

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และสร้างเกณฑ์ปกติ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 3 ผู้วิจัย
ได้ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ขอนำเสนอเนื้อหาตามลำดับดังต่อไปนี้

1. การคิดวิเคราะห์

- 1.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์
- 1.2 ความหมายและองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์
- 1.3 กระบวนการคิดวิเคราะห์
- 1.4 ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

2. การวัดและประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์

- 2.1 การวัดความสามารถในการคิด
- 2.2 คุณลักษณะและการทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์
- 2.3 การสร้างและพัฒนาแบบวัดการคิดวิเคราะห์
- 2.4 การหาคุณภาพแบบวัดการคิดวิเคราะห์

2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

3. เกณฑ์ปกติ

- 3.1 ความหมายของเกณฑ์ปกติ
- 3.2 ชนิดของเกณฑ์ปกติ
- 3.3 วิธีการสร้างเกณฑ์ปกติชนิดคะแนน T ปกติ
- 3.4 การประเมินคะแนน T ปกติ
- 3.5 วิธีการเสนอเกณฑ์ปกติ

4. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

- 4.1 มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 4.2 ตัวชี้วัด
- 4.3 คุณภาพผู้เรียน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 5.1 งานวิจัยภายในประเทศ
- 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ
- 6. กรอบแนวคิดการวิจัย

การคิดวิเคราะห์

1. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

1.1 ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของบลูม (Bloom's Taxonomy)

บลูม (Bloom. 1976 : 6-9, 201-207) ได้จำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษา (Bloom's Taxonomy of Educational Objectives) ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการรู้คิดหรือพุทธิพิสัย (Cognitive) ซึ่งเน้นการคิด 2) ด้านจิตใจหรือจิตพิสัย (Affective) ซึ่งเน้นความรู้สึกละ อารมณ์ และ 3) ด้านทักษะกล้ามเนื้อหรือทักษะพิสัย (Psychomotor) ซึ่งเน้นการแสดงออกทางกาย โดยในการจัดการศึกษานั้น ครูจะเน้นด้านพุทธิพิสัยมากกว่าด้านอื่น ๆ ที่บลูม จำแนกไว้เป็น 6 ระดับ ในแต่ละระดับมีความซับซ้อนแตกต่างกัน ได้แก่

ระดับที่ 1 ระดับความรู้ความจำ แยกเป็นความรู้ในเนื้อหา เช่น ความรู้ใน คำศัพท์ที่ใช้และความรู้ในข้อเท็จจริงเฉพาะ ความรู้ในวิธีดำเนินการเช่น ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบ แแผน ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้น ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำแนกประเภท ความรู้เกี่ยวกับ เภณฑ์ต่าง ๆ และความรู้เกี่ยวกับวิธีการ ความรู้รวบยอดในเนื้อ เรื่อง เช่น ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชา และการขยายความ และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง

ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจแยกเป็น การแปลความ การตีความและการ ขยายความ

ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้ หรือการประยุกต์

ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ แยกเป็น การวิเคราะห์ส่วนประกอบ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการ

ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ แยกเป็น การสังเคราะห์ การสื่อความหมาย การสังเคราะห์แผนงานและการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

ระดับที่ 6 ระดับการประเมินค่า แยกเป็นการประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริง ภายในและการประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายนอก

การที่บุคคลจะมีทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ มุคกลนั้น จะต้องสามารถ วิเคราะห์และเข้าใจสถานการณ์ใหม่หรือข้อความจริงใหม่ได้ ดังนั้น การจะให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้ในระดับใดหรือหลายระดับนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อ หาสาระที่เป็นองค์ความรู้ เพื่อให้นักเรียนมี

ความเข้าใจในเนื้อหาดังกล่าวอาจต้องผสมผสานข้อมูลความรู้ในลักษณะรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดจำพวก การแปล การตีความ การประยุกต์ การวิเคราะห์ส่วนย่อยและความสัมพันธ์เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้สู่การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินผลตามจุดมุ่งหมาย การศึกษาของบลูม โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการวิเคราะห์ จะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ในเชิงสร้างสรรค์เพราะเป็นการพัฒนาความสามารถในระดับการมีเหตุผล

บลูม (Bloom : unpagged. 1956 ; อ้างใน สมนึก ภัททิยธนี. 2546 : 144 - 147)

ได้สรุปแบ่งองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ ซึ่งประกอบด้วย

- 1.1 ความสามารถในการจำแนกแยกแยะข้อสรุปพื้นฐานและความสัมพันธ์ของข้อสรุปเหล่านั้น
 - 1.2 ความสามารถในการจำแนกแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากข้อมูลอื่น ๆ ทั่วไป
 - 1.3 ความสามารถในการจำแนกแยกแยะข้อสรุปออกจากข้อเท็จจริงที่นำมาสนับสนุน
 - 1.4 ความสามารถในการจำแนกแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากข้อสันนิษฐาน
 - 1.5 ทักษะในการแยกแยะแรงจูงใจและการพิจารณาพฤติกรรมของบุคคลและของกลุ่ม
 - 1.6 การจำแนกกระบวนทัศน์ที่ใช้ในการชักจูง การโฆษณาชวนเชื่อ ข่าวลือกฤตเทศน์เค็ม ๆ การแสดงอารมณ์ที่มีต่อความคิดและพฤติกรรม
- ### 2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ซึ่งประกอบด้วย
- 2.1 ความสามารถในการจำแนกแยกแยะข้อสรุปพื้นฐานและความสัมพันธ์ของข้อสรุปเหล่านั้น
 - 2.2 ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นใจความสำคัญที่อยู่ในข้อมูลหรือข้อสันนิษฐาน
 - 2.3 ความสามารถในการจำแนกข้อเท็จจริงหรือข้อสันนิษฐานที่เป็นใจความสำคัญหรือข้อโต้แย้งที่สนับสนุนบทความนั้น ๆ
 - 2.4 การค้นหาข้อสันนิษฐานที่มีความสำคัญจำเป็นซึ่งใช้เป็นข้อโต้แย้ง
 - 2.5 ความสามารถในการจำแนกแยกแยะสิ่งที่มีความจำเพาะเจาะจง

ที่สัมพันธ์กันเป็นเหตุเป็นผลในการตัดสินใจ

2.6 ความสามารถในการจำแนกแยกแยะความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และรายละเอียดที่สำคัญและไม่สำคัญได้

2.7 ลักษณะนิสัยการคิด การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.8 การพัฒนาการของทักษะในการจำแนกแยกแยะโมเดลที่เป็นข้อสันนิษฐานที่สำคัญ(ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์)

2.9 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลในปรากฏการณ์ทางเศรษฐศาสตร์

2.10 ความสามารถในการจำแนกความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลออกจากความสัมพันธ์อื่น ๆ

3. การวิเคราะห์หลักการ ซึ่งประกอบด้วย

3.1 ความสามารถในการบอกรัตถุประสงค์, มโนทัศน์ หรือลักษณะของการคิดและความรู้สึกที่มีในงาน

3.2 ความสามารถในการแยกแยะน้ำเสียง, อารมณ์ และวัตถุประสงค์ของผู้เขียน

3.3 ความสามารถในการสืบค้น วัตถุประสงค์ มโนทัศน์ เจตคติ หรือมโนคติทั่วไปของผู้เขียน

3.4 ความสามารถในการวิเคราะห์ลักษณะสำคัญของงานศิลปะ ความสัมพันธ์ของเนื้อหาและความหมายของผลงานทางศิลปกรรมที่เป็นส่วนประกอบและเป็นการรวบรวม

3.5 ความสามารถในการจำแนกแยกแยะรูปแบบในงานเขียนที่หมายความถึงการเข้าใจความหมายของผู้เขียน

3.6 ความสามารถในการแยกแยะมโนทัศน์หรือความลำเอียงของผู้เขียนในงานเขียน

3.7 ความสามารถในการแยกแยะวิธีการที่แตกต่างใช้ในการจัดหมวดหมู่, ความสัมพันธ์หรือตรวจสอบ, การตรวจสอบหาสาเหตุ

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser. 1964 : 10) ได้กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์ว่าประกอบด้วยทัศนคติ ความรู้ และทักษะในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ทัศนคติในการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการเห็นปัญหาและความต้องการที่จะสืบเสาะ ค้นหาข้อมูล หลักฐานมาพิสูจน์เพื่อหาข้อเท็จจริง

2. ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิงและการใช้ข้อมูลอ้างอิงอย่างมีเหตุผล
3. ทักษะในการใช้ความรู้และทัศนคติตั้งที่กล่าวมาข้างต้น

1.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาด้านการคิดของเพียเจต์ (Piaget's theory intellectual development)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาด้านการคิดของเพียเจต์ อธิบายว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์มีลักษณะเดียวกันในช่วงอายุเท่ากันและแตกต่างกันในช่วงอายุที่แตกต่างกัน พัฒนาการทางสติปัญญาเป็นผลมาจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมโดยบุคคลพยายามปรับตัวให้อยู่ในสภาวะสมดุลโดยการใช้กระบวนการดูดซึมและกระบวนการปรับเหมาะจนทำให้เกิดการเรียนรู้เริ่มจากขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว ไปสู่ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด ขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรมและขั้นปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม เพียเจต์ แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาด้านการคิดของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้นใหญ่ ๆ คือ (ศิริกาญจน์ โกสุมภ์และคารณีย์ คำวังนัง. 2545 : 51)

1. ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensory motor stage)

(ช่วงแรกเกิด - 2 ขวบ) ช่วงนี้เด็กจะมีพัฒนาการเป็น 6 ขั้น

1.1 อายุแรกเกิด - 1 เดือน ขั้นปฏิบัติการสะท้อน พหุติกรรมที่เห็น

ในช่วงนี้ได้แก่ การมอง การกำมือ การเตะเท้าหรือการใช้มือไขว่คว้า ที่เห็นเด่นชัดที่สุด คือ การดูด โดยเด็กจะดูดสิ่งต่าง ๆ ที่มาสัมผัสริมฝีปากทันที ซึ่งเพียเจต์ถือว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งที่เด็กเริ่มทำด้วยตนเอง

1.2 อายุ 1 - 4 เดือน ขั้นปฏิบัติการเวียนซ้ำขั้นปฐม มีพหุติกรรมที่เห็น

ได้ คือ เด็กจะทำกิจกรรมใหม่ ๆ บางอย่างโยบ้งเอิญ แล้วพยายามทำซ้ำ เช่น เมื่อเด็กเอามือแตะที่ปาก เด็กจะดูดนิ้วของเขา ซึ่งเป็นพหุติกรรมที่เกิดขึ้นโดยไม่ตั้งใจ แต่ต่อมาเขาก็มีพหุติกรรมนี้ซ้ำอีกแม้ไม่อาจบังคับมือให้เข้าปากได้ ก็จะแกว่งแขนไปมาหรือเอามือตีเข้าที่หน้าใกล้กับปากของเขา ซึ่งเพียเจต์ อธิบายว่า เด็กเริ่มมีการผสมผสานการกระทำ 2 อย่างนี้เข้าด้วยกัน คือ ประสานพหุติกรรมการมองกับการเคลื่อนไหวของมือเข้าด้วยกัน

1.3 อายุ 4 - 10 เดือน ขั้นปฏิบัติการเวียนซ้ำขั้นที่ 2 เป็นพหุติกรรมที่

เด็กกระทำซ้ำ ๆ ต่อสิ่งภายนอกตัวเขาอย่างจงใจหรือมีจุดมุ่งหมาย เช่น ที่เพียเจต์สังเกตเห็นบุตรของเขาซึ่งกำลังนอนอยู่ในเปล ยกเท้าขึ้นตีตุ๊กตาที่แขวนอยู่ให้แกว่งไปมา เมื่อตุ๊กตาแกว่ง เด็กก็หยุดข้อมองด้วยความสนใจ สักครู่ก็ทำเช่นเดิมอีก เป็นต้น พหุติกรรมขั้นนี้ต่างจากขั้นปฏิบัติการเวียนซ้ำ ขั้นปฐม เพราะขั้นนี้เด็กจะสนใจที่จะกระทำต่อสิ่งรอบตัว มากกว่าสนใจอวัยวะของ

ตนเอง และพฤติกรรมที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ นับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นอย่างจงใจ และมีจุดมุ่งหมายมากกว่า การเกิดขึ้นโดยบังเอิญ

1.4 อายุ 10 – 12 เดือน ขั้นนี้เด็กจะสามารถแยกแยะรายละเอียดของ กิจกรรมที่เขาแสดงออกได้มากขึ้น เพราะสามารถเรียนรู้ที่จะประสานการกระทำ 2 อย่างที่ แตกต่างกันเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์บางอย่าง เช่นที่เพียเจต์อธิบายไว้ คือ วันหนึ่งลูกของเขา ต้องการหยิบกล่องไม้ขีดที่วางอยู่ แต่เอามือขวางไว้ระยะแรกเด็กไม่สนใจมือที่ขวางไว้พยายามยื่น มืออ้อมไปหยิบด้วยความสนุก หลายวันต่อมาเด็กก็พบวิธีแก้ปัญหา คือ ก่อนที่เขาจะหยิบกล่องไม้ ขีดเขาจะจับมือที่ขวางไว้ก่อนออกเสียก่อน ซึ่งเพียเจต์อธิบายว่า เด็กได้ประสานเอากระสวน พฤติกรรม 2 อย่างคือ การปิดลั้งก็คขวางกับการหยิบฉวยเข้าด้วยกัน เพื่อให้การหยิบกล่องไม้ขีด บรรลุเป้าหมายซึ่งเพียเจต์เห็นว่า พฤติกรรมนี้มีความสำคัญเพราะการที่เด็กจะหยิบสิ่งที่คิดขวางอยู่ได้ เขาจะต้องเรียนรู้ว่า มีวัตถุหนึ่งอยู่ข้างหน้า อีกสิ่งหนึ่งซึ่งเขาต้องมีการจัดระเบียบของการกระทำว่า จะต้องทำสิ่งใดก่อนที่จะทำอีกสิ่งหนึ่ง

1.5 อายุ 12 - 18 เดือน ขั้นปฏิบัติการเวียนซ้ำขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่เด็ก สามารถประสานกิจกรรมทางกล้ามเนื้อหลาย ๆ ส่วน และทำซ้ำเพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ออกไป บางครั้งค่อย เพื่อฟังเสียงที่เกิดขึ้น ว่าแตกต่างกันอย่างไร การกระทำซ้ำในวันนี้ไม่เพียงแต่ กระทำอย่างมีจุดมุ่งหมาย แต่ทำโดยต้องการรู้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำซ้ำที่แตกต่างกันนั้นจะ ก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่แตกต่างกันอย่างไรด้วย

1.6 อายุ 18 - 24 เดือน ขั้นนี้เด็กเริ่มคิดในใจ ก่อนที่จะทำอะไร บางอย่าง เช่น ตัวอย่างบุตรของเพียเจต์ที่พยายามนำสายโซ่ออกจากกล่องไม้ขีด เพื่อให้สายโซ่เล็ก ๆ นั้นลอคออกมา และการยัดนิ้วมือเข้าไปในช่องโหว่ของกล่องที่เปิดแฉกชนิด ๆ ซึ่งเพียเจต์สังเกตว่า ก่อนที่เด็กจะแก้ปัญหาได้ดูเหมือนจะหยุดมีที่ท่าครุ่นคิดและจ้องมองที่ช่องโหว่ของกล่องไม้ขีดด้วยความสนใจ และก่อนที่จะเปิดกล่องไม้ขีดแล้วเอาโซ่ออกมานั้น เพียเจต์บันทึกไว้ว่า ขั้นนี้เด็กเริ่ม คิดแล้วจึงทำ โดยไม่ได้ใช้วิธีการลองผิดลองถูกเหมือนขั้นตอนที่ 1.5 นอกจากนี้ เด็กยังสามารถ เลียนแบบโดยไม่จำเป็นต้องมีตัวแบบซึ่งแสดงให้เห็นว่า เด็กมีพัฒนาการด้านความจำเพิ่มขึ้น

2. ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational stage) ขั้นนี้จะแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยได้ 2 ขั้น คือ

2.1 อายุ 2 - 4 ปี เป็นขั้นที่เด็กมีพัฒนาการทางภาษามากขึ้น แต่การ แสดงออกทางภาษายังยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง เช่น พูดโดยไม่ฟังเพื่อน ทั้งยังมีขีดจำกัดในการรับรู้ คือ จะพิจารณาสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ครั้งละ 1 มิติ เช่น เมื่อให้เด็กดูแก้วน้ำที่มีขนาดแคบและขนาดกว้าง ใส่น้ำไว้เท่ากัน เด็กจะพิจารณาจากมิติความสูงของแก้วน้ำ แล้วบอกว่าน้ำในแก้วน้ำขนาดแคบมีน้ำ

มากกว่าแก้วน้ำขนาดกว้าง เพราะเด็กยังไม่สามารถเปรียบเทียบปริมาณของน้ำ 2 มิติ คือ ความสูงของระดับน้ำกับความกว้างของพื้นแก้วน้ำได้ในเวลาเดียวกัน

2.2 อายุ 5-7 ปี ขั้นนี้เรียกว่า Intuitive thought เป็นช่วงของการคิดที่เกิดขึ้นจากการรับรู้ กับการคิดอย่างมีเหตุผลตามความจริง เช่น เพียงแค่ เอาลูกประคำสีแดง 6 ลูกวางเรียงกันเป็นแถวตรงบนโต๊ะ แล้วสั่งให้เด็กหยิบลูกประคำสีน้ำเงินจัดวางเรียงข้างล่างของลูกประคำสีแดงให้มีจำนวนเท่ากัน เขาสังเกตว่าถ้าให้เด็ก 4-5 ขวบจัด เด็กจะจัดลูกประคำแถวล่างให้มีจุดปลายเท่าแถวบน แต่ถ้าเด็กโตขึ้นอีก 1-2 ปี เด็กจะจัดเรียงลูกประคำแบบจับคู่กับลูกประคำแถวแรก แต่ถ้าขยายลูกประคำแถวใดแถวหนึ่งออกไป เด็กจะคิดว่าปริมาณของลูกประคำที่ขยายแถวกว้างขึ้น มีจำนวนมากกว่าลูกประคำที่ไม่ขยายแถว เพราะเด็กยังไม่เข้าใจว่า แม้จะขยายลูกประคำแต่ละลูกให้ห่างกันออกไปแต่ปริมาณของลูกประคำยังเท่าเดิม แต่ในช่วงหลังของขั้นตอนนี้ เด็กจะเริ่มเพิ่มความสนใจในสิ่งต่างๆที่มีหลายมิติมากขึ้น คือก้าวไปสู่การคิดอย่างมีเหตุผลเพิ่มขึ้น

