว้ว่า “เป็นความสามารถในการให้ความหมายหรือความสำคัญของคำ แนวคิดหรือปัญหาในลักษณะที่สังเกต วัดหรือนำมาปฏิบัติได้”

จากแนวคิดและความหมายของทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการดังกล่าว สรุปได้ว่า ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการหมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลอง และบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น

นิยามเชิงปฏิบัติการ มีสาระสำคัญ 2 ประการคือ

1. ระบุสิ่งที่จะสังเกต
2. ระบุการกระทำซึ่งอาจได้จากการวัด ทดสอบ หรือการทดลอง

ตัวอย่างการให้นิยามของก๊าซออกซิเจน

นิยามทั่วๆ ไป : ออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีเลขอะตอมเท่ากับ 8 และมวลอะตอมเท่ากับ 16 ( ทุกคนเข้าใจตรงกันแต่สังเกตและวัดไม่ได้ )

นิยามเชิงปฏิบัติการ : ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ช่วยในการติดไฟ เมื่อนำก้อนถ่านที่คุ้แดงแห้งลงไปในก๊าซนั้นแล้ว ก้อนถ่านจะลุกเป็นเปลวไฟ ( ทุกคนเข้าใจตรงกัน สังเกตและวัดได้ )

**4. ทักษะการทดลอง (Experimenting)** สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 246) กล่าวว่า การทดลองคือการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นมาอย่างหนึ่งเพื่อจะได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นภายใต้การควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ไว้แล้วเพื่อจะได้ตรวจสอบซ้ำได้อีก การทดลองมีวัตถุประสงค์ที่จะตรวจสอบสมมติฐาน รูปแบบหรือโมเดลที่ยังสงสัยอยู่โดยการกระทำให้วัตถุหรือเหตุการณ์เกิดการเปลี่ยนแปลง แล้วนำผลมาเปรียบเทียบ การทดลองต้องประกอบด้วยกิจกรรม 2 ตอนคือ กิจกรรมภาคออกแบบการทดลอง กับกิจกรรมภาคปฏิบัติการทดลอง

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ( AAAS.1970 ) ให้ความหมายของทักษะการทดลองว่า “เป็นความสามารถในการจัดกระบวนการปฏิบัติทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากแนวคิดและความหมายของทักษะการทดลองผู้วิจัยขอสรุปว่า หมายถึง ความสามารถจัดกระบวนการปฏิบัติการทดลองเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือ เพื่อยืนยันความจริงในสิ่งที่สงสัยในสิ่งที่อยากจะรู้คำตอบ การทดลองเป็นการนำเอาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายๆ อย่างมาใช้ในการหาคำตอบ

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2532, หน้า 4) ได้จำแนกองค์ประกอบ ของการทดลองออกเป็น 3 ชั้นคือ

1. การออกแบบการทดลองหมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง
2. การปฏิบัติการทดลองหมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่าง ถูกต้องและเหมาะสม
3. การบันทึกผลการทดลองหมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจ เป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกผลการทดลอง อาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบน แกนนอน และค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้งโดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสมพร้อม ทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าของตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย

**5. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)** สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534, หน้า 59) ได้ให้ ความหมายเกี่ยวกับการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปว่าหมายถึง การแปลความหมายหรือ การบรรยายลักษณะและคุณลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ซึ่งการตีความหมายข้อมูลใน บางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วยเช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณแล้วสรุป ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด และได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมาย ข้อมูลและลงสรุป ดังนี้

- 5.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้
- 5.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

กู๊ด (Good, 1973, p.31, 125) กล่าวว่าทักษะการตีความหมายข้อมูลหมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายหรืออธิบายลักษณะของข้อมูล ส่วนทักษะการลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดหรือการตัดสินใจในขั้นสุดท้าย

จากแนวคิดและความหมายของทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ผู้วิจัยจึงขอสรุปความหมายและตัวอย่างประกอบคือ

ทักษะการตีความหมายข้อมูลหมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ เช่น การสังเกต การคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุปหมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่ต้องการ การลงข้อสรุปจะเกี่ยวข้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534, หน้า 59) ได้กำหนดพฤติกรรมหรือความสามารถผู้ที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปคือ

1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมมติฐานของข้อมูลที่มีได้
2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จากพฤติกรรมหรือความสามารถดังกล่าว ผู้วิจัยขอสรุปความสามารถของผู้ที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ได้
2. อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่างๆ ได้
3. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือตัวแปรที่มีอยู่ได้ เช่น การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ ถ้ากราฟเป็นเส้นตรงก็สามารถอธิบายได้ว่า เกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตามขณะที่ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง หรือถ้าลากเส้นกราฟเป็นเส้นโค้งให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยนทิศทาง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้ว

คำถามที่นำไปสู่ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เช่น สายสมรทดลองกิจกรรมชดกิ้งหคคะเมนและได้ผลการทดลองดังนี้

## ตาราง 2 แสดงผลการทดลองกิจกรรมชดกิ้งหคคะเมน

ลูกกิ้งกิ้งกิ้ง	ลักษณะของลูกกิ้งกิ้ง	ผลการทดลอง
1	มีลูกแก้ว	กิ้งกิ้งไปตามราง
2	มีลูกแก้วยึดติดกับฐาน	ไม่กิ้งกิ้งไปตามราง
3	ไม่มีลูกแก้ว	ถ้าวางตั้งจะกิ้งกิ้งแต่ถ้าวางนอนจะไม่กิ้งกิ้ง
4	มีลูกแก้ว	กิ้งกิ้งไปตามรางแต่วิ่ง

จะสรุปข้อมูลเกี่ยวกับการกลิ้งของลูกกลิ้งได้อย่างไร

จากข้อมูลลักษณะของลูกกลิ้งมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่อย่างไร

จากพฤติกรรมหรือความสามารถดังกล่าวผู้วิจัยขอกำหนดความสามารถของผู้ที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปคือ

1. แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้
2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่และลงข้อสรุปได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำพฤติกรรมที่ได้แสดงว่าเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในด้านต่างๆ มาหาหสัมพันธ์คาโนนิคัลกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

### **การประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**

การเรียนการสอนด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีเรียนที่ใช้กระบวนการนำเนื้อหามาประยุกต์ใช้ ซึ่งนักเรียนจะได้พัฒนาความเจริญงอกงามด้านความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ฉะนั้นในการประเมินผลกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน และครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนทั้งด้านเนื้อหา และกระบวนการซึ่งทำได้โดย

1. ประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม
2. ประเมินจากการทำแบบทดสอบ ลักษณะของคำถามในแบบทดสอบ

การประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าต้องศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละทักษะ เพื่อใช้เป็นแนวทางการประเมินผลดูว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ หรือไม่ มากน้อยเพียงใด (Sund and Picard 1972, pp. 31-25 อ้างอิงใน ทิพยวรรณ ไกรนรา, 2550, หน้า 31-33) นอกจากจะวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ในหลักสูตรแล้วจะต้องวัดความรู้ความเข้าใจ และความสามารถเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการวัดผลโดยใช้คำถามนำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทำแบบทดสอบที่ใช้ถามในลักษณะดังกล่าว นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประสบการณ์ต่างๆ เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาต่างๆ



หน่วยทดสอบและประเมินผลสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้  
เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะต้องแจ่มแจ้งให้ชัดเจนโดยครูต้อง  
ศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจ่มแจ้งให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมี  
ทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวัง และเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้นๆ

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัดหมายถึง การเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหา  
ที่จำเป็นที่ขาดเสียมิได้ในบทหนึ่งๆ ควรจะกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดมิได้ ทักษะ  
นั้นและเนื้อหานั้นก็ควรจะปรากฏในข้อสอบ

3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะ ซึ่งมีความมุ่งหมายอยู่ที่  
จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อ จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้  
ออกข้อสอบยังจะต้องทราบต่อไปอีกว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีส่วนส่วนมากน้อยเพียงใด

4. การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ ควรจะถือหลักว่าจะใช้การสอบแบบใด จึงจะ  
วัดพฤติกรรมนั้นได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดจนทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็ก ระยะเวลา  
และง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

นอกจากนี้ ยังได้เสนอลักษณะข้อทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการดำเนินการตาม  
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

#### 1. การสร้างสถานการณ์

1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้น จะเป็นสถานการณ์สมมติ หรือนำมาจาก  
เอกสารอื่นใดก็ตามจะต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนรู้มาแล้ว

1.3 สถานการณ์นั้นๆ ต้องมีความเป็นไปได้ จะต้องเป็นจริงสมเหตุผล

1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยวัด จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

1.5 สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กระชับรัด อ่านเข้าใจได้ง่าย แต่ละสถานการณ์  
ควรใช้สำหรับถามได้มากกว่า 1 ข้อ เพื่อมิให้นักเรียนเสียเวลาในการอ่านมากเกินไป

