

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีและการวัดแบบราสช์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.2 การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (ONET)
 - 1.3 การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์
 - 2.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
 - 2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์
 - 2.2.1 ทฤษฎีการคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy)
 - 2.2.2 แนวคิดของแอนเดอร์สันและแครทโฮล (Anderson & Krathwohl)
 - 2.2.3 แนวคิดของไซเนอร์และลิสตัน (Zeichner & Liston)
 - 2.2.4 ทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy)
 - 2.3 ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์
 - 2.4 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์
 - 2.5 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอนุกรมวิธานแบบโซโล (SOLO Taxonomy)
4. หลักการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี (Construct Map)
 - 4.1 ความสำคัญของแผนที่ภาวะสันนิษฐาน
 - 4.2 การสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน
 - 4.3 แผนที่ภาวะสันนิษฐานกับคำบรรยายระดับความสามารถ
 - 4.4 แนวทางการสร้างข้อสอบที่เชื่อมโยงกับแผนที่ภาวะสันนิษฐาน
 - 4.5 ประโยชน์ของโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี
5. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการประเมินที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ
 - 5.1 ระบบการประเมินผล The BEAR assessment system
 - 5.2 องค์ประกอบของระบบการประเมินแบบ 4 หน่วยโครงสร้าง

6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบด้วยการวัดแบบบราสส์
 - 6.1 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
 - 6.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยการใช้โมเดลบราสส์
 - 6.3 การกำหนด criterion zone บน Wright Map
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
8. กรอบแนวคิดของการวิจัย

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีการกำหนดเป้าหมายของหลักสูตรในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน และกระบวนการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติ มีการกำหนดวิสัยทัศน์ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ชัดเจน เพื่อมุ่งพัฒนาผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง แสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ มีความรู้ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต โดยมุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิดเป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิด อย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและ

เทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยมีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้สำคัญ 8 สาระ ได้แก่

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรง ยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจ อวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและ สิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ แก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1.2 การทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET)

จากการสรุปรายงานผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนระดับชาติ ปีการศึกษา 2558 (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2559 : 10,11,87,91) ในการดำเนินการทดสอบทางการศึกษา

ระดับชาติขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2558 ยึดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นกรอบในการประเมินคุณภาพผู้เรียน โดยได้ทำการสรุปผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนจากการทดสอบไว้อย่างละเอียดในหลายๆ ประเด็น ซึ่งผู้วิจัยขอสรุปรายละเอียดจากรายงานผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนระดับชาติ ปีการศึกษา 2558 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างปีการศึกษา 2558 กับปีการศึกษา 2557 ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่าผลการทดสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าปีการศึกษา 2557 และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ถูกระบุให้เป็นสาระการเรียนรู้ที่ควรปรับปรุงเร่งด่วนอีกด้วย ในส่วนของคะแนนเฉลี่ยในแต่ละสาระการเรียนรู้ สรุปว่าสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร คือสาระการเรียนรู้ที่ต้องปรับปรุงเร่งด่วนเนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่ำกว่า 50 โดยมีผลคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศดังนี้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 41.54 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 38.24 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 29.81 คะแนนเฉลี่ยในแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ สรุปว่ามาตรฐานการเรียนรู้ที่ควรปรับปรุงเร่งด่วนของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยมีผลคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศดังนี้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 37.54 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 40.21 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 25.59

ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลโครงสร้าง รูปแบบและจำนวนข้อของการออกแบบทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน ตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2554 - 2558 พบว่าในการทดสอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกระดับชั้น สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรง ยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ เป็นส่วนของเนื้อหาที่ถูกนำมาใช้ในการออกแบบทดสอบมากที่สุดและมีจำนวนข้อและคะแนนรวมมากกว่าสาระอื่นๆ สรุปผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 1

ตาราง 1 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลการออกข้อสอบ ONET ตามสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ย้อนหลัง 5 ปี

สาระ / มาตรฐานการเรียนรู้		ปี 2558				ปี 2557				ปี 2556				ปี 2555				ปี 2554				สถิติ 5 ปีย้อนหลัง		สถิติ 5 ปีย้อนหลัง	
		ป.4-6		ม.1-3		ป.4-6		ม.1-3		ป.4-6		ม.1-3		ป.4-6		ม.1-3		ป.4-6		ม.1-3		ป.4-6		ม.1-3	
		ข้อ	คะแนน	ข้อ	คะแนน	ข้อ	คะแนน	ข้อ	คะแนน	ข้อ	คะแนน	ข้อ	คะแนน	ข้อ	คะแนน	ข้อ	คะแนน	ข้อ	คะแนน	ข้อ	คะแนน	ข้อ	คะแนน	ข้อรวม	คะแนน
สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	ว 1.1	5	15	3	6	7	21	3	6	7	21	3	6	7	21	5	10	5	12.5	4	8	31	90.5	18	36
	ว 1.2	3	9	3	8	3	9	2	4	3	9	2	4	4	12	2	4	3	7.5	2	4	16	46.5	11	24
สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	ว 2.1	1	5	5	12	2	6	3	8	2	6	3	8	2	6	1	2	2	5	4	8	9	28	16	38
	ว 2.2	1	3	2	4	2	6	3	6	2	6	3	6	2	6	1	2	1	2.5	1	2	8	23.5	10	20
สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร	ว 3.1	4	14	4	8	3	9	5	12	3	9	5	12	2	8	5	10	3	7.5	5	10	15	47.5	24	52
	ว 3.2	2	6	2	4	1	3	6	12	1	3	6	12	2	6	4	8	2	5	3	8	8	23	21	44
สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	ว 4.1	3	9	8	18	3	9	3	8	3	9	3	8	3	9	4	10	4	10	3	6	16	46	21	50
	ว 4.2	1	3	5	12	1	3	2	4	1	3	2	4	1	3	4	10	0	0	1	4	4	12	14	34
สาระที่ 5 พลังงาน	ว 5.1	5	15	6	14	3	9	8	20	3	9	8	20	3	9	6	16	5	12.5	9	24	19	54.5	37	94
สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	ว 6.1	4	12	0	0	2	6	4	8	2	6	4	8	3	11	5	10	5	12.5	6	12	16	47.5	19	38
สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ	ว 7.1	3	9	5	10	3	9	4	8	3	9	4	8	3	9	3	8	3	7.5	2	4	15	43.5	18	38
	ว 7.2	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	2.5	3	6	1	2.5	7	14
สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ว 8.1	0	0	0	0	2	10	2	4	2	10	2	4	0	0	3	6	3	15	2	4	7	35	9	18

จากความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น ประกอบกับจุดเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้มีความสามารถในการคิดและการคิดขั้นสูง โดยกำหนดให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับการคิดขั้นสูงอื่นๆ ต่อไป (กระทรวงศึกษาธิการ, 2555) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มาใช้เป็นขอบเขตเนื้อหาในส่วนของสร้างข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน วิทยาศาสตร์ และผู้วิจัยได้ศึกษาการวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่าในสารที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 เป็นสารที่ผู้เรียนทุกระดับของการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความรู้ในสารที่ 3 สารและสมบัติของสาร อย่างต่อเนื่องตามลำดับ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551 : 40-46) ด้วยหลักการและแนวคิด เนื้อหาสาระและสมบัติของสาร ผู้เรียนสามารถที่จะนำความรู้ไปใช้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นและผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงจากสถานการณ์ในการใช้สารนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

1.3 การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยได้ศึกษาโครงสร้างหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จากตารางวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดรายวิชาวิทยาศาสตร์ สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 ประกอบด้วย ตัวชี้วัด 4 ตัวชี้วัด โดยระบุหลักการ แนวคิด เนื้อหาสาระที่ผู้เรียนต้องได้รับจากการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร ดังตาราง 2

ตาราง 2 ตารางวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดรายวิชาวิทยาศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3. 1

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
1. ทดลองและจำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้เนื้อสารหรือขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์และอธิบายสมบัติของสารในแต่ละกลุ่ม	เมื่อใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์จำแนกได้เป็นสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม ซึ่งสารแต่ละกลุ่มจะมีสมบัติแตกต่างกัน เมื่อใช้อุณหภูมิของสารเป็นเกณฑ์จำแนกสารเป็นสารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารละลาย ซึ่งสารแต่ละกลุ่มจะมีสมบัติแตกต่างกัน	ตั้งคำถาม สังเกต ตั้งสมมติฐาน วางแผนและออกแบบการทดลอง ทดลอง รวบรวมข้อมูล จัดกระทำ วิเคราะห์ บันทึก สรุปผลการทดลอง จำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้เนื้อสารหรือขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์และอธิบายสมบัติของสารแต่ละกลุ่ม นำเสนอผลงาน
2. อธิบายสมบัติและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารโดยใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสาร	1. สั รูปร่าง ความแข็ง ความหนาแน่น จุดเดือด จุดหลอมเหลวเป็นสมบัติทางกายภาพของสาร ความเป็นกรด-เบส ความสามารถในการรวมตัวกับสารอื่น ๆ การแยกสลายของและการเผาไหม้ เป็นสมบัติทางเคมี 2. สารในสถานะต่างๆ มีลักษณะการจัดเรียงอนุภาค ระยะห่างระหว่างอนุภาค และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคแตกต่างกัน ซึ่งสามารถใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสาร อธิบายสมบัติบางประการได้	ตั้งคำถาม สังเกตวางแผนและออกแบบศึกษาข้อมูล รวบรวมบันทึก วิเคราะห์ สรุป นำเสนอและอธิบายเกี่ยวกับสมบัติและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารโดยใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสารและนำเสนอผลงาน

ตาราง 2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
3. ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลาย	สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายอาจมีสมบัติเป็นกรดกลางหรือเบส ซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วยกระดาษลิตมัสหรืออินดิเคเตอร์	ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง เลือกวิธีและทำการทดลอง ตรวจสอบความเป็นกรด – เบสของสารละลาย โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม บันทึกผลวิเคราะห์ข้อมูล พิจารณาความสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้และนำเสนอวิธีการและผลที่พบ
4. ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. ความเป็นกรด – เบส ของสารละลาย ระบุค่าเป็น pH ซึ่งตรวจสอบด้วยเครื่องมือวัดค่า pH หรือยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ 2. ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันมีความเป็นกรด – เบสแตกต่างกันจึงควรเลือกใช้ อย่างถูกต้องปลอดภัยต่อตนเองและสิ่งแวดล้อม	ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน วางแผนและออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง เพื่อตรวจสอบความเป็นกรด – เบส ของสารในชีวิตประจำวัน โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม บันทึกผลวิเคราะห์ข้อมูล พิจารณาความสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ นำเสนอวิธีการและผลการตรวจสอบความเป็นกรด – เบส ของสารและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

2.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

มีนักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่าน ได้ให้ความหมายหรือนิยามของการคิดวิเคราะห์ไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน 2546: 251,1071) ได้ระบุความหมายของคำว่า “คิด” หมายถึง ทำให้ปรากฏเป็นรูปหรือประกอบให้เป็นรูปหรือเป็นเรื่องขึ้น ในใจ ไคร่ครวญ ไตร่ตรอง คัดคะเน คำนวณ มุ่ง จงใจ ตั้งใจ นึก และให้ความหมายของคำว่า “วิเคราะห์” หมายถึง ไคร่ครวญแยกออกเป็นส่วนๆ เพื่อศึกษาให้ถ่องแท้ ดังนั้น คำว่า คิดวิเคราะห์ จึงมีความหมายโดยรวมว่า การไคร่ครวญ ไตร่ตรอง คัดคะเน คำนวณด้วยความตั้งใจพิจารณาแยกออกเป็นส่วนๆ เพื่อศึกษาให้ถ่องแท้

บลูม (Bloom, 1956 : 6 – 9) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถ ในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร มีอะไรเป็นสาเหตุ มีอะไรเป็นผลและที่เป็นอย่างนั้นด้วยหลักการอะไร

รัสเซล (Russel, 1956 : 181-182) ให้ความหมายว่า การคิดวิเคราะห์นั้นเป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาชนิดหนึ่ง โดยผู้คิดจะต้องพิจารณาตัดสินเรื่องราวต่าง ๆ ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดวิเคราะห์จึงเป็นกระบวนการประเมินหรือการจัดหมวดหมู่โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันมาก่อน แล้วสรุปหรือพิจารณาตัดสิน

วัตสัน และเกรเซอร์ (Watson & Glaser, 1964 : 11) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้และทักษะ โดยทัศนคติเป็นการแสดงออกทางจิตใจต้องการสืบค้นจากปัญหาที่มีอยู่ ความรู้จะเกี่ยวกับการใช้เหตุผลในการประเมินสถานการณ์ การสรุปความเที่ยงตรงและการเข้าใจในความเป็นนามธรรม ส่วนทักษะจะประยุกต์รวมอยู่ในทัศนคติและความรู้

กู๊ด (Good, 1973 : 680) ระบุว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล

ดิวอี้ (Dewey, 1993) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึงการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบและจริงจังเกี่ยวกับความเชื่อใด ๆ หรือความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ บนพื้นฐานของสิ่งสนับสนุนการคิดพิจารณานั้นและหมายถึงการพินิจพิจารณาข้อสรุปที่เป็นเป้าหมายของการคิดนั้นซึ่งกว้างไกลกว่าสภาวะที่ความคิดนั้นปรากฏอยู่

ไซเนอร์ (Zeichner, 1991) ระบุว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความคิดที่จะต้องใช้เหตุผลในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ หรือวิเคราะห์ความคิดของตนเองด้วย แล้วพยายามตอบโต้ความคิดนั้นด้วยการสะท้อนแย้งมุมต่างๆ ของความคิดนั้นๆ ออกมา

อัลฟาโรและลีเฟเวร์ (Alfaro & LeFevre, 1995 : 177) อธิบายความหมายของการวิเคราะห์ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการทางปัญญาที่บุคคลจะใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจธรรมชาติของบางสิ่งบางอย่างได้ดีขึ้น โดยการแยกส่วนรวมหรือภาพรวมของสิ่งนั้นอย่างระมัดระวังให้ได้เป็นส่วนย่อย

สเตอร์นเบิร์ก (Sternberg, 1999 : 507) ได้อธิบายว่า การคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการที่ทำให้องค์ประกอบที่เป็นภาพรวมที่ซับซ้อน แยกเป็นองค์ประกอบย่อยๆ ได้

มาร์ซาโน (Marzano, 2001 : 58) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ ต้องใช้เหตุผล คิดอย่างลึกซึ้งและหลากหลาย มีการคิดโดยพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วนและต้องมีเหตุผล สามารถระบุความเหมือนหรือความแตกต่าง สามารถจัดลำดับ จัดหมวดหมู่ หรือจัดประเภทของความรู้ของสิ่งต่าง ๆ ได้ ระบุเหตุผลของการเกิดข้อผิดพลาดของข้อมูล สามารถตีความ

หรือบอกหลักเกณฑ์พื้นฐานของความรู้ ระบุ เจาะจง หรือสรุปอย่างมีเหตุผล จนสามารถเกิดเป็นความรู้ใหม่ได้

ทิตานา แชมมณี (2545 : 401) ระบุว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดที่ต้องใช้ คำตอบแยกแยะข้อมูลและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่แยกแยะนั้นหรืออีกนัยหนึ่งคือการเรียนรู้ ในระดับที่ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าอะไรเป็นสาเหตุ เหตุผล หรือแรงจูงใจ ที่อยู่เบื้องหลัง ปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง

ชาติ แจมหนูช (2545 : 54) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ ว่าเป็นการคิดที่สามารถแยกสิ่งสำเร็จรูป ได้แก่ วัตถุสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว หรือบรรดาเรื่องราว เนื้อเรื่อง หรือสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหลักเกณฑ์หรือหลักการที่กำหนดให้ เพื่อค้นหาความจริงหรือความสำคัญที่แฝงอยู่ภายใน

สุวิทย์ มูลคำ (2549 : 9) สรุปว่า การคิดวิเคราะห์ คือ ความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสภาพ ความเป็นจริงหรือ สิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2553 : 2) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วนๆ เพื่อค้นหาว่าทำมาจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร เชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์ (2550 : 45) ระบุว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดโดย พิจารณา จำแนก แยกแยะ ไตร่ตรอง ไคร่ครวญ แจกแจงส่วนประกอบของการจัดหมวดหมู่ใน เรื่องราวหรือสถานการณ์โดยใช้ความรู้ ความคิดในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่ ข้อสรุปที่เป็นไปได้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2548) กล่าวว่า กระบวนการคิดวิเคราะห์เป็น กระบวนการที่ใช้ในการจำแนกแยกแยะสิ่งที่เห็น สิ่งที่พบ สิ่งที่ได้ยิน สิ่งที่สัมผัส สิ่งที่ชิมรส หรือ สิ่งที่ดมกลิ่น แล้วแยกออกด้วยความคิดที่มาจากสิ่งต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ว่าคืออะไร มีองค์ประกอบ อย่างไร เชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2549) ได้สรุปความหมายของการคิด วิเคราะห์ คือ การระบุเรื่องหรือปัญหา การจำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูลหรือเพื่อจัดกลุ่ม อย่างเป็นระบบ ระบุเหตุผลหรือเชื่อม โยงความสัมพันธ์ของข้อมูลและตรวจสอบข้อมูล หรือหา ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอในการตัดสินใจ แก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์

ปรีดาพรรณ อ่อนนางใย (2555 : 4) ความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การพิจารณา แยกแยะส่วนย่อยๆ ของเรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ อย่างมีเหตุผลบนพื้นฐานความรู้เดิม และพิจารณาได้ว่าส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง อะไรที่เป็นสาเหตุ อะไรที่เป็นผล และเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใด ซึ่งจะทำให้เราได้

ข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจแก้ปัญหา ประเมินและตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

สุนทรีย์ วัฒนพันธ์ (2555 : 11) การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนก การให้รายละเอียด ให้เหตุผลและจับประเด็นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ตุการณ์ระหว่างเรียนกับหลักคุณธรรม จริยธรรม โดยใช้กระบวนการคิด นำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

วรรณภา โรจนะบุรานนท์ (2557 : 5) การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดระดับสูงที่เกิด ขึ้นด้วยกระบวนการที่ซับซ้อน เป็นความสามารถในการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาสามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ หรือเป็นหมวดหมู่ได้ โดยพิจารณาอย่างรอบคอบถึงสภาพการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีข้อเท็จจริงเพียงใดในการตัดสินใจ

จากความหมายของการคิดวิเคราะห์ ที่นักการศึกษาข้างต้นกล่าวไว้ข้างต้นส่วนใหญ่จะเป็นไปในแนวเดียวกัน ผู้วิจัยจึงสรุปความหมายว่า “การคิดวิเคราะห์” หมายถึง การคิดที่มีความซับซ้อนอย่างลึกซึ้งละเอียดถี่ถ้วนในการพิจารณาสิ่งต่างๆ ซึ่งอาจเป็นข้อมูล เรื่องราวหรือสถานการณ์ ประกอบด้วยความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบออกเป็น ส่วนย่อย โดยสามารถให้รายละเอียดด้วยการให้เหตุผลที่ถูกต้องจากพื้นฐานความรู้หรือหลักการ ระบุได้ว่าองค์ประกอบหรือส่วนย่อยนั้นๆ มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร ระบุได้ว่าสิ่งใดเป็นเหตุสิ่งใดเป็นผล นำไปสู่ข้อสรุปหรือการตัดสินใจที่ถูกต้องเพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ การคาดการณ์ทำนายคำตอบล่วงหน้า นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ หรือเกิดเป็นความรู้ใหม่

2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้สอดคล้องกับงานวิจัย ดังนี้

2.2.1 ทฤษฎีการคิดของบลูม (Bloom's taxonomy)

ในปี ค.ศ.1956 บลูมและคณะ (Bloom & other,1956) ได้พัฒนากรอบทฤษฎีที่ใช้เป็นเครื่องมือการจัดประเภทพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกทางปัญญาและการคิดอันเป็นผลมาจากประสบการณ์การศึกษา เรียกว่า Bloom's taxonomy ซึ่งกำหนดไว้ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) ด้านจิตพิสัย (affective domain) และด้านทักษะทางกาย (psychomotor domain) ในการออกแบบหลักสูตร จัดการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ก็ได้อาศัยกรอบทฤษฎีดังกล่าวนี้ ซึ่งพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยถูกนำไปใช้มากที่สุด

พุทธิพิสัย (cognitive domain) เป็นพฤติกรรมด้านสมองเกี่ยวกับสติปัญญา ความคิด ความสามารถในการคิดเรื่องราวต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งพฤติกรรมทางพุทธิพิสัย 6 ระดับ (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2552 : 11-12) ได้แก่

1.ความรู้ (knowledge) ความสามารถในการจดจำแนกประสบการณ์ต่างๆ และระลึกเรื่องราวนั้นๆ ออกมาได้ถูกต้องแม่นยำ

2.ความเข้าใจ (comprehension) ความสามารถบ่งบอกใจความสำคัญของ เรื่องราวโดยการแปลความหลัก ตีความได้ สรุปใจความสำคัญได้

3.การนำความรู้ไปประยุกต์ (application) ความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีดำเนินการต่างๆของเรื่องที่รู้มา นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

4.การวิเคราะห์ (analysis) ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวที่สมบูรณ์ ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้อย่างชัดเจน

5.การสังเคราะห์ (synthesis) ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้า เป็นเรื่องราวเดียวกันโดยปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้น

6.การประเมินค่า (evaluation) ความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสิน กระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไปการประเมินเกี่ยวข้องกับการใช้เกณฑ์คือมาตรฐานในการวัดที่กำหนดไว้

โดยบลูมและคณะได้เสนอกรอบการคิดออกเป็น 2 ระดับ คือ พัฒนา ความคิดระดับต่ำ (lower order thinking skills) และการพัฒนาความคิดระดับสูง (higher order thinking skills) มีรายละเอียดดังนี้

1. พัฒนาความคิดระดับต่ำ (lower order thinking skills) ประกอบด้วย

ระดับ 1 : ความรู้ (knowledge)

ระดับ 2 : ความเข้าใจ (comprehension)

ระดับ 3 : นำไปใช้ /การประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่

(application)

2. การพัฒนาความคิดระดับสูง (higher order thinking skills)

ประกอบด้วย

ระดับ 4 : การวิเคราะห์ (analysis) ระบุนความสัมพันธ์และเหตุจูงใจ

ระดับ 5 : การสังเคราะห์ (synthesis) การเชื่อมโยงข้อเท็จจริงโดย

เหตุผลหรือรูปแบบใหม่

ระดับ 6 : การประเมิน (evaluation) ใช้เกณฑ์และสถานการณ์เพื่อ

วินิจฉัยและการตัดสินผล

การที่บุคคลจะมีทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ จะต้องสามารถ วิเคราะห์เข้าใจในสถานการณ์ใหม่หรือข้อความจริงใหม่ได้ ดังนั้นการจะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ในระดับใดหรือหลายระดับนั้น ขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระที่เป็นองค์ความรู้ อาจต้องผสมผสานข้อมูลความรู้ ในลักษณะรูปแบบต่างๆ เช่น การจดจำพวก การแปล การตีความ การประยุกต์ การวิเคราะห์

ส่วนย่อย และความสัมพันธ์เพื่อการสร้างความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้สู่การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินผลตามจุดมุ่งหมายการศึกษาของบลูม โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการวิเคราะห์จะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ สถานการณ์ใหม่ในเชิงสร้างสรรค์ เพราะเป็นการพัฒนาความสามารถในระดับการมีเหตุผลและเป็น การเรียนรู้ที่คงทนของแต่ละบุคคลแม้จะจำรายละเอียดของความรู้ไม่ได้ นักเรียนจึงต้องเรียนรู้วิธีการวิเคราะห์และภายใต้สภาวะใดที่ต้องนำความสามารถด้านการวิเคราะห์มาใช้ (Bloom ; et al.,1971) กล่าววาทักษะการคิดวิเคราะห์มี 3 ลักษณะ คือ

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ (analysis of element) หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดได้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทมากที่สุด สิ่งใดเป็นเหตุ สิ่งใดเป็นผล ซึ่งการคิดวิเคราะห์ความสำคัญนี้จะประกอบไปด้วย “การวิเคราะห์ชนิด” เป็นการวินิจฉัยว่าสิ่งนั้นหรือเหตุการณ์นั้น จัดเป็นชนิดหรือลักษณะใด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น “วิเคราะห์สิ่งสำคัญ” เป็นการวินิจฉัยว่าสิ่งใดสำคัญหรือไม่สำคัญ การค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่นหรือจุดด้อย ของสิ่งต่างๆ และ “วิเคราะห์เลศนัย” เป็นการมุ่งค้นหาสิ่งแอบแฝงหรืออยู่เบื้องหลังของสิ่งที่เห็น อาจไม่ได้บ่งบอกตรงๆ แต่มีร่องรอยของความเป็นจริงซ่อนอยู่

2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (analysis of relationship) หมายถึง การค้นหาความสัมพันธ์ย่อยๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้น ๆ มีความเกี่ยวพัน สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร ได้แก่ วิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์ วิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ วิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์ วิเคราะห์จุดประสงค์ของความสัมพันธ์ วิเคราะห์สาเหตุของความสัมพันธ์ และวิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย

3. การคิดวิเคราะห์เชิงหลักการ (analysis of organizational principles) หมายถึง การค้นหาโครงสร้างระบบ และสิ่งของเรื่องราวและการทำงานต่างๆ ว่า สิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นได้เนื่องด้วยอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลัก เป็นแกนกลางมีหลักการอย่างไร มีเทคนิคหรือยึดถือคติใด มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดถือหลักการใด การวิเคราะห์หลักการเป็นการวิเคราะห์ที่ถือว่ามีความสำคัญที่สุด การจะวิเคราะห์ได้ดี จะต้องมีความรู้ความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ดีเสียก่อน เพราะผลจากความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์จะทำให้สามารถสรุปเป็นหลักการได้ ประกอบด้วย “วิเคราะห์โครงสร้าง” เป็นการค้นหาโครงสร้างของสิ่ง “วิเคราะห์หลักการ” เป็นการแยกแยะเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่างๆ แล้วสรุปหลักการเป็นคำตอบได้

2.2.2 แนวคิดของแอนเดอร์สัน และแครทโฮล (Anderson & Krathwohl)

โดยปรับปรุงทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's Taxonomy 2001)

ในปี ค.ศ.2001 แอนเดอร์สันและแครทโฮล (Anderson & Krathwohl, 2001) ได้นำเสนอแนวคิดปรับปรุง Bloom's Taxonomy ในการจำแนกพฤติกรรมย่อยเพื่อ

ให้มีเหมาะสมกับบริบทในการศึกษายุคใหม่เพื่อเป็นเครื่องมือให้ครูออกแบบการสอนให้มีประสิทธิภาพและทันสมัย โดยความสามารถที่ซับซ้อนน้อยไปหามาก ดังการเปรียบเทียบรายละเอียด ตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบ Bloom's Taxonomy 1956 และ Bloom's Taxonomy 2001

Old Version (Bloom's Taxonomy 1956)	New Version (Bloom's Taxonomy 2001)
Evaluation (การประเมินค่า)	Creating (สร้างสรรค์)
Synthesis (การสังเคราะห์)	Evaluating (ประเมิน)
Analysis (การวิเคราะห์)	Analyze (วิเคราะห์)
Application (การนำไปใช้)	Applying (ประยุกต์)
Comprehension (ความเข้าใจ)	Understanding (เข้าใจ)
Knowledge (ความรู้)	Remembering (จำได้)

จากตาราง 3 สรุปความแตกต่างของแนวคิดของแอนเดอร์สัน และ แครทโฮล (Anderson & Krathwohl) ซึ่งได้จากการปรับปรุงแนวคิดการแบ่งประเภทการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ซึ่งได้ปรับปรุงวัตถุประสงค์ให้พิจารณาเป็น 2 มิติ คือ พิจารณาลักษณะของความรู้ และ พิจารณาการเรียนรู้ทางปัญญา 6 ชั้น สิ่งที่แตกต่าง คือ การเพิ่มมิติด้านลักษณะความรู้เพื่อช่วยให้การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น การปรับรูปแบบคำที่ใช้จากคำนามเป็นคำกริยา และในชั้นที่ 1 เปลี่ยนจากคำว่า “ความรู้” เป็น “การจำได้” ชั้นที่ 5 เปลี่ยนจาก “การสังเคราะห์” เป็น “ประเมิน” และ ชั้นที่ 6 เปลี่ยนจาก “ประเมินค่า” เป็น “สร้างสรรค์” มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

1. การจำ (remembering) เป็นระดับพื้นฐานของการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการนำเอาหรือดึงเอาความรู้ การสืบค้น การเตือนความจำ ได้จากความจำระยะยาวของคนออกมาเพื่อกำหนดการเรียนรู้ให้พัฒนาต่อไปในระดับที่สูงขึ้น ที่ได้จากความรู้เดิมของคนจำ เรียกความรู้ที่เกี่ยวข้องจากหน่วยความจำระยะยาว เช่น การจำได้ การระลึกได้