3. ขั้นปฏิบัติการคิดเชิงรูปธรรม (Concrete operation stage) ขั้นตอนนี้เริ่มจากอายุ 7 ขวบ ถึง 11 หรือ 12 ขวบ เด็กมีความสามารถคิดเหตุผลและผลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่ยึดเฉพาะการรับรู้เท่านั้น เด็กสามารถคิดย้อนกลับ สามารถเข้าใจเรื่องการอนุรักษ์ สามารถจัดกลุ่มประเภทของสิ่งของและสามารถจัดเรียงลำดับของสิ่งของได้ สามารถพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ได้ ครั้งละหลายมิติ เช่น อาจพิจารณาน้ำในแก้ว 2 ใบว่า แก้วใดมีน้ำมากกว่า โดยพิจารณาทั้งความสูงและความกว้างของระดับน้ำ นอกจากนั้นในขั้นตอนนี้เด็กจะพัฒนาการคิดด้วยรูปธรรมจากการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ไปสู่ความสามารถที่จะเข้าใจแนวคิดทางสังคมรอบตัว และรู้ว่าผู้อื่นคิดอย่างไรมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเด็กยังต้องคิดโดยอาศัยพื้นฐานของการสัมผัสหรือสิ่งที่เห็นรูปธรรมและยังไม่สามารถคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมที่ซับซ้อนได้เหมือนผู้ใหญ่แต่จะเริ่มแก้ปัญหาโดยอาศัยการตั้งสมมติฐาน และอาศัยหลักของความสัมพันธ์ของปัญหาต่าง ๆ บ้างแล้ว

4. ขั้นปฏิบัติการคิดเชิงนามธรรม (Formal operation stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 11 ปี จนถึงวัยรุ่นผู้ใหญ่ เป็นช่วงที่เด็กมีความสามารถในการคิดเพิ่มขึ้นเขาสามารถจะจินตนาการเงื่อนไขของปัญหาในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต โดยพัฒนาสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้รอบความคิดของเด็กได้เจริญอย่างมีโครงสร้างสมบูรณ์ แต่รายละเอียดภายในกรอบยังไม่เจริญเต็มที่ เด็กยังต้องแสวงหาประสบการณ์ต่าง ๆ เพิ่มเติมอีกมาก และจะพัฒนาความคิดในลักษณะของผู้ใหญ่เต็มตัวเมื่อมีอายุได้ 20 ปีขึ้นไป

โดยทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาด้านการคิดของเพียเจต์ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นมีลักษณะคล้ายคลึงกันกับทฤษฎีการเรียนรู้ โดยการค้นพบของบรุนเนอร์ (ณัฐชยา สีดาคอตร. 2552 : 15)

ที่กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้ประมวล ความรู้ ข้อมูลข่าวสาร จากการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยที่บุคคลจะต้องมีการสำรวจทำความเข้าใจกับสิ่งแวดล้อมก่อนโดยธรรมชาติของมนุษย์ไม่สามารถรับรู้สิ่งแวดล้อมทั้งหมดในชีวิตแต่เป็นการเลือกรับรู้ (Selective perception) การเลือกสิ่งใดขึ้นอยู่กับความใส่ใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้น การเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ จะเกิดขึ้นจากการค้นพบโดยที่ผู้เรียนต้องเกิดความอยากรู้อยากเห็นซึ่งได้รับการผลักดันมาจากแรงจูงใจภายใน (Inner motivation) ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้เกิดพฤติกรรมสำรวจสภาพแวดล้อม และเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ กระบวนการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมซึ่งเริ่มจากการสัมผัสสิ่งแวดล้อม การเลือกรับรู้ การใส่ใจ ตลอดถึงการค้นพบล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดทั้งหมด

1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของบรูเนอร์

กระบวนการคิดที่ใช้เป็นหลักในการเรียนรู้ของมนุษย์ตามความคิดของบรูเนอร์ มีอยู่ 3 ขั้นดังนี้

1. ขั้นการคิดจากการกระทำ (Enactive representation) การเรียนรู้ในขั้นนี้เกิดขึ้นจากการที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยการสัมผัสจับต้องด้วยการใช้มือ ใช้ปากกับวัตถุสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว

การเรียนรู้จากการกระทำ เป็นขั้นการเรียนรู้จากประสาทสัมผัส ดูตัวอย่างและทำตามซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงตั้งแต่เกิดจนถึง 2 ขวบ เช่น ในกรณีที่เด็กเล็ก ๆ นอนอยู่ในเปลและเขย่ากระดิ่งเล่น ขณะที่เขย่าบังเอิญกระดิ่งตกข้างเปลเด็กจะหยุดครู่หนึ่ง ยกมือขึ้นดูทำท่าประหลาดใจและเขย่ามือเล่นต่อไปโดยที่ไม่มีกระดิ่ง เนื่องจากเด็กคิดว่า การสัมผัสกับการสัมผัสกระดิ่งเป็นสิ่งเดียวกัน ขั้นนี้ตรงกับขั้น "Sensory motor" ของเพียเจต์

2. ขั้นการคิดจากจินตนาการ (Iconic representation) เป็นขั้นการคิดที่เกิดขึ้นโดยการสร้างจินตนาการหรือ โนภาพ (Imagery) ขึ้นในใจ เป็นความคิดที่เกิดขึ้นจากการได้ผ่านการใช้ประสาทสัมผัสมาจนสามารถรู้จักและจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ เด็กที่มีอายุ 5-8 ปี สามารถสร้างโนภาพของวัตถุ บุคคล สิ่งของขึ้นมาได้แล้ว ทั้ง ๆ ที่สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มิได้ปรากฏอยู่ตรงหน้า ขั้นนี้ตรงกับขั้นการคิดอย่างเป็นรูปธรรมของเพียเจต์

3. ขั้นการคิดด้วยการใช้สัญลักษณ์ (Symbolic representation) เป็นขั้นของการคิดที่เด็กสามารถจะเข้าใจการเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมต่าง ๆ เป็นขั้นสูงสุดของการพัฒนาด้านความรู้ความเข้าใจ เด็กสามารถคิดหาเหตุผลในที่สุดก็จะเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ ขั้นนี้ตรงกับขั้นการคิดที่เป็นนามธรรมของเพียเจต์

โดยสรุปจะเห็นว่าพัฒนาการด้านการคิดตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาด้านการคิดของเพียเจต์ และทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของบรุนเนอร์มีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาด้านการคิดของเพียเจต์นั้น แบ่งออกเป็น 4 ขั้น เริ่มจากขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว ไปสู่ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด ขั้นปฏิบัติการคิดเชิงรูปธรรมและขั้นปฏิบัติการคิดเชิงนามธรรม แต่ช่วงอายุที่เข้าในแต่ละขั้นอาจแตกต่างกัน (ศิริกาญจน์ โกลุมภ์และดารณี คำวังนัง. 2545 : 54) ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของบรุนเนอร์แบ่งออกเป็น 3 ขั้น เริ่มจากขั้นการคิดจากการกระทำ (Enactive representation) ซึ่งตรงกับขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวของเพียเจต์ ไปสู่ขั้นขั้นการคิดจากจินตนาการ (Iconic representation) ซึ่งตรงกับขั้นปฏิบัติการคิดเชิงรูปธรรมของเพียเจต์ และขั้นการคิดด้วยการใช้สัญลักษณ์ (Symbolic representation) ซึ่งขั้นนี้ตรงกับขั้นปฏิบัติการคิดเชิงนามธรรมของเพียเจต์ จากการศึกษาทฤษฎีพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีอายุประมาณ 14-15 ปี ซึ่งช่วงนี้อยู่ในขั้นปฏิบัติการคิดเชิงนามธรรมของเพียเจต์ และตรงกับขั้นการคิดด้วยการใช้สัญลักษณ์ของบรุนเนอร์

2. ความหมายและองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

จากการศึกษาพบว่า มีนักการศึกษาจำนวนมาก ได้ให้ความหมายหรือนิยามของการคิดวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

บลูม (Bloom, 1956 ; อ้างถึงใน ลักขณา ศรีวัฒน์. 2549 : 68 - 69) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้น อาศัยหลักการอะไร

กู๊ด (Good, 1973 : 680) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดอย่างรอบคอบเกี่ยวกับหลักการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการทางตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

ดิวอี้ (Dewey, 1933 ; อ้างถึงใน ลักขณา ศรีวัฒน์. 2549 : 68 - 69) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดที่เริ่มจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson, G. and Glaser, 1964 : 11) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้และทักษะ โดยทัศนคติเป็นการ

แสดงออกทางจิตใจต้องการสืบค้นปัญหาที่มีอยู่ ความรู้จะเกี่ยวกับการใช้เหตุผลในการประเมินสถานการณ์การสรุปอย่างเที่ยงตรงและการเข้าใจในความเป็นนามธรรม ส่วนทักษะจะประยุกต์รวมอยู่ในทัศนคติและความรู้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 41) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่า ประกอบด้วยอะไรบ้าง มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังมองถึงว่า ส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างไรบ้างและเกี่ยวพันกันโดยหลักการใด และพยายามมองให้ลึกกลงไปถึงแก่นแท้ของเนื้อเรื่องและเหตุการณ์นั้น ๆ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจและด้านกรนำไปใช้

ทิสนา เขมมณี และคณะ (2544 : 89) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดที่ต้องใช้คำตอบแยกแยะข้อมูลและหาความสำคัญของข้อมูลที่แยกแยะนั้น หรืออีกนัยหนึ่งคือการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนสามารถจับได้ว่าอะไรเป็นสาเหตุ เหตุผล หรือแรงจูงใจที่อยู่เบื้องหลังปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง

จรงค์ ตั้งละมัย (2545 : 20) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ส่วนย่อยๆของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่างๆว่า ประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด และส่วนย่อยๆที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้างและเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด

ศิริกาญจน์ โกสุมและคารณี คำวัจฉา (2545 : 51) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการคิดแยกแยะเรื่องราวใด ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นมีส่วนประกอบกันเช่นไรสามารถจำแนกเป็นพฤติกรรมย่อยได้ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่างๆเป็นความสามารถในการบอกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็น ความแตกต่างของข้อสรุปจากข้อเท็จจริงที่นำมาสนับสนุนเช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญ สาเหตุและสาระสำคัญของเรื่อง

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ เป็นการระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผล และความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องนั้นๆว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เป็นความสามารถในการให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่อง ระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นที่สำคัญของเรื่อง

เทคนิคที่ใช้ในการชักจูงใจผู้อ่าน และรูปแบบของภาษาที่ใช้ เช่น การบอกหรือการอธิบายสิ่งที่เป็น ในความสำคัญ ความสัมพันธ์และหลักการของสิ่งที่เรียนได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547 : 2) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วน ๆ เพื่อค้นหาว่าทำมาจากอะไร มีองค์ประกอบอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร เชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร แบ่งระดับ ดังนี้

ระดับที่ 0 : ไม่แสดงสมรรถนะด้านนี้อย่างชัดเจน

ระดับที่ 1 : แยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนๆระบุรายการสิ่งต่างๆหรือประเด็นย่อยต่างๆได้โดยไม่เรียงลำดับก่อนหลังวางแผนงานได้โดยแตกประเด็นปัญหาออกเป็นงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ

ระดับที่ 2 : เห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงพื้นฐาน ระบุได้ว่าอะไรเป็นเหตุ เป็นผลแก่กัน ในสถานการณ์หนึ่ง ๆ แยกแยะข้อดีข้อเสียของประเด็นต่าง ๆ ได้วางแผนงานได้โดยจัดเรียงงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ ตามลำดับความสำคัญหรือความเร่งด่วน

ระดับที่ 3 : เห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงที่ซับซ้อน เชื่อมโยงเหตุปัจจัยที่ซับซ้อน อาทิ เหตุการณ์กรณีหนึ่งอาจมีสาเหตุได้หลายประการหรือสามารถนำไปสู่เหตุการณ์สืบเนื่องได้หลายประการ อาทิ เหตุ ก. นำไปสู่เหตุ ข. นำไปสู่เหตุ ค. นำไปสู่เหตุ ง. วางแผนงานโดยกำหนดกิจกรรม ขั้นตอนการดำเนินงานต่าง ๆ ที่มีผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระดับที่ 4 : ศึกษารายละเอียด แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของประเด็นปัญหาที่มีเหตุปัจจัยเชื่อมโยงซับซ้อนเป็นรายละเอียดในชั้นต่าง ๆ อีกทั้งวิเคราะห์ว่าแง่มุมต่าง ๆ ของปัญหาหรือสถานการณ์หนึ่ง ๆ สัมพันธ์กันอย่างไร คาดการณ์ว่าจะมีโอกาสหรืออุปสรรคอะไรบ้างวางแผนงานที่ซับซ้อนโดยกำหนดกิจกรรม ขั้นตอนการดำเนินงานต่าง ๆ ที่มีหน่วยงานหรือผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่าย รวมถึงคาดการณ์ปัญหาอุปสรรคและวางแผนทางการป้องกันแก้ไขไว้ล่วงหน้า

ระดับที่ 5 : วิเคราะห์เจาะลึก ใช้กรรมวิธีการวิเคราะห์ทางเทคนิคที่เหมาะสมในการแยกแยะประเด็นปัญหาที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ใช้เทคนิคการวิเคราะห์หลากหลายรูปแบบเพื่อหาทางเลือกต่าง ๆ ในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหา รวมถึงพิจารณาข้อดีข้อเสียของทางเลือกแต่ละทางวางแผนงานที่ซับซ้อนโดยกำหนดกิจกรรมขั้นตอนการดำเนินงานต่าง ๆ ที่มีหน่วยงานหรือผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่าย คาดการณ์ปัญหาอุปสรรคแนวทางการป้องกันแก้ไข อีกทั้งเสนอแนะทางเลือกและข้อดีข้อเสียไว้ให้

สมนึก กัททิษฐี (2546 : 144-147) กล่าวว่า การวิเคราะห์ หมายถึง การแยกแยะพิจารณา คุราชละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่ามีชิ้นใดสำคัญที่สุด

สองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้ หรือทำงานได้เพราะใช้หลักการใด แบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่า ชิ้นใด ส่วนใด เรื่องใด เหตุการณ์ใด ตอนใด สำคัญที่สุด หรือหาจุดเด่น จุดประสงค์สำคัญ สิ่งที่ซ่อนเร้น
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่าสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน
3. การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาดูชิ้นส่วน หรือ ปลีกย่อยต่าง ๆ ว่าทำงานหรือเกาะยึดกันได้อย่างไรหรือคงสภาพเช่นนั้นได้เพราะให้หลักการใดเป็นแกนกลาง

วนิช สุธารัตน์ (2547 : 123-124) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นกระบวนการทางปัญญาที่มนุษย์ใช้ในการตรวจสอบความรู้ ข้อมูล ข่าวสารที่มีอยู่ให้เกิดความถูกต้อง เทียบตรงชัดเจน และบังเกิดผลได้อย่างสมบูรณ์เพียบพร้อม ขณะเดียวกันการคิดวิเคราะห์ยังช่วยให้มนุษย์สามารถสังเคราะห์ หรือสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาจากองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อยู่เดิมได้ด้วย นอกจากนี้ การคิดวิเคราะห์จะทำให้บุคคลมีศักยภาพในการคิดสูงขึ้น มีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ สามารถจะจัดการกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นหรือที่เผชิญอยู่อย่างฉลาด ทำให้พ้นจากความเป็นทุกข์หรือมีความทุกข์น้อยลง

สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 9-33) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้โดยจำแนกลักษณะของการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืช สัตว์ ข่าว ข้อความ หรือเหตุการณ์ เป็นต้น
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยการระบุนความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลหรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง
3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์สำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้ผู้เรียนค้นหาหลักการ

ของเรื่อง การระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นสำคัญของเรื่อง เทคนิคที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่าน และรูปแบบของภาษาที่ใช้ เป็นต้น

ลักษณะการคิดวิเคราะห์ที่มีลักษณะเป็นการ กำหนดขอบเขตของสิ่งที่จะวิเคราะห์ โดยกำหนดจุดมุ่งหมายลงไปว่าจะวิเคราะห์เพื่ออะไร ด้วย การใช้ทฤษฎีใด ๆ ที่เห็นว่าเหมาะสมมาเป็นกรอบในการคิดวิเคราะห์และต้องสรุปผลรายงาน ที่ชัดเจน สำหรับการคิดวิเคราะห์จำเป็นต้องมีพื้นฐานหลายประการในการที่จะนำมาสู่การคิด วิเคราะห์ ซึ่งได้แก่

1. ลักษณะการคิดที่เป็นหัวใจของการคิด คือ เป้าหมายของการคิดไม่ว่า จะคิดเกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ก็ตาม การตั้งเป้าหมายของการคิดให้ถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญมาก เนื่องจากการคิดนั้นหากเป็นไปในทางที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมถึงแม้จะมีความคิดที่มีคุณภาพดีเพียงไร อาจจะมี การคิดให้เกิดความเสียหายและมีผลก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ส่วนรวมได้ ยิ่งคุณภาพความคิด สูงผลเสียหายก็จะสูงตามไปด้วย ดังนั้นหากไม่มีทิศทางที่ถูกต้องคอยกำกับหรือควบคุมไว้ความคิด นั้นก็ไร้ประโยชน์ การคิดที่เหมาะสมถูกต้องจึงเป็นการคิดที่คำนึงถึงประโยชน์ส่วนรวม และ ประโยชน์ในระยะยาวด้วย

2. ลักษณะการคิดระดับพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกระดับ ได้แก่ การคิด 4 ลักษณะ ประกอบด้วย 1) การคิดคล่อง ซึ่งหมายถึงให้กล้าที่จะคิดและให้มี ความหลังไหลออกมาได้อย่างรวดเร็ว 2) การคิดหลากหลาย ซึ่งหมายถึงให้ได้ความคิดในหลาย ลักษณะหลายประเภทหลายรูปแบบหรือหลายชนิด 3) การคิดละเอียดลออ ซึ่งหมายถึงการคิด เพื่อให้ได้ข้อมูลในอันที่จะส่งผลให้ความคิดมีความรอบคอบขึ้น และ 4) การคิดให้ชัดเจน ซึ่ง หมายถึงการคิดให้เกิดความเข้าใจในสิ่งที่คิดสามารถอธิบายขยายความได้ด้วยคำพูดของตนเอง โดย สรุปลักษณะทั้ง 4 ลักษณะนี้เป็นลักษณะเบื้องต้นที่จะนำไปใช้ในการคิดที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น