2. การสร้างคำถาม คำถามที่จะให้คำตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาจะมีคุณสมบัติ ดังนี้

2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไม่ถามเรื่องที่เป็นความรู้ – ความจำ

2.2 ไม่ถามถึงปัญหา หรือสมมุติฐานที่เคยอภิปราย หรือสรุปกันมาแล้วเพราะจะกลายเป็นความจำทั้งๆ ที่ดูคำถามเหมือนกับจะวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ใช้คำถามรัดกุม บังคับว่าจะให้ตอบเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะให้เห็นความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ก็ต้องเป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ โดยเฉพาะ

2.4 ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่อง และกำหนดระดับคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

การวัดและประเมินทักษะและประสพการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (มังกร ทองสุขดี, 2542, หน้า 55) กล่าวว่า วิธีการวัดและประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อาจใช้กระบวนการดังนี้

1. การวัดและประเมินผลด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อาจใช้วิธีการดังนี้

- 1.1 การใช้แบบสอบถามต่าง ๆ
- 1.2 การสอบแบบปากเปล่า
- 1.3 การซักถามและการอภิปรายของผู้เรียน
- 1.4 การทำรายงาน
- 1.5 การตรวจงาน
- 1.6 การใช้แบบตรวจรายการ

2. การวัดและประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาจใช้วิธีการดังนี้

- 2.1 การสังเกตกระบวนการทำงาน
- 2.2 การตรวจงาน
- 2.3 การสังเกตจากการซักถามและการอภิปรายของผู้เรียน
- 2.4 การใช้แบบสอบต่าง ๆ

### 3. การวัดและประเมินผลด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อาจใช้วิธีการดังนี้

- 3.1 การสังเกตโดยตรงในสถานการณ์ต่างๆ
- 3.2 การสังเกตพฤติกรรมจากสถานการณ์จำลอง
- 3.3 การสัมภาษณ์
- 3.4 การใช้แบบสอบต่างๆ
- 3.5 การใช้แบบตรวจสอบรายการ
- 3.6 การใช้มาตราประมาณค่า

ลักษณะข้อสอบเพื่อวัดความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้กำหนดไว้ 3 ลักษณะดังนี้

#### 1. ด้านสถานการณ์

- 1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะเป็นสถานการณ์สมมติ หรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน
- 1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่ายเทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว
- 1.3 สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ จะต้องเป็นจริง

สมเหตุสมผล

- 1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัดจะต้องระบุให้ชัดเจน
- 1.5 สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กระชับ เข้าใจง่าย และแต่ละสถานการณ์ควรใช้คำถามได้มากกว่า 1 ข้อ

#### 2. ด้านคำถาม คำถามที่ใช้จะต้องตอบสถานการณ์ที่ยกมาจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- 2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถ
- 2.2 ไม่ถามถึงปัญหา หรือสมมติฐานที่เคยอภิปรายหรือสรุปมาแล้ว
- 2.3 ใช้คำถามที่รัดกุม บังคับว่าจะให้คำตอบในเรื่องใด
- 2.4 ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถามความเป็นตอนละเรื่อง และกำหนดคะแนนให้เหมาะสม

ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือวิจัยดังนี้

1. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของประสิทธิ์ เชื้อชัย

ประสิทธิ์ เชื้อชัย (2549) เป็นผู้สร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 เพื่อใช้ทำวิจัยเรื่องการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ จำนวน 80 ข้อโดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่ามีค่าความยากง่ายรายข้อตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.78 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.70 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่า 0.29 และค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าน้ำหนักทั้ง 3 องค์ประกอบตั้งแต่ 0.334 ถึง 0.830

2. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของจรัญ ไชยศักดิ์

จรัญ ไชยศักดิ์ (2540) เป็นผู้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ทำวิจัยเรื่องการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 13 ทักษะ จำนวน 73 ข้อ โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่ามีค่าความยากง่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.51 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.35 ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

3. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสันต์ คาวิรัตน์

สันต์ คาวิรัตน์ (2542) เป็นผู้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ทำวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ จำนวน 39 ข้อ มีค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.88 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.49 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78

การประเมินผลการสอนด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะมีวิธีการประเมินหลายแบบ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบมาเป็นเครื่องมือในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของประสิทธิ์ เชื้อชัย จรัญ ไชยศักดิ์ และสันต์ คาวิรัตน์ มาเป็นเครื่องมือในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (ชั้นที่ 9 ถึงชั้นที่ 13)