2. การเข้าใจ (understanding) เป็นกระบวนการสร้างความรู้ที่มีความหมาย จากสื่อ จากการอธิบาย การพูด การเขียน การแยกแยะ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ หรือการอธิบาย ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียนรู้เข้าใจ กำหนดความหมายของสิ่งที่เรียนจากการเขียนหรือจากสื่อ เช่น การตีความหรือแปลความหมาย การให้ตัวอย่าง การจำแนกจัดกลุ่ม การสรุปอ้างอิง การเปรียบเทียบ การอธิบาย

3. การประยุกต์ใช้ (applying) กระบวนการในขั้นต่อมา เป็นการนำความรู้ ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ หรือนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ด้วยกระบวนการหรือวิธีการดำเนินการ อย่างเป็นขั้นเป็นตอน เช่น การดำเนินการ การกระทำ การใช้ประโยชน์

4. การวิเคราะห์ (analyzing) ระดับต่อมาเป็นกระบวนการนำส่วนต่างๆ ของการเรียนรู้ มาประกอบเป็นโครงสร้างใหม่ ด้วยการพิจารณาว่ามีส่วนใด สัมพันธ์กับส่วน อื่นอย่างไร พิจารณาโครงสร้างโดยรวมของสิ่งที่เรียนรู้ แยกแยะวัตถุประสงค์ที่แตกต่างผ่านการ กระบวนการอย่างเป็นระบบ การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถแจ่มแจ้ง แยกส่วนองค์ประกอบ ออกเป็นส่วนย่อย สามารถตรวจสอบได้ว่าแต่ละส่วนเกี่ยวข้องกับอย่างไร แต่ละส่วนเกี่ยวข้องกับ โครงสร้างใหญ่อย่างไร เป้าหมายในการศึกษา คือ ผู้เรียนจะสามารถแยกแยะข้อเท็จจริงออกจาก ความคิดเห็น สนับสนุนข้อสรุปด้วยข้อความขยาย แยกสิ่งที่เกี่ยวข้องออกจากสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงความคิดเข้าด้วยกัน สามารถแยกความคิดหลักและรองในงานเขียนต่างๆ ได้ หา หลักฐานที่ช่วยสนับสนุนจุดประสงค์ของผู้เขียนได้ (Anderson & Krathwohl, 2001 ; Reilly & Oermann,1999) สามารถแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

4.1 การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อยได้ (differentiating) สามารถ แยกแยะความเกี่ยวข้องและความสำคัญได้ เมื่อต้องการเลือกเอาเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือ สำคัญ แตกต่างกับความเข้าใจตรงที่ต้องสามารถบอกได้ว่าข้อมูลส่วนน้อยนี้สัมพันธ์กับข้อมูล ส่วนที่เหลืออย่างไร

4.2 การจัดระบบได้ (organizing) สามารถที่จะรวมทุกอย่างไม่ว่าจะ เป็นการสื่อสารสถานการณ์ หรือการระลึกได้มาไว้อยู่ในโครงสร้างเดียวกัน โดยเมื่อต้องเผชิญกับ ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง สามารถที่จะระบุความสัมพันธ์กันระหว่างส่วนต่างๆ ได้

4.3 การให้เหตุผลได้ (attributing) สามารถแสดงให้เห็นถึงความ คิดเห็น หรือจุดประสงค์ที่มากับการสื่อสารต่างๆ ได้ ต่างกับการแปลที่ในการแปลเป็นเพียงการ ทำความเข้าใจเท่านั้น แต่การให้เหตุผลนั้นมองไปที่จุดประสงค์หลักที่ต้องการสื่อออกมา

5. การประเมินผล (evaluating) ตัดสิน เลือก การตรวจสอบสิ่งที่ได้จาก การเรียน สู้บริบทของตนเอง ที่สามารถวัดได้ และตัดสินได้ว่าอะไรถูกหรือผิดบนเงื่อนไขและ มาตรฐานที่สามารถตรวจสอบได้ บนพื้นฐานของเหตุผลและเกณฑ์ที่แน่ชัด

6. การสร้างสรรค์ (Creating) ใน ระดับสูงสุดของการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ องค์ประกอบของสิ่งที่เรียนรู้ร่วมกัน ด้วยการสังเคราะห์ เพื่อเชื่อมโยง หารูปแบบใหม่ของสิ่งที่ เรียนรู้หรือโครงสร้างของความรู้ที่ผ่านการวางแผน และการสร้างหรือการผลิตอย่างเหมาะสม เช่น การสร้าง การวางแผน การผลิต

2.2.3 แนวคิดของ Zeichner และ Liston (Zeichner & Liston)

Zeichner และ Liston (Zeichner & Liston, 1987) อธิบายว่า การคิดวิเคราะห์ ในศาสตร์ของการสอน สามารถเกิดขึ้นจากระดับง่ายไประดับยาก โดยผลลัพธ์ของการคิดวิเคราะห์ แบ่งได้ 3 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ความสามารถในการให้รายละเอียด เมื่อเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการสอน (technical rationality) จึงเป็นการประยุกต์ความรู้ที่มีประสิทธิภาพซึ่งเป็นความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ทำให้สำเร็จตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ ผลเป็นที่ยอมรับอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล ทั้งเป้าหมายในบริบทของชั้นเรียน โรงเรียน ชุมชนและสังคม จะถูกนำมาจัดกระทำ ในฐานะของสิ่งที่ปัญหา ซึ่งในระดับนี้เป็นเรื่องของความสามารถในการอธิบายโดยใช้เหตุผล ในศาสตร์ทางการสอนมาประกอบคำอธิบายได้

ระดับที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผล เพื่อใช้ในการพิสูจน์สมมติฐานตามหลักทฤษฎี (Reflectivity) เกี่ยวข้องกับการกระทำที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อหามุมมองอื่นๆ โดย สามารถนำมาอธิบายข้อสันนิษฐานได้อย่างชัดเจน และแสดงถึงการนำมุมมองที่หลากหลาย และใหม่ไปปฏิบัติ และสามารถประเมินผลลัพธ์ของการกระทำเพื่อการบรรลุตามเป้าหมายทางการศึกษา

ระดับที่ 3 ความสามารถในการเชื่อมโยงเหตุผลในแนวทางปฏิบัติ จะเกิดระหว่างวิธีสอนที่เกิดขึ้นใหม่หรือวิธีสอนเดิมในมุมมองใหม่ที่สอดคล้องกับหลักคุณธรรมและจรรยาบรรณ (critical reflection) เป็นความสามารถในการอธิบายถึงการกระทำที่นำไปสู่การปฏิบัติโดยมุมมองของความสัมพันธ์กับเกณฑ์ด้านจริยธรรมและจรรยาบรรณ เน้นที่เป้าหมาย การศึกษา ด้วยประสบการณ์และกิจกรรมที่นำไปเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันจะต้องพิจารณาในแง่ความเป็นธรรม ความเสมอภาค การประสบความสำเร็จอย่างสูง เพื่อสนองต่อความต้องการจำเป็นของมนุษย์ และความพึงพอใจของมนุษย์ ซึ่งในระดับนี้ทั้งการสอนและบริบท โดยรอบจะถูกนำมาพิจารณาค้นคว้ากับสิ่งที่ปัญหา โดยพิจารณาเลือกแนวทางที่เป็นไปได้จาก แนวทางทั้งหลายที่มีอยู่

การคิดวิเคราะห์ในความหมายนี้จึงเป็นความคิดที่จะต้องให้เหตุผลเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความคิดของตนเอง แล้วสะท้อนแง่มุมต่างๆ ของความคิดนั้นๆ ออกมา จะต้องสามารถนำความคิดที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นไปใช้เพื่อให้เห็นเป็นรูปธรรมได้ (Zeichner, 1991)

2.2.3 ทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy)

โรเบิร์ต มาร์ซาโน (Robert Marzano) นักวิจัยทางการศึกษา ได้พัฒนาข้อจำกัดของวัตถุประสงค์ของบลูมที่ได้รับการยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลาย รูปแบบทักษะ

การคิดจะผนวกกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มากขึ้นที่ส่งผลกับการคิดของผู้เรียนซึ่งทั้งหมดสำคัญสำหรับการคิดและการเรียนรู้ (Marzano, 2001) อธิบายว่า รูปแบบพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนประกอบด้วย 3 ระบบ ได้แก่ ระบบแห่งตนหรือระบบตนเอง (self – system) เป็นความเชื่อเกี่ยวกับความสำคัญของความรู้ ประสิทธิภาพ และความรู้สึกที่เกี่ยวข้องกับความรู้ ระบบบูรณาการหรือระบบอภิปัญญา (metacognitive system) เป็นการมีเป้าหมายการเรียนรู้ มีการนำความรู้ไปใช้ด้วยความชัดเจนและถูกต้อง ระบบสติปัญญาหรือระบบความรู้ (cognitive system) ประกอบด้วยการใช้ความรู้โดยการทบทวน ทวนซ้ำ การนำไปปฏิบัติ ความเข้าใจในความรู้ การสังเคราะห์หรือเลือกใช้ความรู้ การวิเคราะห์โดยสามารถจับคู่ความสัมพันธ์ แยกแยะเป็นหมวดหมู่ หรือวิเคราะห์ข้อผิดพลาด การกำหนดกฎเกณฑ์ทั่วไปและเฉพาะเจาะจงได้ และการนำความรู้ไปใช้ในการตัดสินใจ การแก้ปัญหาและทำการสำรวจสืบค้นจากการทดลอง พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามทฤษฎีการคิดของมาร์ซานอนั้น เมื่อพบเจอกับสถานการณ์หรือภาระงานใหม่ระบบแห่งตนจะตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือเรียนรู้เรื่องใหม่ เมื่อระบบแห่งตนรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ ระบบบูรณาการจะเข้ามาเกี่ยวข้องกับการกำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้นั้น โดยการออกแบบกลยุทธ์ต่างๆ เพื่อการบรรลุเป้าหมายแห่งการเรียนรู้และระบบสติปัญญาจะทำหน้าที่จัดกระทำกับข้อมูลที่จำเป็นในลักษณะของการวิเคราะห์ ดังนั้นปริมาณความรู้ของนักเรียนแต่ละคนจึงมีผลต่อความสำเร็จอย่างสูงในการเรียนรู้เรื่องใหม่ ซึ่งความรู้ใหม่สามารถต่อยอดจากความรู้เดิมได้อย่างกว้างขวาง พัฒนารูปแบบจุดมุ่งหมายทางการศึกษารูปแบบใหม่ (The New Taxonomy of Educational Objectives)

ประกอบด้วยความรู้ 3 ประเภท และกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูล 6 ระดับ (Marzano, 2001 : 30 – 58) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูล เน้นการจัดระบบความคิดเห็นจากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยาก เป็นระดับความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง ลำดับของเหตุการณ์ สมเหตุสมผล เฉพาะเรื่อง และหลักการ
 2. กระบวนการ เน้นกระบวนการเพื่อการเรียนรู้ จากทักษะสู่กระบวนการอัตโนมัติ อันเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่สั่งสมไว้
 3. ทักษะเน้นการเรียนรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้ามเนื้อ จากทักษะง่าย สู่กระบวนการที่ซับซ้อนขึ้น โดยมีกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูล 6 ระดับ ดังนี้
- ระดับที่ 1 ชั้นรวบรวม เป็นการคิดทบทวนความรู้เดิม รับข้อมูลใหม่ และเก็บเป็นคลังข้อมูลไว้ เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความจำถาวรสู่ความจำ นำไปใช้ในการปฏิบัติการโดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างรูปร่างนั้น
- ระดับที่ 2 ชั้นเข้าใจ เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้ สู่การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์ เป็นการสังเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของรูปร่างนั้นโดยเข้าใจประเด็นความสำคัญ

ระดับที่ 3 ชั้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความต่างอย่างมี หลักการการจัดหมวดหมู่ ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยสามารถบ่งชี้ ข้อผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้ และการคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 ชั้นใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน การแก้ไขปัญหาที่ยุ่งยาก การอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่าง และการพิจารณาหลักฐานสู่การสรุปการกระทำที่มีความซับซ้อน การตั้งข้อสมมติฐานและการทดสอบสมมติฐานนั้น บนพื้นฐานของความรู้

ระดับที่ 5 ชั้นบูรณาการความรู้ เป็นการจัดระบบความคิดเพื่อบรรลุเป้าหมาย การเรียนรู้ที่กำหนด การกำกับติดตามการเรียนรู้ และการจัดขอบเขตการเรียนรู้

ระดับที่ 6 ชั้นจัดระบบแห่งตน เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อสภาวะการเรียนรู้ และภาระงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้ รวมทั้งความตระหนักในความสามารถของการเรียนรู้ที่ตนมี

ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano, 2001 : 38-45,58) การคิดวิเคราะห์ซับซ้อนมากกว่าความเข้าใจ เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เหตุผล คิดอย่างลึกซึ้งและหลากหลาย มีการคิดโดยพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วนและต้องมีเหตุผล สามารถระบุความเหมือนหรือความแตกต่างอย่างมีหลักการ สามารถจัดลำดับ จัดหมวดหมู่ หรือจัดประเภทของความรู้ของสิ่งต่างๆ ระบุเหตุผลของการเกิดข้อผิดพลาดของข้อมูล สามารถตีความหรือบอกหลักเกณฑ์พื้นฐานของความรู้ ระบุ เจาะจง หรือสรุปอย่างมีเหตุผล จนสามารถเกิดเป็นความรู้ใหม่ได้และนำหลักการเพื่อประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้พื้นฐานของความรู้ การคิดวิเคราะห์จะประกอบด้วยความสามารถ 5 ด้าน คือ

ด้านที่ 1 การจัดจำแนกเปรียบเทียบ (matching) คือ ความสามารถในการสังเกตและจำแนกแยกแยะรายละเอียดของสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกันออกเป็นส่วน ๆ อย่างมีหลักเกณฑ์และเข้าใจง่าย แล้วเปรียบเทียบ ระบุ ยกตัวอย่าง ระบุลักษณะความเหมือนความต่าง และจัดกลุ่มของสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ได้ โดยเริ่มจากระดับง่ายแบบนามธรรมไปสู่ขั้นซับซ้อนที่เป็นนามธรรม ดังนี้

- 1) การบอกสิ่งที่ต้องการจะวิเคราะห์
- 2) ระบุลักษณะหรือคุณสมบัติเพื่อจำแนกหรือแยกแยะสิ่งที่

ต้องการวิเคราะห์

- 3) ระบุว่าได้ว่าสิ่งนั้นๆ เหมือนหรือต่างกันอย่างไร
- 4) สรุปได้อย่างถูกต้องเหมาะสมว่าสิ่งต่างๆ มีความเหมือนและ

แตกต่างกัน

ด้านที่ 2 การจัดกลุ่ม (classification) คือ ความสามารถในการใช้ความรู้เพื่อการจัดกลุ่ม จัดลำดับ จัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีหลักการหรือหลักเกณฑ์

ด้านที่ 3 การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (error analysis) คือ ความสามารถในการระบุข้อผิดพลาดหรือความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กันของสิ่งต่าง ๆ โดยโยงความสัมพันธ์สู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล ระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสมในสถานการณ์ต่าง ๆ การใช้ความรู้เดิมผสมผสานกับความรู้ใหม่ไปสู่การสรุปและยกตัวอย่างประกอบได้ อย่างมีเหตุผลจากความรู้ที่มีอยู่เดิม มีข้อมูลหรือหลักฐานในการสนับสนุนจนพิจารณาได้ว่า เป็นจริง โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

- 1) ความรู้เดิมเป็นความรู้ที่ถูกต้องและเป็นจริงมีการยอมรับกันทั่วไป
- 2) ความรู้จากผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ
- 3) ความรู้จากหลักฐานที่มีอยู่ เป็นหลักฐานที่น่าเชื่อถือ สามารถหาข้อมูลมาสนับสนุนความคิด
- 4) ข้อมูลได้รับการพิสูจน์หรือทดลองใช้แล้วเป็นจริง
- 5) ข้อมูลอื่น ๆ ที่พิจารณาว่าเป็นจริงนำมาสนับสนุนให้ความคิดได้รับการยอมรับ

ด้านที่ 4 การสรุปหลักการ (generalizing) คือ ความสามารถในการนำความรู้เดิมเป็นข้อมูลเพื่อไปสู่ความรู้หรือหลักการใหม่ ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมและถูกต้อง โดยใช้การให้เหตุผลสรุปเป็นหลักการดังนี้

- 1) การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (inductive) เป็นการให้เหตุผลหรือการคิดจากข้อมูลที่เป็นตัวอย่างหรือรายละเอียดแล้วสามารถสรุปเป็นหลักการ แนวคิด ทฤษฎี หรือเกิดเป็นความรู้ใหม่
- 2) การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (deductive) เป็นการให้เหตุผลหรือการคิดที่เริ่มจากข้อสรุปแล้วนำไปสู่รายละเอียดหรือการยกตัวอย่าง

ด้านที่ 5 การนำไปใช้ (specifying) คือ ความสามารถนำความรู้หรือหลักการไปใช้เพื่อการทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคตได้อย่างเจาะจง มีความรู้ เข้าใจเหตุการณ์ ระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้น ๆ และบอกสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้ เป็นการประยุกต์ความรู้ใหม่จากหลักการเดิมที่มีอยู่ คาดเดา ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต รู้ว่าอะไรจริงหรือไม่จริง สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ ที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัย นำทฤษฎีการคิดของบลูม แนวคิดของแอนเดอร์สันและแครทโฮล แนวคิดของไซน์เนอร์และ ลิสตัน ทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ได้องค์ประกอบ ความสามารถของการคิดวิเคราะห์นั้นจะต้องประกอบด้วยความสามารถ 3 ด้านประกอบกัน ผู้วิจัยจึงจัดกลุ่มและจำแนกระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ดังนี้

1. หลักการคิดวิเคราะห์ความสำคัญของบลูม หลักการจำแนกแยกแยะแยกย่อยของแอนเดอร์สันและแครทโฮล ความสามารถในการให้รายละเอียดของไซน์เนอร์และลิสตันและการจำแนกเปรียบเทียบ การจัดกลุ่มของมาร์ซาโน โดยรวมสรุปความหมายว่า การแยกแยะหรือแยกย่อยให้รายละเอียดของสิ่งต่างๆ เรื่องราว สถานการณ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกันออกเป็นส่วน ๆ ระบุความเกี่ยวข้องและความสำคัญได้อย่างมีเหตุและผลเข้าใจง่าย สามารถเปรียบเทียบ การจัดกลุ่ม จัดลำดับ จัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งนั้น ๆ อย่างมีหลักการ หลักเกณฑ์ มีเหตุและผล

2. หลักการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของบลูม หลักการจัดระบบได้ของแอนเดอร์สันและแครทโฮล ความสามารถในการให้เหตุผลของไซน์เนอร์และลิสตันและการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดการจัดกลุ่มของมาร์ซาโน โดยรวมสรุปความหมายว่า เป็นความสามารถในการให้เหตุผล ระบุความสัมพันธ์ย่อยๆ ของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่มีความเกี่ยวพัน สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร การจัดระบบโดยการให้เหตุผล การระบุข้อผิดพลาดหรือความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กันของสิ่งต่างๆ โดยโยงความสัมพันธ์สู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล ระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสมในสถานการณ์ต่างๆ การใช้ความรู้เดิมผสมผสานกับความรู้ใหม่ไปสู่การสรุปและยกตัวอย่างประกอบได้อย่างมีเหตุผลจากความรู้ที่มีอยู่เดิม มีข้อมูลหรือหลักฐานในการสนับสนุนจนพิจารณาได้ว่าเป็นจริง

3. หลักการคิดวิเคราะห์หลักการของบลูม หลักการให้เหตุผลของแอนเดอร์สันและแครทโฮล ความสามารถในการเชื่อมโยงเหตุผลไปสู่การปฏิบัติของไซน์เนอร์และลิสตัน และการสรุปหลักการ การนำไปใช้ของมาร์ซาโน โดยรวมสรุปความหมายว่า เป็นการค้นหาหลักการสำคัญของสิ่งต่างๆ เรื่องราว สถานการณ์ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกันของสิ่งเหล่านั้นจนค้นพบความจริงของสิ่งต่างๆ แล้วสรุปหลักการเป็นคำตอบได้ เป็นการให้เหตุผลแสดงความคิดเห็นโดยการนำความรู้เดิมเป็นข้อมูลเพื่อไปสู่ความรู้หรือหลักการใหม่ มีความรู้ เข้าใจเหตุการณ์ ระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้นๆ และบอกสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้ ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมและถูกต้อง สามารถนำความรู้หรือหลักการไปใช้เพื่อการทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคตได้อย่างเจาะจง เป็นการประยุกต์ความรู้ใหม่จากหลักการเดิมที่มีอยู่ คาดเดา ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต รู้ว่าอะไรจริงหรือไม่จริง สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าจะมีลักษณะขององค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน จากการศึกษานวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบตัวแปรความสามารถของการคิดวิเคราะห์ โดยแบ่งเป็น 2 มิติ ได้แก่ มิติความสามารถการให้เหตุผล และมิติความสามารถการนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นแนวทางในการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ของการคิดวิเคราะห์ในแต่ละมิติ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. มิติความสามารถการให้เหตุผล เป็นการให้เหตุผลในการจำแนก การให้รายละเอียดสิ่งต่างๆ อย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถเปรียบเทียบ การจัดกลุ่ม จัดลำดับ จัดประเภทของสิ่งต่างๆ โดยใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งนั้นๆ อย่างมีหลักการ ให้รายละเอียดของสิ่งต่างๆ เรียงราว สถานการณ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกันออกเป็นส่วนๆ อย่างมีหลักเกณฑ์ มีเหตุและผล สามารถระบุความเกี่ยวข้องและความสำคัญได้อย่างมีเหตุและผล เข้าใจง่าย การระบุข้อผิดพลาดหรือความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กันของสิ่งต่างๆ โดยโยงความสัมพันธ์สู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล ระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสมในสถานการณ์ต่างๆ การใช้ความรู้เดิมผสมผสานกับความรู้ใหม่ไปสู่การสรุปและยกตัวอย่างประกอบได้อย่างมีเหตุผลจากความรู้ที่มีอยู่เดิม มีข้อมูลหรือหลักฐานในการสนับสนุนจนพิจารณาได้ว่าเป็นจริง

2. มิติความสามารถการนำไปประยุกต์ใช้ เป็นความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการสรุปหลักการสำคัญของสิ่งต่าง ๆ เรียงราว สถานการณ์ ที่เกิดจากการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกันของสิ่งเหล่านั้น แล้วสรุปหลักการเป็นคำตอบได้ เป็นการให้เหตุผลแสดงความคิดเห็นโดยการนำความรู้เดิมเป็นข้อมูลเพื่อไปสู่ความรู้หรือหลักการใหม่ มีความรู้ เข้าใจเหตุการณ์ ระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้น ๆ และบอกสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้ ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมและถูกต้อง สามารถนำความรู้หรือหลักการไปใช้เพื่อการทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคตได้อย่างเจาะจง เป็นการประยุกต์ความรู้ใหม่จากหลักการเดิมที่มีอยู่ คาดเดา ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต รู้ว่าอะไรจริงหรือไม่จริง สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

2.3 ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์

กระทรวงศึกษาธิการ (2555) ได้ระบุแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาโดยในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทักษะการคิดตามจุดเน้นการพัฒนาผู้เรียน ทักษะแรกคือ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นทักษะการคิดขั้นสูงลำดับแรกที่เป็นจุดเน้นของการพัฒนาผู้เรียนซึ่งผู้เรียนต้องได้รับการพัฒนา โดยมีการกำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ มีวิธีการวัดและประเมินผล และเกณฑ์การประเมินและยังเกี่ยวข้องกับการตัดสินผลการเรียนในแต่ละระดับชั้นอีกด้วย

เชน (Chen, 1993 : 46-62) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการอันซับซ้อน เป็นกระบวนการบูรณาการความคิด เป็นความสัมพันธ์ของการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจกระทำโดยเชื่อมต่อกับความคิดกับบริบทสังคม

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2549 : 74) ให้ความละเอียดว่า การคิดวิเคราะห์มีประโยชน์ต่อบุคคลในการนำไปใช้เพื่อดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่นให้เกิดความสุข ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา เป็นความสามารถในการคิดนำมาใช้แก้ปัญหา ช่วยให้คำนึงถึงความสมเหตุสมผลในการสรุปเรื่องราวต่าง ๆ ช่วยลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัวจากข้อสรุปทั่วไป ซึ่งมีคนจำนวนมากไม่น้อยที่ใช้ประสบการณ์ของตนเองมาสรุปเรื่องทั่วไป ช่วยตรวจสอบการคาดคะเนบนฐานความรู้เดิม สามารถสรุปความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคาดการณ์ความน่าจะเป็นในอนาคตด้วยความสมเหตุสมผล ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริงของประสบการณ์ส่วนบุคคลการคิดวิเคราะห์จะช่วยให้เราหาเหตุผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นได้ เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่นๆ เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ช่วยให้เข้าใจอย่างชัดเจน ช่วยให้ประเมินและสรุปสิ่งต่างๆ บนข้อเท็จจริงที่ปรากฏ ทำให้ได้รับข้อมูลที่เป็นจริงเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547 : 1) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดเชิงวิเคราะห์ว่าการคิดเชิงวิเคราะห์เป็นตัวหลักในการคิดมิติอื่นไม่ว่าจะเป็นการคิดเชิงวิพากษ์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ การคิดเชิงกลยุทธ์ การคิดเชิงบูรณาการ การคิดเชิงอนาคต ช่วยเสริมสร้างให้เกิดมุมมองเชิงลึกและครบถ้วนในเรื่องนั้น อันจะนำไปสู่การตัดสินใจและการแก้ปัญหาได้บรรลุวัตถุประสงค์การคิด ช่วยในการแก้ปัญหา การคิดเชิงวิเคราะห์เกี่ยวกับการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ และการทำความเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้น เมื่อพบปัญหาใดๆ จะสามารถวิเคราะห์ปัญหานั้นได้ว่า มีองค์ประกอบอะไรบ้าง เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ตรงกับประเด็นของปัญหานั้น ช่วยในการประเมินและการตัดสินใจ ช่วยให้เห็นโอกาสความเป็นไปได้ของสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น ช่วยให้เกิดการคาดการณ์ในอนาคต และหากปฏิบัติตามนั้นโอกาสความสำเร็จย่อมมีความเป็นไปได้ ช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล ช่วยให้การคิดต่างๆ อยู่บนรากฐานของตรรกะและความน่าจะเป็นไปได้ อย่างมีเหตุมีผล มีหลักเกณฑ์ ส่งผลให้เมื่อคิดจินตนาการหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ จะได้รับการตรวจสอบว่าความคิดใหม่นั้นใช้ได้จริงหรือไม่ ช่วยให้เราประเมินและสรุปผลสิ่งต่างๆ ไปตามข้อเท็จจริงที่ปรากฏ ไม่ใช่สรุปตามอารมณ์ความรู้สึก ทำให้เรารับรู้ข้อมูลที่เป็นจริง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจ ที่สำคัญยังช่วยให้เราเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้อย่างเข้าใจต้องแท้มากขึ้น เพราะการคิดเชิงวิเคราะห์ทำให้สิ่งที่คลุมเครือเกิดความกระจ่างมากขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ (2550 : 39) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดวิเคราะห์ ช่วยให้เรา รู้ข้อเท็จจริง รู้เหตุผลของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาของเหตุการณ์ต่างๆ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้างทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา การประเมินและการตัดสินใจเรื่องต่างๆ ได้อย่างถูกต้องของข้อมูลที่ปรากฏและไม่

ด่วนสรุปตามอารมณ์ ความรู้สึกหรืออคติ แต่สืบค้นตามหลักเหตุผลและข้อมูลที่เป็นจริง ไม่ด่วนสรุปสิ่งใดง่าย ๆ แต่สื่อสารตามความเป็นจริง ขณะเดียวกันจะช่วยให้เราไม่หลงเชื่อข้ออ้างที่เกิดจากตัวอย่างเพียงอย่างเดียว แต่พิจารณาเหตุผลและปัจจัยเฉพาะในแต่ละกรณีได้ ช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต การหาความแตกต่างของสิ่งที่ปรากฏตามความสมเหตุสมผลของสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนที่จะตัดสินใจสรุปสิ่งใดลงไป ให้เราหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง เวลานั้น โดยไม่ฟังฟังอคติ ที่ก่อตัวอยู่ในความทรงจำ ทำให้เราสามารถประเมินสิ่งต่างๆ ได้อย่างสมจริงสมจัง ประมาณการความน่าจะเป็น โดยสามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานที่เรามีวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ของสถานการณ์นั้น ช่วยคาดการณ์ความน่าจะเป็นได้สมเหตุสมผลมากกว่า