3. ลักษณะการคิดระดับกลาง 4 ลักษณะ ประกอบด้วย 1) การคิดกว้าง ซึ่งหมายถึง การคิดให้ได้หลายด้านหลายแง่มุม 2) การคิดลึกซึ้ง ซึ่งหมายถึง การคิดให้เข้าใจถึง สาเหตุที่มาที่ไปและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่ซับซ้อนอันเป็นเหตุให้เกิดผลต่าง ๆ รวมทั้งคุณค่า ความหมายที่แท้จริงของสิ่งนั้น 3) การคิดไกล ซึ่งหมายถึง การประมวลข้อมูลในระดับกว้างและ ระดับลึก เพื่อทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตและ 4) การคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งหมายถึง การคิดโดย ใช้หลักเหตุผล แบบนิรนัยหรืออุปนัย

4. ลักษณะการคิดระดับสูง ได้แก่ การคิดที่ต้องมีกระบวนการ มีขั้นตอน ที่มาและซับซ้อนขึ้นที่เรียกว่า กระบวนการคิด และกระบวนการคิดที่มีความสำคัญและจำเป็นมาก คือ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งหากบุคคลใดสามารถคิดได้อย่างมีวิจารณญาณก็จะได้

สานความคิดที่ผ่านการกลั่นกรองมาดีแล้ว และนำไปใช้สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น การนำไปใช้แก้ปัญหา การตัดสินใจทำหรือไม่ทำ การริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ หรือการปฏิบัติการสร้าง หรือการผลิตสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งการที่จะนำไปใช้ในด้านการศึกษาด้วย

จากความหมายของการคิดวิเคราะห์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดจำแนกแยกแยะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งออกเป็น ส่วนย่อย ๆ โดยอาศัยหลักการและกฎเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ด้านดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Elements) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากข้อมูลอื่น ๆ หรือการจำแนกแยกแยะข้อสรุปออกจากข้อเท็จจริงที่นำมาสนับสนุนเรื่องราว เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ สถานการณ์ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่กำหนดให้ได้

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของสถานการณ์ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่กำหนดให้ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

3. การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Principles) หมายถึง ความสามารถในการคิดหากฎเกณฑ์ หลักการที่สัมพันธ์กัน หลักการที่แตกต่างกันของสถานการณ์ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่กำหนดให้

3. กระบวนการคิดวิเคราะห์

ศุวิทย์ มูลคำ (2547 : 19) กล่าวถึงกระบวนการคิดวิเคราะห์ว่า ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์ เช่น พืช สัตว์ หิน ดิน รูปภาพ บทความ เรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์จากข่าว ของจริงหรือสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์

เป็นการกำหนดประเด็นข้อสงสัยจากปัญหาของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะกำหนดเป็นคำถามหรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เพื่อค้นหาความจริงสาเหตุ หรือความสำคัญที่สุด

ขั้นที่ 3 กำหนดหลักหรือกฎเกณฑ์

เป็นการกำหนดข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความหมายเหมือนกันหรือต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหาลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผลอาจเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน

ขั้นที่ 4 พิจารณาแยกแยะ

เป็นการพินิจ พิจารณาทำการแยกแยะ กระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็น ส่วนย่อยๆ โดยอาจใช้เทคนิคคำถาม 5 W 1 H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)

ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ

เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบ ปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

4. ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

จากการศึกษาเกี่ยวกับประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ พบว่า นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดในเรื่องประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ ไว้ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547 : 24) กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ ว่ามีมากมาย

1. ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา (โรเบิร์ต เจ. สเติร์นเบิร์ก (Robert J. Sternberg, 1998) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความเฉลียวฉลาดในการประสบความสำเร็จ (Successful intelligence) ไว้ว่า คนเราจะเฉลียวฉลาดนั้นต้องประกอบไปด้วยความฉลาด 3 ด้าน ได้แก่ ความฉลาดในการสร้างสรรค์ (Creative intelligence) ความฉลาดในการวิเคราะห์ (Analytical intelligence) และความฉลาดในการปฏิบัติ (Practical intelligence) โดยในส่วนของความฉลาดในการวิเคราะห์นั้น สเติร์นเบิร์กอธิบายว่า หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินแนวคิดที่เกิดขึ้น ความสามารถในการจินตนาการใช้แก้ปัญหา และความสามารถในการตัดสินใจโดยธรรมชาติ คนเราจะมีจุดอ่อน ด้านความสามารถในการคิดหลายประการ การคิดเชิงวิเคราะห์จะช่วยส่งเสริมจุดอ่อนทางความคิดเหล่านี้

2. ช่วยให้คำนึงถึงความสมเหตุสมผลของขนาดกลุ่มตัวอย่าง ในการสรุปเรื่องราวต่าง ๆ เรามักไม่ได้คำนึงถึงจำนวนข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ความสมเหตุสมผลของเรื่องนั้น แต่มักจะด่วนสรุปสิ่งต่าง ๆ ไปตามอารมณ์ความรู้สึก หรือเหตุผลที่ตนมีอยู่ ซึ่งยังไม่เพียงพอที่จะพิสูจน์ข้อเท็จจริงของสิ่งนั้น เรามักจะเห็นตัวอย่างเพียง 2-3 ตัวอย่างแล้วรีบด่วนสรุปโดยไม่คำนึงถึงจำนวนตัวอย่างว่ามีปริมาณเพียงพอในการที่จะนำไปสู่ข้อสรุปได้หรือไม่ ซึ่งทำให้เกิดการ

เข้าใจผิดได้ การสรุปเช่นนี้เรียกว่า การสรุปแฝงด้วยความมือคติ ดังนั้นควรสืบค้นตามหลักการ และเหตุผลและข้อมูลที่เป็นจริงให้ชัดเจนก่อนจึงมีการสรุป

3. ช่วยลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัวเป็นข้อสรุปทั่วไป การสรุปเรื่องต่าง ๆ ในหลายเรื่องมีคนจำนวนมากไม่น้อยที่ใช้ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นกับตนเองเพียงคนเดียวมาสรุปเป็นเรื่องทั่ว ๆ ไป เช่น คนที่มีอายุยืนถึงร้อยปี มักเป็นที่ใช้อ้างกับใคร ๆ ว่า ถ้ารับประทานอาหารตามแบบที่เขาทานแล้วจะมีอายุยืนเช่นเขา หรือนักธุรกิจที่ประสบความสำเร็จมักอ้างวิธีการทำงานที่ประสบผลสำเร็จของเขาเหมือนหลักการปฏิบัติโดยทั่ว ๆ ไปและนำไปใช้ การอ้างเช่นนี้ก่อให้เกิดความผิดพลาดได้ เพราะอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึงอันเป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนั้น ดังนั้นหากเกิดปัจจัยเหล่านั้นหลักปฏิบัติเช่นที่เคยใช้ได้ผลในเหตุการณ์ของเขาอาจจะใช้ไม่ได้ผลกับคนอื่น ๆ

4. ช่วยขุดค้นสาระของความประทับใจครั้งแรก ถ้าเราสังเกตเกี่ยวกับความรู้สึกในการกระทำสิ่งใหม่ ๆ เป็นครั้งแรก เรามักจะประทับใจในความรู้สึกนั้นไว้ตลอดไปว่า จะต้องเป็นเช่นนั้นเสมอ มีงานวิจัยของทเวอร์สกี และกาห์เนแมน (Tversky and Kahneman) ที่พบว่า บุคคลส่วนใหญ่จะมีความประทับใจครั้งแรกเมื่อเห็นความสอดคล้องของข้อมูลของตัวอย่างทั้งหมด แม้มีจำนวนเพียงเล็กน้อยก็ตาม จะเป็นเหตุให้ตีความว่าตัวอย่างเหล่านั้นน่าเชื่อถือมากกว่า เช่น การให้ความเชื่อมั่นในข้อสรุปที่มีผู้เชี่ยวชาญจำนวนเพียง 3 คน ให้การสนับสนุนมากกว่าข้อสรุปที่มีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน จากจำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 12 คน สนับสนุนทั้ง ๆ ที่ในความเป็นจริง ตัวเลขหลังมีความน่าเชื่อถือมากกว่าในทางสถิติ การทดลองนี้เป็นเหตุผลอย่างน้อยหนึ่งประการที่ตอบคำถามว่า “เหตุใดความประทับใจครั้งแรกจึงมีความสำคัญมาก” ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า ความประทับใจต่อ ๆ มาข้อมจะเป็นเหตุให้เราสรุปว่า สิ่งนั้นจะเป็นเช่นนั้นตลอดไป อันเป็นเหตุให้เกิดความลำเอียงในการให้เหตุผลกับสิ่งนั้นตามกาลเวลาและบริบทที่เปลี่ยนแปลงไป และการวิเคราะห์นี้เองที่จะช่วยในการพิจารณาสาระสำคัญอื่น ๆ ที่ถูกบิดเบือนไป จากความประทับใจในครั้งแรกทำให้เรามองอย่างครบถ้วนในแง่มุมอื่น ๆ ที่มีอยู่

5. ช่วยตรวจสอบการคาดคะเนบนฐานความรู้เดิมในหลายเรื่องที่เราจะสรุปตามความรู้ความเข้าใจของเราเกี่ยวกับการคาดการณ์บนพื้นฐานความจริงที่รับรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้น ตัวอย่างเช่น เราเคยได้ยินมานานแล้วว่า ภาคอีสานเป็นภาคที่แห้งแล้งจนบางแห่งถึงกับกล่าวกันว่าไม่มีน้ำดื่มถึงขนาดต้องต้ำน้ำกิน ทำให้มีการคาดเดาว่าจังหวัดต่างๆ ในภาคอีสานน่าจะมี ความแห้งแล้ง ครั้นต่อมามีข้อมูลที่ไต่มาใหม่ คือ ปัจจุบันนี้มีคำว่า อีสานเขียว ข้อมแสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของภาคอีสานว่าเต็มไปด้วยผักสด ผลไม้ หากไม่มีการคิดวิเคราะห์แล้วก็คงจะไม่เชื่อกับข้อมูลใหม่นี้ ทำให้เกิดการเข้าใจผิดกับข้อเท็จจริงได้ การคิดวิเคราะห์จึงช่วยในการประมาณการ

ความน่าจะเป็น โดยสามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานที่เรามีการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ ของสถานการณ์ ณ เวลานั้น อันจะช่วยให้เราคาดการณ์ความน่าจะเป็นได้อย่างสมเหตุสมผลมากกว่า

6. ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ส่วนบุคคล ในการวินิจฉัยคำกล่าวของคนนั้นจำเป็นต้องตระหนักให้ดีกว่า ประสบการณ์ของแต่ละคนมีแนวโน้มที่จะมีอคติ เช่น มีบุคคล 2 คน คนหนึ่งเกิดมาในชุมชนแออัดซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่เลวร้าย ต้องดิ้นรนเพื่อให้อยู่รอดจากความทุกข์ยากลำบากตลอดมา ส่วนอีกคนหนึ่งเกิดมาในครอบครัวอบอุ่นแวดล้อมด้วยความรักความเอาใจใส่จากพ่อแม่ พบแต่ความสุขความปรารถนาตามต้องการ คนทั้ง 2 คนย่อมมีการพัฒนาความรู้สึกนึกคิด มีโลกทัศน์ในลักษณะที่แตกต่างกันและก็จะใช้กรอบที่แตกต่างกันนี้ในโอกาสที่จะมีอคติได้ง่าย ไม่เพียงแต่ประสบการณ์ส่วนตัวของเราแต่ละคนเท่านั้นที่มีความลำเอียง แต่ความจำของเรามีแนวโน้มที่จะลำเอียงด้วยในการถ่ายทอดประสบการณ์ เช่น เมื่อเราคิดถึงคนขับรถโดยสารประจำทาง เรามักจะคิดว่าเป็นผู้ชายมากกว่าที่จะคิดว่าเป็นผู้หญิง สิ่งนี้จึงเป็นปัญหาเมื่อเราประเมินความน่าจะเป็น เพราะเรามีแนวโน้มจะไม่ทำการประเมินบนพื้นฐานของจำนวนที่เป็นจริง แต่ประมาณการณ์ความน่าจะเป็นโดยเชื่อมโยงกับตัวอย่างในความทรงจำของเรา ซึ่งในบางเรื่องก็ต้องอยู่บนพื้นฐานของตัวอย่างที่เข้ามาในความจริงและความถี่ในการเห็นเหตุการณ์นั้น เพราะความถี่นี้จะเป็นตัวตัดสินที่สำคัญในการทำให้ง่ายต่อการหวนรำลึกถึง ดังนั้นการคิดวิเคราะห์จะช่วยให้เราหาเหตุผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ณ เวลานั้น โดยไม่มีอคติที่ก่อดำเนินในความทรงจำและทำให้เราสามารถประเมินสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างสมจริง

7. เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่น ๆ การคิดวิเคราะห์หันหน้าว่าเป็นปัจจัยที่ทำหน้าที่เป็นปัจจัยหลักสำหรับการคิดในมิติอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นการคิดเชิงวิพากษ์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ ฯลฯ ซึ่งการคิดวิเคราะห์จะช่วยเสริมสร้างให้เกิดมุมมองเชิงลึก และครบถ้วนในเรื่องนั้นๆ ในอันที่จะนำไปสู่การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาได้ เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ มักจะทำให้เรามีอาการขบคิดดูก่อนแล้วจึงเริ่มต้นคิด เป็นการใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์นั่นเอง ด้วยการวิเคราะห์เพื่อสืบค้นหาความจริง

8. ช่วยในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์เกี่ยวข้องกับการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ และการทำความเข้าใจในสิ่งที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงช่วยเราในเวลาที่เราพบปัญหาใด ๆ ให้สามารถวิเคราะห์ว่าปัญหานั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างตรงประเด็นปัญหา เนื่องจากการแก้ปัญหาใด ๆ จำเป็นต้องมีการคิดวิเคราะห์ปัญหาเสียก่อนว่า มีปัญหาอะไรบ้าง แยกแยะว่ามีอยู่ที่ประเภท แต่ละประเภทมีรายละเอียดอย่างไร เพื่อให้สามารถคิดต่อให้สามารถคิดต่อไปว่าแต่ละประเภทจะป้องกันและแก้ไขได้อย่างไร

9. ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ การวิเคราะห์จะช่วยให้เรารู้ข้อเท็จจริงหรือเหตุผลเบื้องหลังความจริงที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดความเข้าใจ และที่สำคัญคือจะช่วยให้เราได้ข้อมูลเป็นฐานความรู้ในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ การวิเคราะห์ยังช่วยให้เราสามารถประเมินสถานการณ์และตัดสินใจในเรื่องต่างได้แม่นยำกว่าการที่เรามีเพียงข้อเท็จจริงที่ไม่ได้ผ่านการวิเคราะห์ และทำให้เรารู้สาเหตุของปัญหา เห็นโอกาสของความสำเร็จจะเป็นในอนาคต เช่น การวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งขององค์กร โอกาสและอุปสรรคจะช่วยให้ผู้ประกอบการธุรกิจมีข้อมูลพื้นฐานที่นำไปใช้ในการวางแผนกลยุทธ์ขององค์กรต่อไป นอกจากนี้การวิเคราะห์ยังช่วยให้มองเห็นโอกาสความเป็นไปได้ของสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น ช่วยให้เกิดการคาดการณ์อนาคต และหากเราลงมือปฏิบัติตามนั้น โอกาสแห่งความสำเร็จย่อมเป็นไปได้อย่างแน่นอน

10. ช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล การคิดวิเคราะห์ช่วยให้การคิดต่าง ๆ ของเราอยู่บนฐานของตรรกะและความเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ ส่งผลให้มีการคิดจินตนาการ หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้รับการตรวจสอบว่าความคิดใหม่นั้นใช้ได้จริงหรือไม่ และถ้าจะใช้ได้จริงต้องเป็นเหตุใด แล้วมีการเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่จินตนาการกับการนำมาใช้ในโลกแห่งความเป็นจริง สิ่งประดิษฐ์มากมายที่เราพบเห็นในปัจจุบันล้วนเป็นผลลัพธ์อันเกิดจากการวิเคราะห์ว่าใช้การได้ก่อนที่จะนำมาใช้จริง

11. ช่วยให้เข้าใจแจ่มกระจ่าง การคิดวิเคราะห์ช่วยให้เราประเมินและสรุปสิ่งต่าง ๆ บนข้อเท็จจริงที่ปรากฏ ไม่ใช่สรุปตามอารมณ์ความรู้สึก หรือการคาดการณ์ว่าน่าจะเป็นเช่นนั้นเช่นนี้ การคิดวิเคราะห์ทำให้ได้รับข้อมูลที่เป็นจริง ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินใจที่สำคัญคือช่วยให้เราได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น เพราะการวิเคราะห์ทำให้สิ่งที่คุณเคยเกิดความกระอักกระอ่วนใจ โดยสามารถแยกแยะสิ่งดี สิ่งไม่ดี สิ่งที่ต้อง-หลีกเลี่ยง โดยการสังเกตความคิดปกติของเหตุการณ์ พฤติกรรม หากเราคิดใคร่ครวญถึงเหตุและผลของสิ่งนั้นจนเพียงพอที่จะสรุปได้ว่า เรื่องนั้นมีความเป็นมาอย่างไร เท็จจริงอย่างไร อะไรเป็นเหตุเป็นผลกับสิ่งใด นอกจากนี้การคิดวิเคราะห์จะช่วยนำไปสู่ความเข้าใจในเรื่องที่มีความซับซ้อนหากมีเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์จะทำให้เราค้นพบความจริงที่เป็นประโยชน์

ลักษณะ สิริวัฒน์ (2549 : 17) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ที่ก่อประโยชน์อย่างมากทั้งในระดับปัจเจกบุคคล ระดับองค์กร และระดับประเทศ ซึ่งในแทบทุกวิชาจำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้น ดังเช่น