### สหสัมพันธ์คาโนนิคอลล (Canonical Correlation Analysis)

สหสัมพันธ์คาโนนิคอลล เป็นสถิติวิเคราะห์ที่ใช้หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองกลุ่ม ซึ่งกลุ่มหนึ่งอาจเรียกว่ากลุ่มของตัวแปรอิสระและอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มของตัวแปรตาม แต่โดยวิธีการคำนวณจะไม่แยกว่ากลุ่มใดเป็นกลุ่มของตัวแปรอิสระกลุ่มใดเป็นกลุ่มของตัวแปรตาม ดังนั้นสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลจึงเป็นการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับตัวแปรสองชุดจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน และผู้วิจัยต้องการทราบว่ากลุ่มของตัวแปรทั้งสองชุดมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด

#### ความหมายของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลล

ปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์ (2535, หน้า 40-41) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลล เป็นเทคนิคทางสถิติสำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรสองกลุ่ม กลุ่มหนึ่งประกอบด้วยตัวแปรอิสระสองตัวขึ้นไปและอีกกลุ่มประกอบด้วยตัวแปรตามตั้งแต่สองตัวขึ้นไป การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลลอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับการลดมิติของตัวแปรกลุ่มตัวแปรเดิมให้เหลือเพียงฟังก์ชันเส้นตรง (Linear Functions) ของตัวแปรที่มีจำนวนน้อยกว่าเดิม หลักการสำคัญของสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลคือ ทั้งกลุ่มตัวแปรอิสระและกลุ่มตัวแปรตามซึ่งถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกันย่อมก่อให้เกิดส่วนประกอบเส้นตรงที่เป็นส่วนประกอบซึ่งกันและกัน (Linear Composites) ตามหลักกำลังสองต่ำสุด ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบ (Composites) ของเส้นตรงเหล่านี้คือสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลซึ่งใช้สัญลักษณ์  $R_c$  ผลการรวมเชิงเส้นของตัวแปรเดิมทั้งสองกลุ่มนี้คือองค์ประกอบคาโนนิคอลล (canonical factor) หรือตัวแปรคาโนนิคอลล (Canonical Variate)

โดยทั่วไปอาจเขียนโดยใช้สัญลักษณ์  $W_1$  และ  $V_1$  สมมติว่าตัวแปรกลุ่มที่หนึ่งที่จะนำมาวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลลได้แก่  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$  และตัวแปรกลุ่มที่สองได้แก่  $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_q$  ในกรณีนี้ตัวแปรคาโนนิคอลลของกลุ่มตัวแปรที่หนึ่งดังสมการ

$$W_1 = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_pX_p$$

ตัวแปรคาโนนิคอลลของกลุ่มตัวแปรที่สองดังสมการ

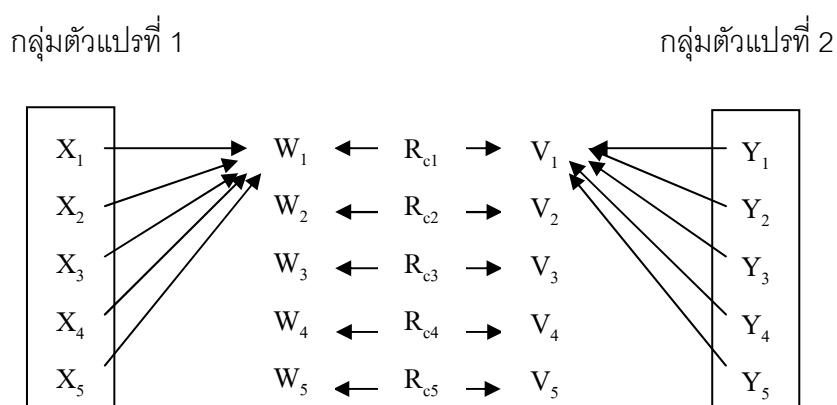
$$V_1 = b_1Y_1 + b_2Y_2 + b_3Y_3 + \dots + b_qY_q$$