มนตรี วงษ์สะพาน (2556 : 125) กระบวนการคิดวิเคราะห์เป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่ส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดด้านอื่น ๆ ที่สูงขึ้น การคิดวิเคราะห์จะช่วยให้รู้ข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องต้นของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง รู้รายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ได้ข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานความรู้ เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ไรย์วินท์ บุญสวัสดิ์ (2556) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ (analytical thinking) เป็นวิธีการคิดที่คนไทยยังมีทักษะด้านนี้น้อย และคนไทยยังไม่มีทักษะการคิดประเภทนี้ที่ดีเพียงพอ เห็นได้จากการคิดนึกเอาเองจากมโนทัศน์ส่วนตัวที่สร้างขึ้นเอง แล้วนำไปสู่การบิดเบือนข้อมูล ข้อเท็จจริงให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ของตน หรือการด่วนสรุปจากข้อมูลเท่าที่มีหรือสังเกตเห็นได้ โดยการผูกโยงข้อมูลในเชิงเหตุและผลอย่างผิดๆ หรืออาจกล่าวได้ว่ามีการละเลยข้อมูลที่มีนัยสำคัญไป เนื่องจากการคิดเชิงวิเคราะห์เป็นรากฐานของการคิดอื่นๆ อาทิ การคิดเชิงกลยุทธ์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาและตัดสินใจต้องพึ่งพาการคิดเชิงวิเคราะห์อย่างมาก ผลในเชิงลบที่เกิดจากการด้อยทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ คือ การไม่สามารถแก้ไขปัญหาจากสาเหตุที่แท้จริง ซึ่งก็จะนำไปสู่ปัญหาที่เพิ่มขึ้น หรือเกิดปัญหาใหม่ๆ ตามมา ทักษะการคิดแก้ปัญหาที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งความสามารถในการคิดต้องสามารถคิดในเชิงสังเคราะห์ (synthesis Thinking) ที่เป็นรากฐานที่สำคัญของการคิดเชิงระบบ (systems Thinking) โดยเป็นการคิดแบบมองเห็นองค์ประกอบและนำองค์ประกอบต่างๆ มาบูรณาการกัน ซึ่งจะทำให้เราสามารถเห็นและเข้าใจภาพใหญ่ของปัญหาได้ตามจริง เพื่อจะได้ออกแบบวิธีการแก้ไขได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน การคิดดังกล่าวล้วนอยู่บนพื้นฐานของการคิดเชิงวิเคราะห์ (analytical Thinking) ทั้งสิ้น

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์มีความสำคัญ และมีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ สิ่งต่างๆ รอบตัว และเลือกที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อตนเองและสังคม การคิดวิเคราะห์เป็นรากของการคิดในมิติอื่นๆ จะช่วยให้เราเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ตามความเป็นจริงและลุ่มลึก รู้ข้อเท็จจริง รู้เหตุผลของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไป

ของสิ่งต่างๆ รู้ว่าเรื่องนั้น ๆ มีองค์ประกอบอะไรบ้าง แต่องค์ประกอบสัมพันธ์เชื่อมโยงกันจนสามารถนำไปสู่การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

ฮัดกินส์ (Hudgin, 1977 : 173-180) กล่าวว่าผู้เรียนที่มีความสามารถคิดวิเคราะห์ต้องประกอบด้วยทักษะ 4 ประการ ซึ่งประกอบด้วย ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจองค์ประกอบที่สำคัญของการอ้างเหตุผล โดยเริ่มจากผู้เรียนต้องมีความรู้พื้นฐานและข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการพิจารณาความจริงที่อาจเป็นไปได้ ของการอ้างเหตุผลหรือคาดการณ์ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ และผู้เรียนต้องมีลักษณะที่จำเป็นของการประเมินการอ้างเหตุผลด้วย ผู้เรียนต้องสามารถหาหลักฐานที่จะนำมาใช้ในการอ้างเหตุผลหรือลงข้อสรุป โดยพิจารณาว่าข้อสรุปที่นำมาอ้างนั้นมีข้อมูลสนับสนุนหรือไม่ พิจารณาว่าหลักฐานที่นำมาอ้างอิงเชื่อถือได้หรือไม่ ผู้เรียนต้องพิจารณาให้รอบคอบ และประเมินทั้งหลักฐานที่นำมาใช้และลักษณะของการใช้เหตุผลที่นำมาอ้างก่อนจะตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธข้อสรุปนั้น ๆ และผู้เรียนต้องสามารถระบุข้อสันนิษฐานที่เกี่ยวข้องกับการอ้างอิงเหตุผลนั้น ๆ ได้

มาร์ซาโน (Marzano, 2001) อธิบายว่าการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยทักษะ 5 ประการ ได้แก่ ทักษะการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์หรือเรื่องราวออกเป็นส่วน ๆ ให้เข้าใจง่ายโดยมีหลักการในการแบ่งแยก และสามารถบอกรายละเอียดได้ ทักษะการจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถจัดประเภท ลำดับ กลุ่มของสิ่งที่มีความคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกันโดยลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน ทักษะการเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยบอกได้ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร ทักษะการสรุปความ เป็นความสามารถในการจับประเด็นสำคัญและสามารถสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดได้ และสุดท้ายคือทักษะการประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎีต่างๆ มาใช้ในสถานการณ์ สามารถคาดเดา พยากรณ์ ขยายความสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547 : 26) ได้กล่าวถึงรายละเอียดขององค์ประกอบ การเป็นผู้มีความคิดวิเคราะห์ ต้องมีความสามารถในด้านการตีความ ด้วยความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏ พิจารณาข้อมูลที่ได้รับด้วยการตีความ คือ การพยายามทำความเข้าใจและให้เหตุผลแก่สิ่งที่เราจะวิเคราะห์เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงสิ่งนั้น เป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการจะวิเคราะห์ โดยสิ่งนั้นไม่ได้ปรากฏโดยตรงคือ ตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรง แต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกินกว่าสิ่งที่ปรากฏ อันเป็นการสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏ ในข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ ต้องเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ แจกแจง และจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อยๆ อะไรบ้าง จัดลำดับความสำคัญอย่างไร และรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุให้เกิดอะไร

ต้องเป็นผู้มีความช่างสังเกต กล้าซักถาม นักคิดวิเคราะห์สามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่ดูอย่างผิวเผินเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติจะพิจารณาคิดไตร่ตรอง และต้องเป็นคนช่างถามชอบตั้งคำถามกับตัวเองและรอบข้างกับสิ่งที่เกิดขึ้น ต้องมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล จำแนกแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นความเท็จ สิ่งใดมีองค์ประกอบรายละเอียดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

สุวิทย์ มูลคำ (2549 : 53) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดไว้ดังนี้ ต้องมีสื่อซึ่งเป็นสิ่งเร้า ที่เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลเกิดการรับรู้ ทำให้เกิดปัญหา ความสงสัยหรือความขัดแย้ง จะก่อให้เกิดการคิด จากนั้นจะเกิดการรับรู้ บุคคลสามารถรับรู้ได้โดยโดยประสาททั้ง 5 คือ หู ตา จมูก ลิ้นและผิวหนัง ระดับการรับรู้ที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพของสิ่งเร้า และความสามารถในการรับรู้ของแต่ละบุคคลเมื่อรับรู้แล้วเกิดปัญหา หรือเกิดข้อสงสัยที่จะกระตุ้นให้เกิดการคิด ผู้คิดจะต้องมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนในการคิดแต่ละครั้งว่า ต้องการเหตุผลเพื่ออะไร เช่น เพื่อแก้ปัญหา ตัดสินใจ หรือสร้างสิ่งใหม่ๆ เป็นต้น จะช่วยให้เลือกใช้วิธีคิดได้ถูกต้องและได้ผลตรงกับความต้องการ เกิดเป็นวิธีคิด การคิดแต่ละครั้งจะต้องเลือกวิธีที่ตรงกับจุดมุ่งหมายในการคิดนั้นๆ เช่น คิดเพื่อตัดสินใจ ควรใช้วิธีคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดแก้ปัญหา ควรใช้วิธีคิดแบบแก้ปัญหา ได้ข้อมูลหรือเนื้อหา ใช้ประกอบความคิดใดอาจจะเป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิม หรือข้อมูลการรู้ใหม่ที่ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ส่งผลไปสู่ความสำเร็จของการคิด เป็นผลที่ได้จากการปฏิบัติงานทางสมองหรือกระบวนการคิดของสมอง

จากแนวคิดข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ประกอบไปด้วย ทักษะการจำแนกเพื่อจัดหมวดหมู่และการเชื่อมโยงไปสู่การสรุปความและการนำไปประยุกต์ใช้ โดยจะเห็นว่าทุกองค์ประกอบมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์สิ่งต่างๆ ได้ หากผู้เรียนมีความรู้ที่ชัดเจนและแม่นยำในเรื่องนั้นๆ ย่อมสามารถนำความรู้ที่มีไปประกอบการวิเคราะห์ แยกแยะเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

บลูม (Bloom, 1956 : 64) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้น จะต้องพิจารณาให้ครบทั้ง 3 ด้าน ซึ่งประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ โดยการให้ค้นหาข้อมูลเหตุ ผลลัพธ์และความสำคัญของเรื่องราวต่างๆ โดยใช้ทักษะวิเคราะห์ว่าตอนใดเป็นจริงหรือเป็นสมมติฐานส่วนใดเป็นข้อสรุปหรืออ้างอิง มีวัตถุประสงค์หรือความมุ่งหมายสำคัญใด วิเคราะห์ข้อสรุปนั้นมีอะไรสนับสนุน หรือวิเคราะห์หาข้อผิดพลาด

2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ เป็นการถามให้ค้นคว้าว่าความสำคัญย่อยๆ ของเรื่องราวนั้นสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับอย่างไร ใช้หลักการหรือทฤษฎีใดเป็นหลัก โดยพิจารณาว่าอะไรเป็นสาเหตุอะไรเป็นผลของการกระทำนั้น มีข้อสนับสนุนหรือคัดค้านใด ข้อสรุปที่มีเหตุและ

ผลอย่างไร ส่วนใดที่มีความสัมพันธ์กันมากน้อย ถ้าเกิดสิ่งนั้นสิ่งใดจะเกิดตามมากรื่องราว ข้อเท็จจริงมาวิเคราะห์ว่าสอดคล้องหรือขัดแย้งกัน

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการถามให้ค้นว่าเรื่องราวนั้นๆ อาศัยหลักการใด มีโครงสร้าง องค์ประกอบ ใจความสำคัญอย่างไร

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson & Glaser, 1964 : 11) อธิบายว่าการวัดความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์นั้นเป็นการวัดความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการพิจารณาตัดสินเรื่องราว เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่างๆ โดยมีความเกี่ยวข้องเป็นเหตุและเป็นผลในเหตุการณ์หรือสถานการณ์นั้นๆ การคิดวิเคราะห์จะต้องมีการหาเหตุผลเพื่อนำมาพิจารณาเสมอ

ศรีนทร วิทยะสิรินันท์ (2544 : 16) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะพิจารณา 3 ด้าน ซึ่งสามารถจัดหมวดหมู่ได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหาหรือข้อความ เป็นการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาจัดระดับ เรียบเรียง จัดหมวดหมู่ จัดระบบ แจกแจงเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อความหรือประเด็นต่างๆ เป็นความสามารถในการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างในแต่ละหมวดหมู่ใน

3. การวิเคราะห์หลักการ ความสามารถในการกำหนดหมวดหมู่ในมิติความสามารถในการแจกแจงข้อมูลที่มีอยู่ลงในหมวดหมู่โดยคำนึงถึงเหตุการณ์ หรือความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องโดยตรง

อัญญารัตน์ เจริญพุดตินาถ (2546 : 59) ได้ระบุการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ต้องระบุคุณลักษณะและส่วนประกอบจากพิจารณาลักษณะหรือส่วนต่างๆ ของข้อมูล ระบุความสัมพันธ์และรูปแบบที่บ่งบอกถึงความเกี่ยวข้องในแต่ละส่วนประกอบต่างๆ ระบุหลักสำคัญขององค์ประกอบ ระบุข้อผิดพลาดตามตรรกะหรือข้อผิดพลาดอื่นๆ

ทิตนา แชมณี และคณะ (2549 : 48) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้นจะต้องทำการวัดให้ครบทั้ง 3 ด้าน ดังนี้

1. การวิเคราะห์หลักการ ในการกำหนดเกณฑ์ในการจำแนกข้อมูล
2. การวิเคราะห์เนื้อหา ในการแยกข้อมูลเนื้อเรื่องได้ตามเกณฑ์
3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549 : 68) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ต้องประกอบด้วยทักษะการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. ทักษะการระบุองค์ประกอบสำคัญหรือลักษณะเฉพาะ
2. ทักษะการระบุความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและแบบแผนขององค์ประกอบเหล่านั้น

3. ทักษะการจับใจความสำคัญ

4. ทักษะการค้นหาและระบุความผิดพลาด

จากที่กล่าวมาข้างต้น การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักวิชาการศึกษาผู้วิจัยสรุปได้ว่าไม่ว่าจะมีการแบ่งระดับในการวัดการคิดวิเคราะห์ที่แตกต่างกันบ้างในบางข้อที่ส่วนใหญ่จะมีลักษณะของการวัดที่คล้ายกัน หากแต่ต้องทำการวัดให้ครบทุกด้านหรือทุกทักษะที่เป็นองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ซึ่งจะมีการแบ่งที่แตกต่างกันออกไป

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอนุกรมวิธานแบบโซโล (SOLO Taxonomy)

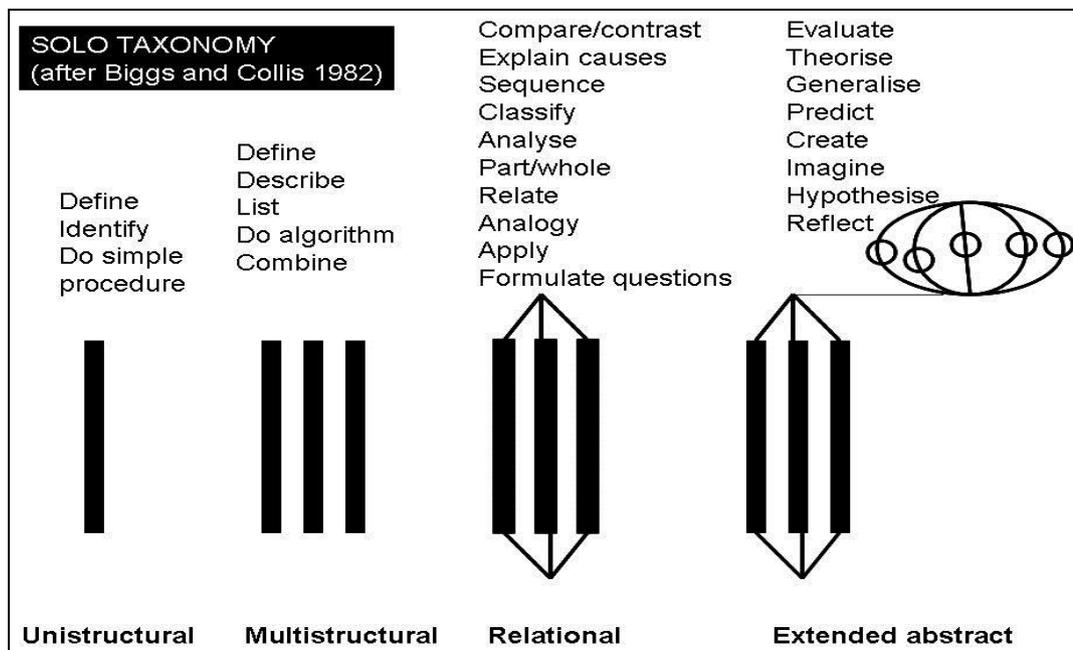
อนุกรมวิธานแบบโซโล (SOLO Taxonomy) คือ โครงสร้างผลการเรียนรู้ที่สังเกตได้ โดยจัดเรียงลำดับชั้นผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากผลการเรียนรู้ที่มีความซับซ้อนน้อยไปยังผลการเรียนรู้ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เพื่อสะท้อนศักยภาพด้านการรู้คิดของผู้เรียน (มารุต พัฒนาผล, 2557 : 68) เป็นชุดของเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้ที่เป็นผลงานของ Briggs & Collis (1982) “SOLO” มาจากคำว่า Structure of Observed Learning Outcome ซึ่งเรียกว่า SOLO model หรือเรียกว่า SOLO Taxonomy (รุ่งทิวา นานำรุ่ง, 2550 : 14 ; Biggs; & Collis, 1982 : 62-63) กล่าวคือ เป็นการกำหนดระดับคุณภาพของผู้เรียนจากระบบที่นำมาช่วยอธิบายว่าผู้เรียนมีพัฒนาการการปฏิบัติที่ซับซ้อนอย่างไร ในการเรียนเพื่อรอบรู้ที่มีความหลากหลายของภาระงานทางวิชาการ โดยที่นิยามจุดประสงค์ของหลักสูตร ในสภาพที่พึงประสงค์ของการปฏิบัติ เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนที่ปฏิบัติได้จริง (พิจิตรา ทีสุกะ, 2556 : 95-97) ช่วยให้ทั้งครูและผู้เรียนตระหนักถึงองค์ประกอบที่หลากหลายจากหลักสูตรได้ชัดเจนขึ้น แนวคิดดังกล่าวถูกนำไปกำหนดเป็นนโยบายใช้ในการประเมินในมหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษาหลายแห่งสามารถนำไปใช้ได้หลายสาขาวิชา หลายสาขาวิชา การประเมินความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนอยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาผู้เรียนในแง่ของความเข้าใจที่ซับซ้อน ซึ่งความเข้าใจดังกล่าวแบ่งได้เป็น 5 ระดับ (1) ระดับโครงสร้างพื้นฐาน (2) ระดับโครงสร้างเดี่ยว (3) ระดับหลากหลายโครงสร้าง (4) ระดับที่แสดงความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และ(5) ระดับแสดงความต่อเนื่องในโครงสร้างภาคขยาย มีรายละเอียดสรุป ตามตาราง 4 ดังนี้

ตาราง 4 การจัดระดับอนุกรมวิธานแบบโซโล คำถามและการตอบสนองที่คาดหวังจากผู้เรียน

การจัดระดับ	คำถามและการตอบสนองที่คาดหวังจากผู้เรียน
ระดับโครงสร้างขั้นพื้นฐาน (Pre-structure Level)	ผู้เรียนได้รับข้อมูลเป็นส่วนๆ ไม่ปะติดปะต่อกัน ไม่มีการจัดการข้อมูล ความหมายโดยรวมของข้อมูลไม่ปรากฏ
ระดับโครงสร้างเดี่ยว (Uni-structure Level)	ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลพื้นฐานที่ง่ายต่อการเข้าใจ แต่ไม่แสดงความหมายของความเกี่ยวข้องของข้อมูล
ระดับโครงสร้างหลากหลาย (Multi-structure Level)	ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลหลาย ๆ ชนิดเข้าด้วยกัน แต่ความหมายของความสัมพันธ์ระหว่างความเกี่ยวข้องของข้อมูลไม่ปรากฏ
ระดับความสัมพันธ์ของโครงสร้าง (Relational Level)	ผู้เรียนแสดงความสัมพันธ์ของความเกี่ยวข้องของข้อมูลได้ และแสดงความสัมพันธ์ของภาพรวมทั้งหมดได้
ระดับแสดงความต่อเนื่องในโครงสร้าง ภาคขยาย (Extended Abstract Level)	ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลนอกเหนือจากหัวข้อที่ได้รับ สามารถสรุปและส่งผ่านความสำคัญและแนวคิดที่ซ่อนอยู่ภายใต้กรณีตัวอย่าง

ทีมา พิจิตรา ทีสุกะ, 2556 : 95-97

อนุกรมวิธานโซโลพัฒนามาจากโครงสร้างทั่วไปของการพัฒนาสติปัญญาของเพียเจต์ โดยได้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์และจัดระดับของการปฏิบัติ โดยพิจารณาลักษณะในการสังเกตผลการเรียนรู้จากการตอบสนองของผู้เรียนต่อระดับความซับซ้อนของคำถามที่ตั้งขึ้นอย่างหลากหลายตามหัวข้อหรือรายวิชา ดังภาพ 1



ภาพ 1 SOLO taxonomy model
ที่มา Biggs, J. B. & Collis, K., 1982

จากภาพ 1 SOLO taxonomy model (Biggs, J. B. & Collis, K.,1982) มีการใช้คำกริยาเพื่อประยุกต์ใช้แนวคิดในการกำหนดค่าระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO taxonomy สรุปได้ดังนี้

1. Pre-structural (ระดับขั้นพื้นฐาน)

ในระดับนี้ผู้เรียนจะยังคงไม่เข้าใจจุดมุ่งหมายที่แท้จริง และยังคงใช้วิธีการง่าย ๆ ในการทำความเข้าใจสาระเนื้อหา ตัวอย่างคำกริยา ได้แก่ ไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน ไม่สำเร็จ พลาด ล้มเหลว เช่น ผู้เรียนร่ำทราบดีแต่ยังคงพลาดประเด็นที่สำคัญ

2. Uni-structural (ระดับมุมมองเดียว)

การตอบสนองของผู้เรียนจะมุ่งไปที่มุมมองที่เกี่ยวข้องเพียงมุมมองเดียว ตัวอย่างคำกริยา ได้แก่ ระบุง บอกรู้ ปฏิบัติตามขั้นตอนง่าย ๆ เช่น สามารถระบุชื่อได้ จำได้ และทำตามคำสั่งง่าย ๆ ได้

3. Multi-structural (ระดับหลายมุมมอง)

การตอบสนองของผู้เรียนจะมุ่งเน้นไปที่หลายๆมุมมองโดยการปฏิบัติต่อผู้เรียนจะเป็นไปอย่างอิสระ ตัวอย่างคำกริยา ได้แก่ รวมกัน บรรยาย แง่เน้น ปฏิบัติตามเป็นขั้น ๆ เขียนเป็นข้อ ๆ เช่น สามารถอธิบายได้ ยกตัวอย่างได้ หรืออาจเชื่อมโยงได้

4. Relational (ระดับเห็นความสัมพันธ์)

การบูรณาการความสัมพันธ์ต่างๆ เชื่อมโยงเข้าด้วยกัน ตัวอย่างคำกริยา ได้แก่ วิเคราะห์ ประยุกต์ ถกเถียง โต้แย้ง เปรียบเทียบ/เปรียบเทียบต่าง วิพากษ์วิจารณ์ อธิบายเหตุผลโยงความสัมพันธ์ ให้เหตุผลอธิบาย เช่น ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ระบุความแตกต่าง แสดงความสัมพันธ์ อธิบายเชิงเหตุผล และ/หรือนำไปใช้ได้

5. Extended abstract (ระดับขยายนามธรรม)

จากขั้นบูรณาการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เข้าด้วยกันนำมาสู่การสร้างเป็นแนวคิดนามธรรมขั้นสูงหรือการสร้างทฤษฎีใหม่ ตัวอย่างคำกริยา ได้แก่ สร้างสรรค์ คิดค้นสูตร ทำให้เกิดขึ้น ตั้งสมมติฐาน สะท้อนทฤษฎี เช่น การสร้างสรรค์ สะท้อนแนวคิด สร้างทฤษฎีใหม่

สอดคล้องกับรุ่งทิภา นานำรุ่ง (2550 : 14-15) ระบุว่าในแต่ละลำดับขั้นของพัฒนาการจำแนกออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับก่อนมีมุมมอง (pre-structural) ผู้เรียนจะแสดงความวอกแวกบ่อยครั้งหรือเข้าใจสถานการณ์ผิด 2) ระดับมุมมองเดียว (uni-structural) ผู้เรียนสนใจที่ตัวแปรหรือปัญหาแต่จะใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพียงข้อมูลเดียว การสรุปจะไม่เที่ยงตรง (invalid) 3) ระดับหลายมุมมอง (multi-structural) ผู้เรียนจะใช้ข้อมูลสองข้อมูลหรือมากกว่า แต่ไม่มีการสังเคราะห์ข้อมูลหรือไม่เข้าใจความสัมพันธ์ใดๆ ระหว่างข้อมูลนั้นๆ ไม่มีการบูรณาการแต่ใช้ข้อมูลที่หลากหลายจากความจำในการได้ลงมือปฏิบัติ 4) ระดับเห็นความสัมพันธ์ (relational) ผู้เรียนสามารถให้ข้อมูลทั้งหมดที่หามาได้ และผสานข้อมูลทั้งหมดเข้าด้วยกันตามความสัมพันธ์

ข้อมูลทั้งหมดจะเป็นโครงสร้างที่เชื่อมโยงกันและมีความสอดคล้องกันในระบบโดยตัดสินใจอย่างถูกต้องกับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน 5) ระดับขยายนามธรรม (extended abstract) ผู้เรียนสามารถขยายแนวคิดนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ มีการให้เหตุผลในระดับสูงขึ้น และสามารถสร้างกรณีทั่วไปใหม่ ๆ รวมทั้งที่เป็นนามธรรม ใช้ความเข้าใจข้อมูลที่กำหนดสร้างสมมติฐานหรือสร้างหลักการเชิงนามธรรม

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ลำดับขั้นและคำกริยาในการใช้บรรยายความสามารถของผู้เรียนใน SOLO Model มาเป็นแนวทางในการกำหนดความสามารถและคำบรรยายคำตอบของผู้เรียน สามารถนำมาช่วยอธิบายว่าผู้เรียนมีสมรรถนะ ความสามารถ พัฒนาการเป็นอย่างไร ซึ่งการประเมินความสามารถของผู้เรียนอยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาผู้เรียนในแง่ของความเข้าใจที่ซับซ้อน ซึ่งความเข้าใจดังกล่าวแบ่งได้เป็นระดับความสามารถของผู้เรียนด้วยการจัดระดับคำถามและการตอบสนองของผู้เรียน โดยมีคำกริยาในแต่ละระดับเป็นการบ่งบอกถึงความสามารถได้อีกด้วย

4. หลักการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ซึ่งเป็นแนวคิดในระบบการประเมินแนวใหม่ที่ Professor Mark Wilson แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย เบิร์กลีย์ ประเทศสหรัฐอเมริกา (University of California, Berkeley) พัฒนาขึ้น “แผนที่ภาวะสันนิษฐาน” มาจากคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เป็นคำเฉพาะว่า “construct map” เพื่อใช้เชื่อมโยงโมเดลตัวแปรเชิงทฤษฎีเข้ากับผลการวิเคราะห์คะแนนจากการทดสอบ หรือคะแนนที่เกิดจากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Wilson, 2005) ถูกพัฒนาขึ้นภายใต้กรอบการพัฒนาการประเมินที่เรียกว่ากรอบการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐาน (Construct Modeling framework : Wilson, 2005) ภายในกรอบแนวคิดนี้จะมีแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ทำหน้าที่เป็นแกนเชื่อมโยงส่วนประกอบต่างๆ ภายในกระบวนการประเมิน งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงใช้คำว่า “แผนที่ภาวะสันนิษฐาน” เพื่อความเหมาะสมสำหรับงานวิจัย ดังนั้นข้อตกลงในงานวิจัยนี้ คำว่า “แผนที่ภาวะสันนิษฐาน” ที่อยู่งานวิจัยนี้ในการอ้างอิงจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และผู้วิจัยใช้คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เป็นคำเฉพาะว่า “construct map”

4.1 ความสำคัญของแผนที่ภาวะสันนิษฐาน (Construct map)

แผนที่ภาวะสันนิษฐาน เกิดมาจากการสร้างแผนที่ตัวแปรเชิงทฤษฎี (construct mapping) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งที่ประกอบอยู่ในระบบการประเมินแบบ 4 หน่วยโครงสร้าง (Wilson, 2005) ซึ่ง วีรภัทร์ สุขศิริ (2559) ให้ข้อสรุปในส่วนของโครงสร้างโครงสร้าง (construct) ไว้ว่า สภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีที่นักวิจัยเชื่อว่า สิ่งที่ยังมองไม่เห็นหรือไม่สามารถ