1. ในการวิจัย การวิเคราะห์นับเป็นหัวใจหลักของงานวิจัยเกี่ยวข้องกับ การหาความสัมพันธ์ การหาเหตุและผลในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยพยายามนำเอาความแตกต่างในตัวแปรอิสระไปอธิบายในตัวแปรตามเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานว่าเป็นจริงตามนั้นหรือไม่

2. การวิเคราะห์สถานการณ์ทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ในแง่มุมต่าง ๆ ช่วยให้เราเข้าใจสาเหตุที่เกิดขึ้น ผลกระทบที่ตามมา และสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต อันนำไปสู่การแก้ไขปัญหา การเตรียมการป้องกัน การวางนโยบาย และการวางกลยุทธ์เพื่อมีโอกาสที่ดีกว่าในอนาคต

3. การวิเคราะห์ข่าว ทำให้เราทราบเบื้องหน้าเบื้องหลังของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ไม่เพียงแต่รับรู้ว่ามีอะไรเกิดขึ้นเท่านั้น แต่ยังทราบอีกด้วยว่าเหตุใดจึงเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวและยังทำให้ทราบอีกด้วยว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่ออย่างไร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวางกลยุทธ์และป้องกันอย่างไรต่อไปได้

4. การวิเคราะห์บุคคลจะช่วยให้เราเข้าใจว่าเหตุใดเขาจึงแสดงออกมาเช่นนี้ มีอะไรเป็นมูลเหตุจูงใจ สิ่งที่เขาแสดงออกจะส่งผลกระทบต่อเขาหรือผู้อื่นหรือไม่ อย่างไรในอนาคต และถ้ามูลเหตุเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของเขาจะเปลี่ยนไปด้วยหรือไม่

5. การวิเคราะห์วัตถุประสงค์ สสารต่าง ๆ ทำให้เราทราบว่าสิ่งนั้นประกอบด้วยอะไรบ้าง แต่ละส่วนช่วยทำงานประสานเชื่อมโยงกันอย่างไร การรู้โครงสร้างและส่วนประกอบทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถนำสารที่สกัดออกมานั้นไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้อย่างอนกอนั้นต์

6. การวิเคราะห์ข้อความ มีคำกล่าวอ้างต่าง ๆ โดยพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้ออ้างและข้อสรุป หลักฐานที่นำมากล่าวอ้างวินิจฉัยแรงจูงใจ หรือเหตุผลที่นำมากล่าวอ้างจะช่วยให้เราค้นพบความถูกต้องหรือข้อผิดพลาดของข้ออ้างนั้น ในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการมักอาศัยเครื่องมือที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและชัดเจน นอกจากจะใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์แล้ว ที่สำคัญประการหนึ่งคือความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ของผู้ทำการวิเคราะห์ ซึ่งจะช่วยให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ลึกซึ้งและแม่นยำมากขึ้น

7. การวิเคราะห์ค้นหาธรรมชาติบางสิ่งบางอย่างด้วยคำถามเพื่อจำแนกองค์ประกอบต่าง ๆ ของเรื่องนั้น ผู้ที่ต้องการหาความชัดเจนของแนวคิดที่ต้องการศึกษา ด้วยการจำแนกให้อยู่ในลักษณะย่อย ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ในการค้นหาคำตอบให้แก่แนวคิดใด ๆ จึงจำเป็นต้องแยกแยะสิ่งที่เรียกว่าเงื่อนไขที่จะเป็นและเงื่อนไขที่เพียงพอ

การวัดและประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์

1. การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์

สมนึก กัททิษฺฐิ (2546 : 144-146) กล่าวว่า การประเมินพฤติกรรมด้านการวิเคราะห์ หมายถึง การแยกแยะพิจารณารายละเอียดของสิ่งต่างๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุดสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้ หรือทำงานได้เพราะใช้หลักการใด ลักษณะของการวิเคราะห์ก็คือ การใช้วิจารณ์ญาณเพื่อไตร่ตรอง แบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่า ชิ้นใด ส่วนใด เรื่องใด เหตุการณ์ใด ตอนใด สำคัญที่สุด หรือหาจุดเด่น จุดประสงค์สำคัญ สิ่งที่ซ่อนเร้น
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ ว่าสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน รวมถึงข้อสอบอุปมาอุปไมยและถือได้ว่าการวิเคราะห์ความสัมพันธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการมีเหตุผล
3. การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาดูชิ้นส่วน หรือส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ ว่าทำงานหรือเกาะยึดกันได้ หรือคงสภาพเช่นนั้นได้เพราะใช้หลักการใดเป็นแกนกลางจึงถามโครงสร้างหรือหลัก หรือวิธีการที่ยึดถือ

สุวิทย์ มูลคำ (2548 : 56 – 57) การประเมินการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดแบบโยนิโสมนสิการ คือการคิดแบบวิภาษวาท วิธีคิดแบบนี้จะประกอบด้วย ลักษณะ 3 ประการ ดังนี้

1. การประเมินด้านการจำแนกภาวะต่าง ๆ ออกเป็นด้าน ๆ ตามที่เป็นอยู่จริง โดยแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ จำแนกที่ละด้านทีละประเด็น จำแนกที่ละด้านจนครบทุกประเด็นครบทุกด้าน

2. การประเมินด้านการจำแนกส่วนประกอบ แยกส่วนประกอบโดยใช้ความสัมพันธ์ภายในองค์ประกอบนั้น

3. การประเมินด้านการจำแนกลำดับขณะ เป็นวิธีการจำแนกแยกแยะตามหลักการ โดยอาจจะใช้หลักการแยกแยะตามลำดับขั้นตอน ลำดับเวลา ลำดับเหตุผล

อัญญรัตน์ เจริญพฤษินาถ (2546 : 19) กล่าวว่า การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์นั้นจะต้องประเมิน ดังนี้

1. การประเมินด้านการวิเคราะห์องค์ประกอบเนื้อหาของเรื่องราว ข้อมูลได้แก่การจำแนกข้อเท็จจริงออกจากความคิดและข้อสมมุติฐาน
2. การประเมินด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลเรื่องราวและความคิด
3. การประเมินด้านการวิเคราะห์หลักการของการสื่อสารความหมายในการจัดความสัมพันธ์

ทิสนา เขมมณี และคณะ (2544 : 153) กล่าวว่า การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์นั้นจะต้องประเมิน ทั้ง 3 ด้าน ดังนี้

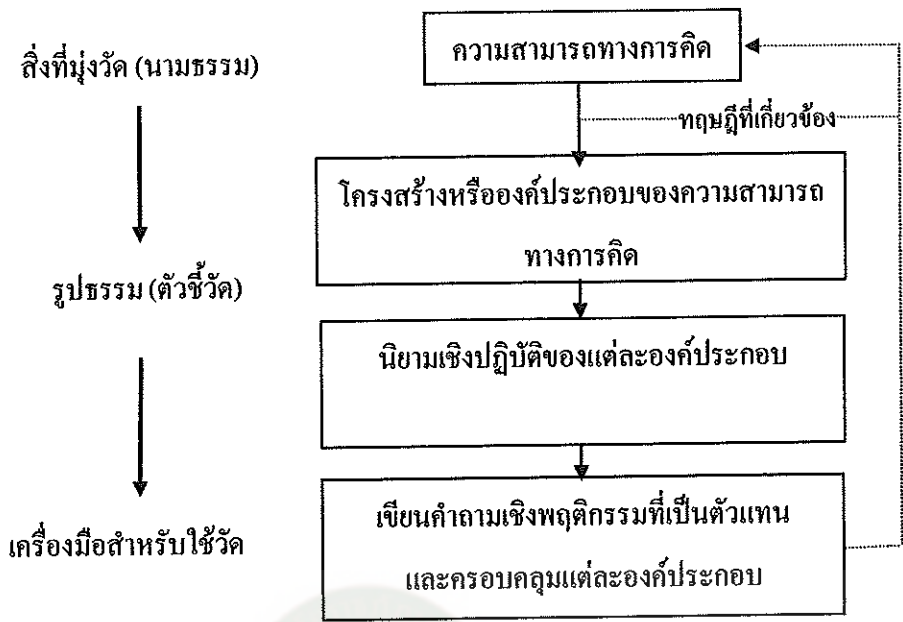
- ข้อมูล
1. การวิเคราะห์หลักการ คือความสามารถในการกำหนดเกณฑ์ในการจำแนก
 2. การวิเคราะห์เนื้อหา คือความสามารถในการแยกข้อมูล เนื้อเรื่องได้ตามหลักเกณฑ์
 3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบ

สรุปในการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ต้องมีการประเมิน 3 ด้าน คือ การวิเคราะห์ ความสำคัญของเนื้อหา การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการของความสัมพันธ์ นั้น ๆ

2. การสร้างและการพัฒนาแบบวัดความสามารถทางการคิด

การคิด (Thinking) เป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา การคิดที่เราสนใจในที่นี้ เป็นการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย (Directed Thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่นำไปสู่เป้าหมายโดยตรง หรือคิดค้นข้อสรุปอันเป็นคำตอบสำหรับตัดสินใจหรือแก้ปัญหาสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การคิดจึงเป็น ความสามารถอย่างหนึ่งทางสมอง การคิดเป็นนามธรรมที่มีลักษณะซับซ้อนไม่สามารถมองเห็น ไม่สามารถสังเกต สัมผัสวัด ได้โดยตรง จึงต้องอาศัยหลักการวัดทางจิตมิติ (Psychometrics) มาช่วย ในการวัด

การวัดความสามารถทางการคิดของบุคคล ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรอบรู้ใน แนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับความคิด เพื่อนำมาเป็นกรอบหรือ โครงสร้างของการคิด เมื่อมีการ กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดแล้ว จะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือ ลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิด จากนั้นจึงเขียนข้อความตามตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะของแต่ละองค์ประกอบของการ คิดนั้น ๆ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 หลักการสร้างแบบวัดความสามารถทางการคิด (ทิสนา แคมมณี, 2545 : 171)

แบบวัดความสามารถในการคิดสามารถจัดกลุ่มได้ 2 ประเภท ได้แก่ แบบวัดการคิดทั่วไป และแบบวัดการคิดเฉพาะด้าน (Norris and Ennis, 1989 ; อ้างถึงใน ทิสนา แคมมณี และคณะ, 2544 : 169 - 167)

2.1 แบบวัดการคิดทั่วไป

เป็นแบบวัดที่มีงัดให้ครอบคลุมความสามารถในการคิด โดยเป็นความคิดที่อยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้ทั่วไป แบบวัดลักษณะนี้ส่วนใหญ่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ แบบวัดมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิดทั่วไปที่สำคัญมีดังนี้

1. Watson –Glaser Critical Thinking Appraisal
2. Cornell Critical Thinking Test, Level X and Level Z
3. Ross Test of Higher Cognitive Processes
4. New Jersey Test of Reasoning Skills
5. Judgement : Deductive Logic and Assumption Recognition
6. Test of Enquiry Skills
7. The Ennis- Weir Critical Thinking Essay Test

2.2 แบบวัดความสามารถในการคิดลักษณะเฉพาะ

เป็นแบบวัดที่มุ่งวัดความสามารถในการคิดเฉพาะแบบที่แสดงถึงลักษณะของการคิด เช่น การคิดแบบนิรนัย (Deductive) ความสามารถในการประเมินข้อมูลที่ได้จากการสังเกต เป็นต้น แบบวัดมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิดลักษณะเฉพาะที่สำคัญมีดังนี้

1. Cornell Class Reasoning Test, Form X
2. Cornell Conditional Reasoning Test, Form X
3. Logical Reasoning
4. Test on Appraising Observations

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านอธิบายถึงขั้นตอนในการดำเนินการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิด ไว้ดังต่อไปนี้

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543 : 44) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบว่า มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การพิจารณาจุดประสงค์ของการทดสอบ
2. สร้างตารางกำหนดรายละเอียด
3. เลือกแบบของข้อสอบให้เหมาะสม
4. รวมข้อสอบทำเป็นแบบทดสอบ
5. กำหนดวิธีการดำเนินการสอบ
6. ประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ
7. การนำผลไปใช้ปรับปรุงเป้าประสงค์ของการเรียนรู้

ประภาพร ศรีตระกูล (2549 ; อ้างถึงใน ฉันทูษา ศรีคาโตร. 2552 : 2) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบว่ามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย
2. แปลจุดมุ่งหมายให้อยู่ในรูปของการปฏิบัติ
3. การเขียนรายชื่อและพิจารณาแก้ไข
4. การทดลองและวิเคราะห์รายชื่อ
5. จัดแบบทดสอบเป็นรูปแบบสมบูรณ์
6. ทำให้เป็นมาตรฐาน
7. วิเคราะห์ทางเทคนิคของแบบทดสอบ
8. แบบทดสอบเสร็จสมบูรณ์พร้อมนำไปใช้

อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน (อ้างถึงใน ณัฐชยา สีดาโคตร. 2552 : 2) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบไว้ดังนี้

1. การกำหนดขอบเขต
2. กำหนดจุดมุ่งหมายในการวัด
3. การระบุเนื้อหาที่วัด
4. การทำตารางโครงสร้าง
5. การให้น้ำหนักในตารางโครงสร้าง
6. การกำหนดประเภทของข้อประเภทเครื่องมือ คะแนนรายข้อ และจำนวนข้อ
7. การเขียนข้อความ
8. การทำเครื่องมือ
9. การทดลองใช้
10. การวิเคราะห์ข้อมูล
11. การปรับปรุงเครื่องมือ
12. หาค่าปรกติวิสัย
13. การสรุปผล

ทิสนา เขมมณีและคณะ(2544 : 171) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดด้านการคิด มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัด เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายสำคัญของการสร้างแบบวัดความสามารถทางการคิดผู้พัฒนาแบบวัดจะต้องพิจารณา จุดมุ่งหมายของการนำแบบวัดไปใช้ด้วยว่า ต้องการวัดความสามารถทางการคิดทั่ว ๆ ไป หรือต้องการวัดความสามารถทางการคิดเฉพาะวิชา (Aspect-specific) การวัดนั้น มุ่งติดตามความก้าวหน้าของความสามารถทางการคิด (Formative) หรือต้องการเน้นการประเมินผลสรุปรวม (Summative) สำหรับการตัดสินใจ รวมทั้งการแปลผลการวัดที่เน้นการเปรียบเทียบกับมาตรฐานของกลุ่ม (Criterion-referenced)

2. กำหนดกรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการ ผู้พัฒนาแบบวัดควรศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ผู้พัฒนาแบบวัดควรคัดเลือกแนวคิดหรือทฤษฎีที่เหมาะสมกับบริบทและจุดมุ่งหมายที่ต้องการเป็นหลัก แล้วศึกษาให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งเพื่อกำหนด โครงสร้าง/องค์ประกอบของความสามารถทางการคิดตามทฤษฎีและให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational definition) ของแต่ละองค์ประกอบในเชิงรูปธรรมของพฤติกรรมที่สามารถบ่งชี้ถึงลักษณะแต่ละองค์ประกอบของการคิดนั้น

3. การสร้างฝั่งข้อสอบ เป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบวัดความสามารถทางการคิดที่ต้องการสร้างให้ครอบคลุม โครงสร้างหรือองค์ประกอบใดบ้างตามทฤษฎีและกำหนดว่าแต่ละส่วนมีน้ำหนักความสำคัญมากน้อยเพียงใด

ในกรณีที่ต้องการสร้างแบบวัดความสามารถทางการคิดสำหรับใช้เฉพาะวิชาใดวิชาหนึ่ง ผู้พัฒนาแบบวัดจะต้องกำหนดเนื้อหาวิชานั้นด้วยว่า จะใช้เนื้อหาใดบ้าง ที่เหมาะสมนำมาใช้วัดความสามารถทางการคิด พร้อมทั้งกำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อหาในแต่ละองค์ประกอบ ความสามารถทางการคิดเป็นฝั่งข้อสอบสำหรับนำไปใช้เขียนข้อสอบต่อไป

4. เขียนข้อสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบตัวคำถาม ตัวคำตอบ และวิธีการตรวจให้คะแนน เช่น กำหนดว่าตัวคำถามเป็นลักษณะสถานการณ์ สภาพปัญหา หรือข้อมูลสั้น ๆ อาจได้มาจากบทความ รายงานต่าง ๆ บทสนทนาที่พบในชีวิตประจำวัน หรืออาจเขียนขึ้นมาเอง ส่วนคำตอบอาจเป็นข้อสรุปของสถานการณ์ หรือปัญหานั้น 3-5 ข้อสรุป เพื่อให้ผู้ตอบพิจารณาตัดสินว่า ข้อสรุปใดน่าเชื่อถือกว่ากัน น่าจะเป็นจริงหรือไม่ เป็นต้น ส่วนการตรวจให้คะแนนมีการกำหนดเกณฑ์การตรวจไว้ เช่น ตอบถูกต้องตรงคำเฉลยได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน เป็นต้น

เมื่อกำหนดรูปแบบของข้อสอบแล้ว ก็ลงมือร่างข้อสอบตามฝั่งข้อสอบที่กำหนดไว้จนครบทุกองค์ประกอบ ภาษาที่ใช้ควรเป็นไปตามหลักการเขียนข้อสอบที่ดีโดยทั่วไป แต่สิ่งที่จะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ได้แก่ การเขียนข้อสอบให้วัดได้ตรงตามโครงสร้างของการวัด พยายามหลีกเลี่ยงคำถามนำและคำถามที่ทำให้ผู้ตอบแส่รงตอบเพื่อให้ดูดี