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐาน  $a_i$  และ  $b_i$  เป็นไปลักษณะที่จะทำให้ตัวแปรคาโนนิคอลล  $W_1$  มีความสัมพันธ์สูงที่สุดกับตัวแปรคาโนนิคอลล  $V_1$  ฉะนั้นตัวแปรคาโนนิคอลลที่ถูกกำหนดขึ้นจากตัวแปรกลุ่มหนึ่ง จึงจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของตัวแปรอีกกลุ่มหนึ่งรวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรทั้งสอง กล่าวได้ว่าตัวแปรคาโนนิคอลลที่กำหนดขึ้นจาก ตัวแปรกลุ่มหนึ่งจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปถ้ามีการเพิ่มหรือลดจำนวนตัวแปรในอีกกลุ่มหนึ่ง

สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) ที่มีขนาดค่าสูงสุดระหว่าง  $W_1$  และ  $V_1$  คือสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลตัวแรก  $R_{c1}$  หรือ  $R_{c1}$  ก็คือตัวประมาณค่าของความแปรปรวนที่ร่วมกัน

ระหว่าง  $W_1$  และ  $V_1$  อย่างไรก็ตามก็ดี  $R_{c1}$  ย่อมไม่ใช่ตัวประมาณค่าของความแปรปรวนที่ทับซ้อนกัน ระหว่างกลุ่มตัวแปรทั้งสองกลุ่มนั้น กล่าวได้ว่าเมื่อสามารถคำนวณค่า  $R_{c1}$  ได้แล้วจะสามารถคำนวณค่า  $R_{c2}$ ,  $R_{c3}$  และค่า  $R_c$  อื่นๆ ได้ เพราะ  $R_{c2}$  คือตัวประมาณค่าของความแปรปรวนที่ร่วมกันระหว่าง  $W_2$  และ  $V_2$  ในขณะที่  $R_{c3}$  คือตัวประมาณค่าของความแปรปรวนที่ร่วมกันระหว่าง  $W_3$  และ  $V_3$  อย่างไรก็ตามก็ดี  $R_{c2}$ ,  $R_{c3}$  และค่า  $R_c$  อื่นๆ ย่อมอยู่ภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นที่กำหนดไว้ว่าตัวแปรคาโนนิคอลลู่อื่นๆ ที่ไม่ใช่ตัวแปรคาโนนิคอลลู่อแรกจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรคาโนนิคอลลู่ที่กล่าวถึงก่อน ตัวอย่างเช่น ในกรณี  $R_{c2}$  ตัวแปรคาโนนิคอลลู่  $W_2$  และ  $V_2$  จะต้องไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรคาโนนิคอลลู่  $W_1$  และ  $V_1$  และในกรณี  $R_{c3}$  ตัวแปรคาโนนิคอลลู่  $W_3$  และ  $V_3$  จะต้องไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรคาโนนิคอลลู่แรก ( $W_1$  และ  $V_1$ ) และกับตัวแปรคาโนนิคอลลู่ที่สอง ( $W_2$  และ  $V_2$ ) เป็นต้น ถ้าไม่มีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นนี้ก็ย่อมเป็นไปได้ที่จะพบค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลู่ไม่จำกัดจำนวนที่จะมีขนาดสูงเท่ากับสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลู่ของตัวแปรแรก แต่เนื่องจากที่มีข้อกำหนดดังกล่าว  $R_{c1}$  จึงมีขนาดสูงกว่า  $R_{c2}$  และ  $R_{c2}$  จึงมีขนาดสูงกว่า  $R_{c3}$  ตามลำดับ

ตามปกติจำนวนของค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลู่จะสามารถพิจารณาได้จากจำนวนตัวแปรในกลุ่มที่มีขนาดเล็กกว่ากล่าวคือ ถ้าการวิเคราะห์คาโนนิคอลลู่ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปรอิสระจำนวน 5 ตัวแปร และกลุ่มตัวแปรตามจำนวน 4 ตัวแปร การวิเคราะห์นี้จะสามารถคำนวณค่า  $R_c$  ได้ 4 ค่า และถ้ากลุ่มตัวแปรอิสระและกลุ่มตัวแปรตามจำนวนเท่ากันคือ กลุ่มละ 5 ตัวแปร การคำนวณค่าย่อมได้ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลู่จำนวน 5 ค่าดังรูป



ภาพ 1 ความเกี่ยวข้องระหว่างกลุ่มตัวแปร ตัวแปรคาโนนิคอลลู่และค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลู่

ที่มา: ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์, 2535, หน้า 41

ตัวแปรคาโนนิคอล (Canonical Variate) คือ ตัวแปรประกอบ (Composite Variable) ที่เกิดจากความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปร  $W$  เรียกว่า ส่วนประกอบของตัวพยากรณ์ (Predictor Composite) และ  $V$  จะเรียกว่า ส่วนประกอบของตัวเกณฑ์ (Criterion Composite)

สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (Canonical Correlation :  $R_c$ ) คือ ปริมาณของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคาโนนิคอล หรือปริมาณความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของตัวพยากรณ์กับส่วนประกอบของตัวเกณฑ์

ค่าน้ำหนักความสำคัญคาโนนิคอล (Canonical Weights, Function Coefficient) หมายถึง ค่าตัวเลขหรือน้ำหนักของตัวแปรชุด  $X$  หรือตัวแปรชุด  $Y$  ในที่นี้คือค่า  $a_1, \dots, a_p$  และ  $b_1, \dots, b_q$  การตีความเหมือน  $\beta$  ในการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณซึ่งเป็นค่าที่แสดงตัวแปร  $X$  หรือ  $Y$  มีความสำคัญในการอธิบายตัวแปรคาโนนิคอลเพื่อควบคุมตัวแปรอื่นๆ ในชุดตัวแปร

#### วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล

สำราญ มีแจ้ง (2544, หน้า 176) วัตถุประสงค์สำคัญในการเทคนิคการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลคือ การหาแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองชุด ที่ทำให้ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันมากที่สุดโดยที่แต่ละชุดอาจจะมีตัวแปรหลายตัว และจำนวนของตัวแปรแต่ละชุดจะเท่ากันหรือไม่ก็ได้ และจากความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองชุด สามารถกำหนดน้ำหนักของตัวแปรในแต่ละชุดได้โดยดูจากค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรแต่ละตัวที่ทำให้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองชุดนั้นมีค่าสูงสุด

#### ประโยชน์ของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลต่อการวิจัย

สำราญ มีแจ้ง (2544, หน้า 176) เทคนิคการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลมีประโยชน์ต่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. บอกอัตราและแบบแผนความสัมพันธ์สูงสุดระหว่างตัวแปรสองกลุ่ม จากข้อมูลชุดเดียวกันได้
2. ลดข้อมูลหรือตัวแปรลง โดยสามารถสร้างตัวแปรประกอบหรือตัวแปรคาโนนิคอล ขึ้นจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองกลุ่มนั้นได้
3. สามารถนำค่าตัวแปรคาโนนิคอลมาใช้จัดอันดับหน่วยวิเคราะห์ตามค่าสูงต่ำ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการกำหนดตำแหน่งของตัวแปรต่างๆ ที่ประกอบขึ้นมาเป็นตัวแปรคาโนนิคอล

### ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

สำราญ มีแจ้ง (2544, หน้า 176) ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล ต้องเป็นข้อมูลที่มีระดับการวัดแบบช่วง (Interval Scale) หรือตัวแปรทวิ (Bivariates) มีค่าเป็น 0 หรือ 1 เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

### คำศัพท์ที่ควรรู้จักเกี่ยวกับสหสัมพันธ์คาโนนิกอล

ตัวแปรคาโนนิกอล (Canonical Variate) คือตัวแปรประกอบ (Composite variable) ที่เกิดจากความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปร  $W$  เรียกว่า ส่วนประกอบของตัวพยากรณ์ (Predictor composite) และ  $V$  จะเรียกว่า ส่วนประกอบของตัวเกณฑ์

สหสัมพันธ์คาโนนิกอล (Canonical correlation;  $R_c$ ) คือ ปริมาณของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคาโนนิกอล หรือปริมาณความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของ ตัวพยากรณ์กับ ส่วนประกอบของตัวเกณฑ์

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

### การแปลผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล

สำราญ มีแจ้ง (2544, หน้า 182-183) ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอลจะแสดงถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เป็นไปได้สูงสุดระหว่างชุดตัวแปรตามร่วมกัน และของตัวแปรอิสระร่วมกัน ส่วนสัมประสิทธิ์คาโนนิกอลเป็นน้ำหนักที่แสดงถึงความสำคัญของตัวแปรนั้นมีส่วนช่วยให้ได้ความสัมพันธ์สูงสุด ดังนั้นในการพิจารณาว่าตัวแปรในชุดตัวแปรอิสระกับชุดตัวแปรตามตัวใดบ้างสัมพันธ์กัน ก็พิจารณาจากขนาดและเครื่องหมายอย่างเดียวกัน ตัวแปรเหล่านั้นจะมีความสัมพันธ์ทางบวกซึ่งกันและกัน แต่ถ้ามีเครื่องหมายต่างกันจะมีความสัมพันธ์ทางลบซึ่งกันและกัน