สังเกตได้โดยตรงนั้นจะมีลักษณะและโครงสร้างอย่างไร หากนักวิจัยเชื่อว่ามีอยู่จริงปรากฏได้จริงแต่ไม่รู้ว่ามีลักษณะอย่างไร จึงต้องใช้ทฤษฎีหรือความรู้ที่มีอยู่ก่อนหรือประสบการณ์สร้างขึ้นมา ในมุมมองของนักวัดผลเชื่อว่าถ้าสิ่งนั้นมีอยู่จริงก็ต้องสามารถที่จะวัดได้ อาจได้ทั้งทางตรงและทางอ้อมประกอบกับการใช้ทฤษฎีที่น่าเชื่อถือ ความรู้ที่มากพอและประสบการณ์ที่ชัดเจนจะช่วยให้โครงสร้างชัดเจนมากขึ้นเพราะหากต้องการจะวัดสิ่งใดที่นักวัดผลไม่รู้โครงสร้างภายในของสิ่งที่วัด ไม่สามารถอธิบายได้ ผลของการวัดนั้นก็บอกได้เพียงแค่นิยามว่า “คืออะไร” แต่ไม่สามารถบอกหรืออธิบายว่า “เป็นอย่างไร” ซึ่งในการที่จะแปลความหมายผลการวัดต้องเป็นไปตามลักษณะและโครงสร้างที่สันนิษฐานไว้ก่อนแล้ว เพราะเป้าหมายของการสร้างเครื่องมือเพื่อนำไปใช้ต้องมีกำหนดเป้าหมายก่อน

ทฤษฎีแผนที่ภาวะสันนิษฐาน เป็นแนวคิดที่แม่นยำ สมมติว่าโครงสร้างที่เราต้องการนั้นจะมีรูปแบบเฉพาะที่เรียบง่าย เช่น จากสูงไปต่ำ จากขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ จากแกว่งไปแกว่งลง จากแข็งแรงแรงไปอ่อนแอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจจะมีระดับคุณภาพที่แตกต่างกันออกไป ระหว่างระดับมากที่สุดหลาย ๆ กลุ่ม ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนมีความสำคัญและมีประโยชน์ในการตีความ ซึ่งเป็นความคิดหรือคุณลักษณะเชิงแฝงที่ซ่อนเร้น มากกว่าจะเป็นความคิดเชิงประจักษ์ แม้ว่าระดับผลคุณภาพจะเป็นสิ่งที่อธิบายได้ แต่ก็สันนิษฐานว่าผู้ทำแบบทดสอบจะมีความสามารถอยู่ที่จุดใดก็ได้ ที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่มีระดับความอย่างสรุปคือ แผนที่ภาวะสันนิษฐานนั้น สามารถกล่าวได้ว่าเป็นตัวแปรแฝงที่เป็นมาตรวัดมิติเดียว (unidimensional) ซึ่งโครงสร้างโดยทั่วไปแล้วส่วนมากจะมีความซับซ้อนมากกว่านี้ เช่น มีหลายมิติ แต่นี้ไม่ได้เป็นอุปสรรคต่อการใช้วิธีการสร้างด้วยแผนที่ภาวะสันนิษฐาน นอกจากนี้ยังมีโครงสร้างที่มีความแตกต่างกันมากที่สามารถอธิบายได้อย่างดีจากแผนที่ภาวะสันนิษฐาน เช่น เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยสองกลุ่มที่มีความแตกต่างกัน (Wilson, 2005 : 6-7)

ดังตัวอย่างจากการประเมินผลการศึกษา เป็นระบบการประเมินผลที่สร้างขึ้นสำหรับหลักสูตรวิชาเคมีในระดับมัธยมปลาย การดำรงอยู่โดยเคมี : โมดูลแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้สำหรับโรงเรียนมัธยมปลาย (Living by Chemistry: Inquiry-Based Modules for High school หรือ LBC) โครงการ LBC จากหอวิทยาศาสตร์เรนซ์ ได้รับรางวัลทุนจากมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติในปี 1999 เพื่อสร้างหลักสูตรระยะยาวทั้งปีกับบริบทโลกแห่งความจริงที่มีความคล้ายคลึงกันหรือเป็นที่น่าสนใจสำหรับนักเรียน โดยมีเป้าหมายเพื่อทำให้กลุ่มนักเรียนขนาดใหญ่เข้าถึงวิชาเคมีได้อย่างหลากหลายเพื่อปรับปรุงการเตรียมความพร้อมของนักเรียนที่ลงเรียนวิชาเคมีตามแบบแผนการเรียนระดับมัธยมปลาย ซึ่งเป็นวิชาที่จำเป็นสำหรับการศึกษาศาสตร์ ความสำคัญอยู่ที่ความรู้ที่พวกเขาได้รับในระหว่างการมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนการสอนในรูปแบบวิธีการที่นักเรียนสามารถที่จะคิดและให้เหตุผลแนวคิดที่มีอยู่ในทางเคมีได้ ชุดโครงสร้างที่ถูกสร้างขึ้นประกอบด้วยทั้งตัวหลักสูตร LBC ระบบการวัดและการประเมินผล (an application of the Bear assessment system ; Wilson & Sloane, 2000) ซึ่งถูกเรียกว่า

“มุมมองของนักเคมี” (perspectives of chemists) ตัวแปรทั้งสามในหลักสูตร LBC ได้รับการออกแบบมาเพื่อที่จะอธิบายมุมมองเกี่ยวกับเคมีที่เกี่ยวกับ“หลักแนวคิดสามหลักใหญ่” คือ สาร การเคลื่อนที่ (จลน์ศาสตร์) และความมั่นคง สารนั้นเกี่ยวข้องกับการอธิบายอะตอมและโมเลกุลของสาร การเปลี่ยนแปลงเกี่ยวข้องกับมุมมองการเปลี่ยนแปลงในจลน์ศาสตร์ของสารและการปรับประคองช่วงการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และความมั่นคงนั้นพิจารณาถึงเครือข่ายความสัมพันธ์ในการอนุรักษ์พลังงาน กระบวนการของสารได้แสดงไว้ในภาพ 2 โดยอธิบายว่ามุมมองของนักเรียนในเรื่องสารดำเนินไปอย่างต่อเนื่องอย่างไร จากมุมมองที่แท้จริงของโลก และเพื่อที่จะมีส่วนร่วมในด้านการคำนวณการดำรงอยู่ของอะตอมและโมเลกุลและจากนั้นก็ดำเนินการสร้างการเปลี่ยนแปลงลักษณะธรรมชาติ ความก้าวหน้าเป็นแนวความคิดที่ถูกสะท้อนออกมาในสองระดับคือ การแสดงผลและการวัด

Levels of success	A TOMIC AND MOLECCULAR VIEWS	MEASURMENT AND MODEL REFINEMENT
5 Integrating	bonding and relative reactivity	models and evidence
4 Predicting	phase and composition	limitation of models
3 Relating	properties and atomic views	measured amounts of matter
2 Representing	matter with chemical symbols	mass with a particulate view
1 Describing	properties of matter	amounts of matter
	A Visualizing Matter	B Measuring matter

ภาพ 2 A construct map for Matter strand from LBC.

ที่มา Wilson, 2005

LBC เป็นตัวอย่างของแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่ค่อนข้างสมบูรณ์ หลักสูตรและระบบประเมินผลเหล่านี้ได้นำไปใช้ครอบคลุมถึงระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษา เมื่อมีการสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน นั่นก็คือการตั้งสมมติฐานอันแรก ซึ่งมักจะเกิดขึ้นน้อยกว่านี้

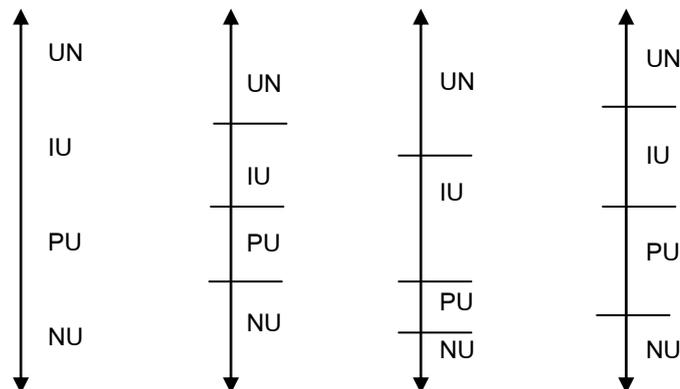
แผนที่ภาวะสันนิษฐาน คือ การกลั่นกรองผ่านกระบวนการหลากหลายในการพัฒนาเครื่องมือกระบวนการเหล่านี้รวมถึงการอธิบายโครงสร้างให้กับผู้อื่นด้วยความช่วยเหลือของการใช้แผนที่ภาวะสันนิษฐาน สร้างรายการแบบสอบถามที่คุณเชื่อว่าจะนำไปสู่ผู้ตอบแบบสอบถาม การทดลองใช้รายการเหล่านี้กับผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง การวิเคราะห์ผลข้อมูลเพื่อตรวจสอบว่าผลลัพธ์ที่ได้มานั้นมีความสอดคล้องกับความตั้งใจของเราที่แสดงผ่านแผนที่ภาวะสันนิษฐานหรือไม่ (Wilson, 2005)

วีรภัทร์ สุขศิริ (2557) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนที่ภาวะสันนิษฐานว่า เป็นแผนที่ตัวแปรที่สามารถบอกได้ถึงระดับคุณภาพหรือระดับความเข้มของคุณลักษณะหรือความสามารถที่จะทำการวัด โดยจะวัดได้จากการตอบข้อคำถามของผู้เรียนเมื่อผู้เรียนมีความสามารถที่แตกต่างกัน ก็จะมีระดับความสามารถที่แตกต่างกันตามการระบุความสามารถของผู้เรียนไว้ในแผนที่ภาวะสันนิษฐาน คำตอบของผู้เรียนเมื่อนำมาจัดกลุ่มให้ตรงกับแผนที่ภาวะสันนิษฐาน เพื่อแสดงระดับความสามารถแฝงของนักเรียนทำให้สมเหตุสมผลและมีความน่าเชื่อถือ แผนที่ภาวะสันนิษฐานถือได้ว่าเป็นตัวแทนของโมเดลความคิดที่ช่วยให้ครูรู้วิธีการที่ชัดเจนในการออกแบบการวัดตัวแปรให้สอดคล้องกับโครงสร้างของของตัวแปรที่ควรจะเป็นตามทฤษฎีหรือหลักการที่เกี่ยวข้อง (Brown & Wilson, 2011) ซึ่งในปัจจุบันผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (content expert) นั้นถูกให้ความสำคัญในการขอคำชี้แนะตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของคำถาม (content validation) ในกระบวนการสร้างเครื่องมือวัด แต่ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่มักจะไม่ใช่มือที่เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างภายในของตัวแปร (construct expert) บทบาทส่วนใหญ่ของผู้เชี่ยวชาญจึงเป็นการตรวจสอบลักษณะของขอบเขตและองค์ประกอบโครงสร้างของตัวแปรที่ครูต้องการวัดเพียงคร่าว ๆ ซึ่งไม่เพียงพอต่อการยืนยันความถูกต้องของโครงสร้างหรือโมเดลตัวแปรเชิงทฤษฎี ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการประเมินหรือสิ่งที่ต้องการประเมินแต่กลับไม่ทราบว่าครูหรือผู้วิจัยมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับตัวแปรอย่างไร ข้อคำถามถูกสร้างขึ้นมานั้นตรงตามโครงสร้างภายในของตัวแปรและมีความเหมาะสมหรือไม่ การสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน หรือแผนที่ตัวแปรเชิงทฤษฎีสามารถประยุกต์ใช้ในบริบทต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการประเมินผลทางการศึกษาเนื่องจากธรรมชาติของศักยภาพ (performance) หรือความสามารถ (ability) ที่นักเรียนได้รับการพัฒนาทั้งความรู้ กระบวนการคิดและทักษะปฏิบัติต่างๆ จะเกิดขึ้นตามโครงสร้างของหลักสูตรการเรียนรู้ เนื้อหาที่นักเรียนได้รับตามหลักสูตรมักจะเริ่มต้นด้วยหลักการพื้นฐานที่ไม่ซับซ้อน ทำให้ความสามารถและทักษะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลักการพื้นฐานจึงเป็นระดับพื้นฐานด้วย เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่ซับซ้อนมากขึ้นและเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นความสามารถและทักษะต่างๆ ก็จะมีผลลับซับซ้อนมากขึ้น ทำให้ลักษณะโดยธรรมชาติของคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ศักยภาพและการรับรู้ เป็นการสะสมอย่างต่อเนื่องระดับเบื้องต้นสู่ระดับที่ซับซ้อนและพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงตามแต่ศักยภาพและการรับรู้ของนักเรียนแต่ละคน

โดยสรุปแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ของตัวแปรโครงสร้างภายในออกแบบเพื่อเชื่อมโยงตัวแปรแฝงที่ต้องการมุ่งจะทำกรวัด อาจไม่มีความซับซ้อนเป็นตัวแปรแบบมิติเดียว (unidimensional) หรือบางโครงสร้างอาจซับซ้อนมีมากกว่าหนึ่งมิติ (multidimensional) แผนที่ภาวะสันนิษฐานจะมีลักษณะเป็นแผนภาพความคิดที่มีต่อตัวแปรเชิงทฤษฎีนั้นๆ ภายใต้กรอบแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ทำให้เข้าใจได้ถึงมุมมองเกี่ยวกับตัวแปรที่ต้องการวัด แผนที่ภาวะสันนิษฐานที่ดีต้องให้สารสนเทศที่ชัดเจนเกี่ยวกับตัวแปรหรือเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการประเมินว่าต้องมีโครงสร้างเป็นอย่างไร องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องนั้นมีอะไรบ้างโดยแต่ละองค์ประกอบมีขอบเขตการประเมินอย่างไรและคุณลักษณะเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

4.2 การสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน

การสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐานเป็นการสร้างแผนที่ตัวแปรซึ่งเป็นโมเดลความคิดหรือโมเดลตัวแปรเชิงทฤษฎี เพื่อกำหนดโครงสร้างภายใน ขอบเขตและคำบรรยายของคุณลักษณะแฝงที่สนใจตามทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้นิยามเชิงปฏิบัติการ และใช้อธิบายการตอบสนองของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะนั้น วีรภัทร์ สุขศิริ (2557, 33) ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญในการสร้างแผนที่ตัวแปร ว่าต้องมีความเหมาะสมของจำนวนระดับปริมาณคุณลักษณะที่จะต้องสอดคล้องกับทฤษฎีหรือสอดคล้องกับภาวะสันนิษฐานและมีโอกาสเกิดขึ้นได้จริง มีหลักการสมเหตุสมผลมาสนับสนุนการแบ่งระดับคุณลักษณะ มีความเป็นไปได้ที่นักเรียนจะตอบสนองได้ตรงตามแต่ละระดับคุณลักษณะ โดยสารสนเทศที่คาดว่าจะได้รับจากระดับคุณลักษณะ หากมีจำนวนน้อยเกินไปจะทำให้ได้สารสนเทศเพียงคร่าว ๆ ไม่สามารถวินิจฉัยความสามารถของนักเรียนได้ถูกต้องแม่นยำ หากมีจำนวนระดับมากเกินไปถึงแม้ว่าสารสนเทศที่คาดว่าจะได้รับจะมีความละเอียดมากขึ้น แต่ครูก็ไม่สามารถสร้างข้อคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนตอบสนองให้ตรงกับแต่ละระดับได้ ซึ่งในการสร้างโมเดลตัวแปรนั้นเส้นแบ่งระดับคุณลักษณะหรือความสามารถจะไม่ได้ถูกกำหนดขึ้น ผู้วิจัยจะไม่สามารถระบุตำแหน่งของเส้นแบ่งแต่ละเส้นได้อย่างถูกต้องแม่นยำ มีเพียงกรอบแนวคิดที่สามารถระบุในเบื้องต้นว่า คุณลักษณะของนักเรียนนั้น ๆ น่าจะอยู่ตรงระดับใด ยกตัวอย่างการสร้างโมเดลตัวแปรความเข้าใจเกี่ยวกับการคูณและการหาร การออกแบบโครงสร้างในที่นี้ คือตัวแปรความเข้าใจแบ่งออกเป็น 4 ระดับ มีขอบเขตเริ่มต้นจากระดับต่ำที่สุด คือ ไม่เข้าใจ ไปจนถึงระดับสูงสุด คือ เข้าใจพร้อมๆ มีคำอธิบายสั้นๆ เกี่ยวกับความหมายของนักเรียนในแต่ละระดับตามกรอบแนวคิดที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น ดังแสดงในภาพ 3

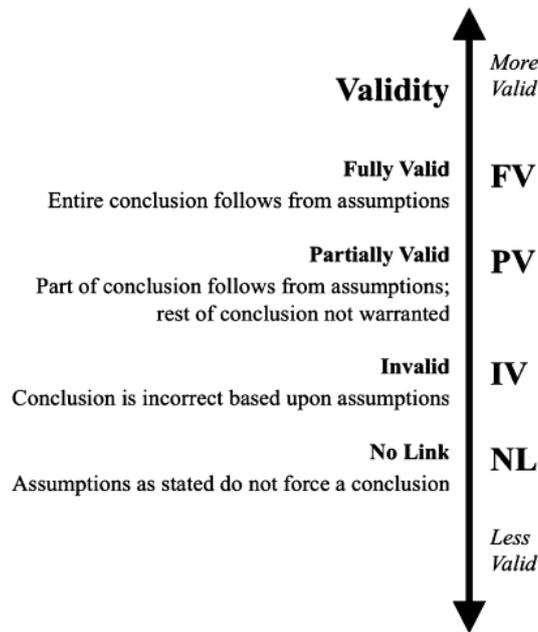


UN เข้าใจ (Understanding) IU เข้าใจไม่สมบูรณ์ (Incomplete Understanding)
 PU เข้าใจบางส่วน (Partial Understanding) NU ไม่เข้าใจ (Non-Understanding)

ภาพ 3 ตัวอย่างตำแหน่งของเส้นแบ่งระดับความเข้าใจเกี่ยวกับการคูณและการหาร
 ที่มา วีรภัทร์ สุขศิริ, 2557

การสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐานนั้นจะสมมติเส้นตรงที่มีหัวลูกศรทั้งข้าง เพื่อแสดงถึงความต่อเนื่องของปริมาณการมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งจากระดับน้อย (หัวลูกศรด้านล่าง) สู่ระดับมาก (หัวลูกศรด้านบน) หรืออาจจะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงจากคุณลักษณะหนึ่งเป็นอีกคุณลักษณะหนึ่งที่เกี่ยวข้อง ช่วงห่างระหว่างหัวลูกศร ทั้งสองอันเป็นสิ่งสมมติที่ครูสามารถกำหนด ขึ้นเอง เพื่อแสดงถึงขอบเขตของคุณลักษณะที่ สนใจ แม้ว่าเส้นตรงนี้จะมีความยาวแตกต่างกันได้ แต่ขอบเขตของคุณลักษณะที่ครูต้องการวัดเป็น เพียงส่วนหนึ่งของเส้นความต่อเนื่องที่แท้จริง ของคุณลักษณะแฉ่งนั้น ส่วนของเส้นตรงที่อยู่ถัดลงมา จากหัวลูกศร ถูกกำหนดให้เป็นขอบเขตของการไม่มีหรือมี คุณลักษณะน้อยภายใต้กรอบแนวคิดทฤษฎี ในทำนองเดียวกัน ส่วนของเส้นตรงจากจุดถูกกำหนดให้เป็นขอบเขตของการมีคุณลักษณะภายใต้กรอบแนวคิดทฤษฎี เช่นเดียวกัน

แกนหลักในการสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ส่วนล่างของเส้นตรงแสดงถึงการไม่มีคุณลักษณะหรือมีคุณลักษณะในปริมาณน้อย จากนั้นปริมาณของคุณลักษณะที่สนใจจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นไปจนถึงส่วนบนของเส้นตรงซึ่งแสดงถึง การมีคุณลักษณะหรือมีปริมาณมาก แบ่งออกเป็นระดับต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับระดับความสามารถแ่งของนักเรียนและรูปแบบการตอบสนองต่อข้อคำถาม ดังนั้นยังมีองค์ประกอบอีก 2 ส่วนที่สัมพันธ์กับแกนเส้นตรง คือ คำบรรยายเกี่ยวกับคำตอบของนักเรียน (description of response) และคำบรรยายเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียน (description of respondent) ที่ครูควรสนใจก่อนที่จะสร้างข้อคำถาม ยกตัวอย่างดังภาพ 4



ภาพ 4 ตัวอย่างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ของมิติตามถูกต้อง (Validity)
ที่มา Brow et al., 2010

จากตัวอย่างแผนที่ภาวะสันนิษฐานของมิติตามถูกต้อง (validity) (Brow et al., 2010) จะพบว่ามิติตามถูกต้อง จะถูกแบ่งออกเป็น 4 ระดับจากระดับความถูกต้องน้อยไปสู่ความถูกต้องมาก โดยกำหนดชื่อของระดับและคำบรรยายคำตอบไว้ ดังนี้ NL (No Link) ไม่มีความเชื่อมโยง เงื่อนไขไม่กล่าวถึงข้อสรุป , IV (Invalid) ไม่ถูกต้องทำการสรุปไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข, PV (Partially Valid) ถูกต้องเพียงบางส่วน สรุปได้ถูกต้องเพียงบางส่วนตามเงื่อนไข บางส่วนไม่แน่ใจว่าถูกต้อง และ FV (Fully Valid) ถูกต้องแบบสมบูรณ์ สรุปได้ถูกต้องตรงตามเงื่อนไขทั้งหมด

วีรภัทร์ สุขศิริ (2557) ได้สรุปหลักการสำคัญในการสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีของตัวแปร มีสองประการ คือ ประการแรก ความเหมาะสมของจำนวนระดับความเข้าใจที่ต้องสอดคล้องกับทฤษฎีหรือสภาวะสันนิษฐานและมีโอกาสเกิดขึ้นได้จริง มีหลักการที่สมเหตุสมผลมาสนับสนุนการแบ่งระดับความเข้าใจของตัวแปรและแต่ละระดับก็ควรมีความเป็นไปได้ที่นักเรียนจะตอบสนองออกมา เทคนิคที่ช่วยให้สามารถแบ่งระดับความเข้าใจได้ดีขึ้นนั้นอาจจะเริ่มต้นจากการพิจารณาคุณลักษณะที่แสดงว่านักเรียนเข้าใจประกอบด้วยอะไรบ้าง จากนั้นจึงพิจารณาว่า คุณลักษณะที่ตรงกันข้ามกับความเข้าใจนั้นประกอบด้วยอะไรบ้าง นั่นก็คือการพิจารณาคุณลักษณะที่แสดงถึงความไม่เข้าใจ เมื่อได้คุณลักษณะที่สุดโต่งของทั้งสองด้านแล้ว จึงพิจารณาคุณลักษณะที่อยู่ระหว่างระดับเข้าใจและระดับไม่เข้าใจเป็นลำดับต่อไป

ประการที่สองสารสนเทศที่คาดว่าจะได้รับจากระดับความเข้าใจ หากสร้างแผนที่ภาวะ
สันนิษฐาน ให้มีระดับน้อยเกินไปอาจทำให้ได้สารสนเทศเพียงคร่าวๆ ไม่สามารถวินิจฉัย
ความสามารถของนักเรียนได้ถูกต้องแม่นยำ หรือหากสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ให้มีจำนวน
ระดับมากเกินไป สารสนเทศที่คาดว่าจะได้รับอาจจะมีรายละเอียดมากขึ้น แต่ก็ทำให้ไม่
สามารถสร้างข้อคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนเลือกตอบให้ตรงกับแต่ละระดับที่กำหนดไว้ได้ ใน
ส่วนคำบรรยาย (descriptor) ของคุณลักษณะการเขียนบรรยายคำตอบหรือคำบรรยาย
ความสามารถของนักเรียน ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างในภาพ 5 ที่แสดงถึงความเข้าใจเรื่องความรู้
ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูผู้สอนจะต้องเขียนขึ้นเอง ขั้นตอนนี้เป็นกรให้สารสนเทศในภาพรวม
ของการประเมินและมีความสำคัญที่สุดต่อการสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ให้สมบูรณ์ รวมทั้ง
ครูผู้สอนจะใช้สารสนเทศนี้เป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถาม ใช้แปลความหมายผลการวัด
และสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียนเป็นกิจกรรมที่ครูผู้สอนจะต้องอธิบายให้ได้ว่า
คำตอบของนักเรียนจะต้องประกอบด้วยข้อมูลหรือหลักฐานอะไรบ้างที่แสดงให้เห็นถึง
ความสามารถของผู้เรียนว่าจัดอยู่ในระดับตามแผนที่ภาวะสันนิษฐานใด และในทำนองเดียวกัน
การสร้างคำบรรยายความสามารถของนักเรียนจึงเป็นความพยายามของครูผู้สอนเพื่อบอกว่า
นักเรียนมีคุณลักษณะอย่างไร รู้อะไรบ้าง และทำอะไรได้บ้างในแต่ละระดับ ซึ่งจะต้องเขียนคำ
บรรยายโดยละเอียด

4.3 แผนที่ภาวะสันนิษฐานกับคำบรรยายระดับความสามารถ

คำบรรยายระดับความสามารถ (performance level descriptor) เป็นสิ่งจำเป็น
อย่างมาก เพราะคำบรรยายระดับความสามารถจะถูกนำไปใช้ตีความคะแนนสอบและคะแนน
จุดตัดเช่นเดียวกับแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่สำคัญอย่างมากในกระบวนการทดสอบ คำบรรยาย
ระดับความสามารถเป็นชุดคำบรรยายความรู้ (knowledge) ทักษะ (skill) และความสามารถ
(ability) ของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ (Cizek & Bunch, 2007; Perie, 2008) คำ
บรรยายระดับความสามารถมีลักษณะเป็นระดับขั้นความสามารถจากต่ำสุดสู่สูงสุดภายใต้
ขอบเขตเฉพาะ ระดับความสามารถที่สูงขึ้นไปเรื่อยๆ จะแสดงถึงการมีความรู้ ทักษะและ
ความสามารถเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ ตามเส้นต่อเนื่องผลสัมฤทธิ์ (Plake, Huff, & Reshetar, 2010)
โดยแผนที่ภาวะสันนิษฐานมีคุณลักษณะเด่นกว่าคำบรรยายระดับความสามารถอย่างน้อย 3
ประการ คือ

1. แผนที่ภาวะสันนิษฐานสามารถใช้พัฒนาข้อสอบและแบบสอบแต่ในขณะที่คำ
บรรยายระดับความสามารถอาจจะใช้ไม่ได้ เนื่องจากคำบรรยายระดับความสามารถ ไม่มีคำ
บรรยายคำตอบของนักเรียนในแต่ละระดับ คำตอบของนักเรียนจะเป็นหลักฐานอย่างดีเพื่อ
ตีความและสรุปอ้างอิงความสามารถของนักเรียนให้ชัดเจนขึ้น (Brown & Wilson, 2011 ;
Wilson, 2005 ; Wilson et al., 2012)

2. คำบรรยายระดับความสามารถสนใจแต่คะแนนรวมจากแบบสอบ แต่แผนที่ภาวะสันนิษฐานสนใจทั้งคะแนนรวมและคะแนนรายข้อ ดังนั้นเมื่อนำแผนที่ภาวะสันนิษฐานไปใช้เป็นคำบรรยายระดับความสามารถ นอกจากจะได้สารสนเทศละเอียดมากขึ้นแล้ว ยังเชื่อมโยงความหมายของคะแนนรายข้อกับความหมายของคะแนนรวม คำตอบของนักเรียนที่มีต่อข้อสอบแต่ละข้อจึงสามารถใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนความตรงเชิงโครงสร้าง (Luecht, 2013 ; Wilson, 2005) และความตรงเชิงตีความ (Kane, 2006)

3. แผนที่ภาวะสันนิษฐานสามารถใช้เป็นฐานการพัฒนาคำบรรยายระดับความสามารถในกรณีที่ไม่มีการบรรยายระดับความสามารถในกระบวนการกำหนดคะแนน (Schulz, 2013) และในกรณีที่การทดสอบแบบดั้งเดิมไม่ได้กำหนดคำบรรยายระดับความสามารถไว้ก่อนมีเพียงแต่ข้อกำหนดลักษณะแบบสอบ (test specification) (Luecht, 2013 ; Masters, 2010) ซึ่ง Schulz (2013) และ Wyse (2013, 2014) บ่งชี้ว่าแผนที่ภาวะสันนิษฐานมีส่วนช่วยในกระบวนการพิจารณาความเหมาะสมของคะแนน และช่วยเชื่อมโยงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคะแนนสอบเข้ากับคำบรรยายระดับความสามารถ ในกรณีที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นไม่ตรงกัน แผนที่ภาวะสันนิษฐานจะช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนเข้าใจความคิดของผู้เชี่ยวชาญคนอื่นๆ ด้วย

	คำบรรยายความสามารถของนักเรียน
ระดับ 4: เข้าใจขั้นสูง	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนที่อยู่ในระดับนี้สามารถระบุ สาระสำคัญของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และหาความสัมพันธ์ระหว่างสาระสำคัญของข้อมูลและเชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนด รวมทั้งนำความรู้ (concepts ทางวิทยาศาสตร์) ไปใช้ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย - นักเรียนตั้งคำถามและออกแบบแนวทาง (ตีความข้อมูลและระบุวิธีการที่เหมาะสม) เพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่ซับซ้อนหรือไม่คุ้นเคย รวมทั้งหาข้อสรุป โดยสถานการณ์ที่ซับซ้อนประกอบด้วยข้อมูลตั้งแต่ 2 ส่วนและนักเรียนใช้ความรู้ตั้งแต่ 2 แนวคิดเพื่อตอบคำถาม
ระดับ 3: เข้าใจขั้นพื้นฐาน	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงหลักการเข้ากับสาระสำคัญของข้อมูลเพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่คุ้นเคยและ / หรือซับซ้อน - นักเรียนตั้งคำถามหรือระบุประเด็นจากข้อมูลที่ไม่ซับซ้อนและใช้ข้อค้นพบนั้นเพื่อแก้ไขสถานการณ์อย่างง่าย นักเรียนที่มีความสามารถในระดับนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียง 1 ส่วนในการแก้ไขสถานการณ์
ระดับ 2: เข้าใจบางส่วนเข้าใจคลาดเคลื่อน	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถระบุและอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ แต่เลือกใช้หลักการที่ไม่เกี่ยวข้องและไม่ครบถ้วนเพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่คุ้นเคย - นักเรียนตั้งคำถามหรือระบุประเด็นที่สำคัญจากข้อมูลไม่ครบถ้วน
ระดับ 1: ไม่เข้าใจ	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนไม่สามารถระบุสาระสำคัญของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ มีข้อจำกัดในการตีความหมายข้อมูลทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ - นักเรียนระบุปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์เบื้องต้นแต่ไม่สามารถระบุวิธีแก้ไข
ระดับ 0: ไม่เกี่ยวข้อง	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนตอบคำถามด้วยข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ตอบคำถาม คำตอบของนักเรียนไม่สามารถใช้เป็นหลักฐานเพื่อสรุปเกี่ยวกับความสามารถทางวิทยาศาสตร์

ภาพ 5 ตัวอย่างคำบรรยายระดับความสามารถความเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามโครงสร้างความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39, 2559

สำหรับในส่วนของตัวอย่างคำตอบที่เป็นไปได้ของผู้เรียนจำแนกตามระดับในแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่กำหนดไว้ เป็นการเสนอคำตอบที่เป็นไปได้และเป็นการแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนที่สำคัญในระบบการประเมินแบบ 4 หน่วยโครงสร้าง นั่นคือ การกำหนด outcome space หรือการกำหนดขอบเขตของคำตอบหรือคำตอบที่คาดว่าจะเป็นไปได้ของผู้เรียน ดังตัวอย่างภาพ 5

<i>Response Category</i>	<i>Code</i>	<i>Description</i>	<i>Example Responses</i>
Fully valid	FV	Entire conclusion follows from assumptions	“Since blocks with mass 2 g and 3 g both sank, a block with mass 4 g will sink and you can't tell whether a block with mass 1 g will sink or float.”
Partially valid	PV	Part of conclusion follows from assumptions; rest of conclusion not warranted	“Since blocks with mass 2 g and 3 g both sank, a block with mass 4 g will sink and a block with mass 1 g will float.”
Invalid	IV	Conclusion is incorrect based upon assumptions	“Since blocks with mass 2 g and 3 g both sank, a block with mass 4 g will float.”
No link	NL	Assumptions as stated do not force a conclusion	“Since blocks with mass both sank, a block with mass 4 g will sink.”