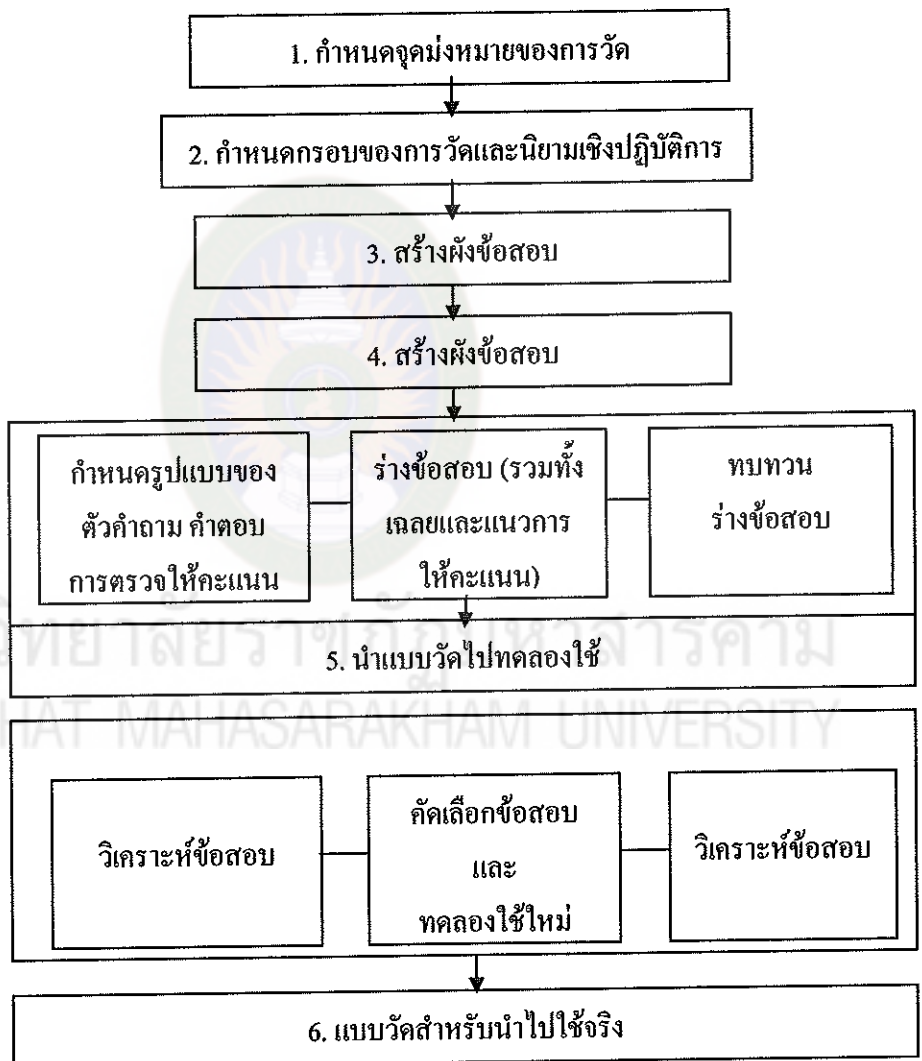
หลังจากร่างข้อสอบเสร็จแล้ว ควรมีการทบทวนข้อสอบ เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของการวัดและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ โดยผู้เขียนข้อสอบเองและผู้ตรวจสอบที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบวัดความสามารถในการคิด

5. นำแบบวัด ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง หรือกลุ่มใกล้เคียง แล้วนำผลการตอบมาทำการวิเคราะห์หาคุณภาพ โดยทำการวิเคราะห์ข้อสอบและวิเคราะห์แบบวัดเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อในด้านความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะและมีอำนาจจำแนกสูงไว้ พร้อมทั้งปรับปรุงข้อที่ไม่เหมาะสม เมื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเหมาะสมและหรือข้อสอบ ที่ปรับปรุงแล้ว ให้ได้จำนวนตามฝั่งข้อสอบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจความตรงตามเนื้อหา และนำไปทดลองใช้ใหม่อีกครั้ง เพื่อวิเคราะห์แบบวัดในด้านความเที่ยง (Reliability) แบบวัดควรมีความเที่ยงเบื้องต้นอย่างน้อย 0.50 จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ได้ ส่วนการตรวจสอบความตรง (Validity) ของแบบวัด ถ้าสามารถหา

เครื่องมือวัดความสามารถทางการคิดที่เป็นมาตรฐานสำหรับใช้เปรียบเทียบได้ก็ควรคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) ของแบบวัดด้วย

6. นำแบบวัดไปใช้จริง หลังจากวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อและวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับแล้วว่า เป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพที่ต้องการ จึงนำแบบวัดความสามารถทางการคิดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง ในการใช้แบบวัดทุกครั้งควรมีการรายงานค่าความเที่ยง (Reliability) ทุกครั้งก่อนนำผลการวัดไปแปลความหมาย

ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดความสามารถด้านการคิดสามารถสรุปเป็นแผนผังได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนของการพัฒนาแบบวัดความสามารถด้านการคิด (ทิตานา แคมมณี, 2544 ; อ้างถึงใน ณัฐชยา ศรีคาโตร, 2552 : 27)

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาแบบวัดการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในครั้งนี้ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัด
2. ศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
3. กำหนดกรอบแนวคิดและนิยามเชิงปฏิบัติการ
4. สร้างแบบวัดตามกรอบแนวคิดและนิยามเชิงปฏิบัติการ
5. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
6. นำแบบวัดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

6.1 วิเคราะห์แบบวัด, ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด, แก้ไขปรับปรุง, จัดพิมพ์แบบวัดฉบับใหม่

7. นำแบบวัดไปใช้

7.1 วิเคราะห์แบบวัด, ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด, แก้ไขปรับปรุง, จัดพิมพ์แบบวัดฉบับสมบูรณ์

8. จัดทำคู่มือดำเนินการทดสอบ
9. สร้างเกณฑ์ปกติ

การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยตามแนวคิดทฤษฎีของบลูม (Bloom) ซึ่งแบ่งความสามารถที่เป็นองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ไว้ 3 ด้าน ประกอบด้วย

1. ด้านการวิเคราะห์ที่สำคัญ
2. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์
3. ด้านการวิเคราะห์หลักการ

3. คุณลักษณะและการทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์

3.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ

ลี้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543 : 44) กล่าวว่า คำถามการวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการถามให้วิเคราะห์มูลเหตุ ต้นกำเนิด ผลลัพธ์ และความสำคัญของเรื่องราวทั้งปวง ดังตัวอย่าง

1. ควรตั้งชื่อบทความนี้ว่าอย่างไร (ต้องมีบทความให้เด็กอ่านก่อน)

2. สิ้นหัว ข้อใดสำคัญที่สุด

3. การโอนการศึกษาประชาชนจากกระทรวงศึกษาธิการ ไปยัง
กระทรวงมหาดไทย เพื่อจุดประสงค์ใด

4. คนเราคิดรันทมาเป็นากินแทบล้มตาย เพื่อประสงค์สิ่งใด

5. ข้อความนี้กล่าวถึงสิ่งใดเป็นสำคัญ

สมนึก กัททิษณี (2546 : 144) กล่าวว่า การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่า ชิ้นใด ส่วนใด เรื่องใด ตอนใดสำคัญที่สุด หรือหาจุดเด่น จุดประสงค์สำคัญ สิ่งที่น่าสนใจ มีข้อควรระวัง คือ คำถามการวิเคราะห์ความสำคัญมักจะลงท้ายด้วยคำว่า สำคัญที่สุด หรือสำคัญมากน้อยที่สุด ซึ่งลักษณะนี้ต้องใช้ความคิดโดยอาศัยเหตุผลเชิงวิชาการหรือถามด้านคุณภาพ ดังอย่างคำถามได้แก่

ใบหน้าคนส่วนใดสำคัญที่สุด

ควรตั้งชื่อบทความนี้ว่าอย่างไร

ในประเทศไทยแม่น้ำสายใดสำคัญที่สุด เป็นต้น

ดังนั้นนิยามเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับความสามารถในการวิเคราะห์ความสำคัญสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คือ ความสามารถในการแยกแยะมูลเหตุ จุดประสงค์สำคัญ ผลลัพธ์ และความสำคัญของเรื่องราว เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ สถานการณ์ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่กำหนดให้ได้รูปแบบของแบบวัด เป็นแบบวัดปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้บอกถึงจุดประสงค์สำคัญ บอกสาเหตุความสำคัญ บอกลักษณะความสำคัญ ของสิ่งที่กำหนดให้

3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

โกวิท ประวาลพุกษ์ (2527 ; อ้างอิงมาจาก ญัฐษา สีดาโคตร. 2552 : 30) กล่าวว่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือ การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะใด ๆ ที่มีความหมายนัยสำคัญของเรื่องราวและสิ่งต่างๆจากที่กล่าว ดังตัวอย่าง

6 : 9 เหมือนกับ

ก. 3 : 2

ข. 36 : 81

ค. 2 : 3

ง. 6 : 12

ดินไม่ต้องการปุ๋ย เหมือนกับคนต้องการอะไร

ก. ไชมัน

ข. โปรตีน

ค. เกลือแร่

ง. วิตามิน

สมนึก กัททิษณี (2546 : 144) กล่าวว่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ ว่าสองชิ้นส่วนใด

สัมพันธ์กัน รวมถึงข้อสอบอุปมาอุปมัย และถือได้ว่าการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นส่วนหนึ่งของการมีเหตุผล คึงตัวอย่างคำถามได้แก่

สัตว์และโรคคู่ใดเกี่ยวข้องกัน

ฉรวาวาส : บ้าน —————> พระ :

ก. กุฎี ข. ศาลา ค. วิหาร ง. โบสถ์ จ. หอระฆัง

อาชีพคู่ใดมีลักษณะคล้ายกันมากกว่าคู่อื่น ๆ เป็นต้น

คึงนั้นนิยามเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คือ ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ของสถานการณ์ หรือ สิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

รูปแบบของแบบวัดเป็นแบบวัดปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีลักษณะของคำถามที่ให้ค้นหาความเป็นเหตุเป็นผลระหว่างคุณลักษณะสำคัญของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่กำหนดให้

3.3 การวิเคราะห์หลักการ

สมนึก กัทพิชชนี (2546 : 146) กล่าวว่า การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาชิ้นส่วน หรือส่วนปลีกย่อยต่างๆ ว่าทำงานหรือเกาะยึดกันได้อย่างไร หรือคงสภาพเช่นนั้นได้ เพราะใช้หลักการใดเป็นแกนกลาง จึงถามโครงสร้างหรือหลักการ หรือวิธีการที่ยึดถือคึงตัวอย่างได้แก่

ปากทำงานร่วมกับอวัยวะใด

การสร้างเมืองใหม่ยึดอะไรเป็นหลัก

ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ทำงานได้เพราะใช้หลักการใด

คึงนั้นนิยามเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับความสามารถในการวิเคราะห์หลักการ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คือ ความสามารถในการคิดหาคุณเกณฑ์ หลักการที่สัมพันธ์กัน หลักการที่สอดคล้องกันของสถานการณ์ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่กำหนดให้

รูปแบบของแบบวัดเป็นแบบวัดปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้พิจารณาจากสิ่งที่กำหนดให้ว่า มีความสัมพันธ์กัน และสอดคล้องกันอย่างไร โดยยึดหลักการใด

4. การหาคุณภาพแบบวัดการคิดวิเคราะห์

ไพศาล วรคำ (2552 : 301) กล่าวถึง การหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัยว่ามีความสำคัญมากในกระบวนการวิจัย เพราะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้อง

ซึ่งส่งผลให้งานวิจัยมีความน่าเชื่อถือ การพิจารณาคุณภาพของเครื่องมือในกรณีที่เครื่องมือเป็นแบบทดสอบ สิ่งที่ต้องการพิจารณาคือ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยากและอำนาจจำแนก เครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามก็ต้องมีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่นและอำนาจจำแนก ส่วนแบบสำรวจ แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต หรือเครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยต่ำจะต้องมีความเที่ยงตรง และควรหาความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงกันของผู้สังเกตหรือผู้ตรวจให้คะแนนด้วย

แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยหาคุณภาพของแบบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวแบบทดสอบอิงกลุ่ม ดังนี้

4.1 ความเที่ยงตรง (Validity)

นักวัดผลการศึกษาได้ให้ความหมายของความเที่ยงตรงไว้หลายแนวคิด ดังนี้ ไพศาล วรคำ (2552 : 254) ได้กล่าวว่า ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง หรือเกณฑ์ หรือทฤษฎี ที่เกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความเที่ยงตรงจึงถือเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกประเภท เพราะเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด ความเที่ยงตรงจำแนกได้ 3 ประเภท

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาที่จะวัด หรือดัชนีที่บ่งบอกว่าเนื้อหาของเครื่องมือหรือเนื้อหาของข้อคำถามวัดได้ตรงตามเนื้อหาของเรื่องที่ต้องการวัด ดังนั้นประเด็นสำคัญของความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงอยู่ที่การเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเนื้อเรื่องที่เป็นตัวแทน (Representative sample) ของมวลเนื้อเรื่องที่ต้องการวัด ว่าเป็นตัวแทนของเนื้อหาทั้งหมดและมีความพอเพียง (Adequate) ต่อการวัดเนื้อเรื่องนั้นหรือไม่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จึงอาศัยกระบวนการตรวจสอบโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เป็นอิสระจากกัน

การนำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาดัชนีที่บ่งบอกถึงความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งคำนวณได้จากความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อคำถามที่สร้างขึ้น ดัชนีนี้เรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยแปลงระดับความสอดคล้องเป็นคะแนนดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2552 : 257)

สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	มีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	-1

และหาดัชนีความสอดคล้องได้จาก

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ R แทน ผลรวมคะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
ประเมินในแต่ละข้อ

n แทน เป็นจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ความสอดคล้องในข้อนั้น

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Concurrent Validity) หมายถึง ความสอดคล้องสัมพันธ์กันระหว่างคะแนนจากเครื่องมือวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับเกณฑ์ภายนอก (Criterion) ที่สามารถใช้วัดคุณลักษณะที่ต้องการนั้นได้ เกณฑ์ภายนอกนี้อาจเป็นคะแนนจากแบบวัดอื่นหรือวิธีการอื่นที่วัดสภาพปัจจุบันหรือสภาพในอนาคตของกลุ่มตัวอย่างได้ตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด

3. ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามขอบเขตหรือครบตามคุณลักษณะย่อย ๆ ของสิ่งที่ต้องการวัดที่ระบุไว้ในทฤษฎีเกี่ยวกับคุณลักษณะนั้น ๆ ซึ่งโดยทั่วไปตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะมักจะมีโครงสร้างขององค์ประกอบในเชิงทฤษฎีบางที่ซึ่งถูกเรียกว่า ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี การหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีจึงนิยมใช้กับเครื่องมือวัดตัวแปรคุณลักษณะหรือตัวแปรแฝงที่มีการนิยามเชิงทฤษฎี

สมนึก ภัททิยชนี (2549 : 217) ได้เสนอแนวคิดว่า การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงกลุ่ม แบ่งเป็น 4 วิธี

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิธีหาความเที่ยงตรงแบบนี้คือวิเคราะห์เนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรก่อนที่จะสร้างแบบทดสอบ ที่เรียกว่าการวิเคราะห์หลักสูตร แล้วพิจารณาว่าข้อคำถามทั้งหมดได้สัดส่วนพอที่จะเป็นตัวแทนของความรู้ทั้งหมด และสามารถบอกผลได้แน่นอนหรือไม่ว่านักเรียนประสบผลสำเร็จเพียงใด

2. ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง วิธีหาความเที่ยงตรงแบบนี้มีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการวัดคุณลักษณะ (Traits) ต่างๆ ซึ่งไม่สามารถหาเกณฑ์ภายนอกมาใช้ได้ ต้องมีโครงสร้างของคุณลักษณะนั้น ๆ ที่สร้างขึ้นโดยอาศัยทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งเป็นหลัก แล้วจึงให้นิยามของคุณลักษณะนั้น ๆ ในลักษณะที่เป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ

3. ความเที่ยงตรงตามสภาพ วิธีหาความเที่ยงตรงแบบนี้สามารถทำได้โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบนั้นไปเปรียบเทียบกับอันดับความสามารถของนักเรียน ตามสภาพจริงที่ครูสังเกตเห็นในปัจจุบันเป็นตัวเกณฑ์

4. ความเที่ยงตรงตามพยากรณ์ วิธีหาความเที่ยงตรงแบบนี้สามารถทำได้โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบนั้นไปเปรียบเทียบกับการจัดอันดับ หรือคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการเรียนมาระยะหนึ่งเป็นเกณฑ์ โดยการหาสหสัมพันธ์

สุรวาท ทองบุ (2550 : 105) ได้ให้แนวคิดการหาค่าความตรงของแบบทดสอบอิงกลุ่ม ที่นิยมแบ่งเป็น 4 วิธี คือ

1. ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เป็นวิธีหาความตรงโดยการวิเคราะห์เนื้อหา ความถูกต้องของแบบทดสอบที่สะท้อนความถูกต้องของความคิดรวบยอด (Concept) ตลอดจนการตรวจเฉลยหรือให้คะแนนถูกต้องเหมาะสมหรือไม่

2. ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นวิธีหาความตรงโดยการพิจารณาจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่ใช้สร้างแบบทดสอบ แล้วพิจารณาตรวจสอบว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนั้นข้อคำถามทั้งหมดได้สัดส่วนสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวัดในสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่และครอบคลุมหลักสูตรมีสัดส่วนที่เหมาะสมเพียงใด

3. ความตรงตามสภาพ วิธีหาความเที่ยงตรงแบบนี้สามารถทำได้โดยนำคะแนนจากแบบทดสอบนั้นไปเปรียบเทียบกับอันดับความสามารถของนักเรียน ตามสภาพจริงที่ครูสังเกตเห็นในปัจจุบันเป็นตัวเกณฑ์ หรืออาจพิจารณาว่าสอดคล้องกับความเป็นจริงเพียงใด

4. ความตรงตามพยากรณ์ วิธีหาความตรงชนิดนี้เป็นการพิจารณาหลังจากการทดสอบไปแล้ว ผู้สอบมีแนวโน้มของผลการเรียนสอดคล้องกับการทดสอบหรือไม่ ซึ่งอาจหาได้โดยการหาสหสัมพันธ์ (Correlation)

สรุป ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด แบ่งเป็น 4 วิธี คือ

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายของเนื้อหาที่ต้องการวัด

2. ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัดที่ระบุไว้ในนิยามเชิงปฏิบัติการ

3. ความเที่ยงตรงตามสภาพ หมายถึง การนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนั้นไปเปรียบเทียบกับอันดับความสามารถของนักเรียน โดยพิจารณาว่าสอดคล้องกับความเป็นจริงเพียงใด

4. ความเที่ยงตรงตามพยากรณ์ หมายถึง การนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อพิจารณาว่าผลการเรียนสอดคล้องกับการทดสอบหรือไม่ ซึ่งอาจหาได้โดยการหาสหสัมพันธ์