ค่าสถิติที่สำคัญอีกค่าหนึ่งคือ ค่าไอเกนซึ่งคือกำลังสองของค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอล เป็นค่าที่แสดงถึงความแปรปรวนที่ร่วมกันของตัวแปรทั้งสองชุด นั่นคือเป็นสัดส่วนแสดงความสัมพันธ์สูงสุดระหว่างตัวแปรทั้งสองชุด หรือเป็นอิทธิพลสูงสุดที่ตัวแปรในชุดหนึ่งส่งผลต่อตัวแปรอีกชุดหนึ่ง



สำหรับเทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงคาโนนิคอลล สามารถวิเคราะห์หาค่าสัดส่วนของน้ำหนักตัวแปรทั้งหมดที่ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองชุดนั้นเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่มีค่าสูงสุด ดังนั้นค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลตัวแรกจึงเป็นค่าสูงสุดอันเกิดจากสัดส่วนของน้ำหนักของตัวแปรแต่ละตัว ดังปรากฏในสัมประสิทธิ์คาโนนิคอลลชุดแรก ส่วนชุดที่สอง หรือชุดต่อไปเป็นสัดส่วนของน้ำหนักแต่ละตัวแปรที่ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองชุดในส่วนที่เหลือเป็นเชิงเส้นตรงที่มีค่าสูงสุด ซึ่งเป็นอิสระจากชุดแรกตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลลตัวที่สองหรือต่อไปจึงมีค่าน้อยกว่าตัวแรกตามลำดับ

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของในประเทศ มีดังนี้

สัญลักษณ์ สวัสดิ์ตีเมงคล (2549) ได้ศึกษาระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ 5 ด้านคือ การอ้างอิง การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น การนิรนัย การแปลความ และการประเมินข้อโต้แย้ง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนมีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ 5 ด้านคือ การอ้างอิง การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น การนิรนัย การแปลความและการประเมินข้อโต้แย้งอยู่ในระดับปานกลาง

ภุริณัฐ กระแสโสม (2550) ได้ศึกษาและพัฒนารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน มีวิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้าสองขั้นตอนคือ ขั้นแรกกำหนดรูปแบบของความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนเป็นแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน ขั้นที่สองทดสอบความเที่ยงตรงของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน และปรับปรุงให้เป็นรูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรับแก้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยนี้พบว่าปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อ การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 1 มี 8 ตัวแปร และตัวแปรที่ส่งผลในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางตรงได้แก่ เซาว์นปัญญา และเจตคติต่อการเรียน ตัวแปรที่ส่งผลทางอ้อมได้แก่ การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ สไตล์การเรียนรู้และความฉลาดทางอารมณ์ สำหรับตัวแปรที่ส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ ความสนใจเรียน และบรรยากาศในชั้นเรียนโดยสรุปความสนใจเรียน เซาว์นปัญญาและเจตคติต่อการเรียนมีผลโดยตรงต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สัณห์วิช สอนท่าโก (2550) ได้ศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน และนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน

กนกทอง มหาวงศนันท์ (2550) ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชิงรอยเขต 3 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการอ่าน ความสามารถด้านเหตุผลและยุทธศาสตร์การเรียนรู้ในระดับปานกลาง การรับรู้พฤติกรรมการสอนของครู การอบรมเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผล และเจตคติต่อการเรียนในระดับค่อนข้างสูง และปัจจัยเชิงสาเหตุทั้ง 6 ปัจจัยมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .195 - .633 2. ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีน้ำหนักความสำคัญต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงที่สุดคือความสามารถในการอ่าน รองลงมาคือ ความสามารถด้านเหตุผล เจตคติต่อการเรียน และการอบรมเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผล มีขนาดน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ .60, .33, .16 และ .11 ตามลำดับ 3. ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงที่สุดคือความสามารถในการอ่าน รองลงมาคือ ความสามารถด้านเหตุผล มีขนาดน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ .42 และ .33 ตามลำดับ ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านความสามารถในการอ่าน และความสามารถด้านเหตุผลคือ เจตคติต่อการเรียน มีค่าเท่ากับ .16 และตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านความสามารถด้านเหตุผลคือ ความสามารถในการอ่านมีค่าเท่ากับ .18 และรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายความแปรปรวนของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ร้อยละ 48