ภาพ 6 ตัวอย่างคำตอบที่เป็นไปได้ของนักเรียนจำแนกตามระดับแผนที่ภาวะสันนิษฐาน
ในมิติความถูกต้อง
ที่มา Brown et al., 2010

จะเห็นได้ว่าจากภาพ 6 การบรรยายคำตอบของนักเรียนตามระดับความถูกต้องในแผนที่ภาวะสันนิษฐาน โดยในแต่ละระดับจะประกอบด้วยคำบรรยายความสามารถ และมีตัวอย่างคำตอบที่คาดว่าจะเป็นไปได้ในการตอบสนองข้อคำถามของผู้เรียนขอยกตัวอย่างตามตาราง 5

ตาราง 5 ตัวอย่างการบรรยายคำตอบตามระดับความถูกต้องในแผนที่ภาวะสันนิษฐาน
ในมิติความถูกต้อง

ระดับ	รหัส	คำอธิบาย	ตัวอย่างคำตอบ
ถูกต้องแบบสมบูรณ์ (Fully Valid)	FV	สรุปได้ถูกต้องตรงตามเงื่อนไขทั้งหมด	เนื่องจาก block ที่มีมวล 2 g. และ 3 g. จมลงทั้งคู่ หาก block ที่มีมวล 4 g. จะจมและไม่สามารถบอกได้ว่า block ที่มีมวล 1 g. จะจมหรือลอย
ถูกต้องเพียงบางส่วน (Partially Valid)	PV	สรุปได้ถูกต้องเพียงบางส่วนตามเงื่อนไขบางส่วนไม่แน่ใจว่าถูกต้อง	เนื่องจาก block ที่มีมวล 2 g. และ 3 g. จมลงทั้งคู่ หาก block ที่มีมวล 4 g. จะจมและ block ที่มีมวล 1 g. จะลอย
ไม่ถูกต้อง (Invalid)	IV	การสรุปไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข	เนื่องจาก block ที่มีมวล 2 g. และ 3 g. จมลงทั้งคู่ block ที่มีมวล 4 g. จะลอย
ไม่มีความเชื่อมโยง (No Link)	NL	เงื่อนไขไม่กล่าวถึงข้อสรุป	เนื่องจาก block ที่มีมวลจมลงทั้งคู่ ดังนั้น block ที่มีมวล 4 g. จะจม

ที่มา Brown et al., 2010

4.4 แนวทางการสร้างข้อสอบที่เชื่อมโยงกับแผนที่ภาวะสันนิษฐาน

การวัดคุณลักษณะภายในที่เกี่ยวข้องกับความสามารถ (ability) ของบุคคลเป็นการวัดที่ต้องอาศัยข้อสอบเป็นสิ่งเร้าเพื่อกระตุ้นให้แสดงพฤติกรรมที่ต้องการออกมาด้วยการตอบสนองต่อข้อสอบ ผลการตอบจะออกมาในรูปของคะแนนแล้วอ้างอิงไปอธิบายหรือทำนายความสามารถที่แท้จริงของบุคคล การที่จะสามารถอธิบายหรือทำนายความสามารถของบุคคลได้ดีเพียงใดขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อสอบว่าให้ผลการวัดที่น่าเชื่อถือและครอบคลุมคุณลักษณะที่ต้องการวัดมากน้อยเพียงใด ข้อสอบที่มีคุณภาพถือว่าเป็นเครื่องมือที่ดีในการวัดพฤติกรรมที่เป็นตัวแทนของมวลพฤติกรรมที่ต้องการศึกษาทั้งหมด ดังนั้นจากอดีตจนถึงปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาคุณภาพของข้อสอบอย่างต่อเนื่องซึ่งการพัฒนาดังกล่าวสามารถแยกตามโครงสร้างของแบบสอบ (test structure) 2 กลุ่มใหญ่ คือ โครงสร้างแบบสอบแบบเอกมิติ (unidimensional test structure) และโครงสร้างแบบสอบแบบพหุมิติ (multidimensional test structure) ซึ่งการพัฒนาข้อสอบตามโครงสร้างทั้งสองแบบนี้ดำเนินการอยู่ภายใต้แนวคิดทฤษฎีการทดสอบอันเป็นองค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการทดสอบ วิธีการแก้ปัญหาคำทดสอบและการพัฒนาเครื่องมือการทดสอบซึ่งจะสามารถช่วยให้นักวัดผลสามารถทำการสร้างและพัฒนาแบบสอบให้มีคุณภาพ สามารถแปลความหมายผลการวัดได้ถูกต้องและสามารถนำเสนอสารสนเทศไปใช้สำหรับการตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552 : 38)

ในการสร้างข้อสอบที่เชื่อมโยงกับแผนที่ภาวะสันนิษฐานนั้นเป็นการสร้างข้อสอบหรือรายการข้อคำถามเพื่อวัดความรู้ความสามารถของนักเรียนหรือสิ่งที่สนใจตามตัวแปรเชิงทฤษฎีที่ครูผู้สอนต้องการประเมิน (construct) ซึ่งเป็นสภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีของคุณลักษณะใดๆ ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง (latent variable) แต่นักวิจัยเชื่อว่าสิ่งนั้นมีอยู่จริงและมีรายละเอียดภายในและส่วนประกอบต่างๆ ที่รวมกันเป็นโครงสร้าง (structure) ของคุณลักษณะนั้น โดยต้องมีลักษณะที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนองได้ใกล้เคียงกับคำบรรยายคำตอบมากที่สุดและให้ครบตามจำนวนที่ต้องการ เพื่อนำไปใช้อ้างอิงความสามารถของผู้เรียนตามคำบรรยายความสามารถได้อย่างชัดเจนและสอดคล้องกับโครงสร้างทางทฤษฎีของตัวแปร

วีรภัทร์ สุขศิริ (2557) ได้กล่าวถึงการประเมินแบบดั้งเดิมกับการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ (Item specification) หรือการกำหนดโครงสร้างข้อสอบ (Test blueprint) ให้ข้อมูลได้เพียงคร่าวๆ ว่าข้อสอบนั้นมุ่งวัดอะไร ซึ่งในความเป็นจริงนั้นการประเมินต้องการข้อมูลที่ละเอียดมากพอเพื่อสรุปเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียน ดังตัวอย่างของการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ (Item specification) หรือการกำหนดโครงสร้างข้อสอบ (Test blueprint) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในการประเมินแบบดั้งเดิม ตามตาราง 6

ตาราง 6 การกำหนดโครงสร้างข้อสอบ (Test blueprint) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์
ในการประเมินแบบดั้งเดิม

	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์
มาตรฐาน ว 1.1		ข้อ 1		ข้อ 2	
มาตรฐาน ว 1.2			ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5
มาตรฐาน ว 2.1	ข้อ 6	ข้อ 7			
มาตรฐาน ว 3.1				ข้อ 9	ข้อ 10

จากตาราง 6 การกำหนดคุณลักษณะของข้อสอบ (Item specification) ในรูปแบบเดิมมีข้อจำกัด คือ ไม่สอดคล้องกับตรรกะ (logic) ของการออกแบบการประเมินผลและไม่สอดคล้องกับโครงสร้างของตัวแปร ตัวอย่าง เช่น ถ้านักเรียนตอบข้อ 5 และ ข้อ 10 ถูก แต่ตอบข้อ 2 4 และ 9 ผิด จะสรุปว่าอย่างไร จะใช้คะแนนรวมจากจำนวนข้อที่ตอบถูกได้หรือไม่ ในเมื่อข้อสอบแต่ละข้อวัดคุณลักษณะเดียวกันแต่มีระดับที่สนใจวัดต่างกัน หรือนักเรียนตอบข้อ 2 ผิด หมายถึง นักเรียนมีความสามารถระดับใด ไม่มีความสามารถวิเคราะห์ได้แต่มีความสามารถเพียงการนำไปใช้หรือไม่ หรือไม่มีความสามารถอยู่ในระดับใดเลยเพราะตอบผิดแนวคิดดั้งเดิมหากเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบตัวเลือกที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อลวงให้นักเรียนตอบตัวเลือกไม่สามารถสะท้อนความสามารถที่แตกต่างกันของนักเรียนได้

แนวทางการออกแบบการประเมินแนวใหม่ การกำหนดคุณลักษณะของข้อสอบ (item specification) จะมีความสอดคล้องกับโครงสร้างตัวแปรและคำตอบที่เป็นไปได้ของข้อสอบแต่ละข้อและมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะ ดังตัวอย่างในการกำหนดรายวิชาวิทยาศาสตร์ ตาราง 7

ตาราง 7 การกำหนดโครงสร้างข้อสอบ (Test blueprint) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์
ในการประเมินแบบใหม่

ระดับ	มาตรฐาน ว1.1		มาตรฐาน ว1.2			มาตรฐาน ว2.1			มาตรฐาน ว3.1	
สังเคราะห์					X					X
วิเคราะห์		X		X	X				X	X
การนำไปใช้		X	X	X	X			X	X	X
ความเข้าใจ	X	X	X	X	X		X	X	X	X
ความจำ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ตอบผิด/ไม่ตอบ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ข้อที่	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10

จากตาราง 7 จะเห็นได้ว่าสามารถให้คะแนนคำตอบได้ทั้งแบบ Dichotomous และ Polytomous โดยเกณฑ์การให้คะแนนจะสัมพันธ์กับโครงสร้างตัวแปรตามที่ได้ออกแบบไว้และสัมพันธ์กับรูปแบบข้อสอบ เกณฑ์การให้คะแนนจะสัมพันธ์กับคำตอบที่เกิดขึ้นและสามารถใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนหรือโต้แย้งความสามารถของนักเรียนได้ สามารถใช้คำบรรยายความสามารถและคำบรรยายคำตอบเป็นเกณฑ์การให้คะแนนรายข้อได้ แต่อย่างไรก็ตามเกณฑ์การให้คะแนนรายข้อและทั้งฉบับต้องสัมพันธ์กัน ดังตาราง 8

ตาราง 8 การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Dichotomous และแบบ Polytomous ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในการประเมินแบบใหม่

ระดับ	มาตรฐาน ว1.1	การให้คะแนนแบบ Dichotomous	การให้คะแนนแบบ Polytomous
สังเคราะห์ วิเคราะห์ การนำไปใช้ ความเข้าใจ			
ความจำ	X	1	1
ตอบผิด/ไม่ตอบ	X	0	0
ข้อที่	I6		

ซึ่งเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบ polytomous นั้น ตรรกะในการออกแบบตัวแปรเป็นตรรกะเดียวกับกรให้คะแนน คะแนนที่ให้ความเป็นปรนัย (objectivity) มากขึ้น จากตาราง 8 นักเรียนตอบคำถามข้อ 6 ไม่ว่าจะตอบดีแค่ไหนก็จะได้ 1 คะแนน เพราะข้อ 6 วัดแค่ระดับความจำ เป็นการควบคุมคุณภาพ (quality control) ของการให้คะแนน แม้ว่าจะเป็นกรให้คะแนนแบบ dichotomous หรือกรให้คะแนนแบบตอบถูก 1 ตอบผิด 0 กับโครงสร้างตัวแปรที่มีหลายระดับ ก็สามารถทำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมินและตรรกะของการให้คะแนนกับตรรกะในการสร้างโครงสร้างตัวแปรยังสอดคล้องกัน รวมทั้งคำตอบของนักเรียนยังใช้เป็นหลักฐานความตรงได้เช่นเดิม

4.5 ประโยชน์ของโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี

โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี สามารถใช้ได้หลากหลายบริบททั้งในด้านการพัฒนามาตรฐานการเรียนรู้ การพัฒนาเครื่องมือวัดความสามารถหรือคุณลักษณะใช้กำหนดเกณฑ์การผ่านขั้นต่ำ ในการทดสอบขนาดใหญ่หรือเกณฑ์การประเมินคุณภาพสถานศึกษาและสร้างหรือปรับปรุงข้อสอบจากข้อสอบเดิมที่เผยแพร่ไปแล้ว ดังที่ วีรภัทร์ สุขศิริ (2557) ได้ให้ข้อสรุปว่าสารสนเทศสำคัญที่ได้รับจากการวิเคราะห์รูปแบบคำตอบด้วยโมเดลการวัดของราชส์ คือ

ค่าของการประมาณความสามารถแฝง (latent ability estimate: θ) และค่าพารามิเตอร์ความยากข้อสอบ (item difficulty parameter : δ) โดยสารสนเทศทั้งสองนี้จะถูกนำไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการต่างๆ ในระบบการประเมินเดิม ไปใช้ปรับปรุงแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนน ทำให้ได้ระบบการประเมินใหม่ที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ดังนี้

1. ให้สารสนเทศเพื่อใช้ในการปรับปรุงแผนที่ภาวะสันนิษฐาน

เมื่อคำตอบจากความสามารถของผู้เรียนถูกจัดกลุ่มตามแผนที่ภาวะสันนิษฐานแล้วมีการให้เกณฑ์การให้คะแนนซึ่งเป็นค่าเชิงปริมาณ จำนวนหรือตัวเลขจึงกลายเป็นคุณสมบัติของการวัดและกลายเป็นคุณสมบัติของกลุ่มคำตอบ เมื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ด้วยโมเดลการวัด จะได้ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบแต่ละข้อ โดยค่าความยากนี้จะทำหน้าที่เป็นเส้นแบ่งความสามารถของนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ หมายถึง นักเรียนที่มีความสามารถแฝงมากกว่าค่าความยากของข้อสอบ $\theta > \delta$ จะมีโอกาสมากกว่าร้อยละ 50 ที่จะตอบข้อคำถามได้ดีกว่านักเรียนที่มีค่าความสามารถแฝงน้อยกว่าค่าความยากข้อสอบ $\theta < \delta$ ดังนั้นโอกาสที่เส้นแบ่งความสามารถของผู้เรียนอาจเป็นไปได้หลายลักษณะ เมื่อนำค่าความยากของแต่ละลำดับจากข้อคำถามทุกข้อมาหาค่าเฉลี่ยก็จะได้เส้นแบ่งความสามารถเฉลี่ยในที่สุด สารสนเทศที่ได้จะสามารถนำกลับไปทบทวนกรอบแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการสร้างโมเดลความคิดตั้งแต่ต้นว่า ความสามารถของนักเรียนในระดับที่กำหนดไว้นั้นเป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้หรือไม่ และมีความแตกต่างจากระดับที่อยู่ข้างเคียงกันอย่างไร การกำหนดค่าบรรยายคำตอบ และค่าบรรยายความสามารถที่นำไปสู่การให้คะแนนนักเรียนสอดคล้องกับแผนที่ภาวะสันนิษฐานหรือไม่ และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ที่ครูจะรวมระดับเข้าใจบางส่วนและระดับไม่เข้าใจเป็นระดับเดียวกัน เพื่อเพิ่มนัยสำคัญในการแปลความหมายความสามารถของนักเรียน การให้เหตุผลในลักษณะนี้เป็นสิ่งที่กระทำได้ตรงไปตรงมาและสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของผลการวิเคราะห์ที่ครูได้จากการสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน นั้นหมายความว่า การสร้างแผนที่ตัวแปรให้ประโยชน์โดยตรงต่อการพัฒนาหรือแก้ไขโมเดลความคิดของการประเมิน และยังให้หลักฐานสำหรับครูนำไปใช้ได้แย่งหรือสนับสนุนสิ่งที่ครูจะทำและไม่ทำในกระบวนการประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียนอีกด้วย

2. ใช้ในการปรับปรุงข้อคำถาม

ข้อสอบที่สร้างขึ้นตามแผนที่ภาวะสันนิษฐานนั้นมีคุณลักษณะเด่นที่สำคัญสองประการ ประการแรก คือ การตั้งโจทย์คำถาม (stem) ที่อ้างอิงจากแผนที่ภาวะสันนิษฐานจะช่วยให้โจทย์คำถามมีความตรงเชิงโครงสร้างมากขึ้น กล่าวคือ โดยปกติแล้วโจทย์คำถามทั่วไปมุ่งให้ความสนใจที่เนื้อหาและ/หรือทักษะ โดยไม่สามารถอธิบายได้ว่า โจทย์คำถามเหล่านั้นจะมีระดับความเข้มข้นของเนื้อหาและระดับทักษะการคิดที่เกี่ยวข้องกันเป็นอย่างไร เมื่อครูใช้แผนที่ภาวะสันนิษฐาน ในการตั้งโจทย์คำถาม ครูจะมีกรอบความคิดว่า ต้องการวัดความสามารถของนักเรียนในระดับใดและความสามารถในระดับนั้นสัมพันธ์กับเนื้อหาและทักษะอะไรบ้าง

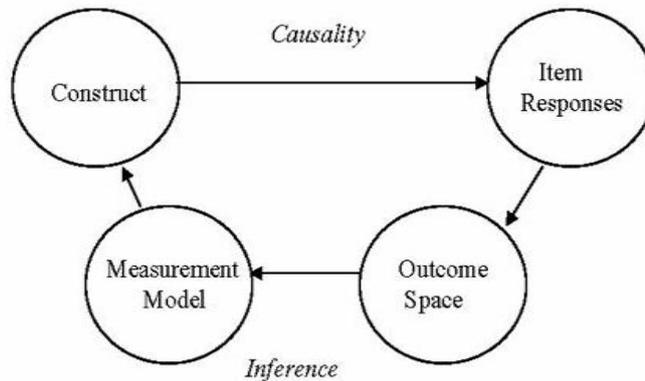
3. ใช้ในการปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนน

เมื่อทำการปรับปรุงแผนที่ภาวะสันนิษฐาน โดยการรวมระดับบางระดับเข้าด้วยกันหรือแม้การแบ่งย่อยระดับให้มีความละเอียดมากขึ้น คือเกณฑ์การให้คะแนนคำตอบของนักเรียนที่สอดคล้องกับข้อมูลที่มากขึ้น เนื่องจากตอนแรกเกณฑ์การให้คะแนนเป็นสิ่งที่ครูกำหนดขึ้นเองตามคำอธิบายคำตอบที่สัมพันธ์กับแผนที่ภาวะสันนิษฐาน เมื่อแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ถูกปรับให้สอดคล้องกับข้อมูลมากขึ้น เกณฑ์การให้คะแนนก็สมควรปรับปรุงเช่นกัน หลักการเบื้องต้นในการปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนนั้น นิยมให้ระดับต่ำสุดของแผนที่ภาวะสันนิษฐาน จะมีค่าเท่ากับ 0 คะแนน จากนั้นค่าจะเพิ่มขึ้นทีละ 1 คะแนน เพื่อใช้แทนระดับที่สูงขึ้น นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการทดลองใช้ข้อคำถาม ยังสามารถนำไปใช้ปรับรูปร่างคำอธิบายคำตอบและคำอธิบายความสามารถของนักเรียนเพื่อให้เห็นความแตกต่างที่ชัดเจนมากขึ้นระหว่างระดับต่าง ๆ ในแผนที่ภาวะสันนิษฐาน จากนั้นครูจะต้องปรับแก้ทั้งคำบรรยายคำตอบและคำบรรยายความสามารถของนักเรียนใหม่ด้วยเพื่อให้กระบวนการออกแบบการประเมินทั้งหมดสอดคล้องกลมกลืนกัน

5. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการประเมินที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ

5.1 ระบบการประเมินผล The BEAR Assessment System

The BEAR Assessment System เป็นระบบการประเมินผลแนวใหม่โดย The Berkeley Evaluation and Assessment Research Center ซึ่งเป็นวิธีการที่ Professor Mark Wilson แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย เบิร์กลีย์ ประเทศสหรัฐอเมริกา (University of California, Berkeley) พัฒนาขึ้นเรียกการประเมินผลนี้ว่า ระบบการประเมินแบบ 4 หน่วย โครงสร้าง The Four Building Blocks of Assessment Development (Wilson, 2005) เป็นแนวทางบูรณาการในการพัฒนาการประเมินผลที่ให้ความสำคัญอย่างยิ่งต่อการแปลความหมายของการวัดผลงานของนักเรียนที่สัมพันธ์กับเป้าหมายด้านความรู้ความเข้าใจและการพัฒนาของสิ่งที่ต้องการวัด มีพื้นฐานอยู่บนหลักการที่สำคัญ 4 ส่วน ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการประเมินผลและส่วนที่สำคัญคือ จะทำให้เกิดการสร้างเครื่องมือในการประเมินที่มีความหมายสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรกิจกรรมการเรียนการสอนหรือคุณลักษณะต่าง ๆ ที่มีความเฉพาะเจาะจง สำหรับรายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือวัดผลผ่านขั้นตอนเหล่านี้ ซึ่งในการพัฒนาเครื่องมือที่เป็นกระบวนการที่สมบูรณ์และถูกต้องมีความน่าเชื่อถือและเพื่อให้ตรงบรรลุวัตถุประสงค์จะต้องมีกระบวนการที่เป็นวงจรครบทั้ง 4 ส่วน ได้แก่ โครงสร้างของสิ่งที่ต้องการวัด รายการ/ข้อคำถาม รายการคะแนนหรือการให้ค่าระดับคะแนน และรูปแบบหรือเครื่องมือในการวัดโดยส่วนสำคัญทั้ง 4 ส่วนนี้จะมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันด้วยเหตุและผลนำไปสู่ข้อสรุปของการวัดแบบเป็นวงจรหรือวัฏจักร (Wilson, 2005 : 18-20) ดังภาพ 7



ภาพ 7 The Four Building Blocks of Assessment Development
ที่มา Wilson, 2005

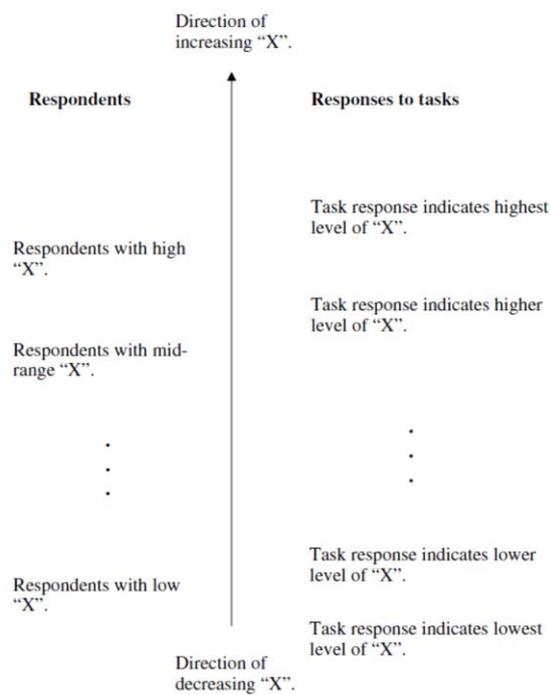
5.2 องค์ประกอบของระบบการประเมินแบบ 4 หน่วยโครงสร้าง (The Four Building Blocks of Assessment Development)

จากมุมมองในการพัฒนาหรือกำหนดเกณฑ์ในการวัดและประเมินผลที่มีความเหมาะสมเป็นความท้าทายสำหรับนักการศึกษา ซึ่งต้องให้ความสำคัญกับสิ่งที่ควรประเมิน ควรมุ่งเน้นไปเป้าหมายของการเรียนรู้ หรือความรู้ที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งการมีความหลากหลายของแนวคิดทฤษฎีในการจัดการเรียนการสอนส่งผลต่อการกำหนดวิธีการที่ดีในการประเมินเพื่อพัฒนาการของผู้เรียน โดยแนวคิดและทฤษฎีการจัดการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นก็เป็นความพยายามในการระบุดพัฒนาการของผู้เรียนให้เป็นรูปธรรม แต่การจัดการเรียนรู้หรือการเผชิญสถานการณ์ที่แตกต่างกันของผู้เรียน และความแตกต่างกันของรูปแบบ เป้าหมายที่เกิดจากแนวคิดหรือทฤษฎีจึงเป็นปัญหาต่อการเรียนรู้ จึงมีการใช้รูปแบบในการประเมินที่ต่างกัน และมีรูปแบบเฉพาะที่เหมาะสมตามแนวคิดหรือทฤษฎีนั้นๆ The BEAR Assessment System จึงตอบสนองต่อความต้องการด้านการศึกษา โดยความแกร่งของระบบการประเมินนี้เป็นการค้นหาเครื่องมือจากการสร้างโมเดลทฤษฎีการเรียนรู้ที่หลากหลาย หลักการสำคัญของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ สิ่งที่ต้องการวัดจะถูกกำหนดขึ้นจากความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ของครูผู้สอนและใช้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในกระบวนการประเมินผล โดยจะขอยกตัวอย่างโดยรวมขององค์ประกอบระบบการประเมินแบบ 4 หน่วยโครงสร้าง (Wilson, 2009) ดังนี้

หน่วยโครงสร้างที่ 1 : โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีหรือแผนที่ภาวะสันนิษฐาน (Construct Maps)

สร้างโดยใช้หลักการในมุมมองของพัฒนาการของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน หมายถึง การประเมินผลการพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดและทักษะเฉพาะด้านโดยการประเมินผลสัมฤทธิ์ การสร้างแผนที่ต้องทำการศึกษา