4.2 ค่าความยากของแบบทดสอบ

ในการหาค่าความยากของแบบทดสอบอิงกลุ่ม ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิด และข้อเสนอแนะถึงค่าความยากของแบบทดสอบอิงกลุ่มไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 82-83) ได้เสนอแนวคิดว่า ระดับความยาก (Difficulty) เป็นค่าแสดงถึงร้อยละหรือสัดส่วนของผู้ที่ตอบข้อนั้นถูก หรือที่เลือกตอบคำตอบนั้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงกลุ่มและแบบทดสอบวัดความถนัดเป็นเครื่องมือที่มุ่งเปรียบเทียบความสามารถระหว่างผู้สอบ การที่ผู้สอบตอบถูกทุกคนหรือตอบผิดทุกคนก็ไม่สามารถทราบได้ว่าใครเก่งกว่าใคร ข้อสอบที่ง่ายเกินไปหรือยากเกินไปจึงไม่ควรนำมาใช้วัด

สมนึก ภัททิยธนี (2549 : 195) ได้เสนอแนวคิดว่า ค่าความยากของข้อสอบ (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมด

ไพศาล วรรคำ (2552 : 287) ได้เสนอแนวคิดว่า ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก การหาค่าความยากของข้อสอบโดยทั่วไปจะนิยามหากันเฉพาะในการสอบแบบอิงกลุ่ม เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ ข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง .20 - .80 เนื่องจากข้อสอบที่ยากเกินไป ($p < .20$) หรือง่ายเกินไป ($p > .80$) จะไม่สามารถจำแนกความสามารถของกลุ่มผู้สอบได้

สรุป ค่าความยากของข้อสอบเป็นคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่แสดงถึงอัตราส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกกับจำนวนคนที่สอบทั้งหมด

ผู้วิจัยหาค่าความยาก (Difficulty) โดยใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรรคำ, 2552 : 288)

$$p = \frac{f}{n}$$

เมื่อ P เป็นดัชนีความยาก
f เป็นจำนวนผู้ตอบถูก
n เป็นจำนวนผู้เข้าสอบ

4.3 อำนาจจำแนก

ในการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงกลุ่ม ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดถึงค่าอำนาจจำแนกไว้ ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2546 : 198) ได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนกไว้ว่า ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง ผลต่างระหว่าง คราส่วนหรือร้อยละของจำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูกกับอัตราส่วนหรือร้อยละของจำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

ไพศาล วรรคำ (2552 : 290) ได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนกไว้ว่า
อำนาจจำแนก(Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยก
ปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้

สมบัติ ท้ายเรือคำ (2553 : 93) ได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนกไว้ว่า
ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือในการจำแนกบุคคลออกเป็น 2 กลุ่มที่
ต่างกันคือ กลุ่มเก่ง – กลุ่มอ่อนในเรื่องที่เป็นสมรรถภาพทางสมองหรือกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ ในเรื่องที่เป็น
ความรู้สึก เช่น เจตคติ ความสนใจ การหาค่าอำนาจจำแนกใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ
เครื่องมือประเภท แบบทดสอบ แบบสอบถาม และแบบวัดเจตคติ

สรุป ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบในการจำแนกผู้ถูก
ทดสอบออกเป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงและกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำได้อย่างชัดเจน

ผู้วิจัยหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรดังนี้ (สุรวาท ทองบุ. 2550 : 100)

$$\text{ตัวถูก} \quad r = \frac{H-L}{N}$$

$$\text{ตัวหลง} \quad r = \frac{L-H}{N}$$

ตัวถูก

ตัวหลง

P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

Γ แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

Γ แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบตัวหลงแต่ละตัว

L แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบตัวหลงแต่ละตัว

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

เกณฑ์การพิจารณาตัวเลือกที่เป็นตัวถูกและตัวหลง เป็นดังนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การพิจารณาค่า p,r ที่เป็นตัวถูก

ค่า p	ค่า r
.01 ถึง .09 ยากมาก	ค่าลบ ใช้ไม่ได้
.10 ถึง .19 ยาก	.00 ไม่มีอำนาจจำแนก
.20 ถึง .39 ก่อนข้างยาก	.01 ถึง .09 ต่ำ
.40 ถึง .60 ปานกลาง	.10 ถึง .19 ก่อนข้างต่ำ
.61 ถึง .80 ก่อนข้างง่าย	.20 ถึง .40 ปานกลาง
.81 ถึง .90 ง่าย	.41 ถึง .60 ก่อนข้างสูง
.91 ถึง 1.00 ง่ายมาก	.61 ถึง .100 สูง

ตารางที่ 2 เกณฑ์การพิจารณาค่า p,r ที่เป็นตัวลวง

ค่า p	ค่า r
.00 ถึง .04 ใช้ไม่ได้	ค่าลบ ใช้ไม่ได้
.05 ถึง .09 พอใช้	.00 ถึง .04 ใช้ไม่ได้
.10 ถึง .30 ใช้ได้	.05 ถึง .09 พอใช้
.31 ถึง .50 พอใช้	.10 ถึง .30 ใช้ได้
.51 ถึง 1.00 ใช้ไม่ได้	.31 ถึง .50 พอใช้
	.51 ถึง 1.00 ใช้ไม่ได้

4.4. ความเชื่อมั่น

นักวัดผลการศึกษาลายท่านได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่นไว้ดังนี้

กาญจนา วัฒายุ (2548 : 190) กล่าวว่า การตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือ คือ การตรวจสอบว่าเครื่องมือต่างๆ มีผลการวัดที่สม่ำเสมอ แน่นอนคงที่ เครื่องมือที่มีค่าความเชื่อมั่นสูงแสดงว่า เครื่องมือวัดก็ครั้งที่ครั้งต้องได้ผลการวัดเหมือนเดิม

เกียรติสุตา ศรีสุข (2552 : 139) ให้ความหมายความเชื่อมั่น คือ การที่เครื่องมือวัดได้ผลคงที่แน่นอน เมื่อมีการวัดซ้ำอีก นั่นคือ จะใช้เครื่องมือต่างๆ วัดสิ่งเดิมก็ครั้งที่ได้ผลเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงของเดิม เช่น การวัดน้ำหนักของหินก้อนหนึ่งเมื่อเวลาผ่านไปใช้เครื่องชั่งเดิมวัดอีก ถ้าได้น้ำหนักเท่าเดิม นั่นคือ เครื่องวัดมีความคงที่ในการวัดหรือมีความเชื่อมั่น

ไพศาล วรคำ (2552 : 267) ให้ความหมายความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง

สรุป ความเชื่อมั่น หมายถึง ค่าความคงที่ของผลการวัดจากเครื่องมือเดียวกันที่มีความสม่ำเสมอ ไม่ว่าจะทำการวัดกี่ครั้งจะให้ผลการวัดเท่าเดิม หรือใกล้เคียงกับของเดิม นั่นคือ เครื่องมือมีความเชื่อมั่นสูง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะกล่าวถึงวิธีหาความเชื่อมั่นแบบอิงกลุ่มโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder -Richardson Methods) (ไพศาล วรคำ. 2552 : 277) วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ใช้เทคนิคการหาค่าความแปรปรวน ของคะแนนเพื่อดูความสอดคล้องภายในของเครื่องมือ (Internal Consistency) ซึ่งเครื่องมือ 1 ชุด สอบ 1 ครั้ง และมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 0 และ 1 สูตรที่ใช้ในการคำนวณ มีดังนี้

$$KR20 = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum p_i q_i}{s_t^2} \right)$$

เมื่อ	KR20	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัด
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p_i	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อที่ i
	q_i	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อที่ i หรือเท่ากับ $1-p_i$
	s_t^2	แทน	แทนความแปรปรวนของคะแนน t

5. การวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบเชิงยืนยัน

การวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบเชิงยืนยันมีวัตถุประสงค์ 3 ประการคือ เพื่อตรวจสอบทฤษฎีเพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบ และเพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างตัวแปรใหม่ สำหรับขั้นตอนการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรมลิสเรล (Lisrel) มีดังนี้

1. Reviews ทฤษฎีความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงและตัวแปรสังเกตได้
2. กำหนดโมเดลเชิงทฤษฎี (Model Conceptualization)
3. วาดภาพโครงสร้างองค์ประกอบ (Factor Diagram Construction)
4. กำหนดโมเดลเฉพาะ (Model Specification)
5. ระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดล (Model Identification)
6. ประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimate)

7. ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Assessment of Model Fit) โดยใช้ Goodness of Fit Statistics เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

7.1 ค่า χ^2 ควรไม่มีนัยสำคัญ

7.2 ค่า χ^2 / df ไม่ควรเกิน 2

7.3 ค่า RMSEA และค่า Standardized RMR ต่ำกว่า .05

7.4 Largest and smallest standardize residual ไม่เกิน |2.00|

7.5 Q-plot มีความชันมากกว่าในแนวเส้นทแยง

7.6 NFI NNFI CFI IFI RFI GFI AGFI มากกว่า .90

7.8 PNFI PGFI มีค่ามากกว่า .50

7.9 NCP มีค่าเข้าใกล้ศูนย์

7.10 ECVI มีค่าน้อยกว่า ECVI for Saturated Model และ ECVI for

Independent Model

7.11 Model AIC มีค่าน้อยกว่า Standard AIC และ Independent AIC

7.12 Model CAIC มีค่าน้อยกว่า Standard CAIC และ Independent CAIC

7.13 Critical N (CN) มากกว่า 200

8. ปรับโมเดล (Model Modification)

9. ตรวจสอบความตรงของโมเดลกับข้อมูลข้ามกลุ่ม (Model Cross Validity)

(สมบัติ ท้ายเรือดำ. 2553 : 173 – 174)

การตรวจสอบความตรงของโมเดล (Validation of the Model)

ขั้นตอนที่สำคัญในการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลอีกขั้นตอนหนึ่ง คือการตรวจสอบความตรงของโมเดลลิสเรลที่เป็นสมมติฐานการวิจัย หรือการประเมินผลความถูกต้องของโมเดลหรือการตรวจสอบความกลมกลืนระหว่างข้อมูลเชิงประจักษ์กับโมเดลนั้น ซึ่งจะเสนอค่าสถิติที่ช่วยในการตรวจสอบ ความตรงของโมเดลรวม 5 วิธี (Joreskog & Sorbom, 1989 ; อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2542 ก : 52) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและสหสัมพันธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์

(Standard Errors and Correlations of Estimates) ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โปรแกรมลิสเรล จะให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ค่าสถิติที่ และสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ ถ้าค่าประมาณที่ได้ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีขนาดใหญ่และ

โมเดลการวิจัยอาจจะยังไม่ดีพอ ถ้าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณมีค่าสูงมากเป็นสัญญาณแสดงว่า โมเดลการวิจัยใกล้จะไม่เป็นบวกแน่นอน (Non-Positive Define) และเป็นโมเดลที่ไม่ดีพอ

2. สหสัมพันธ์พหุคูณและสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Multiple Correlations and Coefficients of Determination) ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรลจะให้ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณและสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สำหรับตัวแปรสังเกตได้แยกทีละตัวและรวมทุกตัว รวมทั้งสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของสมการ โครงสร้างด้วย ค่าสถิติเหล่านี้ควรมีค่าสูงสุดไม่เกินหนึ่ง และค่าที่สูงแสดงว่า โมเดลมีความตรง

3. ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit Measures) ค่าสถิติในกลุ่มนี้ใช้ตรวจสอบความตรงของโมเดลเป็นภาพรวมทั้งโมเดล มิใช่เป็นการตรวจสอบเฉพาะค่าพารามิเตอร์แต่ละตัวเหมือนค่าสถิติสองประเภทแรก ในทางปฏิบัติแล้วนักวิจัยควรใช้ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืนตรวจสอบความตรงของโมเดลทั้งโมเดล แล้วตรวจสอบความตรงของพารามิเตอร์แต่ละตัวโดยพิจารณาค่าสถิติสองประเภทด้วย เพราะในบางกรณีถึงแม้ว่าค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืนจะแสดงว่าโมเดลกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่อาจจะมีพารามิเตอร์บางค่าไม่มีนัยสำคัญก็ได้ นอกจากนี้ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืนยังใช้ประโยชน์ในการเปรียบเทียบโมเดลที่แตกต่างกันสองโมเดลได้ด้วยว่า โมเดลใดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่ากัน ค่าสถิติในกลุ่มนี้มี 4 ประเภท (Joreskog & Sorbom, 1989 ; อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542 ข : 57) ดังต่อไปนี้

3.1 ค่าสถิติไค- สแควร์ (Chi-square Statistics) ค่าสถิติไค- สแควร์ เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์ การคำนวณค่าไค- สแควร์คำนวณจาก ผลคูณขององศาอิสระกับค่าฟังก์ชันความกลมกลืน ถ้าค่าสถิติไค- สแควร์มีค่าสูงมากแสดงว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ โมเดลลิสเรล ไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าค่าสถิติไค- สแควร์มีค่าต่ำมาก ยังมีค่าใกล้ศูนย์มากเท่าไร แสดงว่าโมเดลลิสเรลสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์การใช้ค่าสถิติไค- สแควร์เป็นค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืนต้องใช้ด้วยความระวังเพราะข้อตกลงเบื้องต้นของค่าสถิติไค- สแควร์มีอยู่ 4 ประการ คือ ก) ตัวแปรภายนอกสังเกตได้ต้องมีการแจกแจงปกติ ข) การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นต้องใช้เมทริกซ์ ความแปรปรวน- ความแปรปรวนร่วมในการคำนวณ ค) ขนาดของกลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดใหญ่ เพราะฟังก์ชันความกลมกลืนจะมีการแจกแจงแบบไค- สแควร์ต่อเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่เท่านั้น และ ง) ฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์จริงตามสมมติฐานที่ใช้ทดสอบไค- สแควร์

3.2 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness-of-Fit Index = GFI) ดัชนี GFI เป็นดัชนีที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์จากค่าไค - สแควร์ในการเปรียบเทียบความสอดคล้องของ ความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลสองโมเดล หลักการพัฒนาดัชนี GFI คือ การนำค่าไค - สแควร์มาพิจารณาจากค่าไค - สแควร์ที่มีค่าสูงเมื่อเทียบกับองศาอิสระ นักวิจัยปรับโมเดลใหม่แล้ว วิเคราะห์ข้อมูลอีกครั้งหนึ่ง ค่าไค - สแควร์ที่ได้ใหม่นี้ถ้ามีค่าลดลงมากกว่าค่าแรก แสดงว่าโมเดลใหม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีขึ้น ดัชนี GFI เป็นอัตราส่วนของผลต่างระหว่าง ฟังก์ชันความกลมกลืนจากโมเดลก่อนปรับและหลังปรับ โมเดล กับฟังก์ชันความกลมกลืนก่อนปรับ โมเดล ดัชนี GFI จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 และเป็นค่าที่ไม่ขึ้นกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง แต่ ลักษณะการแจกแจงขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ดัชนี GFI ที่เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าโมเดล มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3.3 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness-of-Fit Index = AGFI) เมื่อนำดัชนี GFI มาปรับแก้ โดยคำนึงถึงขนาดขององศาอิสระ(df) ซึ่งรวมทั้งจำนวนตัวแปรและขนาดกลุ่มตัวอย่าง ค่าดัชนี AGFI นี้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับดัชนี GFI

3.4 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (Root Mean Squared Residual= RMR) เป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลสองโมเดลเฉพาะกรณีที่เป็น การเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน ในขณะที่ดัชนี GFI และ AGFI สามารถใช้เปรียบเทียบได้ทั้งกรณีข้อมูลชุดเดียวกันและข้อมูลต่างชุดกัน ดัชนี RMR บอกขนาดของส่วนที่เหลือโดยเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบระดับความกลมกลืนของโมเดลสองโมเดลกับ ข้อมูลเชิงประจักษ์และจะใช้ได้ดีต่อเมื่อตัวแปรภายนอกและตัวแปรสังเกตได้เป็นตัวแปรมาตรฐาน (Standardized Variable) เพราะค่าของดัชนีแปลความหมายสัมพันธ์กับขนาดของ ความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปร ค่าของดัชนี RMR ยิ่งเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่า โมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4. การวิเคราะห์เศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อน (Analysis of Residuals) ในการ ใช้โปรแกรมลิสเรล นักวิจัยควรวิเคราะห์เศษเหลือควบคู่กันไปกับดัชนีตัวอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ผลจากการวิเคราะห์ ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความคลาดเคลื่อนมีหลาย แบบแต่ละแบบใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดังนี้

4.1 เมทริกซ์เศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อนในการเทียบความกลมกลืน (Fitted Residuals Matrix) หมายถึง เมทริกซ์ที่เป็นผลต่างของเมทริกซ์ S และ Sigma โปรแกรม ลิสเรลจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งในรูปคะแนนดิบ และคะแนนมาตรฐาน ค่าความคลาดเคลื่อน ในรูปคะแนนมาตรฐาน คือ ผลหารระหว่างความคลาดเคลื่อนกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ของความคลาดเคลื่อนนั้น ถ้าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูล ค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานไม่ควรมีค่าเกิน 2.00 ถ้ายังมีค่าเกิน 2.00 ต้องปรับโมเดล นอกจากจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนแล้ว โปรแกรมลิสเรลให้แผนภาพต้น-ใบ (Stem-and-Leaf Plot) ของความคลาดเคลื่อนด้วย

4.2 คิวพล็อต (Q-Plot) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าควอนไทล์ปกติ (Normal Quantiles) ถ้าได้เส้นกราฟมีความชันมากกว่าเส้นทแยงมุมอันเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

5. ถ้าผลการเปรียบเทียบตัวเบบเบื้องต้นและตัวเบบสุดท้ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า แบบจำลองสมมติฐานการวิจัยไม่สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับทฤษฎี ต้องมีการปรับแก้แบบจำลองสมมติฐานตามคำแนะนำของโปรแกรมและนำมาดำเนินการวิเคราะห์ใหม่ตั้งแต่ต้นจนกว่าผลการเปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกัน

ในการปรับแบบจำลองของโมเดลนี้ ผู้วิจัยสามารถผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นให้มีความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อน d และ e โดยการเพิ่มเมทริกซ์ พารามิเตอร์ TH (Theta-Delta-Epsilon) ซึ่งเป็นเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน d และ e ในทางปฏิบัติจะลากเส้นความแปรปรวนร่วมระหว่าง d กับ e ได้ในคำสั่ง MO ต้องระบุเมทริกซ์ TH ก่อนส่วนใหญ่กำหนด $TH = FU, FI$ แล้วจึงกำหนดเป็นพารามิเตอร์อิสระ (FR) ในคู่ที่ต้องการประมาณค่าความแปรปรวนร่วม การปรับแบบจำลองสามารถทำได้โดยใช้ค่าดัชนีดัดแปร โมเดล (Model Modification Indices)