พรทิพย์ อุดร (2550) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ไม่แตกต่างกัน และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิยะนุช ฉิมพา (2551) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสถานงานพื้นที่การศึกษาเลย เขต 1 การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสถานงานพื้นที่การศึกษาเลย เขต 1 โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง และตัวแปรที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัด สำนักงานพื้นที่การศึกษาเลย เขต 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ความสามารถด้านเหตุผล นิสัยทางการเรียนและความเชื่ออำนาจภายในตน โดยมีประสิทธิภาพการทำนายร้อยละ 63.60 ( $R^2 = .636$ )

เอื้อมพร สร้างตนเอง (2551) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ กับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติกับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ตามปกติ และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติกับการจัดการเรียนรู้ตามปกติแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ตามปกติ

พยอม ศรีสมัย (2551) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และเพื่อสร้างสมการพยากรณ์ของความคิดวิจารณ์ญาณแต่ละด้าน และความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้ในการทำนายความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย พบว่าความคิดวิจารณ์ญาณทั้ง 5 ด้านมีความสัมพันธ์กันในทางบวกกับความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณเท่ากับ .354 และมีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เท่ากับ .126 ส่วนความคิดสร้างสรรค์มีเพียง 1 องค์ประกอบ คือ ความคิดยืดหยุ่นโดยมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณเท่ากับ .154 และมีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เท่ากับ .024 การค้นหาตัวพยากรณ์พบว่าความคิดวิจารณ์ญาณด้านการสรุปอ้างอิง การนิรนัยและการตีความสามารถพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้

สมบัติ อัมระภา (2552) ศึกษาผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นโดยใช้เทคนิคการรู้คิดและตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นโดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวม และเป็นรายด้าน 4 – 5 ด้าน และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดยรวม และเป็นรายด้าน 4 – 5 ด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นโดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวม และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดยรวม และเป็นรายด้าน 3 ด้านคือ การนิรนัย การตีความ และการประเมินข้อโต้แย้งมากกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เบญญา เรืองเสมอ (2549) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยในกลุ่มทดลองดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม และในกลุ่มควบคุมจัดการเรียนรู้ตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธีรรัตน์ ไตรเดช (2549) ได้ศึกษาความสัมพันธ์คานอนิคอระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ค่าสหสัมพันธ์คานอนิคอระหว่างฟังก์ชันตัวแปรอิสระ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป กับฟังก์ชันตัวแปรตามการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ ความสามารถในการอ้างอิงหรือสรุปความ การตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้น การนิรนัย การตีความ การประเมินข้ออ้างหรือข้อโต้แย้งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001, .001, .01 และ .05 ตามลำดับ ส่วนฟังก์ชันที่ห้ามีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ

ไชยยันต์ จรุงฤๅเสาวภากิจ (2550) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน และการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังเรียนโดยรวมและเป็นรายด้าน 5 ด้าน สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ การคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

มยุรี จันทร์สวย (2551) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ระหว่างการเรียนและหลังการเรียน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถด้านทักษะการคิดสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

เบอร์แมน (Berman. 1997, pp. 3838-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์ทางการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิทยาลัยที่สอนเกี่ยวกับชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชากายวิภาคและสรีระวิทยา จำนวน 118 คน โดยใช้แบบทดสอบ 3 ฉบับ คือ แบบบรรยาย แบบหาความหมายและแบบแยกส่วนประกอบต่าง ๆ พบว่า ผลการเรียนรู้ที่ทดสอบตามแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ไม่แตกต่างกัน และความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 กับประสบการณ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ

กู๊ดแมน (Goodman. 2000, p. 436) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางสมองด้านต่างๆ ที่มีผลต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเคมีโดยศึกษากับนักเรียนระดับวิทยาลัย 113 คน พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างวิชาเคมีกับความสามารถด้านเหตุผลเท่ากับ .43 กับมิติสัมพันธ์เท่ากับ .25 กับภาษาเท่ากับ .28 และกับความจำเท่ากับ .25

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวผู้วิจัย พบว่าการคิดในรูปแบบต่างๆ นั้น มีความสัมพันธ์และมีความเกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะการปฏิบัติ เพื่อแสวงหาความรู้หรือแก้ไขปัญหาจากการปฏิบัติ และมีการนึกคิดอย่างเป็นขั้นตอนหรือเป็นระบบเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการปฏิบัติจึงต้องมีการคิดก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงมีส่วนสัมพันธ์และส่งเสริมให้กับนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น