ค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการให้ผู้เรียนพัฒนาและคุณลักษณะที่ผู้เรียนสามารถแสดงออกมา หรือระดับคุณภาพที่มีความแตกต่างกันไปของผู้เรียน ได้ซึ่งเป็นการมุ่งเน้นเพื่อวัดที่มี ประสิทธิภาพ บอกได้ของระดับคุณภาพหรือความสามารถที่แตกต่างกัน ดังนั้นแผนที่ภาวะ สันนิษฐาน ที่ถูกสร้างจะกำหนดสิ่งที่ต้องการวัดที่สามารถแปลความหมายได้ในการประเมินผลที่ ตรงกับเนื้อหาเฉพาะหรือสิ่งเฉพาะที่ต้องการวัดเพื่อเป็นแนวทางเชื่อมโยงไปสู่การสร้างรูปแบบ ของการประเมินผลหรือรูปแบบของการเรียนการสอน โดยในแผนที่ภาวะสันนิษฐาน จะกำหนด ตัวแปรแฝงที่จะสามารถตรวจสอบได้ในช่วงของการเรียนการสอนหรือกระบวนการพัฒนา เครื่องมือ ทำให้มีความสะดวกมากขึ้น เป็นการวางแนวทางที่มุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้และ ความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล มีนิยามคำจำกัดความของสิ่งที่นักเรียนคาดหวังว่าจะได้เรียนรู้ และกรอบทฤษฎีของวิธีการเรียนรู้ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างระบบการประเมินที่ความ ถูกต้อง การสร้างแผนที่จะได้มาจากการศึกษาค้นคว้าในโครงสร้างขององค์ประกอบตั้งแต่ความรู้ พื้นฐานขึ้นไปและอีกส่วนหนึ่งจากประสบการณ์ของผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญที่จะกำหนดได้ว่า ผู้เรียนมีความสามารถเป็นอย่างไรจะจัดระดับความสามารถหรือผลการปฏิบัติงานตั้งแต่ระดับต่ำ จนสูงขึ้นอย่างไรหรือผู้เรียนมีการตอบสนองต่อคำแนะนำหรือการปฏิบัติอย่างไรเพื่อความ ชัดเจนของตัวแปรนั้นๆ (Wilson, 2009 : 3-4) ตัวอย่าง ภาพ 8



ภาพ 8 ตัวอย่างแผนที่ภาวะสันนิษฐานตามโครงสร้างพื้นฐานทั่วไป
ที่มา Paul Black, Mark Wilson & Shih-Ying Yao, 2011

จากภาพ 8 เป็นตัวอย่างของแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ตัวแปร X โดยมีลูกศรตรงกลางแสดงให้เห็นถึงระดับความสามารถของตัวแปร X จากล่างขึ้นไปสู่ด้านบน จากระดับความสามารถน้อยไปมาก ซ้ายมือเป็นแผนที่ภาวะสันนิษฐานของผู้เรียน (respondent construct map) ซึ่งเป็นแผนที่เชิงคุณภาพ (qualitative map) มุมมองจากล่างขึ้นบนเป็นระดับความสามารถจากน้อยไปมาก มีคำบรรยายคุณลักษณะตามระดับ ด้านขวามือเป็นแผนที่ภาวะสันนิษฐานของการตอบสนองข้อสอบ (item – response construct map) ซึ่งเป็นแผนที่เชิงปริมาณ (quantitative map) เพื่อรองรับการตรวจสอบโครงสร้างในขั้นต่อไป หรือหากแสดงเป็นการสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐานของความเข้าใจในระบบสุริยะของนักเรียนในระดับชั้นต่างกันได้ดังภาพ 9

Level	Description
5 8 th grade	Student is able to put the motions of the Earth and Moon into a complete description of motion in the Solar System which explains: <ul style="list-style-type: none"> the day/night cycle the phases of the Moon (including the illumination of the Moon by the Sun) the seasons
4 5 th grade	Student is able to coordinate apparent and actual motion of objects in the sky. Student knows that <ul style="list-style-type: none"> the Earth is both orbiting the Sun and rotating on its axis the Earth orbits the Sun once per year the Earth rotates on its axis once per day, causing the day/night cycle and the appearance that the Sun moves across the sky the Moon orbits the Earth once every 28 days, producing the phases of the Moon <p>COMMON ERROR: Seasons are caused by the changing distance between the Earth and Sun.</p> <p>COMMON ERROR: The phases of the Moon are caused by a shadow of the planets, the Sun, or the Earth falling on the Moon.</p>
3	Student knows that: <ul style="list-style-type: none"> the Earth orbits the Sun the Moon orbits the Earth the Earth rotates on its axis <p>However, student has not put this knowledge together with an understanding of apparent motion to form explanations and may not recognize that the Earth is both rotating and orbiting simultaneously.</p> <p>COMMON ERROR: It gets dark at night because the Earth goes around the Sun once a day.</p>
2	Student recognizes that: <ul style="list-style-type: none"> the Sun appears to move across the sky every day the observable shape of the Moon changes every 28 days <p>Student may believe that the Sun moves around the Earth.</p> <p>COMMON ERROR: All motion in the sky is due to the Earth spinning on its axis.</p> <p>COMMON ERROR: The Sun travels around the Earth.</p> <p>COMMON ERROR: It gets dark at night because the Sun goes around the Earth once a day.</p> <p>COMMON ERROR: The Earth is the center of the universe.</p>
1	Student does not recognize the systematic nature of the appearance of objects in the sky. Students may not recognize that the Earth is spherical. <p>COMMON ERROR: It gets dark at night because something (e.g., clouds, the atmosphere, "darkness") covers the Sun.</p> <p>COMMON ERROR: The phases of the Moon are caused by clouds covering the Moon.</p> <p>COMMON ERROR: The Sun goes below the Earth at night.</p>
0	No evidence or off-track

ภาพ 9 แผนที่ภาวะสันนิษฐานของความเข้าใจในระบบสุริยะของนักเรียนในระดับชั้นต่างกันได้
ที่มา Wilson, 2009

หน่วยโครงสร้างที่ 2 : การออกแบบข้อคำถามหรือออกแบบข้อสอบ (Items design)

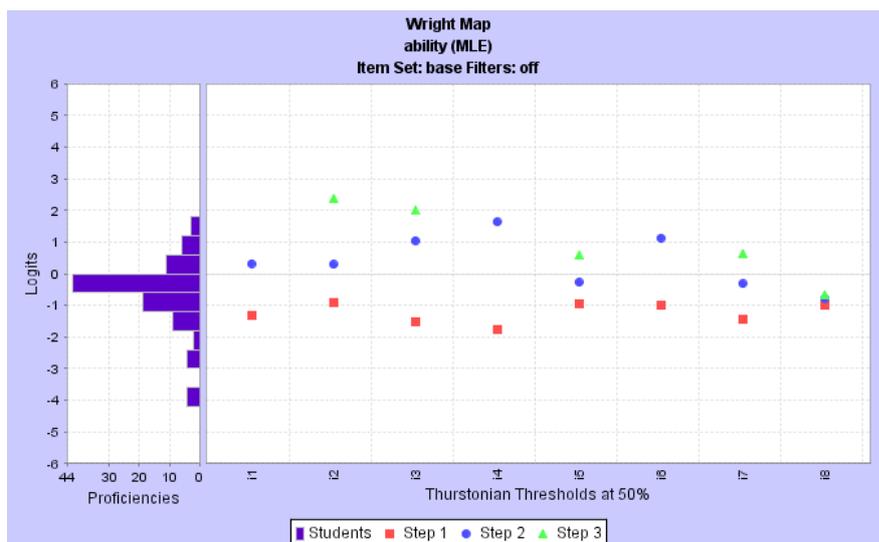
การออกแบบรายการหรือข้อคำถามเป็นการจับคู่ที่มีความสอดคล้องกันระหว่างการสอนและการวัดประเมินผล องค์ประกอบที่สำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบโดยแต่ละรายการหรือข้อคำถามที่ใช้ในการประเมินนักเรียนโดยทั่วไปจะต้องสามารถตอบสนองต่อรายการนั้นได้ตรงอย่างน้อยระดับใดระดับหนึ่งในของรายการที่ถูกกำหนดขึ้น จากการสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน การตอบสนองของผู้เรียนต่อรายการหรือข้อคำถามเป็นการประเมินระดับความเข้าใจของนักเรียนและเป็นข้อมูลในการวินิจฉัยความไม่เข้าใจในเรื่องเฉพาะนั้น ๆ ได้ด้วย โดยการวัดประเมินของการตอบข้อสอบของผู้เรียนต้องสอดคล้องกับระดับความสามารถ ในแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่สร้างไว้ในหน่วยโครงสร้างที่ 1 โดยการออกแบบทดสอบจะต้องมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับสิ่งที่สอน หน่วยโครงสร้างที่ 2 มีความสำคัญมาก เพราะเป็นขั้นตอนในการออกแบบเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในระบบการประเมินต้องสามารถเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่สังเกตได้กับสิ่งที่สังเกตไม่ได้ คุณภาพของการสร้างและพัฒนาเครื่องมือจะต้องขึ้นอยู่กับแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ที่มีคุณภาพและมีความถูกต้องชัดเจนเป็นรูปธรรม การออกแบบเครื่องมือขึ้นอยู่กับสิ่งที่ต้องการวัด ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนหรือเหมาะสม ต้องขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์และการพิจารณาความเหมาะสมของผู้วิจัย แต่ต้องมีความสัมพันธ์สอดคล้อง มีหลักฐานมากพอที่จะครอบคลุมการบรรยายคำตอบของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับความสามารถใดตามแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ทุกคำตอบของผู้เรียนมีความสำคัญ เพราะเป็นการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลและเป็นการบ่งบอกถึงระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน

หน่วยโครงสร้างที่ 3 : การกำหนดขอบเขตของคำตอบ (Outcome space)

การกำหนดขอบเขตของคำตอบ เป็นการกำหนดคำตอบที่จัดตามโครงสร้างของสิ่งที่ต้องการวัดเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับคำตอบของผู้เรียนทั้งหมดที่สามารถเป็นไปได้ และใช้การกำหนดค่าหรือความหมายของของผลลัพธ์หรือคำตอบที่ผู้เรียนแสดงออก เป็นผลการวัดให้เห็นเป็นรูปธรรมจากการตอบสนองจากรายการหรือข้อคำถาม การตอบสนองกับตัวแปรด้วยการถูกนำเสนอเป็นคะแนนกับการตอบสนองต่อการประเมินของผู้เรียน เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การให้คะแนน สำหรับข้อมูลจากการประเมินจะเป็นประโยชน์กับครูผู้สอนและนักเรียนจะเป็นสารสนเทศที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเป้าหมายการจัดเรียนการสอนที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งสำหรับคะแนนการตอบสนองของนักเรียนต่อการประเมินนี้จะใช้เป็นองค์ประกอบสำคัญในการตัดสินของครูโดยจะถูกนำไปใช้วิเคราะห์ด้วย BEAR Assessment System คำตอบจะถูกจัดกลุ่มตามระดับโครงสร้างของสิ่งที่ต้องการวัด เป็นหน่วยโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับคำตอบของผู้เรียนที่มีความเป็นไปได้ในการตอบสนองต่อข้อคำถาม เป็นการแปลความหมายจากคำตอบให้เป็นคะแนนตามระดับความสามารถในโครงสร้างที่ถูกกำหนดขึ้น โดยการเปรียบเทียบคำตอบของผู้เรียนตามระดับความสามารถในโครงสร้างของสิ่งที่ต้องการวัด เป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ความรู้ความเชี่ยวชาญและประสบการณ์อย่างมาก

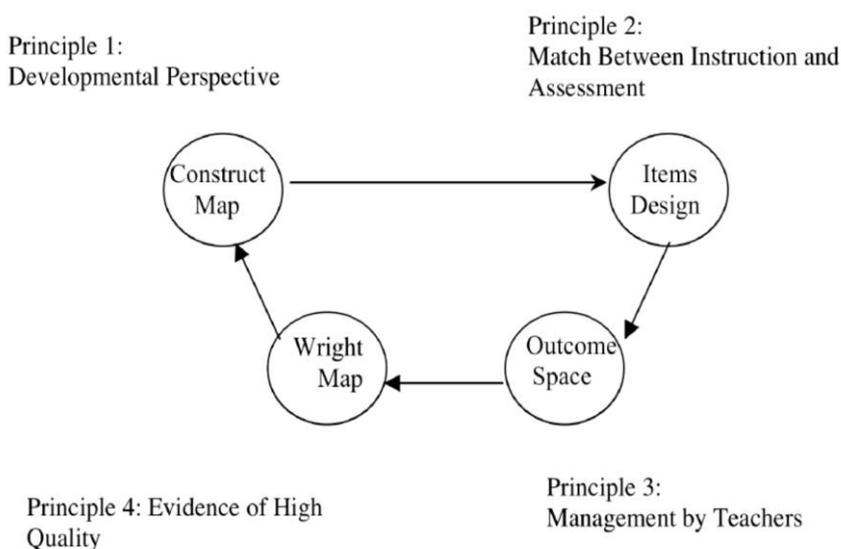
หน่วยโครงสร้างที่ 4 : โมเดลการวัดหรือโมเดลการวิเคราะห์ (Measurement model)

เป็นการใช้รูปแบบหรือเทคนิควิธีการวัดเพื่อให้ได้หลักฐานที่น่าเชื่อถือในการวัดตัวแปรที่ต้องการให้มีความถูกต้องสอดคล้องกับเป้าหมายของการวัดและประเมินผล ให้ได้ผลการประเมินที่เป็นหลักฐานที่มีคุณภาพสูง ทำให้สามารถเปรียบเทียบผลลัพธ์ได้ตลอดเวลาซึ่งต้องเกิดจากบริบทและกระบวนการจากการสร้างโมเดลความคิดหรือโมเดลตัวแปรเชิงทฤษฎี การตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลที่รวบรวมได้โดยใช้รูปแบบที่แตกต่างกัน การแสดงผลตัวแปรพัฒนาการของผู้เรียน เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การตรวจสอบแผนที่ภาวะสันนิษฐาน การใช้ wright map เป็นโมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลตามโครงสร้าง wright map เป็นหลักฐานที่แสดงถึงผลการวิเคราะห์ที่มีคุณภาพสูง เป็นแผนที่เชิงประจักษ์แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของผู้เรียนที่มีความซับซ้อนมากขึ้นและแสดงผลออกมาเป็นรูปธรรม มีค่าความเชื่อมั่น หลักฐานที่ได้จะสามารถใช้อธิบายสรุปอ้างอิงได้เป็นอย่างดี นำเสนอสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ที่ขยายรายละเอียดของโครงสร้างสิ่งที่ต้องการวัดออกมาให้เห็นถึงความซับซ้อนภายใน เป็นไปตามระดับความสามารถของสิ่งที่ต้องการวัดอย่างไร (Wilson, 2009 : 6-7) โดย BEAR Assessment System ใช้วิธีการจำลองแบบ Rasch แบบหลายมิติเพื่อการสร้าง wright map (Wilson ,2009 อ้างถึง Adams, Wilson, & Wang (1997) and Briggs & Wilson(2001)) การตรวจสอบ wright map เป็นการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างระหว่างข้อมูลที่ได้ (การตอบคำถามของผู้เรียน) กับระดับความสามารถที่ระบุไว้ในโครงสร้างของการบรรยายลักษณะ แสดงผลความสามารถของผู้เรียนได้ทั้งเป็นคะแนนรวมหรือร้อยละ ช่วยให้ตีความความสามารถของนักเรียนในแง่ของประสิทธิภาพเฉลี่ยหรือจะเป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษาได้ ค่าพัฒนาการความสามารถของผู้เรียนเป็นข้อมูลในการวินิจฉัยผู้เรียนเป็นรายบุคคล ตัวอย่างดังภาพ 10



ภาพ 10 ตัวอย่างแผนภาพของ wright map จากโปรแกรม ConstructMap 4.6 beta
ที่มา <http://bearcenter.berkeley.edu/software/constructmap>

จากองค์ประกอบของระบบการประเมินแบบ 4 หน่วยโครงสร้าง (The Four Building Blocks of Assessment Development) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย The Berkeley Evaluation and Assessment Research Center สามารถนำมาผนวกเข้ากับหลักการสำคัญของการวัดและประเมินเป็นแผนภาพดังนำเสนอในภาพ 11



ภาพ 11 ระบบการประเมินแบบ 4 หน่วยโครงสร้าง โดย BEAR Assessment System ที่มา Wilson, 2009

ระบบการประเมินแบบ 4 หน่วยโครงสร้าง (The Four Building Blocks of Assessment Development) เป็นการออกแบบการวัดตัวแปรโดยเป็นตัวแปรที่เราสนใจ ซึ่งตัวแปรนั้นอาจเป็นตัวแปรแฝงที่มีลักษณะเป็นนามธรรม การพัฒนาโครงสร้างของตัวแปรเหล่านี้ทำได้โดยการตรวจสอบโครงสร้างของตัวแปรด้วยเครื่องมือที่สร้างขึ้นตามโครงสร้างของตัวแปรที่ต้องการวัด ทั้ง 4 ส่วนนี้จึงมีความสัมพันธ์กันทั้งหมดตั้งแต่การสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน การออกแบบและสร้างเครื่องมือ การจัดการคำตอบของผู้เรียน และการออกแบบการวัดตัวแปรที่ต้องการ ทุกขั้นตอนต้องถูกให้ความสำคัญอย่างละเอียดรอบคอบ โดยเฉพาะที่สำคัญอย่างยิ่งคือการออกแบบและการสร้างเครื่องมือวัดเพราะจะเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่สามารถสังเกตได้กับสิ่งที่สังเกตไม่ได้ในกระบวนการวัด (Wilson, 2005) ซึ่งระบบการประเมินแบบ 4 หน่วยโครงสร้างที่ใช้สำหรับสร้างโมเดลความคิดหรือโมเดลตัวแปรเชิงทฤษฎี จุดเด่นของโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี คือ ทำให้ครูมองเห็นภาพโครงสร้างภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีของความสามารถแฝงหรือคุณลักษณะแฝงของนักเรียนอย่างชัดเจน ทำให้ผลการวัดมีความถูกต้องและมีสารสนเทศมากขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีสามารถนำไปใช้พัฒนาระบบการประเมินได้ทั้งระบบโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี พัฒนาขึ้นเพื่อเชื่อมโมเดลตัวแปรเชิงทฤษฎี

เข้ากับผลวิเคราะห์ข้อสอบและคะแนนสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบหนึ่งพารามิเตอร์ (one-parameter item response model) หรือโมเดลการวัดของราสช์ (rasch measurement model) โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีจะบอกถึงปริมาณ (quantity) หรือความเข้ม (magnitude) ของการมีคุณลักษณะโดยสามารถสังเกตได้จากการตอบสนองต่อข้อคำถามเมื่อนักเรียนมีความสามารถแตกต่างกัน ทำให้การตอบสนองต่อข้อคำถามที่สร้างตามแผนที่ตัวแปรเชิงทฤษฎี ไม่เหมือนกัน และเมื่อนำรูปแบบคำตอบของนักเรียนมาแบ่งกลุ่มตามแผนที่ตัวแปรเชิงทฤษฎี เพื่อแสดงระดับความสามารถแฝงของนักเรียน ก็จะสามารถทำได้อย่างสมเหตุสมผลและมีความถูกต้องน่าเชื่อถือ (วีรภัทร์ สุขศิริ, 2557 อ้างถึง Wilson, 2005) นักวิจัยด้านการศึกษาใช้เทคนิค Rasch เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและใช้ในการวิเคราะห์การทดสอบ เทคนิค Rasch สามารถใช้ในการบันทึกและประเมินการทำงานของเครื่องมือวัด ช่วยให้นักวิจัยสามารถสร้าง Wright maps เพื่ออธิบายความหมายของคะแนนทดสอบหรือคะแนนการสำรวจและพัฒนารูปแบบการทดสอบและแบบสำรวจอื่น ๆ เป็นกลไกที่สามารถปรับปรุงการทดสอบและปรับปรุงคุณภาพของการสอนวิทยาศาสตร์และสามารถใช้เทคนิคเพื่อให้เข้าใจในบริบทของสิ่งที่มุ่งวัดเพื่อการทำ ความเข้าใจได้อย่างถ่องแท้ (William J. Boone, 2016)

ความตรงของผลที่ได้จากการวัดในระบบการประเมินที่สมบูรณ์และถูกต้อง มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผลการวัดจะถูกนำไปใช้ในการแปลความหมายและสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับคุณลักษณะของนักเรียน นอกจากนี้จะเน้นที่ความตรงเชิงโครงสร้าง ยังให้ความสำคัญที่ความตรงเชิงแปลความหมายซึ่งเกี่ยวข้องกับบรรยายคุณลักษณะของนักเรียนที่ได้จากการวัด ดังนั้นในกระบวนการประเมินจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องเก็บรวบรวมหลักฐานให้เพียงพอ เพื่อให้ผลการวัดมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ เพื่อนำไปใช้สนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับคุณลักษณะของนักเรียน (Messick, 1989, 1995 ; Mislavy & Riconscente, 2005 ; Steinberg & Almond, 2003 ; Wilson, 2005 ; Wilson, et al., 2012) หลักฐานสำคัญดังกล่าวก็คือ คำตอบที่มาจากผลการตอบสนองของนักเรียนต่อข้อคำถาม (Item Response) ที่สร้างขึ้นให้สอดคล้องกับโมเดลความคิด (American Educational Research Association, American Psychological Association & National Council on Measurement in Education, 1999) ซึ่งไม่ได้หมายถึงจำนวนข้อคำถามที่ใช้วัดเรื่องเดียวกันหรือในกลุ่มเครื่องมือ หรือการวัดซ้ำหลายครั้งด้วยเครื่องมือวัดชุดเดียวกับนักเรียนกลุ่มเดิมหรือข้อมูลคะแนนจากการวัดด้วยวิธีการต่างๆ แต่หมายถึงผลการตอบข้อคำถามของนักเรียนที่มีต่อเครื่องมือวัดใดๆ ที่สามารถนำไปใช้แปลความหมายและโต้แย้งหรือสนับสนุนผลการประเมินนั้นๆ ได้อย่างสมเหตุสมผลและน่าเชื่อถือ ทั้งนี้นักเรียนที่มีคุณลักษณะแฝงที่แตกต่างกันจะตอบสนองต่อข้อคำถามแตกต่างกันด้วย เมื่อนักเรียนตอบสนองต่อข้อคำถามแตกต่างกันก็จะนำไปสู่การแปลความหมายผลการวัดที่แตกต่างกันและข้อสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับคุณลักษณะของนักเรียนที่แตกต่างกันตามโมเดลความคิดที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้

6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบด้วยการวัดแบบราสส์

6.1 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item response theory)

การวัดคุณลักษณะภายในที่เกี่ยวกับความสามารถของบุคคลเป็นการวัดที่ต้องอาศัยข้อสอบเป็นสิ่งเร้าเพื่อกระตุ้นให้แสดงพฤติกรรมที่ต้องการด้วยการตอบสนองต่อข้อสอบ ผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามจะออกมาในรูปของคะแนนแล้วนำไปอ้างอิงอธิบายหรือทำนายความสามารถที่แท้จริง การที่จะสามารถอธิบายหรือทำนายความสามารถของบุคคลได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อสอบหรือแบบสอบว่าให้ผลการวัดที่น่าเชื่อถือและครอบคลุมคุณลักษณะที่ต้องการวัดมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ข้อสอบที่มีคุณภาพถือว่าเป็นเครื่องมือที่ดีในการวัดพฤติกรรมที่เป็นตัวแทนของมวลพฤติกรรมที่ต้องการศึกษาทั้งหมด ปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาคุณภาพของข้อสอบอย่างต่อเนื่องซึ่งการพัฒนาดังกล่าวสามารถแยกตามโครงสร้างของข้อสอบเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ โครงสร้างแบบสอบแบบเอกมิติ (unidimensional) และโครงสร้างแบบสอบแบบพหุมิติ (multidimensional) ซึ่งการพัฒนาข้อสอบตามโครงสร้างทั้งสองแบบนี้ดำเนินการอยู่ภายใต้แนวคิดทฤษฎีการทดสอบอันเป็นองค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการทดสอบ วิธีการแก้ปัญหาการทดสอบและการพัฒนาเครื่องมือการทดสอบ ซึ่งจะสามารถช่วยให้นักวัดผลสามารถทำการสร้างและพัฒนาแบบสอบให้มีคุณภาพ สามารถแปลความหมายผลการวัดได้ถูกต้องและสามารถนำเสนอสารสนเทศไปใช้สำหรับการตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552 : 38)

ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ที่นิยมใช้อ้างอิงอย่างกว้างขวางคือ ความเป็นเอกมิติของคุณลักษณะแฝงที่สนใจจะวัด (unidimensionality) โดยข้อตกลงเบื้องต้นนี้สมมติให้ข้อสอบในแบบสอบวัดคุณลักษณะแฝงที่สนใจได้เพียงมิติเดียวหรือตัวเดียว (Hambleton Swaminathan & Rogers, 1991; Reckase, 2009) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วคุณลักษณะแฝงที่สนใจวัดนี้ก็คือ ความสามารถแฝงของผู้สอบที่มีต่อข้อสอบที่วัดตัวแปรที่สนใจนั้น ความสามารถแฝงของผู้สอบเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งอาจประกอบด้วยความสามารถแฝงย่อยๆที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ซึ่งจะถูกพิจารณาเป็นมิติรวมเดียว (single composite dimension) ที่ส่งผลต่อการตอบข้อสอบ ดังนั้น โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ จึงมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นนี้เพื่อใช้ประมาณค่าความสามารถแฝงของผู้สอบ

ค่าสถิติความเหมาะสมรายข้อตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เป็นค่าสถิติที่ระบุว่าข้อมูลรายข้อนั้นสอดคล้องกับโมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ที่กำหนดไว้หรือไม่ ข้อมูลรายข้อที่สอดคล้องกับโมเดล IRT แสดงว่าข้อนั้นมีรูปแบบการตอบที่สอดคล้องกับโมเดลที่มีลักษณะเป็นรูปโค้งความถี่สะสม กล่าวคือคนที่มีความสามารถในสิ่งที่วัดสูงมีโอกาสในการตอบข้อสอบได้ดีกว่าคนที่มีความสามารถในสิ่งที่วัดต่ำ ดังนั้นวัดความเหมาะสมของข้อสอบรายข้อ มี 2 ค่าคือ OUTFIT MNSQ (OUTFIT mean square หรือ unweighted mean square)

และ INFIT MNSQ (INFIT Mean Square หรือ weighted Mean Square) โดยทั้งสองค่านี้อยู่บนฐานแนวคิดของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานระหว่างผลการตอบข้อสอบและโมเดลการวัดนั้น (DeMars, 2004)

6.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยการใช้โมเดลราสซ์

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการนำเสนอผลการตอบข้อสอบของผู้เรียนมาใช้เพื่อประมาณค่าความสามารถแฝงของผู้เรียนและการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ด้วยการใช้โมเดลราสซ์ หรือที่เรียกว่าโมเดลการวัดของราสซ์ เพื่อให้ได้สารสนเทศจากการวิเคราะห์ดังกล่าวช่วยให้การแปลความหมายของระดับการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมีความถูกต้องมากขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อกระบวนการสร้างและพัฒนาข้อสอบต่อไป

การประมาณค่าความสามารถแฝงของผู้เรียนและการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ในการวิจัยนี้ใช้โมเดลการวัดของราสซ์เป็นหลัก เป็นโมเดลที่ง่ายไม่ซับซ้อนเมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 และ 3 พารามิเตอร์ โดยที่โมเดลของราสซ์นี้สมมติให้ข้อสอบทั้งหมดในแบบสอบวัดสิ่งเดียวกันที่ประกอบด้วยมิติเดียว ดังนั้นโมเดลของราสซ์แบบดั้งเดิมจึงอาศัยหลักการของข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นเอกมิติของสิ่งที่วัดสามารถอธิบายให้เข้าใจง่ายขึ้นด้วยข้อสอบที่ให้คะแนนแบบสองค่า โดยคำตอบที่ถูกต้องจะมีค่าเท่ากับ 1 และคำตอบที่ไม่ถูกต้องจะมีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้นความน่าจะเป็นที่ผู้สอบ n ตอบข้อสอบ i ได้ถูกต้องสามารถคำนวณได้จากสมการ (1)

$$P(X_i = 1 | \theta_n, \delta_i) = \frac{\exp(\theta_n - \delta_i)}{1 + \exp(\theta_n - \delta_i)} \quad (1)$$

ในทางตรงกันข้าม ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบ n ตอบข้อสอบ i ไม่ถูกต้องสามารถคำนวณได้จากสมการ (2)

$$P(X_i = 0 | \theta_n, \delta_i) = 1 - P(X_i = 1 | \theta_n, \delta_i) = \frac{1}{1 + \exp(\theta_n - \delta_i)} \quad (2)$$

ดังนั้นอัตราส่วนออดส์ (odds ratio, ω) ของผู้สอบ n ตอบข้อสอบ i ได้ถูกต้องสามารถพิจารณาได้จากสมการ (3)

$$\omega_i = \frac{P(X_i = 1 | \theta_n, \delta_i)}{P(X_i = 0 | \theta_n, \delta_i)} = \exp(\theta_n - \delta_i) \quad (3)$$

และลอการิทึมของอัตราส่วนออดส์ที่แสดงในสมการ (3) แสดงในสมการ (4)

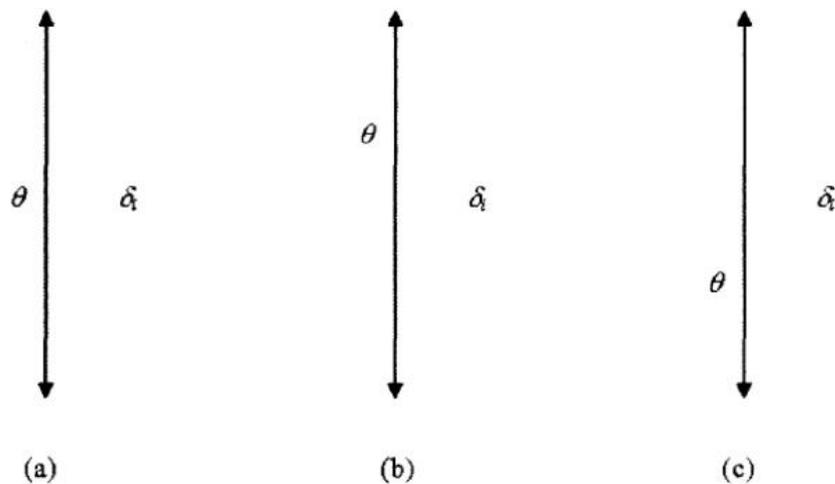
$$\log \left(\frac{P(X_i = 1 | \theta_n, \delta_i)}{P(X_i = 0 | \theta_n, \delta_i)} \right) = \theta_n - \delta_i \quad (4)$$

เมื่อพิจารณาสมการ (4) พบว่ามีค่าพารามิเตอร์ที่สนใจ 2 ตัว θ_n เป็นค่าพารามิเตอร์ความสามารถแฝงของผู้สอบ n และ δ_i เป็นค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ i สังเกตว่าค่าอัตราส่วนออดส์ของเหตุการณ์ใด ๆ คือ สัดส่วนของจำนวนหรือความถี่ที่เหตุการณ์ที่สนใจนั้นเกิดขึ้นเปรียบเทียบกับจำนวนหรือความถี่ที่เหตุการณ์นั้นไม่เกิดขึ้น ดังนั้นเมื่อหาลอการิทึมของอัตราส่วนออดส์ดังสมการ (4) จึงเป็นการเปรียบเทียบระหว่างการตอบถูกกับไม่ถูกของข้อสอบทีละข้อ ลอการิทึมของอัตราส่วนออดส์ เรียกว่า ลอจิท (logit) ดังนั้นสมการ (4) สามารถเขียนใหม่ดังสมการ (5) (Wilson, 2005)

$$\text{logit}(1:0) = \theta_n - \delta_i \quad (5)$$

สมการ (5) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบ n และค่าความยากของข้อสอบ i โดยที่ทั้งสองค่านี้มีหน่วยการวัดเดียวกันที่เรียกว่า ลอจิท และอยู่บนสเกลเดียวกันอีกด้วย เมื่อกำหนดให้มีเส้นจำนวนใด ๆ ที่แสดงบนสเกลแบบลอจิท ดังภาพ 9 ก็จะสามารถระบุตำแหน่งของค่าความสามารถของผู้สอบ θ_n และค่าความยากของข้อสอบ δ_i บนสเกลแบบลอจิทได้ ถ้าตำแหน่งของค่าความสามารถของผู้สอบมากกว่าค่าความยากของข้อสอบ หมายความว่า ผู้สอบ n มีความน่าจะเป็นในการตอบถูกข้อสอบ i มากกว่า .5 ดังแสดงในภาพที่ (b) ในทางตรงกันข้าม ถ้าตำแหน่งความสามารถของผู้สอบอยู่ต่ำกว่าตำแหน่งค่าความยากข้อสอบดังภาพที่ (c) หมายความว่า ผู้สอบ n มีความน่าจะเป็นในการตอบถูกข้อสอบ i น้อยกว่า .5 ส่วนภาพ 16 (a) หมายความว่า ผู้สอบ n มีความน่าจะเป็นในการตอบถูกข้อสอบ i เท่ากับ .5

เมื่อพิจารณาสมการ (5) จะพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งค่าความสามารถของผู้สอบและตำแหน่งค่าความยากข้อสอบเป็นเส้นตรง (linear relationship) และนำมาโน้ตศัพท์นี้ไปใช้อธิบายความเป็นเอกมิติของสิ่งที่วัดจะพบว่า ในข้อสอบทุกข้อวัดสิ่งเดียวกันที่มีเพียงมิติเดียว สเกลลอจิทที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งค่าความสามารถของผู้สอบกับตำแหน่งค่าความยากข้อสอบจะมีเพียงเส้นเดียว ไม่ว่าแบบสอบนั้นจะประกอบด้วยข้อสอบจำนวนกี่ข้อก็ตาม ตัวอย่างเช่น ถ้าแบบสอบฉบับหนึ่งประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ตำแหน่งค่าความยากข้อสอบบนสเกลลอจิทจะมีอย่างมากที่สุด 20 จุด เนื่องจากข้อสอบบางข้ออาจจะมีตำแหน่งค่าความยากเดียวกันก็ได้ แต่ค่าความสามารถของผู้สอบแต่ละคนจะมีเพียงตำแหน่งเดียวเท่านั้น



ภาพ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งค่าความสามารถของผู้สอบกับค่าความยากข้อสอบ
ที่มา Wilson, 2005

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยออกแบบข้อสอบแยกตามแต่ละมิติ ซึ่งประกอบด้วยมิติ การให้เหตุผลและมิติการประยุกต์ใช้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้โปรแกรม ConstructMap ในการหาค่าดัชนีชี้วัดความเหมาะสมของข้อสอบรายข้อ คือ ค่าสถิติ INFIT MNSQ (INFIT Mean Square หรือ weighted Mean Square) โดยเป็นแนวคิดของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานระหว่างผลการตอบข้อสอบและโมเดลการวัด และค่าสถิติความสอดคล้อง (item fit statistics) เพื่อใช้ในการพิจารณาคัดเลือกโมเดลที่มีความเหมาะสมจะพิจารณาจากสถิติทดสอบความสอดคล้องแบบถ่วงน้ำหนัก (weighted fit) หรือการทดสอบแบบ infit ด้วยค่า Mean square หรือ MNSQ และค่า t แทนที่จะพิจารณาจากสถิติทดสอบแบบไม่ถ่วงน้ำหนัก (unweighted fit) หรือการทดสอบแบบ outfit เนื่องจากการทดสอบแบบ infit จะแกร่งกว่า outfit ในกรณีที่ข้อมูลคะแนนคำตอบข้อสอบทั้งฉบับมีค่าสุดโต่ง เช่น นักเรียนได้คะแนนน้อยมากๆ และ/หรือได้คะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนทำข้อสอบน้อย (Wright, 1984) แต่อย่างไรก็ตาม ในสถานการณ์ส่วนใหญ่การทดสอบแบบ infit และ outfit จะให้ค่า MNSQ และค่า t คล้ายคลึงกัน (Adams & Khoo, 1996) โดยค่า t บ่งชี้ระดับความผันแปรของข้อมูลคำตอบข้อสอบแต่ละข้อตามทฤษฎีการวัดแบบบราสส์หรือบ่งชี้ความเป็นเอกพันธ์ของคำตอบข้อสอบทั้งหมดที่กำหนดไว้ในโมเดลการวัดเดียวกัน

6.3 การกำหนด criterion zone บนแผนที่ภาวะสันนิษฐาน

การวิเคราะห์แบบโมเดลการให้คะแนนความรู้บางส่วน ซึ่งงานวิจัยนี้ให้ความสัมพันธ์กับแผนที่ภาวะสันนิษฐาน (construct map) โดยเริ่มจากการพัฒนาแผนที่ภาวะสันนิษฐานการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และสร้างข้อสอบซึ่งเป็นข้อคำถามที่เกิดจากแผนที่ภาวะสันนิษฐาน เพื่อจุดประสงค์ของการแปลความหมายคะแนนตามแผนที่ภาวะ

สันนิษฐาน ดังนั้น วิธีการกำหนดคะแนนจุดตัด คือ การกำหนด criterion zone บนแผนที่ภาวะสันนิษฐาน เพื่อกำหนดจุดตัดระดับความสามารถของผู้เรียน โดยอาศัยหลักการของการประมาณค่าความยากเป็นรายลำดับขั้นการตอบ (threshold) ของแต่ละข้อคำถาม แล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นการกำหนดจุดตัดและจำแนกระดับความสามารถของผู้เรียนออกเป็นแต่ละระดับความสามารถ (level) วิธีการนี้เป็นการประมาณค่าบนพื้นฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบชนิด 1 พารามิเตอร์หรือโมเดลราสช์ (rasch model) โดยสามารถสรุปขั้นตอนการกำหนด criterion zone ดังนี้

1. จากผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ConstructMap จะได้ แผนที่ Wright ซึ่ง เป็นแผนที่แสดงการกระจายระดับ threshold ของข้อคำถามทุกข้อ

2. คำนวณหาค่าเฉลี่ยของแต่ละ threshold ของข้อคำถาม เช่น ตัวแปรหนึ่ง พบว่าแบ่งเป็น 3 ระดับความสามารถ ได้แก่ ความสามารถสูง ความสามารถปานกลาง ความสามารถต่ำ ตามลำดับ ดังนั้นตัวแปรนี้ก็จะประกอบด้วย 2 threshold ซึ่ง threshold ที่ 1 ของทุกข้อมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนข้อทั้งหมด จะได้ค่า threshold ที่ 1 เฉลี่ยออกมา 1 ค่า นั่นคือจุดแบ่งระหว่างความสามารถระดับที่ 1 และระดับที่ 2 ส่วน threshold ที่ 2 เฉลี่ย หาได้จากการนำ threshold ที่ 2 ของทุกข้อคำถามมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนข้อคำถาม ทั้งหมด ก็จะได้ค่า threshold ที่ 2 เฉลี่ย 1 ค่า นั่นคือ จุดแบ่งระหว่างความสามารถระดับ ปานกลางและระดับสูง

3. จากนั้นสามารถนำคะแนนความสามารถของนักเรียน (ค่า θ) ที่ได้ ไป เปรียบเทียบกับเกณฑ์จุดตัดดังกล่าวเพื่อแปลความหมายว่าจะอยู่ในเขตระดับ ความสามารถใด

จะเห็นได้ว่าวิธีการกำหนดจุดตัดของคะแนนวิธีนี้ จะเหมาะสมกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ IRT มากกว่าวิธีอื่น ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความ ตรงในการแปลความหมายของคะแนน

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาของ Brigg & Wilson (2003) สำหรับแนวทางการพัฒนาหลักสูตร วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโครงการ The Science Education for Public Understanding Program : SETUP มีการจัดทำมาตรการและสร้างสมมติฐานที่สำคัญ จำนวนมาก ถูกนำมาใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 541 คนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ แบบฝึกหัดและการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดโมเดลความเป็นพหุมิติ (a multidimensional measurement model) โดยศึกษาตัวแปรที่จะทำให้เกิดความเข้าใจใน การศึกษาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 มิติ ได้แก่ มิติการออกแบบและการสืบสอบ (designing and conducting investigation = DCI) มิติการตรวจสอบหลักฐาน (examining

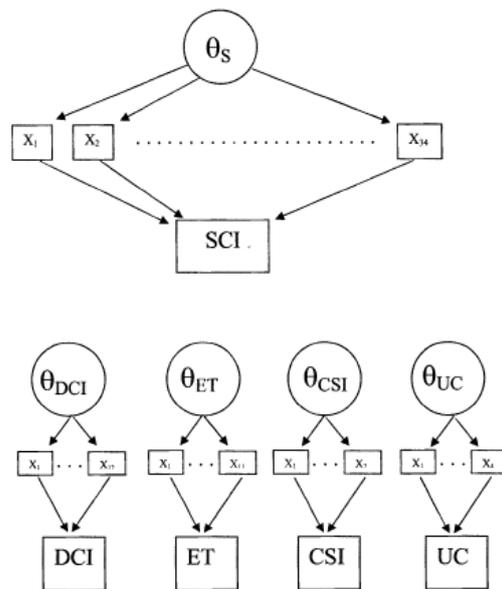
evidence and tradeoffs = ET) มิตินความเข้าใจแนวคิด (understanding concepts = UC) และ มิตินการสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (communicating scientific information = CSI) โดยใช้วิธีการนำเสนอแผนที่ภาวะสันนิษฐาน แบบแยกมิติโดยยกตัวอย่างการสร้างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ในมิตินการออกแบบและการสืบสอบ (designing and conducting Investigation = DCI) ดังภาพ 13

Score	<i>Designing Investigation:</i> Response states problem and general approach for the investigation.	<i>Selecting and Recording Procedures:</i> Response reflects recognition and recording of relevant procedures performed completely, accurately, and safely.	<i>Organizing Data:</i> Response accurately records and logically displays data.	<i>Analyzing and Interpreting Data:</i> Response accurately summarizes data; detects patterns and trends; and draws valid conclusions based on the data used.
4	Accomplishes Level 3 AND goes beyond in significant way, e.g. describing limitations of approach or design, or describing relevant controls and variables.	Accomplishes Level 3 AND goes beyond in significant way, e.g. identifying alternative procedures to effectively carry out test.	Accomplishes Level 3 AND goes beyond in significant way, e.g. innovation in the organization or display of data.	Accomplishes Level 3 AND goes beyond in significant way, e.g. explaining unexpected results, judging the value of investigation, suggesting additional relevance investigation, etc.
3	Includes complete statement of the problem and/or design which demonstrates complete understanding of the problem and the design.	Reflects choice and recording of appropriate procedures completely and accurately.	Logically reflects complete and accurate data; minor errors in data may exist.	Analyzes and interprets data correctly and completely; conclusion is compatible with data analysis.
2	Incompletely states a problem or the design of an experiment.	Reflects appropriate choice; some steps are not fully described OR are omitted.	Reports data logically and may contain minor errors BUT records are incomplete.	Notes patterns or trends but does so incompletely.
1	States incorrect problem that demonstrates lack of understanding of problem or design of investigation.	Indicates incorrect or inappropriate choice and/or recording of procedures.	Reports data BUT records are illogical and/or contain major errors in the data.	Attempts an interpretation, but ideas are illogical OR show a lack of understanding.
0	Does not include problem or design of investigation.	Missing, illegible, or no record of relevant procedures.	Missing, illegible, or no record of data included.	Missing, illegible, or no analysis or interpretation of data included.
X	Student had no opportunity to respond.			

ภาพ 13 แผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้คะแนนในมิตินการออกแบบและการสืบเสาะ
ที่มา Briggs & Wilson, 2003

จากตัวอย่างในภาพ 13 ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการอธิบายในคะแนนระดับที่ 4 ในส่วนการออกแบบกระบวนการสืบสอบ (designing investigation) : ต้องมีลักษณะตามระดับที่ 3 และมีการแสดงออกอย่างชัดเจนมาเพิ่มเติม เช่น อธิบายข้อจำกัดของวิธีการหรือการออกแบบหรือการอธิบายการควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ในส่วนกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผล (selecting and recording procedures) : ต้องมีลักษณะตามระดับที่ 3 และมีคุณลักษณะที่เหนือกว่าอย่างชัดเจน เช่น การระบุทางเลือกที่มีประสิทธิภาพต่อการทำการทดลอง ในส่วนการจัดกระทำข้อมูล (organizing) ต้องมีลักษณะตามระดับที่ 3 และมีคุณลักษณะที่เหนือกว่าอย่างชัดเจน เช่น มีนวัตกรรมในการจัดการหรือนำเสนอข้อมูล ในส่วนการวิเคราะห์และแปล

ความหมายข้อมูล (Analyzing and Interpreting Data) : ต้องมีลักษณะตามระดับที่ 3 และมีคุณลักษณะที่เหนือกว่าอย่างชัดเจน เช่น มีการอภิปรายผลที่เกิดขึ้นและมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา งานวิจัยนี้ออกแบบข้อสอบตามแผนที่ภาวะสันนิษฐาน มีลักษณะเป็นข้อสอบพหุมิติแบบ Between – item dimensionality โดยที่ 1 ข้อ วัด 1 คุณลักษณะ โดยโมเดลการวิจัยดังภาพ 14

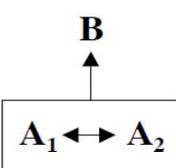
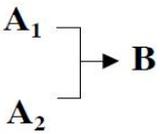
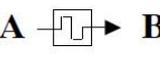
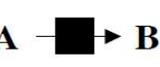


ภาพ 14 โมเดลพหุมิติแบบ Between – item dimensionality
ที่มา Brigue & Wilson, 2003

โดยทำการเปรียบเทียบโมเดลเพื่อหาประสิทธิภาพของโมเดลแบบ unidimensional model โมเดลเอกมิติแยกตามมิติ consecutive model และโมเดลพหุมิติ multidimensional model ซึ่งผลการวิเคราะห์ห้พิจารณาจากค่าสถิติความสอดคล้องได้แก่ AIC และ G^2 พบว่า โมเดลแบบพหุมิติ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด โดยทำการเก็บข้อมูลด้วยข้อสอบที่มีลักษณะเป็น Between – items mutidimensionality หมายถึง ข้อสอบ 1 ข้อวัดคุณลักษณะในมิติใดมิติหนึ่งเท่านั้น

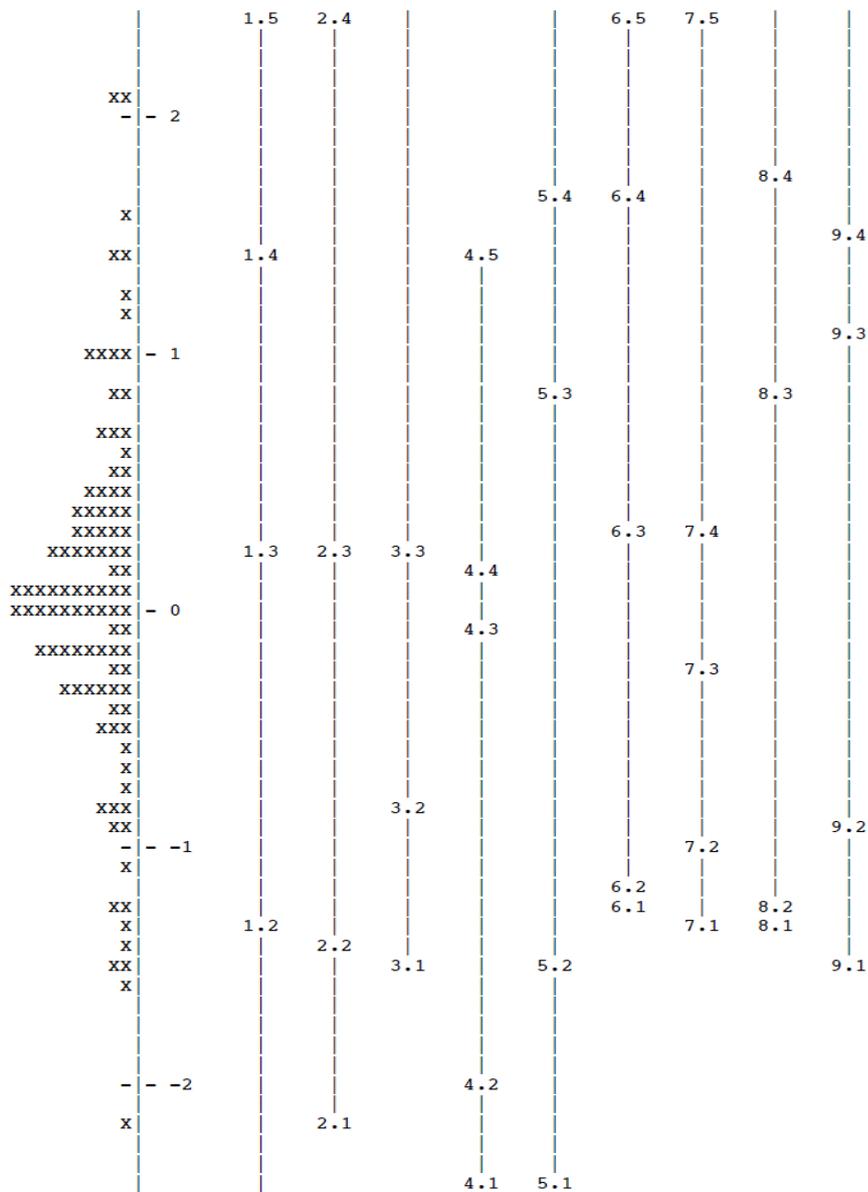
การวิจัยของ Brown (2005) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การวัดมโนทัศน์ที่ซับซ้อนแบบหลายมิติ ให้ความสำคัญกับการวัดประเมินที่มีความเหมาะสมซึ่งจะเป็นแรงผลักดันสำคัญเบื้องหลังของการปฏิรูปที่ประสบความสำเร็จ สิ่งสำคัญคือเครื่องมือสำหรับการวัดประเมินที่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความสอดคล้องกับความพยายามในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากกว่าเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริงหรือเป็นขั้นตอน โดยสะท้อนว่าเครื่องมือที่ใช้ปัจจุบันล้าสมัย ไม่ทำให้เกิดมุมมองการพัฒนาการเรียนการสอนโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงเชิงมโนทัศน์ การวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงผลการทดลองใช้เครื่องมือและการวิเคราะห์เครื่องมือที่วัดหลายมิติแนวใหม่ โดยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงเชิงมโนทัศน์และกล่าวถึงการใช้ประโยชน์จากการวัดแบบราสช์ ตลอดจนการออกแบบการวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ในเรื่องของสมดุลเคมี งานวิจัยนำเสนอหลักฐานที่แสดงถึงการมีคุณภาพของเครื่องมือทั้งด้านความตรงและความเที่ยง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรีในรายวิชาเคมี จำนวน 103 คน มีการแปลความหมายคะแนนที่ได้ค่อนข้างน่าเชื่อถือเกี่ยวกับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่มีความซับซ้อน เช่น มโนทัศน์เชิงลึก (conceptual depth) ได้บรรยายลักษณะของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (scientific phenomenon) ที่มีระดับความลุ่มลึกโดยแบ่งเป็น 6 ระดับ (level) เรียงลำดับตามระดับความลุ่มลึกของโครงสร้างจากน้อยไปหามาก ดังภาพ 15

Level	Description of Person	Description of Response	
5 Emergent		The phenomenon is seen as an emergent property of a system, made up of interacting components. The system evolves over time, eventually producing the observed effect.	A_1 and A_2 happen. Over time, they interact and evolve, until eventually B happens. Meanwhile, A_1 and A_2 continue to happen.
4 Multiple		The phenomenon is seen as an effect produced by multiple causal elements. All are necessary; if one is removed the effect is not produced.	A_1 and A_2 cause B when they both happen at the same time.
3 Justified		The phenomenon is seen as an effect produced by a single causal element. Justification or a mechanism is necessary.	A causes B, and this is how.
2 Elemental		The phenomenon is seen as an effect produced by a single causal element. Justification or a mechanism is not necessary.	A causes B.
1 Acausal	B	The phenomenon is seen as an instantiation of reality. No cause is necessary.	B happens because that's the way things are.
0 Absent	B !?!	The phenomenon is surprising. No explanation seems possible.	I can't explain why B happens.

ภาพ 15 ระดับคุณภาพของโครงสร้างของมโนทัศน์เชิงลึก (conceptual depth)
ที่มา Brown, 2005

ภาพ 15 การกำหนดระดับคุณภาพของโครงสร้างของมโนทัศน์เชิงลึก (conceptual depth) ถูกกำหนดให้เรียงลำดับตามระดับความลุ่มลึกของโครงสร้างจากน้อยไปหามาก ผู้วิจัยของอธิบายเป็นตัวอย่างพอสังเขปดังนี้ ระดับ 0 เป็นระดับที่ผู้เรียนไม่สามารถอธิบายได้ ขาดความเข้าใจหรือไม่มีความเข้าใจ ระดับ 1 เป็นระดับที่ผู้เรียนไม่ทราบสาเหตุเข้าใจสาเหตุของปรากฏการณ์ว่าไม่จำเป็นต้องมีเหตุผลใดมาสนับสนุนในการสรุปอ้างอิง ระดับ 2 เป็นระดับที่ผู้เรียนเข้าใจบางส่วน เข้าใจว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมาจากสาเหตุเดียวเท่านั้น แต่ไม่สามารถอธิบายการเกิดได้ ระดับ 3 เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถแสดงผล เข้าใจว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมาจากสาเหตุเดียวเท่านั้น สามารถอธิบายกลไกการเกิดได้ ระดับ 4 เป็นระดับที่ผู้เรียนมีความเข้าใจหลากหลาย เข้าใจว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมีปัจจัยมาจากหลายสาเหตุ สาเหตุทั้งหมดมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันและเกิดขึ้นพร้อมกัน ระดับ 5 เป็นระดับที่ผู้เรียนแบบทันทีทันใด เข้าใจว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมีปัจจัยมาจากหลายสาเหตุ สาเหตุทั้งหมดมีปฏิสัมพันธ์กันเองภายในระบบ ส่งผลต่อปรากฏการณ์ในลักษณะทันทีทันใด งานวิจัยนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลโดยใช้โปรแกรม ConstructMap และใช้การประมาณค่าเพื่อวิเคราะห์พารามิเตอร์ของข้อสอบ (item) พารามิเตอร์ของลำดับขั้น (step) การคำนวณพารามิเตอร์ของบุคคล (person parameters) และให้ค่าความเที่ยงแบบ person separation reliabilities รวมถึงการประมาณค่า maximum-likelihood ทั้งแบบที่ถ่วงน้ำหนัก (WLE) และไม่ถ่วงน้ำหนัก (MLE) และบอกค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) สำหรับทุกค่าพารามิเตอร์ ให้สถิติที่แสดงถึงความสอดคล้อง (fit statistics) ทั้งรายข้อ (item) และลำดับขั้น (step) พารามิเตอร์ข้อสอบ พารามิเตอร์ลำดับขั้น และพารามิเตอร์ของบุคคลเป็นสิ่งสำคัญที่บอกถึงความหมายและประสิทธิภาพ ซึ่งแสดงผลออกมาได้เป็น Wright map โดยการระบุดจุดของพารามิเตอร์ทั้งหมดให้อยู่บนสเกลเดียวกัน ดังภาพ 16

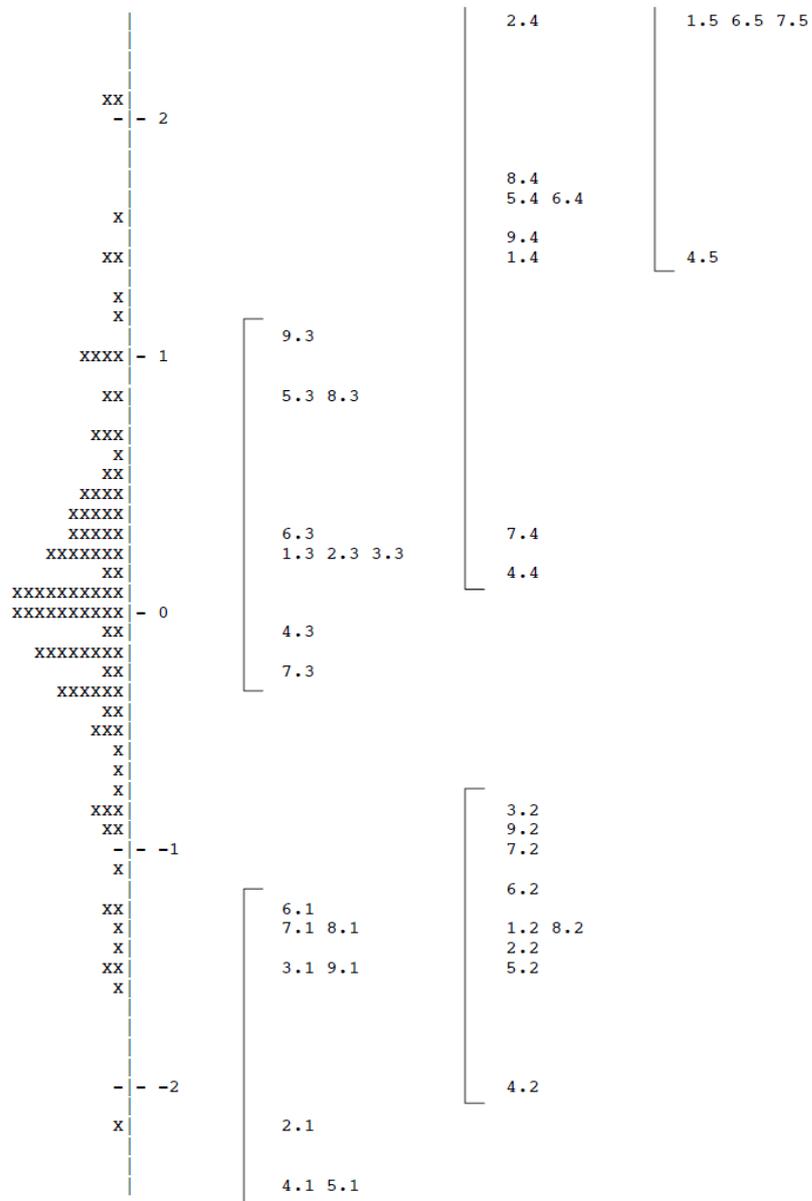


ภาพ 16 การตรวจสอบ Wright map โครงสร้างเชิงลึกแสดง MLEs ของผู้เรียนและ Thurstonian thresholds ของข้อสอบจำแนกตามรายข้อ ที่มา Brown, 2005

ดังตัวอย่างภาพ 16 x ที่ปรากฏอยู่ในภาพ หมายถึง จำนวนผู้เรียนแต่ละคน $x = 1$ คน และตัวเลขสัญลักษณ์ในภาพ เช่น 1.2 หมายถึง ข้อที่ 1 ลำดับชั้นที่ 2 หรือ 1.3 หมายถึง ข้อที่ 1 ลำดับชั้นที่ 3 เป็นต้น การตรวจสอบ Wright map โครงสร้างเชิงลึกที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ของบุคคล (MLEs) ซึ่งแสดงเป็น histogram อยู่ทางด้านซ้ายของสเกล ส่วนพารามิเตอร์ของ

ข้อสอบและพารามิเตอร์ของลำดับชั้นให้ง่ายขึ้นจึงได้แปลงให้เป็น thurstonian thresholds ซึ่งได้กำหนด ตัวอย่างเช่น เป็น 1.2 (ข้อที่ 1, ลำดับชั้นที่ 2) แสดงอยู่ในลักษณะของคอลัมน์ (แนวตั้ง) จะเห็นได้ว่า thresholds ของแต่ละข้อนั้นจะแสดงแยกจากกันอยู่ในแต่ละคอลัมน์ นั่นคือ 1 ข้อ แสดงใน 1 คอลัมน์ ดังนั้นจากภาพที่ 20 จะเห็นว่า มีทั้งหมด 9 ข้อ หรือ แทน 9 คอลัมน์ โดยในแต่ละ threshold จะแสดงตำแหน่งอยู่บนสเกล บ่งบอกว่าผู้เรียน จะมีโอกาสที่จะเข้าสู่ระดับความสามารถที่สูงขึ้น โดยในแต่ละ threshold ผู้ที่มีความสามารถอยู่เหนือ threshold เป็นได้ว่าจะมีโอกาสมากกว่า 50 % ในการตอบข้อที่และระดับขั้นต่อไปถูก แต่ผู้ที่มีความสามารถต่ำกว่า threshold จะมีโอกาสน้อยกว่า 50% ในการตอบข้อในระดับขั้นต่อไปถูก จะพบว่า ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถอยู่ใกล้ๆ กับส่วนล่างของสเกลจะมีแนวโน้มที่จะแสดงออกถึงความสามารถในระดับต่ำ คือเป็นผู้ที่มีความลุ่มลึกของเนื้อหาน้อยนั่นเอง ส่วนผู้เรียนที่มีความสามารถอยู่ใกล้กับส่วนบนสุดของสเกลมีแนวโน้มที่จะแสดงความสามารถออกมาได้ในระดับสูง ว่าระดับ threshold ต่ำสุด ซึ่งอยู่ด้านล่างสุดของสเกลมีแนวโน้มว่าคนส่วนใหญ่มีโอกาสที่จะไปถึง ระดับ threshold นั้น ในทางกลับกัน threshold ในระดับสูงสุด จะเห็นได้ว่ามีจำนวนน้อยคนที่จะไปถึงระดับความสามารถระดับ threshold นั้น นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า สเกลดังกล่าวนี้มีลักษณะเป็นช่วงเท่าจึงอยู่ในมาตรอันตรภาคชั้น (interval) แต่ไม่ใช่อยู่ในมาตรอัตราส่วน (ratio) เนื่องจาก สเกล 0 ไม่ใช่ 0 ที่แท้จริง ตามคุณสมบัติของมาตรอัตราส่วนนั่นเอง

ใช้ข้อมูลทีกล่าวมาข้างต้นนี้จัดกลุ่มความสามารถจำแนกตามระดับขั้น (step) โดยจัดให้ข้อที่มีระดับขั้นเดียวกันอยู่กลุ่มเดียวกัน ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Wright map กับโครงสร้างที่ได้กำหนดไว้ และถ้าหากวิเคราะห์ต่อไปจะพบว่า ถ้าเอาค่า threshold ของทุกข้อในระดับเดียวกันมาหาค่าเฉลี่ยก็จะได้ค่า threshold เฉลี่ย 1 ค่า โดยมีรายละเอียดปรากฏดังภาพ 17



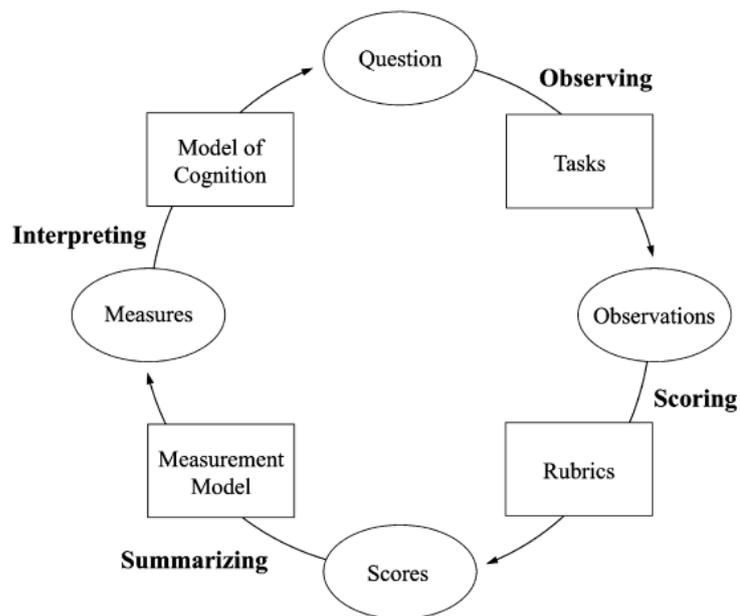
ภาพ 17 การตรวจสอบ Wright map โครงสร้างเชิงลึกแสดง MLEs ของผู้เรียน และ Thurstonian thresholds ของข้อสอบจำแนกตามความลุ่มลึก ที่มา Brown, 2005

จากรายงานการวิจัยนี้ มโนทัศน์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัย ทำการศึกษาใน 2 มิติ (two-dimensional) คือ มิติความลุ่มลึกเชิงมโนทัศน์ และมิติความกว้างเชิงมโนทัศน์ มิติทั้งสองนี้ประกอบด้วยโครงสร้างที่แตกต่างกัน ถ้าหากนำ Wright map ของโครงสร้างทั้งสองมิตินี้มากำหนดจุดบนกราฟโดยกำหนดให้ แกน x เป็นการตรวจสอบแผนที่ภาวะสันนิษฐาน (Wright map) สำหรับโครงสร้างของมิติความลุ่มลึกเชิงมโนทัศน์ ซึ่งประกอบด้วย 6 ระดับและ 5 thresholds ในแกน y เป็น Wright map โครงสร้างของมิติความกว้างเชิงมโนทัศน์ประกอบด้วย 4 ระดับและ 3 thresholds โดยที่ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ทั้งสองมิติมีความสัมพันธ์กันในระดับที่ต่ำมาก ($r = -0.043$) จึงสามารถอธิบายได้ว่า 2 มิติที่มีการแยกออกจากกันอย่างชัดเจน แสดงถึงโครงสร้างที่แตกต่างกันสอดคล้องกับทฤษฎีหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้ศึกษาไว้

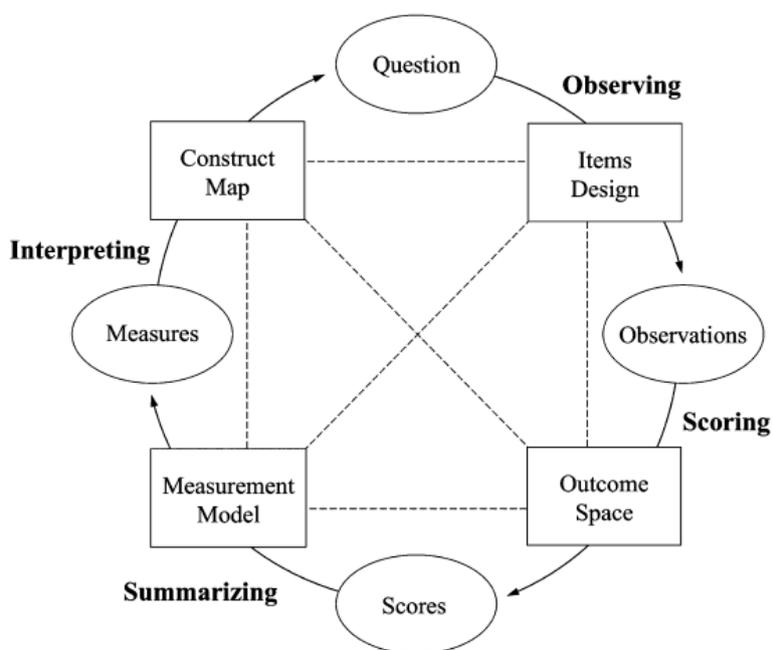
จากการวิจัยโดย Brown et al. (2008) ทำการศึกษา เรื่อง โมเดลการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (a model of scientific reasoning) ได้นำเสนอกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการใช้หลักฐาน Using Evidence framework (UE) เป็นโมเดลหลักฐานในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยครู นักเรียน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้นักวิจัยและครูผู้สอนสามารถระบุสถานะและรูปแบบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในงานของนักเรียนและการอภิปรายในชั้นเรียน กรอบแนวคิดเกี่ยวกับการใช้หลักฐาน (UE) ได้เสนอมุมมองเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานทั่วไปสำหรับเป็นเครื่องมือในการวัดประเมินผลและตรวจสอบผลงานการเขียนและการอภิปรายในชั้นเรียนของนักเรียน กรอบแนวคิดนี้ช่วยให้เห็นมุมมองที่มีความแตกต่างกันในแง่ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถือเป็นจุดเน้นที่สำคัญสำหรับการวัดประเมินและการแปลความหมาย เห็นกระบวนการที่ซับซ้อน รวบรวมหลักฐานจากคำตอบของนักเรียนเพื่อสร้างเหตุผลให้เพียงพอสำหรับการอธิบายผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน มีการสร้างข้อสอบโดยพัฒนาและสร้างมาจากโครงสร้างที่มีความซับซ้อนมีมิติที่ต้องการวัดหลายมิติ (multidimensional) งานวิจัยนี้ทำการวัดใน 3 มิติ ได้แก่ มิติความซับซ้อนของมโนทัศน์ มิติความเฉพาะเจาะจง และมิติความถูกต้อง ซึ่งแต่ละมิติก็มีระดับชั้นของมิตินั้นๆ ที่แตกต่างกัน จากการศึกษาข้อสอบดังกล่าวจะเห็นว่า ตัวอย่างคำถามของนักเรียนในบางข้อวัดมิติความซับซ้อนของมโนทัศน์ ในชั้น PM (productive misconception) แสดงถึง มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเชิงสร้างสรรค์ หมายความว่า นักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ตั้งแต่หนึ่งมโนทัศน์ไปใช้แต่เป็นมโนทัศน์ที่ไม่ชัดเจนอาจจะสามารถเป็นพื้นฐานที่ดีสำหรับการเรียนการสอนในครั้งต่อไป สำหรับมิติที่ 2 ความเฉพาะเจาะจงในคำตอบ พบว่า วัดในชั้น VA (vague) แสดงถึงความไม่ชัดเจน หมายถึง นักเรียนบรรยายเปรียบเทียบความสำคัญได้แต่ไม่สามารถชี้ให้เห็นถึงความชัดเจน ความเฉพาะเจาะจง และมิติที่ 3 ความถูกต้องของคำตอบ วัดในชั้น FV (fully valid) แสดงถึงความถูกต้องที่สมบูรณ์แบบ หมายถึง สรุปความได้ถูกต้องทั้งหมดตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งในกรอบแนวคิดงานวิจัยนี้พบว่า ข้อสันนิษฐานจะ

เป็นข้อความอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์เฉพาะ เช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ซึ่งโดยปกติแล้วข้อสันนิษฐานจะถูกระบุให้กับคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับวัตถุ โดยมี Application เป็นกระบวนการเชื่อมต่อระหว่างหลักการกับสถานการณ์ในข้อสันนิษฐาน (premise) มีการอ้างเหตุผล (claim) โดยมีตัวอย่างง่าย ๆ ประกอบ เช่น อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้สิ่งเหล่านี้อ่อนน้ำได้ที่สิ่งเหล่านี้อ่อนน้ำได้เพราะมีน้ำหนักเบา หากสถานการณ์มีความซับซ้อนมากขึ้นก็ต้องใช้หลักเกณฑ์ที่มีความหลากหลายมากขึ้น โดยการอ้างเหตุผล จะสะท้อนผลลัพธ์จากการสังเกตสิ่งที่ปรากฏ หรือสรุปจากสถานการณ์ที่เป็นข้อสันนิษฐาน ส่วนกฎเกณฑ์เป็นสิ่งสำคัญตามโมเดลเพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของแนวคิดและความสามารถในการให้หลักการ กฎ ทฤษฎี ข้อเสนอแนะแนวคิดในทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยของ Brown et al. (2010) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกรอบแนวคิดสำหรับการคิดวิเคราะห์ในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (A Framework for analyzing scientific reasoning in assessment) โดยนำพื้นฐานความคิดเกี่ยวกับ ECD มาใช้เป็นกรอบในการดำเนินการวิจัย ซึ่งเป็นระบบการวัดและประเมินเกี่ยวกับการให้เหตุผลโดยเน้นหลักฐาน (The Evidence – Based Reasoning Assessment System : EBRAS) ช่วยในการออกแบบการเขียนข้อสอบที่เกี่ยวกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้หรือทักษะที่อยู่ในตัวของนักเรียนออกมาได้ โดยเป็นการศึกษามโนทัศน์ เรื่อง การลอยตัว ใน 3 มิติ อันได้แก่ มิติความซับซ้อนของมโนทัศน์ (conceptual sophistication) มิติความเฉพาะเจาะจง (specificity) และมิติของความถูกต้อง (validity) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือเกี่ยวกับบริบทที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าของผู้เรียน สามารถแสดงจุดที่นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ที่ผิดพลาด (misconception) ความคลาดเคลื่อนในการให้เหตุผลหรือเชิงตรรกะดีมากกว่าข้อสอบในแบบดั้งเดิมที่เน้นความถูกต้อง (accuracy) ระบบการประเมิน EBRAS มีความตรง ความเที่ยงและการให้สารสนเทศที่ได้จากการสอบ โดยคณะผู้วิจัยดำเนินการโดยการนำวงจรของการวัดประเมิน (The Cycle of assessment) ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต : observing , การให้คะแนน : scoring , การสรุปผล : summarizing และการแปลความหมาย : interpreting โดยนำวงจรของการวัดประเมินนี้มาประยุกต์เข้ากับ 4 Building blocks ซึ่งประกอบด้วย blocks 1 : แผนที่ภาวะสันนิษฐาน (construct map) blocks 2 : การออกข้อสอบ (items design) blocks 3 : การกำหนดขอบเขตคำตอบ (outcome space) และ blocks 4 : โมเดลการวัด (measurement model) แล้วใช้กระบวนการที่นำมาผนวกประยุกต์เข้ากันนี้เป็นกรอบในระบบการประเมิน EBRAS แสดงดังภาพ 18 และภาพ 19

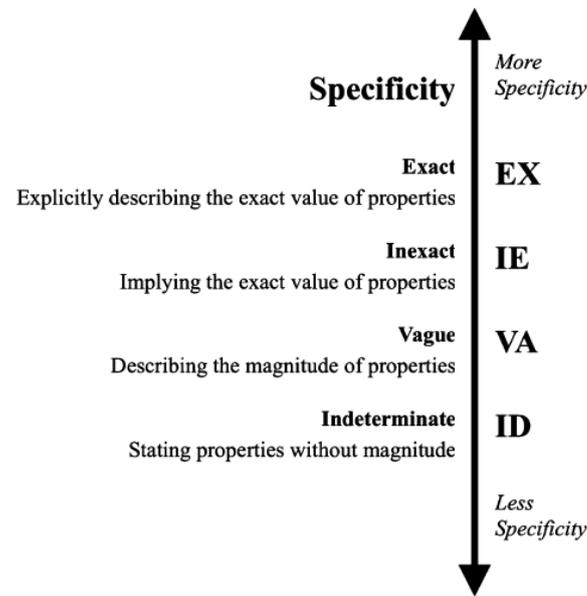


ภาพ 18 วงจรของการวัดและประเมิน The Cycle of assessment
ที่มา Brown et al. 2010



ภาพ 19 การผนวกวงจรของการวัดและประเมิน
The Cycle of assessment กับ 4 Building blocks
ที่มา Brown et al. 2010

งานวิจัยนี้นำเสนอแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ในเนื้อหาการเรียน เรื่อง การลอยตัวของวัตถุโดยพิจารณาเป็น 3 มิติจากการกล่าวข้างต้น โดยผู้วิจัยได้ขอยกตัวอย่างการพิจารณามิติความเฉพาะเจาะจง ของคำตอบจากผู้เรียนเพื่อเป็นตัวอย่างดังภาพ 20



ภาพ 20 ตัวอย่างแผนที่ภาวะสันนิษฐานมิติความเฉพาะเจาะจง จากคำตอบที่เป็นไปได้ของผู้เรียน ที่มา Brown et al. 2010

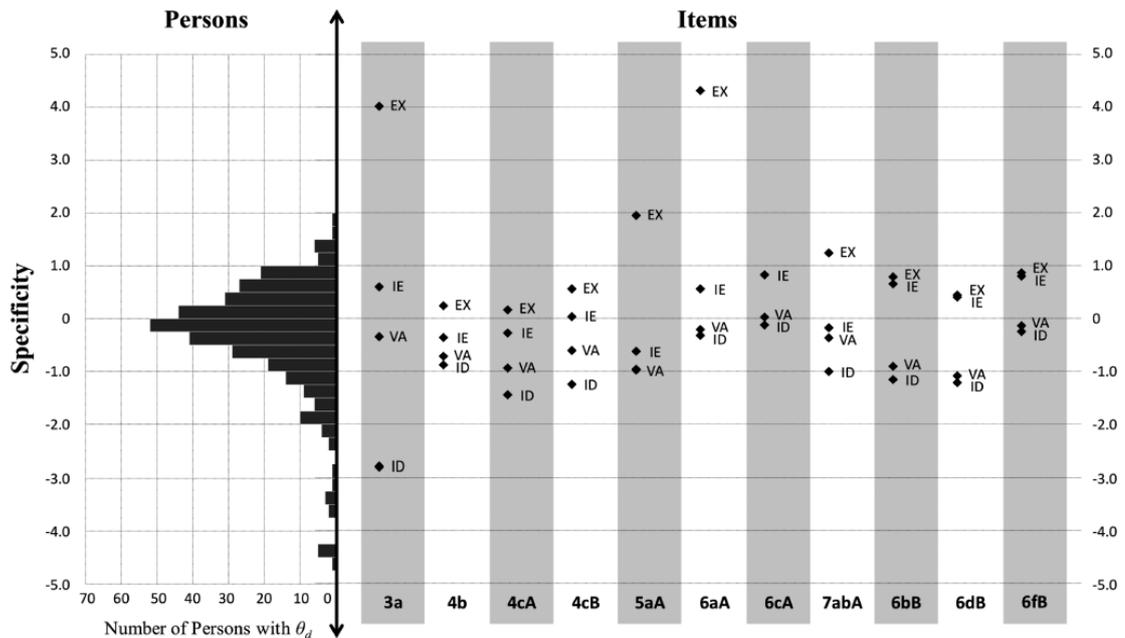
ตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนที่ถูกจัดไว้สอดคล้องกับระดับคำตอบตามโครงสร้างของมิติความเฉพาะเจาะจง (specificity) จากระดับของความเฉพาะเจาะจงน้อยไปสู่ระดับความเฉพาะเจาะจงมาก ดังตัวอย่างในตาราง 9

ตาราง 9 ตัวอย่างคำตอบที่เป็นไปได้ของนักเรียนตามโครงสร้างของมิติความเฉพาะเจาะจง

Specificity Outcome Space			
Response Category	Code	Description	Example Responses
Exact	EX	Explicitly describing the exact value of properties	"It will sink if the density is greater than 1.0 g/mL."
Inexact	IE	Implying the exact value of properties	"It will sink if the density is greater than 1."
Vague	VA	Describing the magnitude of properties	"It will sink if the density is large."
Indeterminate	ID	Stating properties without magnitude	"It will sink because of density."

ที่มา Brown et al. 2010

จะเห็นได้ว่าตาราง 9 นำเสนอคำตอบของนักเรียนซึ่งเป็นคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ และเป็นการแสดงให้เห็นไปถึงขั้นตอนใน 4 Building blocks คือขั้นตอนการกำหนดขอบเขต หรือระดับของคำตอบ (outcome space) ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอขั้นตอนของการตรวจสอบ Wright map ดังภาพ 21



ภาพ 21 ตัวอย่างแผนที่ Wright Map ในมิติความเฉพาะเจาะจง (specificity) ที่มา Brown et al. 2010

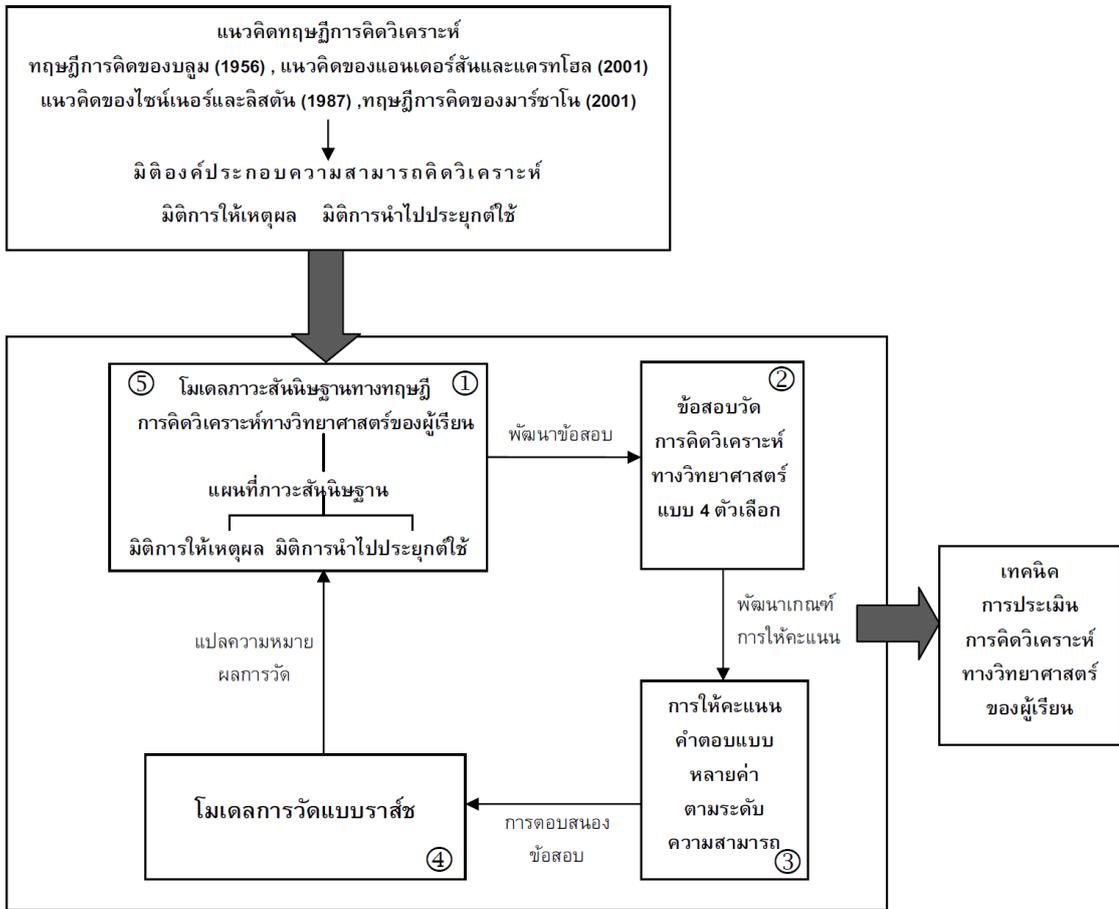
จากภาพ 21 มิติความเฉพาะเจาะจง (specificity) จะมีโครงสร้างภายในแบ่งเป็น 4 ระดับ (level) โดยพิจารณาจากชั้นล่างสุดไปชั้นบนสุด ได้แก่ชั้น ID = indeterminate (ไม่แน่ใจ) ชั้น VA = vague (คลุมเครือ) ชั้น IE = inexact (ไม่ชัดเจน) และชั้น EX = exact (ชัดเจน) ตามลำดับ การวิเคราะห์นี้ได้มาจากข้อมูลของมาตราเรียงลำดับ (ordinal) และผลที่ปรากฏในแผนที่ Wright Map ก็จะออกมาเป็นมาตราเรียงลำดับ (ordinal) โดยพิจารณาได้จากช่วงห่างของแต่ละชั้นข้อมูลที่ไม่เท่ากัน โปรแกรมนี้จึงมีความเหมาะสมมากที่ให้ความสอดคล้องกันระหว่างระดับข้อมูลกับผลการวิเคราะห์ ตัวอย่างการแปลความหมายจากแผนที่ Wright Map เช่น ข้อ 7abA จะเห็นว่าผู้เรียนที่อยู่ในชั้นสูงสุดคือมีความสามารถในการตอบคำถามได้อย่างชัดเจน (EX) จะมีความสามารถ (θ) ของผู้เรียนอยู่ที่ระดับ 1 ส่วนชั้นอื่นๆ จะลดหลั่นกันตามความสามารถ และพบว่าชั้น IE (ไม่ชัดเจน) กับ ชั้น VA (คลุมเครือ) มีตำแหน่งใกล้เคียงกันมากอาจจะแยกความสามารถของผู้เรียนออกได้ไม่ชัดเจน ซึ่งจะเป็นข้อมูลสารสนเทศเพื่อให้กลับไปพิจารณาแผนที่ภาวะสันนิษฐาน ว่าชัดเจนดีแล้วหรือไม่จึงทำให้แบ่งแยกความสามารถได้ไม่ชัดเจน หรืออาจเป็น

สารสนเทศที่จะนำกลับไปพิจารณาว่าข้อที่กำหนดอยู่ในระดับใดหรืออาจหาประเด็นพิจารณาเพิ่มเติมเพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาข้อสอบเพื่อให้มีความถูกต้องมากขึ้น

ตัวอย่างงานวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่าผู้วิจัยได้รับประโยชน์จากวิธีทำแผนที่ภาวะสันนิษฐานทำให้เข้าใจและมองเห็นอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อคะแนนสอบ สามารถตีความคะแนนสอบและเกณฑ์ระดับความสามารถ เข้าใจความคิดของผู้เชี่ยวชาญคนอื่น มีข้อมูลและหลักฐานความตรงมากพอที่จะอธิบายแนวคิดและข้อเสนอแนะของตนเอง ตัดสินด้วยสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับข้อสอบและผู้สอบที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ การให้ความสำคัญกับหลักฐานที่เป็นสิ่งสำคัญในการวัดและประเมินผล เนื้อหาส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับ การศึกษา รายวิชาวิทยาศาสตร์และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษา และอุดมศึกษา สามารถให้ข้อมูลสารสนเทศที่เป็นประโยชน์นำไปใช้ได้อย่างมาก และมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยนี้เพื่อให้สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างแผนที่ภาวะสันนิษฐาน (construct map) กับข้อมูลเชิงประจักษ์ของตัวแปรความสามารถ คติวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนซึ่งประกอบด้วย 2 มิติ คือ มิติการให้เหตุผล และมิติการนำไปประยุกต์ใช้

8. กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากการวิเคราะห์เนื้อหาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจนสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดของการวิจัยในครั้งนี้ โดย หน่วยโครงสร้างที่ 1 ประกอบด้วยแผนที่ภาวะสันนิษฐาน (construct map) มี 2 มิติ คือ มิติการให้เหตุผลและมิติการนำไปประยุกต์ใช้ หน่วยโครงสร้างที่ 2 เป็นข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือก โดยแต่ละตัวเลือกจะสัมพันธ์กับระดับความสามารถที่แตกต่างกันในแผนที่ภาวะสันนิษฐาน หน่วยโครงสร้างที่ 3 การให้คะแนนคำตอบตามระดับความสามารถในแผนที่ภาวะสันนิษฐาน หน่วยโครงสร้างที่ 4 การวิเคราะห์คะแนนคำตอบของผู้เรียน ด้วยโมเดลการวัดตามทฤษฎีการวัดของราซส์ เพื่อประมาณค่าความสามารถแฝงและค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ ข้อมูลสารสนเทศที่ได้จะช่วยแปลความหมายของระดับการคติวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้มีความถูกต้อง เป็นประโยชน์ต่อการสร้างและพัฒนาแบบวัด โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพ 22



ภาพ 22 กรอบแนวคิดของการวิจัย