ค่าดัชนีดัดแปร โมเดล ซึ่งเป็นค่าที่บ่งชี้ว่า โมเดลที่กำหนดหรือตั้งตามทฤษฎีนั้นสามารถทำการเปลี่ยนแปลงโมเดลให้สอดคล้องกับความเป็นจริงได้อีกหรือไม่ โดยค่าดัชนีดัดแปรต้องมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ แต่ถ้าค่าที่ได้มากกว่าหรือน้อยกว่าศูนย์ก็อาจต้องทำการปรับ โมเดลของการวิจัยที่ตั้งไว้ โดยการพิจารณาเส้นทางของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม ซึ่งอาจจะเพิ่มหรือลดเส้นทางก็ได้ แล้วทำการวิเคราะห์เส้นทางตั้งแต่แรกอีกครั้ง ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกว่าดัชนีดัดแปรมีค่าเป็นศูนย์หรือเข้าใกล้ศูนย์ จึงจะสามารถนำค่าประมาณขนาดอิทธิพลไปใช้ในการอธิบาย โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลได้

การปรับเส้นทางโดยการพิจารณาจากค่าดัชนีดัดแปรแบบจำลอง (Model Modification Indices) จะทำควบคู่ไปกับการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในทางทฤษฎี โปรแกรมจะไม่แนะนำให้มีการปรับเส้นทางในสมการ โครงสร้างระหว่างตัวแปรแฝงภายนอกและตัวแปรแฝงภายใน จะมีการ

ปรับเส้นทางในเมทริกซ์ LX, LY, TE, TD และ TH ซึ่งเป็นตัวแปรสังเกตได้ การเพิ่มเส้นทางตามคำแนะนำของโปรแกรมจะเพิ่มในเส้นทางที่มีค่าดัชนีตัดแปรแบบจำลองมากที่สุด และยังไม่ตัดเส้นทางที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติออกก่อน เนื่องจากผู้วิจัย พบว่า เมื่อทำการเพิ่มเส้นทางตามคำแนะนำของค่าดัชนีตัดแปรแบบจำลอง จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่านัยสำคัญทางสถิติของแต่ละเส้นทางจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย การพิจารณาว่าค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางระหว่างตัวแปร มีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ สามารถตรวจสอบค่า $Beta > SE$ 2 เท่า แสดงว่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหาก ค่า $Beta > SE$ 3 เท่า แสดงว่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การตัดเส้นทางจะดำเนินการเมื่อโปรแกรมไม่แนะนำให้เพิ่มเส้นทางอีก จึงทำการตัดเส้นทางที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติออก แล้วเพิ่มเส้นทางใหม่ตามคำแนะนำของโปรแกรม ซึ่งจะทำให้ค่า ไค-สแควร์และค่าองศาอิสระลดลง ผู้วิจัยดำเนินการในลักษณะนี้ควบคู่ไปกับการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางให้มีนัยสำคัญทางสถิติทุกเส้นทาง ค่าสถิติ

เมื่อปรับแบบจำลองสมมติฐานการวิจัยจนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้วจึงแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการจำแนกค่าอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อมและอิทธิพลรวม ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรผลตามรูปแบบความสัมพันธ์ โครงสร้างเชิงเส้นของปัจจัยการจัดการความรู้ที่ส่งผลกระทบต่อองค์การแห่งการเรียนรู้

6. การแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล (Translation of Result Analysis)

หมายถึง การนำค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ได้จากการคำนวณที่นำมาใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุและผล โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญทางสถิติมาแทนค่าใน โมเดล ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจะบอกขนาดอิทธิพลและทิศทางของตัวแปรเหตุต่อตัวแปรผล โดยทิศทางของความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลนั้นมี 2 ประเภท คือ อิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อม

เกณฑ์ปกติ (Norms)

1. ความหมายของเกณฑ์ปกติ

ลิวิน สายยศและอังคณา สายยศ (2543 : 313-314) กล่าวว่า เกณฑ์ปกติ เป็นเกณฑ์ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรที่นิยามไว้อย่างดีแล้ว และเป็นคะแนนบอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร แต่ในทางปฏิบัติประชากรที่นิยามไว้อย่างดีแล้ว (Well define population) เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ดีของประชากร นั่นเอง แต่ต้องมีจำนวนมากพอที่จะเป็นตัวแทนของประชากรได้ด้วย ไมอย่างนั้นแล้วจะทำให้เกณฑ์ปกติเชื่อมั่นไม่ได้

สมนึก กัททิษณี (2546 : 270) ได้ให้ความหมายของเกณฑ์ปกติ หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรที่นิยามไว้อย่างดีแล้ว และเป็นคะแนนบอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากรกลุ่มตัวอย่างต้องเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร และต้องมีจำนวนมากพอที่จะเป็นตัวแทนของประชากร ไม่เช่นนั้นแล้วจะทำให้เกณฑ์ปกติเชื่อถือไม่ได้

ยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2552 : 84) ได้ให้ความหมายของเกณฑ์ปกติ (Norms) หมายถึง คะแนนมาตรฐานที่ได้จากการที่กลุ่มตัวอย่างประชากรขนาดใหญ่ทำแบบสอบฉบับนั้น ๆ ในสภาวะการสอบที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน คะแนนมาตรฐานดังกล่าวได้มาโดยการแปลงคะแนนดิบจากการสอบให้เป็นคะแนนมาตรฐานในรูปแบบใดแบบหนึ่ง เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบ ทั้งนี้เมื่อต้องการทราบสถานภาพของผู้อื่นที่ตอบแบบสอบฉบับนั้นภายหลัง ซึ่งสามารถกระทำได้ โดยการเปรียบเทียบคะแนนสอบของผู้สอบนั้นกับเกณฑ์ปกติดังกล่าวที่สร้างขึ้น

จากการศึกษาความหมายของเกณฑ์ปกติพอจะสรุปได้ว่าเกณฑ์ปกติ หมายถึง การแจกแจงคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนมากพอที่จะเป็นตัวแทนของประชากร ในการทำแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน เป็นคะแนนบอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร

2. ชนิดของเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติแบ่งชนิดได้ตามลักษณะของประชากรและตามลักษณะของการใช้สถิติ การเปรียบเทียบดังนี้ (สมนึก กัททิษณี, 2546 : 268)

2.1 การแบ่งชนิดของเกณฑ์ปกติตามลักษณะของประชากร ได้แก่

2.1.1 เกณฑ์ปกติระดับชาติ (National norms) การสร้างเกณฑ์ปกติระดับชาตินั้นใช้ประชากรที่นิยามไว้มากมายทั่วประเทศ เช่น หากเกณฑ์ปกติของวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก็ต้องสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศ หรือกลุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วประเทศ จำนวนนักเรียนที่ต้องสอบจึงมีมากมาย เพื่อให้รู้ว่าสร้างในปี พ.ศ.ใดก็ต้องกำหนดวันเดือนปีการสร้างไว้ด้วย เพื่อคนใช้เกณฑ์ปกติจะรู้ว่าทันสมัยหรือไม่

2.1.2 เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local norms) เป็นการสร้างเกณฑ์ปกติระดับเล็กลงมา เช่น ระดับจังหวัด หรือระดับอำเภอ เป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบคะแนนของผู้สอบกับคนทั้งจังหวัดหรืออำเภอ เพื่อประโยชน์การเปรียบเทียบความสามารถในวิชาการของนักเรียนคนหนึ่งกับคนทั้งจังหวัดหรืออำเภอ ว่านักเรียนคนนั้นสอบแล้วจะอยู่ในระดับใด เก่งหรืออ่อนกว่าคนอื่นเพียงใด จะได้หาทางปรับปรุงแก้ไขได้ทัน

2.1.3 เกณฑ์ปกติของโรงเรียน (School norms) โรงเรียนบางแห่งมีขนาดใหญ่ นักเรียนแต่ละชั้นมีจำนวนมาก เวลาสร้างแบบทดสอบแต่ละวิชา แต่ละระดับชั้นให้คิมีมาตรฐาน แล้วจะสร้างเกณฑ์ปกติของโรงเรียนตนเองได้ กรณีสร้างเกณฑ์ปกติของโรงเรียนเดี่ยวหรือกลุ่มโรงเรียนในเครือ เรียกว่า เกณฑ์ปกติของโรงเรียน ใช้ประเมินเปรียบเทียบนักเรียนแต่ละคนกับนักเรียนส่วนรวมของโรงเรียน และใช้ประเมินการพัฒนาของโรงเรียนได้ด้วย โดยดูได้จาก การศึกษาแต่ละปีว่า เค้นหรือด้อยกว่าปีที่สร้างเกณฑ์ปกติเอาไว้

2.2 การแบ่งชนิดของเกณฑ์ปกติตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบ ได้แก่

2.2.1 เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile norms) เกณฑ์ปกติแบบนี้สร้างจาก คะแนนดิบที่มาจากประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดี แล้วดำเนินการตามวิธีการสร้าง เกณฑ์ปกติทั่วไป เมื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์เสร็จก็หยุด เกณฑ์ปกติแบบนี้เป็นคะแนนจัดอันดับเท่านั้น จะนำไปวกลบกันไม่ได้ แต่สามารถเทียบและแปลความหมายได้ เช่น นักเรียนคนหนึ่งสอบได้ 25 คะแนน ไปเทียบกับเกณฑ์ปกติตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 แสดงว่า ถ้ามีนักเรียนเข้าสอบ 100 คน เขามีความสามารถเหนือคนอื่น 80 คน

เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์สามารถใช้ได้กับงานทุกชนิดอย่างกว้างขวาง สามารถใช้กับกลุ่ม ตัวอย่างใดก็ได้ ใช้ได้กับทุกระดับอายุไม่ว่าเด็กหรือผู้ใหญ่ ใช้ได้ทั้งสถานการณ์ทางการศึกษาหรือ การทำงาน จะเห็นว่าเกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์จะใช้เป็นมาตรฐานในการแปลความหมายของกลุ่ม คะแนนแต่ละกลุ่มบุคคลในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.2.2 เกณฑ์ปกติคะแนนมาตรฐาน (Standard score norms) คะแนนมาตรฐาน หมายถึง คะแนนที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเท่ากับหนึ่ง การ แจกแจงคะแนนมาตรฐานที่นิยมใช้มีหลายรูปแบบ เช่น

1) คะแนนมาตรฐานซี (Z-score) เป็นระบบคะแนนมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ย ของคะแนนเท่ากับ 0 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 จึงสามารถใช้เป็นคะแนนมาตรฐาน (Z) ในการเปรียบเทียบกันได้

2) เกณฑ์ปกติคะแนนที (T-score) เป็นคะแนนมาตรฐานที่ได้รับการจัดทำ ให้ค่าเฉลี่ยเป็น 50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 10

3) คะแนนสเตโน (Stainine norms) เป็นระบบคะแนนที่แบ่งคะแนน ต่างๆซึ่งกระจายอยู่ในลักษณะของโค้งปกติออกเป็น 9 ช่วงคะแนน คือ จากสเตโนที่ 1 ถึง สเต โนที่ 9 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่สเตโนที่ 5 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 2 ในแต่ละช่วงสเตโน จะห่างกันประมาณ 0.5 ช่วงคะแนนมาตรฐานซี

4) คะแนนมาตรฐานปกติที่ (Normalized standard T- score) เป็นคะแนนมาตรฐานที่แปลงจากคะแนนดิบให้อยู่ในรูปคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ แล้วถือว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์นั้น เป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์โค้งปกติ จากนั้นเทียบเปอร์เซ็นต์ไทล์กับคะแนนที่ของโค้งปกติ จะได้คะแนนที่ของคะแนนดิบแต่ละตัว

2.2.3 เกณฑ์ปกติตามอายุ (Age norms) เป็นระดับอายุที่ตรงกับคะแนนเฉลี่ยของเด็กในระดับอายุนั้นๆ ในการคำนวณหาเกณฑ์ปกติเทียบกับอายุ ก็ใช้การทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนระดับอายุนั้น การแปลความหมายของผลที่ได้จากการเทียบอายุ ผลการทดสอบได้สูงหรือต่ำกว่ากลุ่มคนในระดับอายุนั้นมากเท่าไร (กี่ปี กี่เดือน) เกณฑ์ปกติอายุที่เหมาะสมที่จะใช้กับเด็กวัยประถม และความสามารถระดับนั้น ควรเป็นความสามารถที่เจริญเติบโตไปตามพัฒนาการของบุคคล จึงไม่เหมาะที่จะเป็นเกณฑ์ปกติเทียบอายุกับวัยรุ่นหรือวัยผู้ใหญ่

2.2.4 เกณฑ์ปกติตามระดับชั้น (Grade norms) คือคะแนนเฉลี่ยที่ได้รับจากบุคคลในชั้นเรียน การสร้างเกณฑ์ปกติระดับชั้นทำได้โดยการทดสอบกับกลุ่มนักเรียนที่เป็นตัวแทนในแต่ละระดับชั้นเรียน แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยของแต่ละชั้น

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกสร้างเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 3 โดยนำคะแนนดิบที่ได้มาคำนวณหาค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ จากนั้นแปลงตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ได้ให้เป็นคะแนนที่ปกติ โดยเปิดตารางของ Garrett (Garrett, H.E. Statistics in Psychology and Education, 1976 : 455 ; อ้างอิงมาจาก ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 310-311)

3. วิธีสร้างเกณฑ์ปกติชนิดคะแนน T ปกติ

สมนึก กัททิชชนี (2546 : 272) ได้กล่าวไว้ว่า การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน T (T-Score) เรียกว่า การแปลงคะแนนเชิงเส้นตรง (Linear Transformation) ซึ่งลักษณะการแจกแจงข้อมูลยังเหมือนคะแนนดิบ ดังนั้นปกติจะไม่แปลงคะแนนดิบโดยวิธีนี้ เพราะการเปรียบเทียบคะแนนยังไม่ถูกต้องแน่นอน หรือสมบูรณ์ วิธีแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐานที่สะดวกถูกต้องชัดเจนก็คือ วิธีแปลงคะแนน โดยยึดพื้นที่ใต้โค้งปกติมากยิ่งขึ้น คะแนนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการแบบนี้ เรียกว่า คะแนนมาตรฐาน T ปกติ (Normalized T-Score) หรือคะแนน T ปกติ การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ ไม่ต้องคำนวณค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของกลุ่ม แต่จะคำนวณโดยอาศัยพื้นที่ใต้โค้งปกติเป็นหลัก

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 309-311) ได้กล่าวไว้ว่า เพื่อให้คะแนนที่แปลงแล้วสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ เหมือนกับทำคะแนนการแจกแจงรูปแบบต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปของโค้งปกติทำได้ดังนี้

1. แจกแจงคะแนนความถี่ (f) นั่นคือดูว่า คะแนนแต่ละตัวซ้ำกันอย่างไร จำนวนความซ้ำเรียกว่า จำนวนความถี่ (Frequency) แล้วเรียงคะแนนจากน้อยไปหามาก แล้วนำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนมาลงรอยขีด (Tally)

2. หาคะแนนความถี่สะสม (cf) ลบด้วยครึ่งหนึ่งของความถี่ $cf-(f/2)$

3. หาค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) = $100\{cf-(f/2)\}/N$

4. หาค่าตำแหน่งคะแนนมาตรฐานจากตารางแจกแจงปกติแปลเป็นคะแนน T ปกติ โดยเปิดตารางของ Garrett (Garrett, H.E. Statistics in Psychology and Education, 1976 : 455 ; อ้างอิงมาจาก ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 310-311)

5. การประเมินคะแนน T ปกติ เป็นการตัดสินชี้ขาดหรือตีราคาโดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ให้นักเรียนผู้นั้นว่าเขาเป็นผู้มีความสามารถเทียบเท่าระดับใด

จากการศึกษาการสร้างเกณฑ์ปกติในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นแนวทางในการดำเนินการได้ดังนี้

1. สร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อยให้คะแนนสูงสุดอยู่ด้านบน เพื่อทำการลงรอยขีด (Tally)

2. หาค่าความถี่ (f) และความถี่สะสม (cf) โดยการนำความถี่ของคะแนนนั้น รวมกับความถี่สะสมของคะแนนที่อยู่ต่ำกว่าตัวมันเอง 1 บรรทัด จะเห็นว่าความถี่สะสมบรรทัดบนสุด จะมีค่าเท่ากับจำนวนคนที่เข้าสอบ

3. หาค่า $cf \frac{1}{2} f$ ของแต่ละชั้น โดยค่า cf ที่ต้องการเป็นค่า cf ที่อยู่ก่อนถึงชั้นนั้น (ชั้นที่คะแนนต่ำกว่า) ความหมายของสูตรนี้คือ ให้นำความถี่สะสมของคะแนนบรรทัดที่อยู่ต่ำกว่า 1 บรรทัด + ครึ่งหนึ่งของความถี่ของคะแนนในบรรทัดนั้น

4. นำค่า $cf \frac{1}{2} f$ ไปคูณด้วย $\frac{100}{N}$ ค่าที่ได้คือ ค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank = PR)

5. นำค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ได้ ไปเทียบเป็นค่า T ปกติ จากตารางสำเร็จรูปของ Garrett (Garrett, H.E. Statistics in Psychology and Education, 1976. 455 ; อ้างอิงมาจาก ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 310-311)

วิธีเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นคะแนน T ปกติ

1. นำค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่คำนวณได้มาเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่มีอยู่ในตาราง

2. ถ้าหากค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่คำนวณได้ไม่ตรงกับค่าใด ๆ ในตาราง ให้เลือกค่าในตารางที่ใกล้เคียงที่สุด

3. การอ่านค่าคะแนน T ปกติ โดยดูจากตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ในตารางว่าตรงกับเลข อะไรในแนวนั่ง(ทางซ้ายมือ)ให้เป็นหลักสิบ และในแนวนอนตรงกับเลขอะไรให้เป็นหลักหน่วย

4. การประเมินคะแนน T ปกติ

การประเมินคะแนน T เพื่อสรุปว่ามีคุณภาพ สูง ต่ำ เพียงใด ต้องนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่ระบุไว้ซึ่ง สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร (อ้างถึงใน ญัฐชยา ศรีดาโคตร. 2552 : 36) ได้กำหนดแบ่งคะแนน T เป็น 5 ระดับ ดังนี้

T65 และสูงกว่า	แปลว่า	ดีมาก
ตั้งแต่ T55 - T65	แปลว่า	ดี
ตั้งแต่ T45 - T55	แปลว่า	พอใช้
ตั้งแต่ T35 - T45	แปลว่า	ยังไม่พอใช้
ต่ำกว่า T35	แปลว่า	อ่อน

จากเกณฑ์ข้างต้น จะเห็นว่าการแบ่งระดับดังกล่าวนี้ จะมีค่า T ของช่วงคะแนนบางค่าที่ซ้ำกัน เช่น ค่า T45 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่จุดแบ่งเขตพอดี ฉะนั้นในการนี้ ถ้าหากนักเรียนคนใดที่ได้คะแนน T อยู่จุดแบ่งเขตพอดี คือ T35, T45, T55, และ T65 ให้เลื่อนระดับของนักเรียนไปอยู่ในระดับที่สูงกว่าเสมอ

5. วิธีเสนอเกณฑ์ปกติ

สมพร สุทัศนีย์ (2544 : 74) กล่าวว่า การเสนอเกณฑ์ปกติที่ใช้แพร่หลายมี 2 วิธี คือ ตารางเกณฑ์ปกติ (Norm table) และเส้นภาพ (Profile)

5.1 ตารางเกณฑ์ปกติ (Norm table) เป็นตารางคะแนนที่ปรับเปลี่ยนในรูปแบบต่างๆ ตารางนี้จะแสดงค่าคะแนนดิบและคะแนนที่ปรับเปลี่ยนแล้วในรูปแบบต่างๆ สำหรับเกณฑ์ปกติ หรือกลุ่มอ้างอิงแต่ละกลุ่มที่ระบุไว้ชัดเจน ตารางนี้จะช่วยให้ผู้ทำการทดสอบเปลี่ยนคะแนนดิบเป็นคะแนนปรับเปลี่ยนในรูปแบบอื่นๆ ได้

5.2 เส้นภาพ (Profile) คือ กราฟที่ใช้แสดงระดับของคะแนนของผู้รับการทดสอบที่ได้จากแบบทดสอบหลายฉบับหรือฉบับเดียว แต่แสดงคุณลักษณะต่างๆ หลายลักษณะ เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นแต่ละคุณลักษณะว่ามีระดับมากน้อยเพียงใด กราฟที่เป็น โครงร่างจะเขียนจากคะแนนที่เปรียบเทียบกันได้หรือคะแนนที่เป็นหน่วยเดียวกัน

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยามีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงแรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และลักษณะของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดที่

1. สังเกตและอธิบายลักษณะของโครโมโซมที่มีหน่วยพันธุกรรม หรือ ยีนในนิวเคลียส
2. อธิบายความสำคัญของสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ และกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
3. อภิปรายโรคทางพันธุกรรม ที่เกิดจากความผิดปกติของยีนและโครโมโซมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
4. สำรวจและอธิบายความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสมดุล
5. อธิบายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์ สัตว์ พืช และสิ่งแวดล้อม
6. อภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดที่

7. สำรวจระบบนิเวศต่างๆ ในท้องถิ่นและอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ
8. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร
9. อธิบายวัฏจักรน้ำวัฏจักรคาร์บอน และความสำคัญที่มีต่อระบบนิเวศ
10. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้
ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการ
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

ตัวชี้วัดที่

11. วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ ในท้องถิ่น
และเสนอแนวทาง ในการ แก้ไขปัญหา
12. อธิบายแนวทาง การรักษาสมดุลของระบบนิเวศ
13. อภิปรายการใช้ทรัพยากร ธรรมชาติอย่างยั่งยืน
14. วิเคราะห์และอธิบายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ตามปรัชญาเศรษฐกิจ

พอเพียง

15. อภิปราย ปัญหาสิ่งแวดล้อมและเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา
16. อภิปรายและมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อมใน
ท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรง
นิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่าง
ถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัดที่

17. อธิบายความเร่งและผลของแรงลัพธ์ที่ทำต่อวัตถุ
18. ทดลองและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุ และนำความรู้
ไปใช้ประโยชน์
19. ทดลองและอธิบายแรงพุงของของเหลว ที่กระทำต่อวัตถุ

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มี
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้
ประโยชน์

ตัวชี้วัดที่

20. ทดลองและอธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิตกับแรง
และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
21. ทดลองและวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
22. สังเกต และอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็น แนวตรง และแนวโค้ง

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดที่

23. อธิบายงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านี้ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

24. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

25. คำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ ไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

26. สังเกตและอภิปรายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้องปลอดภัย และประหยัด

27. อธิบายตัวต้านทาน ไคโอด ทรานซิสเตอร์ และทดลองต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่มี ทรานซิสเตอร์

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดที่

28. สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก

29. สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ

30. ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรี ยนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัดที่

31. สืบค้นและอภิปรายความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้สำรวจอวกาศ วัตถุท้องฟ้า สภาพอากาศ ทรัพยากร ธรรมชาติ การเกษตร และการสื่อสาร

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัดที่

32. ตั้งคำถาม ที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่อง ที่สนใจ ได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้
33. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี
34. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
35. รวบรวมข้อมูลจัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ
36. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
37. สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบ ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
38. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ
39. บันทึกและอธิบายผลการสังเกตการสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือได้แย้งจากเดิม
40. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

3. คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง

4. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

5. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

6. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

7. ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทิศาคะเนคคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

8. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

9. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

10. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

12. แสดงถึงความซื่อสัตย์ ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

13. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. งานวิจัยในประเทศ

ระพีพันธ์ ครามมี (2544 : 79-81) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนแบบแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดปากน้ำวิทยาคม เขตคลองสาน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แผนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม รายวิชา ประชากรกับสิ่งแวดล้อม (ส 035) 2) แผนการสอนแบบแก้ปัญหา รายวิชา ประชากรกับสิ่งแวดล้อม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 20 คาบเรียน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาสังคมศึกษา รายวิชา ประชากรกับสิ่งแวดล้อม (ส 035) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .75 ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .32-.89 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง .23-.89 และ 4) แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .79 ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .32-.72 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง .20-.57

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t - test

ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาสังคมโดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม กับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบแก้ปัญหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนวิชาสังคมโดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จุฑาทิพย์ สายสี (2546 : 97) ได้สร้างแบบทดสอบวัดการคิดคอนเนกนัยด้านสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยสร้างตามแบบจำลองโครงสร้างทางสถิติปัญญาของกิลฟอร์ด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 390 คน ผลการวิจัยพบว่า ข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบสามารถจำแนกนักเรียนที่มีความคิดคอนเนกนัย

เชิงสัญลักษณ์คณิตศาสตร์สูงและต่ำได้ ความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนได้ถึงร้อยละ 85 (0.9225) ขึ้นไป แสดงว่าแบบทดสอบวัดการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเชื่อมั่นในการตรวจให้คะแนนสูง และแบบทดสอบ 6 ฉบับ ในแต่ละด้านสามารถจำแนกวัดองค์ประกอบตามโครงสร้างที่ผู้วิจัยกำหนดได้ และในแต่ละฉบับวัดองค์ประกอบเดียวกัน

ขอบกิจ กนกหงส์ (2547 : 102) ได้สร้างแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานประถมศึกษาจังหวัดหนองบัวลำภู ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้ กล่าวคือ ความตรงเชิงโครงสร้างมีค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้ค่า GFI เท่ากับ 0.90 ค่า AGFI เท่ากับ 0.89 และค่า RMR เท่ากับ 0.045 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กับแบบการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างโดยชาลิณี เอี่ยมศรี เท่ากับ 0.557 สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น KR-20 เท่ากับ 0.742 และความเชื่อมั่นแบบคงเส้นคงวาโดยการวัดซ้ำ มีค่าเท่ากับ 0.917 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.241 ถึง 0.688 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.058 ถึง 0.491

กฤษณ์ สิมเสมอ (2549 : 95) ได้พัฒนาแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ตามทฤษฎีเชาว์ปัญญาของ Sternberg สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นตามทฤษฎีเชาว์ปัญญาของ Sternberg มีจำนวน 46 ข้อ มีความยากตั้งแต่ .39 - .80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .24 - .74 และความเชื่อถือได้เท่ากับ .87 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางภาษา มีความยากตั้งแต่ .51 - .80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .36 - .56 และความเชื่อถือได้เท่ากับ .68 ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางปริมาณมีความยากตั้งแต่ .44 - .74 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .27 - .57 และความเชื่อถือได้เท่ากับ .77 ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางการแก้ปัญหา มีความยากตั้งแต่ .42 - .66 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .24 - .74 และความเชื่อถือได้เท่ากับ .58 ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางรูปภาพ มีความยากตั้งแต่ .39 - .69 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .29 - .63 และความเชื่อถือได้เท่ากับ .76 2) คะแนนเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ตามทฤษฎีเชาว์ปัญญาของ Sternberg ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี มีช่วงคะแนนตั้งแต่ T18 ถึง T78

เดือนใจ สิริศาสตร์ (2550 : 122) การสร้างแบบประเมินความสามารถในการอ่านคิดวิเคราะห์ และเขียน ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 พบว่า 1) แบบวัดภาคปฏิบัติ จำนวน 3 ฉบับ ที่สร้างขึ้นมีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย ตั้งแต่ 0.68 ถึง 0.76 ค่าความเชื่อมั่น มีค่าตั้งแต่ 0.63 ถึง 0.92 และค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบวัดภาคปฏิบัติ

มีค่าตั้งแต่ 0.67 ถึง 0.91 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนจำนวน 1 ฉบับ มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.57 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ที่มีค่าเท่ากับ 0.74 และค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยเทคนิคกลุ่มรู้ซัด (Known - Group Technique) จำแนกระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนสูงกับกลุ่มที่มีความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนต่ำ พบว่า กลุ่มที่มีความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนสูง มีความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนสูงกว่ากลุ่มที่มีความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเกณฑ์เท่ากับร้อยละ 60

พัชริน สุภารี (2550 : 68) ได้สร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 ตามทฤษฎีการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ Watson และ Glaser ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จำนวน 6,302 คน ผลการวิจัยพบว่า แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ กล่าวคือ ความตรงเชิงโครงสร้างมีค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้ค่า GFI เท่ากับ 0.870 ค่า AGFI เท่ากับ 0.858 และค่า RMR เท่ากับ 0.011 ส่วนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างโดย ลำไย สันรัมย์ นั้นมีค่าเท่ากับ 0.523 ค่าความเที่ยงแบบความคงเส้นคงวาโดยการวัดซ้ำ มีค่าเท่ากับ 0.889 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.09 ถึง 0.45

ศิรินภา นามมณี (2551 : 86) ได้ศึกษาการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ ได้ กล่าวคือ ความตรงเชิงโครงสร้างมีค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้ค่า GFI เท่ากับ 0.827 ค่า AGFI เท่ากับ 0.810 และค่า RMR เท่ากับ 0.0137 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับแบบวัดความสามารถเลื่อนไหลสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายที่สร้างขึ้นโดย สุนิดา กิตติศรีธนานันท์ เท่ากับ 0.61 ค่าความเที่ยงแบบความคงเส้นคงวาโดยการวัดซ้ำ มีค่าเท่ากับ 0.93 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.39 ถึง 0.69 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.31 ถึง 0.55 คะแนนที่ปกติในแต่ละด้านดังนี้ ด้านการวิเคราะห์ ความสำคัญอยู่ในช่วง T28-T74 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์อยู่ในช่วง T29-T73 การวิเคราะห์หลักการอยู่ในช่วง T25-T71

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Rosman (1966 : 2126-2131) ได้ศึกษาการคิดแบบวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 คิดแบบวิเคราะห์มากกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และยังพบต่อไปอีกว่าการคิดแบบวิเคราะห์ มีความสัมพันธ์ในทางลบกับแบบทดสอบวัดสติปัญญาของเวกเลอร์ (Wechsler Intelligence Scale for Children) ความสัมพันธ์กับแบบทดสอบที่เกี่ยวกับด้านภาษา (Verbal Test) นอกจากนั้นการคิดแบบวิเคราะห์ยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามอายุและมีความสัมพันธ์กับความพร้อมการเรียนรู้ และแรงจูงใจอีกด้วย

Lumpkin (1991 : 3694-A) ได้ศึกษาผลการสอนทักษะการคิดวิเคราะห์ที่มีต่อความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนระดับ 5 และ 6 ผลการวิจัยพบว่า เมื่อได้สอนทักษะการคิดวิเคราะห์แล้ว นักเรียนระดับ 5 และ 6 มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนระดับ 5 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาไม่แตกต่างกัน สำหรับนักเรียนระดับ 6 ที่เป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม

Polanski (1975 : 5952-5953) ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปฏิบัติการคิดเชิงตรรกศาสตร์ การคิดวิจารณ์ญาณ และความคิดสร้างสรรค์ กับความเข้าใจแบบวิทยาศาสตร์ การคิดวิจารณ์ญาณมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับตัวประกอบที่เรียกว่า ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ส่วนความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพียงเล็กน้อย ทั้งนี้พบว่านักเรียนระดับเกรด 6 ทำคะแนนจากการสอบทุกด้าน ได้ดีกว่านักเรียนระดับเกรด 4

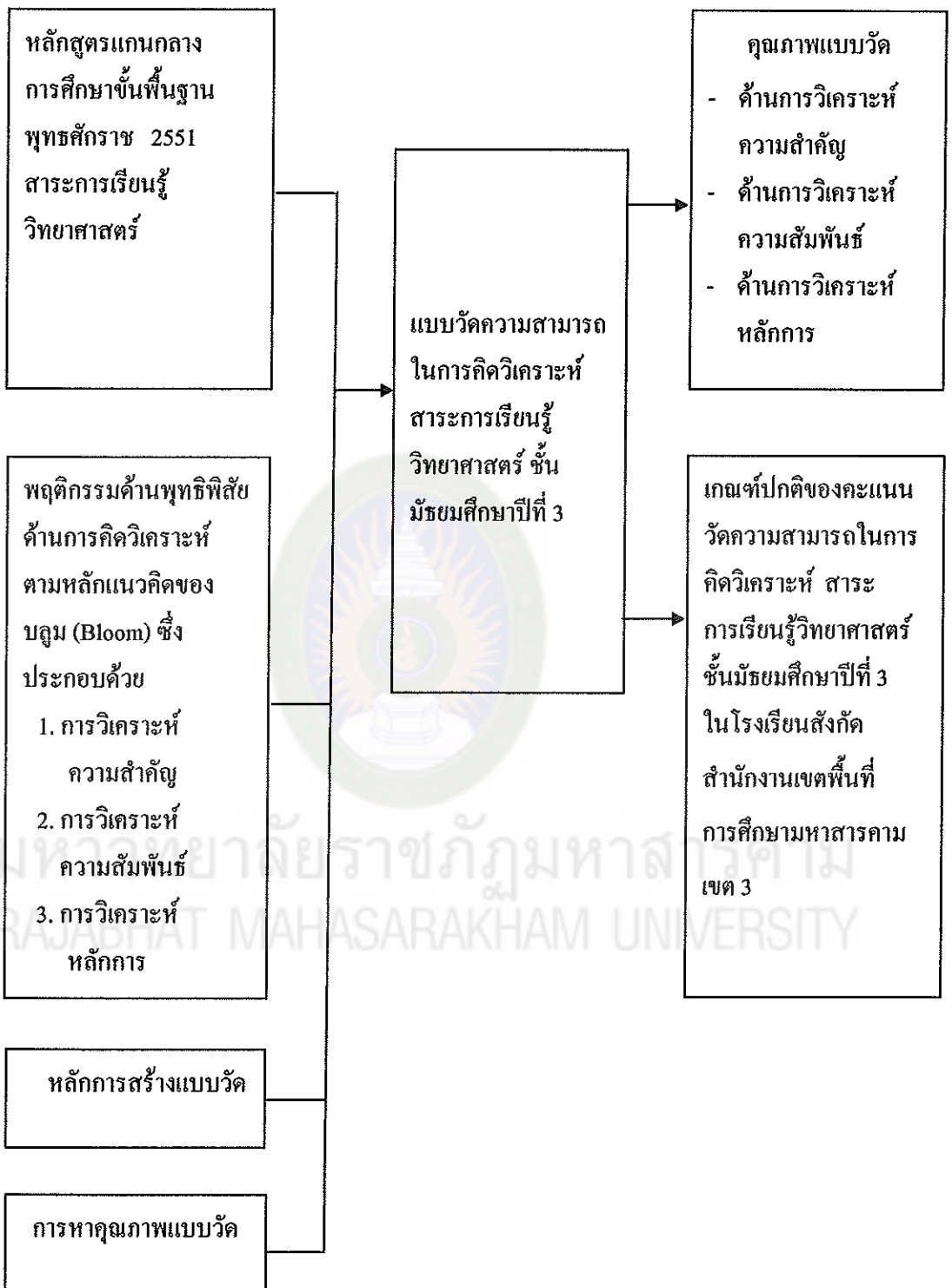
Cassarino (2007 : unpagged) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อการคิดวิเคราะห์และทักษะการแก้ปัญหาโดยมีนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จำนวน 13 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลกระทบต่อสมมุติฐานการพิจารณาเหตุผลและทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมกับการเรียนรู้โดยใช้ตัวเองเป็นหลัก โดยมีเครื่องมือคือแบบสังเกต การบันทึกข้อมูล พบว่า มีอุปสรรคในการแก้ไขปัญหในการทำงานเป็นกลุ่ม แต่ได้รับการเรียนรู้ที่จะใช้กลยุทธ์ในการแก้ไขปัญญา การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถนำไปปรับปรุงการทำงานแบบกลุ่มที่เกี่ยวกับเครือข่ายด้านสังคม เทคโนโลยีและกลยุทธ์การแก้ไขปัญญา จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ส่วนมากจะเป็นแบบวัดการคิดทั่วไป โดยเป็นการคิดที่อยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้

ทั่วไป ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สารระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เฉพาะ สารระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ได้พัฒนาตามความสามารถอย่างเต็ม ตามศักยภาพให้เหมาะสมต่อไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดการวิจัย