

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีเพื่อสร้างเครื่องมือวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยมีจุดมุ่งหมายของการวิจัย 1) เพื่อพัฒนาเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีและการวัดแบบบราสซ์ 2) เพื่อสร้างเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้จากโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แหล่งข้อมูล คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 จำนวน 500 คน ดำเนินการวิจัยโดยการสร้างและตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยแผนที่ภาวะสันนิษฐานในมิติการให้เหตุผล และแผนที่ภาวะสันนิษฐานในมิติการนำไปประยุกต์ใช้ กับข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อนำไปตรวจสอบความสอดคล้องกับโมเดลการวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน สร้างเครื่องมือเป็นข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบ 4 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกมีคะแนนความสามารถที่ลดหลั่นกันไป ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

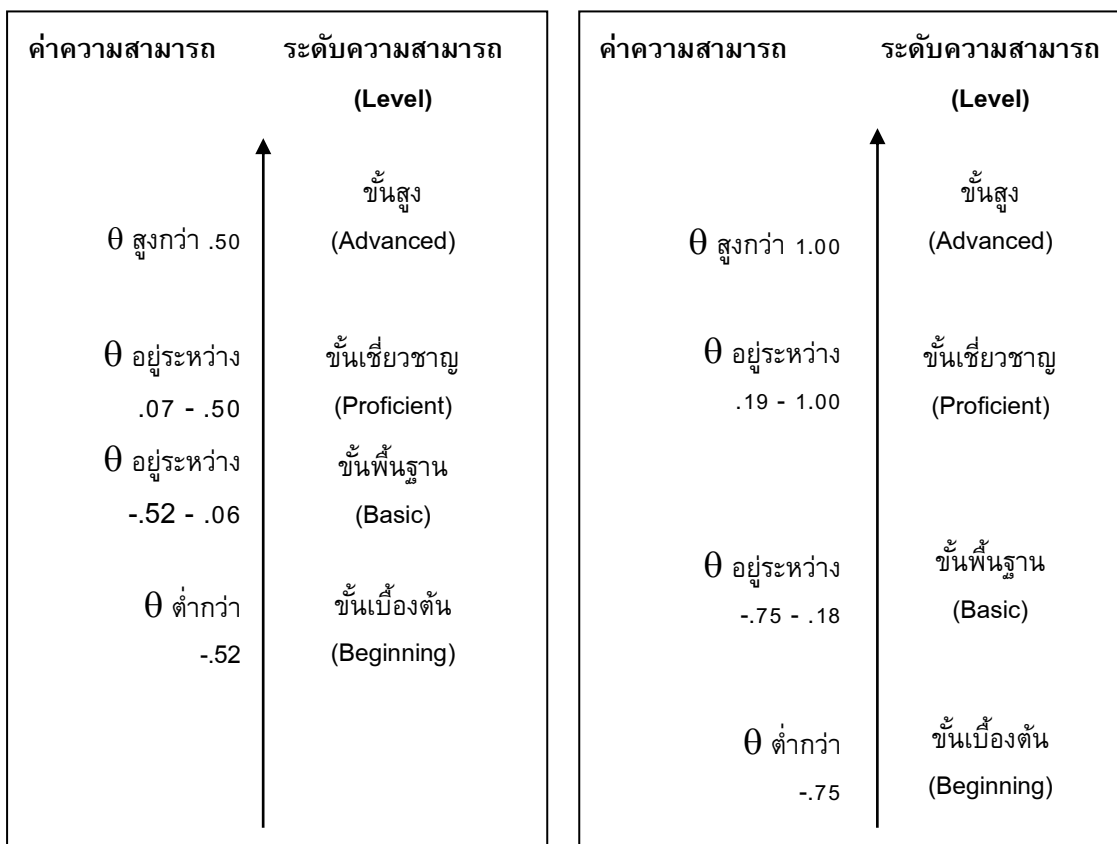
#### สรุปผลการวิจัย

1. ผลจากการพัฒนาเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีและการวัดแบบบราสซ์ มีดังนี้

เป็นการพัฒนาวิธีการในการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้วัดความสามารถของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ เกิดจากการจากการสังเคราะห์ข้อมูลแนวคิดและทฤษฎีการคิดวิเคราะห์และการกลั่นกรองจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการจัดการเรียนรู้อชีววิทยาศาสตร์ โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ประกอบด้วยโครงสร้างความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 4 ระดับ ตั้งแต่ขั้นเบื้องต้น (beginning) ขั้นพื้นฐาน (basic) ขั้นเชี่ยวชาญ (proficient) และขั้นสูง (advanced) ซึ่งเป็นขั้นสูงสุดของโครงสร้างแต่ละระดับมีคำบรรยายความสามารถของผู้เรียนโดยเฉพาะ

ประกอบด้วยแผนที่ภาวะสันนิษฐาน 2 มิติ ได้แก่ มิติที่ 1 การให้เหตุผล (justification dimension) ประกอบด้วย 4 ระดับความสามารถ คือ การรับรู้ (perception) การมีเหตุผล (reasoning) การมีเหตุผล (explaining) และการสรุปเหตุผลสัมพันธ์ (summarizing) และมิติที่ 2 การนำไปประยุกต์ใช้ (application dimension) ประกอบด้วย 4 ระดับความสามารถ คือ การจดจำ (remembering) การปฏิบัติตาม (complying) การนำไปใช้ (applying) และการประยุกต์ใช้ (advanced applying)

จากการพัฒนาประสิทธิภาพโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากค่าความเที่ยง criterion zone ได้โมเดลบน wright map ที่มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกับโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี สามารถกำหนดขอบเขตแบ่งแยกระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบโดยผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ได้ค่าขอบเขตเกณฑ์ (criterion zone) ที่ใช้เป็นเส้นสมมติแสดงปริมาณการมีความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในระดับต่างกัน ผู้วิจัยจึงสรุปผลก่อนและหลังของการพัฒนาโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ ดังภาพ 47



ภาพ 47 (ซ้าย) โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ก่อนพัฒนา (ขวา) หลังพัฒนา

ประสิทธิภาพของโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ สามารถแบ่งความสามารถได้เป็น 4 ระดับ โดยผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำกว่า ( $\theta$ )  $-0.75$  เป็นผู้มีความสามารถคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับขั้นเบื้องต้น ผู้เรียนที่มีความสามารถ ( $\theta$ )  $= -0.75$  ถึง  $.18$  อยู่ในระดับขั้นพื้นฐาน ผู้เรียนที่มีความสามารถ ( $\theta$ )  $= .19$  ถึง  $1.00$  อยู่ในระดับขั้นเชี่ยวชาญและผู้เรียนที่มีความสามารถสูงกว่า ( $\theta$ )  $1.00$  อยู่ในระดับขั้นสูง แผนที่ภาวะสันนิษฐาน (construct map) จึงถือได้ว่าเป็นตัวแทนของโมเดลความคิดที่ช่วยให้ผู้วิจัยได้รู้วิธีการที่ชัดเจนในการออกแบบการวัดตัวแปรให้สอดคล้องกับโครงสร้างของของตัวแปรที่ควรจะเป็นตามทฤษฎีหรือหลักการที่เกี่ยวข้อง (Brown & Wilson, 2011) สอดคล้องกับคำบรรยายระดับความสามารถเป็นสิ่งที่สำคัญ เพราะคำบรรยายระดับความสามารถจะนำไปใช้ตีความคะแนนสอบและคะแนนความสามารถ (Cizek & Bunch, 2007; Perie, 2008) สอดคล้องกับผลการวิจัยซึ่งระดับความสามารถมีลักษณะเป็นระดับขั้นความสามารถจากต่ำสุดสู่สูงสุดภายใต้ขอบเขตที่ผู้วิจัยกำหนด

## 2. ผลการสร้างเครื่องมือในประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้จากการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีและการวัดแบบราชส์

ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามโครงสร้างของโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี สอดคล้องกับแผนที่โครงสร้างภาวะสันนิษฐานทั้ง 2 มิติ ได้แก่ มิติการให้เหตุผลและมิติการนำไปประยุกต์ใช้ มี 36 ข้อคำถาม โดยข้อ 1-18 วัดมิติการให้เหตุผล และข้อ 19-36 วัดมิติการนำไปประยุกต์ใช้ มีเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 จำนวน 4 ตัวชี้วัด การพัฒนาเครื่องมือในรูปแบบ “ข้อสอบ” เพื่อใช้ประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้จากการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีและวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ด้วยโมเดลราชส์ ผู้วิจัยสรุปผลก่อนและหลังการพัฒนาประสิทธิภาพจากการสร้างเครื่องมือ ดังตาราง 20

ตาราง 20 สรุปผลก่อนและหลังการพัฒนาประสิทธิภาพจากการสร้างข้อสอบวัดการคิด  
วิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

Reliability	ก่อนการพัฒนา ข้อสอบ 40 ข้อ ( 300 คน)	หลังการพัฒนา ข้อสอบ 36 ข้อ ( 500 คน)
ค่า Cronbach's alpha	.73	.84
ค่า Person separation	.65	.84
ความเที่ยงแบบ EAP/PV	.74	.87
ค่า INFIT MNSQ	ผ่านเกณฑ์ 36 ข้อ	
ค่า Correlation coefficient		
1. ข้อคู่-คี่	.78	.79
2. แบ่งครึ่ง	.46	.52

เมื่อข้อสอบได้รับการพัฒนาหลังจากได้ทำการทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง 300 คน เพื่อพัฒนาแล้วนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 500 คน พบว่าค่าความเที่ยงเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าผลของการพัฒนาข้อสอบภายหลังจากการศึกษาคูณลักษณะและคุณภาพของข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ สรุปผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์ครอนบาคแอลฟารวมทั้ง 2 มิติ มีค่าเท่ากับ .84 ผ่านเกณฑ์ในระดับสูง ทั้งนี้ใช้เวลาในการทำแบบวัด 60 นาที มีค่าดัชนีความเหมือน (similarity index) ทุกข้อผ่านเกณฑ์ที่ค่า .80 – 1.00 ความเที่ยงแบบ EAP/PV เท่ากับ .84 มีค่าผ่านเกณฑ์ในระดับสูง ระดับความยากง่ายของคำตอบทุกข้อมีค่า INFIT MNSQ ของข้อคำถามทั้ง 36 ข้อ จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดลแบบเอกมิติรวมมีค่า INFIT MNSQ มีค่าอยู่ระหว่าง .75-1.33 ซึ่งมีค่าเข้าหา 1 ความสอดคล้องระหว่างโมเดลและชุดข้อมูล จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ Correlation coefficient ของข้อสอบทั้งชุดด้วยค่าความเที่ยงแบบวิธีแบ่งครึ่งแบบวัด (Split Half Method) ข้อคู่-คี่ มีความสัมพันธ์ที่ .79 และแบบข้อครึ่งฉบับแรก-หลังมีค่าเท่ากับ .52 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในระดับดีและปานกลางตามลำดับ

ข้อสอบที่พัฒนาจากเทคนิคนี้จึงสามารถนำไปใช้วัดการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผลการวิเคราะห์ระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน พบว่ามีความสามารถอยู่ในระดับขั้นพื้นฐาน จำนวน 245 คน คิดเป็นร้อยละ 49 รองลงมาอยู่ที่ระดับขั้นเชี่ยวชาญ จำนวน 195 คน คิดเป็นร้อยละ 39 ระดับขั้นสูง จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 7.2 และขั้นเบื้องต้น จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 4.8

### 3. เทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีและการวัดแบบบราซส์

จากประสิทธิภาพที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่เป็นผลจากกระบวนการพัฒนาเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีและการวัดแบบบราซส์ โดยวิธีการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีเพื่อสร้างเครื่องมือวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ทำการแยกมิติของความสามารถที่เป็นองค์ประกอบด้วยแผนที่ภาวะสันนิษฐาน เพื่อสร้างเครื่องมือวัดความสามารถการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในรูปแบบข้อสอบโดยการพัฒนาและตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรและแปลผลด้วยการวัดแบบบราซส์ วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ เป็นเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยวิธีการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี (ภาพ 46 หน้า153)

#### อภิปรายผล

1. โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ในครั้งแรกแบ่งระดับความสามารถจากการกำหนดคุณลักษณะคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยใช้เส้นสมมติแสดงปริมาณการมีความสามารถในระดับต่างกัน ประมาณค่าออกเป็น 5 ระดับ ในระดับขั้นต่ำกว่าเบื้องต้น ขั้นเบื้องต้น ขั้นพื้นฐาน ขั้นเชี่ยวชาญ และขั้นสูง จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยแผนที่ Wright ขอบเขตเกณฑ์ (criterion zone) จะมี threshold เกิดขึ้น 3 threshold โดยมี threshold กันที่ค่าระดับความสามารถ ( $\theta$ )  $-.52, .07, .50$  ตามลำดับ ผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำกว่า ( $\theta$ )  $-.52$  เป็นผู้มีความสามารถคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับที่ 1 เบื้องต้น ผู้เรียนที่มีความสามารถ ( $\theta$ )  $= -.52$  ถึง  $.069$  อยู่ในระดับที่ 2 ขั้นพื้นฐาน ผู้เรียนที่มีความสามารถ ( $\theta$ )  $= .069$  ถึง  $.50$  อยู่ในระดับที่ 3 ขั้นเชี่ยวชาญ และผู้เรียนที่มีความสามารถสูงกว่า ( $\theta$ )  $.50$  อยู่ในระดับที่ 4 ขั้นสูง จากผลการวิเคราะห์ระดับขั้นที่ 2 และระดับขั้นที่ 3 มีการกระจายของแผนภาพแสดงที่ใกล้เคียงกันมาก แสดงให้เห็นว่านักเรียนใช้ความสามารถในการทำข้อสอบไม่แตกต่างกัน ข้อสอบในส่วนของระดับความสามารถทั้งสองขั้นนี้แยกผู้เรียนออกจากกันตามระดับความสามารถได้ไม่ชัดเจนหรือคำบรรยายความสามารถและคำบรรยายคำตอบไม่สามารถแบ่งความสามารถผู้เรียนได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์และพัฒนาข้อสอบให้ให้สามารถเป็นเครื่องมือวัดที่มีประสิทธิภาพ

2. งานวิจัยนี้เป็นการประเมินผลที่ให้ความสำคัญอย่างยิ่งต่อการแปลความหมายจากการตอบสนองข้อสอบของผู้เรียนที่สัมพันธ์กับความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ คำบรรยายจึงต้องสามารถสะท้อนความสามารถนักเรียนที่แตกต่างกันให้ชัดเจนในแต่ละระดับ จึงทำให้

ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ของสิ่งที่ต้องการวัดซึ่งเป็นคุณลักษณะหรือความสามารถที่มีความเฉพาะเจาะจง สามารถเป็นข้อมูลย้อนกลับเพื่อการตรวจสอบความสามารถของผู้เรียนเป็นการเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้จากการวัดในระบบการประเมินจะมีความตรงของและมีความถูกต้อง สามารถนำไปใช้สนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนได้ ซึ่งหลักฐาน คือ คำตอบที่มาจากผลการตอบสนองของนักเรียนต่อข้อคำถาม (Item Response)

การประเมินนี้มีความแกร่งมากเพราะจะต้องทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการให้ผู้เรียนพัฒนาและคุณลักษณะที่ผู้เรียนสามารถแสดงออกมาหรือระดับคุณภาพที่มีความแตกต่างกันไปของผู้เรียนให้ได้มากที่สุด ศึกษาแนวคิดทฤษฎีเพื่อผนวกเข้ากับประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการได้มาซึ่งเครื่องมือวัดที่มีประสิทธิภาพ เพราะการกำหนดหรือการถึงระดับคุณภาพหรือความสามารถที่แตกต่างกันนั้นเป็นสิ่งที่ยากมากที่สุดและสำคัญที่สุดในกระบวนการพัฒนาเทคนิคนี้ ความรู้ที่มากพอและประสบการณ์ที่ชัดเจนจะช่วยให้โครงสร้าง (Construct) ชัดเจนมากขึ้นเพราะหากต้องการจะวัดสิ่งใดโดยไม่รู้โครงสร้างภายในของสิ่งที่วัด ไม่สามารถอธิบายได้ ผลของการวัดนั้นก็บอกได้เพียงแค่นิยามว่า “คืออะไร” แต่ไม่สามารถบอกหรืออธิบายว่า “เป็นอย่างไร” ได้ ซึ่งในการที่จะแปลความหมายผลการวัด ต้องเป็นไปตามลักษณะและโครงสร้างที่สันนิษฐานไว้ก่อนแล้ว ดังนั้นแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่ถูกสร้างจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องการวัดที่สามารถแปลความหมายได้ในการประเมินผลที่ตรงกับเนื้อหาเฉพาะหรือสิ่งเฉพาะที่ต้องการวัด เพื่อเป็นแนวทางเชื่อมโยงไปสู่การแสดงถึงระดับความสามารถของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

นอกจากนี้ในขั้นตอนการทดลองใช้เครื่องมือและมีการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างระหว่างโมเดลภาวะสันนิษฐานการคิดวิเคราะห์กับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยโปรแกรม ConstructMap ผลจากการวิเคราะห์ได้แผนที่ Wright ซึ่งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งการกระจายค่าความยากของข้อคำถาม ซึ่งสามารถนำมาพิจารณาถึงความเหมาะสมในการแบ่งช่วงของแต่ละระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ โดยแต่ละระดับจะต้องมีช่วงห่างอย่างเหมาะสม จุดแบ่งแต่ละระดับต้องไม่ชิดกันหรือห่างกันจนเกินไป แต่เนื่องจากข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นยังไม่สามารถแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม (categorize) ตามระดับความสามารถได้อย่างสมบูรณ์ เพราะค่าความยากลำดับขั้น (item threshold) ยังซ้อนทับกันบ้าง ผู้เรียนที่อยู่ในแต่ละระดับ จึงสามารถตีความได้ว่า มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับที่ต่างกันเพราะการวัดยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ ดังนั้นในการพัฒนาโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ ให้พิจารณาที่แผนที่ Wright โดยข้อคำถามที่ดี ค่าพารามิเตอร์ความยากระดับขั้นการตอบ (threshold) จะต้องกระจายแบบเกาะกลุ่มกันและอยู่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ความยากระดับขั้นการตอบ บนตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับเส้นที่ลากผ่าน หาก threshold ห่างออกไปจากเส้นแบ่งถือว่าแนวโน้มว่าเป็นข้อคำถามที่ยากหรือง่ายเกินไป อาจ

ไม่เหมาะสมกับการวัดความสามารถของผู้เรียนกลุ่มนี้ ผู้วิจัยอาจพิจารณาปรับปรุงข้อคำถามใหม่ให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนมากขึ้น

3. การพัฒนาโมเดลภาวะสันนิษฐานการคิดวิเคราะห์เป็นการประยุกต์ใช้กรอบการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานเพื่อแก้ไขปัญหาการวัดตัวแปรที่ถูกกลบเกลื่อนในการพัฒนาโครงสร้างความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน โดยใช้แนวคิด 4 หน่วยโครงสร้างและการออกแบบการประเมินที่เน้นหลักฐานที่มุ่งตอบคำถามได้ว่าต้องการวัดสิ่งใดจริง ๆ ออกแบบข้อสอบที่ให้ผลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนได้มากขึ้น ข้อมูลบอกได้ว่าผู้เรียนรู้น้อยเพียงใด สามารถทำอะไรได้บ้าง มีผลสัมฤทธิ์บรรลุมาตรฐานหรือไม่อย่างไร ในขณะที่เดียวกันก็บอกได้ว่าที่นักเรียนไม่บรรลุวัตถุประสงค์นั้นเป็นเพราะอะไร เพราะสารสนเทศนี้ไม่ได้มุ่งไปสู่การสรุปว่านักเรียนมีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับค่าเฉลี่ยหรือมีคะแนนน้อยกว่าเท่าใด แต่มุ่งหวังให้นักเรียนที่ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้สามารถพัฒนาตนเองให้ดีขึ้นได้ดีขึ้น

4. ข้อสอบที่สร้างขึ้นตามแผนที่ภาวะสันนิษฐานนั้นมีคุณลักษณะเด่นที่สำคัญสองประการ ประการแรก คือ การตั้งโจทย์คำถามที่อ้างอิงจากแผนที่ภาวะสันนิษฐานจะช่วยให้โจทย์คำถามมีความตรงเชิงโครงสร้างมากขึ้น กล่าวคือ โดยปกติแล้วโจทย์คำถามทั่วไปมุ่งให้ความสนใจที่เนื้อหาและ/หรือทักษะ โดยไม่สามารถอธิบายได้ว่า โจทย์คำถามเหล่านั้นจะมีระดับความเข้มข้นของเนื้อหาและระดับทักษะการคิดที่เกี่ยวข้องกันเป็นอย่างไร เมื่อครูใช้แผนที่ภาวะสันนิษฐาน ในการตั้งโจทย์คำถาม ครูจะมีกรอบความคิดว่า ต้องการวัดความสามารถของนักเรียนในระดับใดและความสามารถในระดับนั้นสัมพันธ์กับเนื้อหาและทักษะอะไรบ้าง

5. ผู้วิจัยใช้การวัดของราสซิงงานวิจัยนี้ เนื่องจากวิเคราะห์ข้อทดสอบตามโมเดลราสซิงนั้นโอกาสที่ผู้สอบจะทำข้อทดสอบ ได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือระดับความสามารถของตนเอง (ability parameter,  $\theta$ ) และระดับความยากของข้อทดสอบ (difficulty) โอกาสที่คนผู้เรียนนั้นจะสามารถตอบข้อทดสอบนั้นได้ถูกต้องมี 50% ถ้าหากความสามารถของบุคคล ( $\theta$ ) น้อยกว่าความสามารถของข้อทดสอบแล้ว โอกาสที่จะตอบข้อ ทดสอบนั้นได้ถูกต้องย่อมน้อยกว่า 50% และในทำนองเดียวกัน ถ้าหากว่าค่า  $\theta$  มากกว่าค่า  $\beta$  แล้ว โอกาสที่คนผู้นั้นจะตอบข้อทดสอบได้ถูกต้องก็มีมากกว่า 50% ข้อทดสอบแต่ละข้อจะต้องวัดคุณลักษณะ (trait) เดียวกัน หรือวัดเพียงมิติเดียว (unidimensional latent space) โมเดลราสซิงมีค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องมีเพียง 2 ค่าเท่านั้น ไม่มีค่าอำนาจจำแนกหรือโอกาสของการเดาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เพราะเป็นข้อตกลงเบื้องต้นว่าข้อทดสอบที่นำมาใช้กับโมเดลราสซิงนั้นจะต้องมีอำนาจจำแนกเท่า ๆ กัน และมีลักษณะที่จะทำให้เกิดการเดาได้น้อยที่สุด

6. โมเดลภาวะสันนิษฐานการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ในการวิจัยนี้ที่ประกอบด้วยความสามารถของผู้เรียน 4 ระดับ ไม่สามารถสรุปว่าเป็นโครงสร้างที่ดีที่สุด แต่เป็นโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุดโครงสร้างหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นหลัก วิธีการที่ผู้วิจัยใช้อยู่บนพื้นฐาน

ของหลักฐานเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยจึงมั่นใจโมเดลภาวะสันนิษฐานการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ประกอบด้วยแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่พัฒนาขึ้นนี้สะท้อนความสามารถของผู้เรียน สะท้อนการตอบของผู้เรียน แผนที่ภาวะสันนิษฐานจึงช่วยชี้แนะผู้ออกข้อสอบว่าข้อสอบและตัวเลือกที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละชั้นควรมีลักษณะอย่างไร ซึ่งเท่ากับว่าเป็นการส่งเสริมความเชี่ยวชาญของผู้สร้างข้อสอบให้สามารถระบุความสามารถนักเรียนที่ต้องการวัดได้แม่นยำมากขึ้น

7. หากพิจารณาผลการประเมินเมื่อเทียบกับขอบเขตเกณฑ์ (criterion zone) บน แผนที่ Wright ของโมเดลภาวะสันนิษฐานการคิดวิเคราะห์ พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถคิดวิเคราะห์ที่อยู่ใน ระดับขั้นพื้นฐาน (Basic) แม้ว่าการพิจารณาความเหมาะสมของผลการวิเคราะห์ แผนที่ Wright จะแยกชั้นกันอย่างชัดเจน และไม่มีพารามิเตอร์ระดับขั้นการตอบ (threshold) ของแต่ละข้อกระจายไปปนอยู่กับกลุ่ม threshold อื่น ๆ แต่สารสนเทศจากผลการประเมิน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีการกระจุกตัวอยู่ใน ระดับขั้นพื้นฐาน (Basic) แสดงถึงข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเมื่อผ่านการวิเคราะห์ของผู้เรียนโดยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ จะพบว่า มีข้อจำกัดในการกระจายค่าความสามารถคิดวิเคราะห์อยู่ในช่วงแคบ ๆ เพราะมีข้อคำถามจำนวนน้อย จึงไม่สามารถแยกแยะกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันได้อย่างชัดเจน

### ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานและแผนที่ภาวะสันนิษฐานในการใช้งานจริงในการวัดและประเมินผลในสภาพจริง ต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนามากและมีความละเอียดรอบคอบ จึงจะได้แผนที่ภาวะสันนิษฐานที่มีคุณภาพ ตัวแปรที่นำมาใช้ควรจะเป็นตัวแปรที่มีคุณค่าและมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ได้กว้างในวงการศึกษา

2. การกำหนดค่าบรรยายความสามารถของผู้เรียนและการกำหนดระดับความสามารถของผู้เรียน เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้วิจัยต้องมีความเชี่ยวชาญและสามารถสร้างการบรรยาย ให้ผู้เรียนในแต่ละระดับมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เพราะหากค่าบรรยายดังกล่าวไม่ดี การแบ่งระดับของเราอาจจะคลาดเคลื่อน ถึงแม้ระดับคะแนนที่ได้จะแตกต่างกัน แต่ความสามารถของผู้เรียนอาจถูกรวมเป็นระดับเดียวกัน การให้คะแนนจึงไม่สมเหตุสมผล

3. ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นตัวอย่างของการวัดการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบของคำถามที่มีคำตอบแบบหลายคำตอบหลั่นกันตามระดับความสามารถ โดยตัวเลือกจะได้มาจากการตอบสนองต่อข้อคำถามแบบปลายเปิดแล้วนำมาสังเคราะห์เป็นคำตอบที่เป็นตัวเลือกในข้อคำถามให้กับผู้เรียน หากผู้สนใจต้องการวัดตัวแปรเดียวกันนี้ก็สามารถนำแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้สร้างข้อคำถามในเนื้อหาวิชาส่วนอื่น ๆ ได้



4. ผู้วิจัยพัฒนาขอบเขตเกณฑ์ (criterion zone) ระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์บนแผนที่ Wright ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าววิเคราะห์ภายใต้การเก็บรวบรวมข้อมูลจากข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น หากมีการออกแบบเครื่องมือใหม่ในรูปแบบอื่น ๆ โดยใช้โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์เดียวกันนี้ เกณฑ์ระดับความสามารถก็จะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

5. การพัฒนาโมเดลภาวะสันนิษฐานเปรียบเสมือนการออกแบบโครงสร้างผังภายในของตัวแปรที่มุ่งศึกษาภายใต้บริบทที่ผู้วิจัยสนใจ และโมเดลภาวะสันนิษฐานและแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่พัฒนาขึ้นครั้งแรกไม่ได้ยืนยันว่าเป็นแผนที่ที่ถูกต้อง ชัดเจน และตายตัวเสมอไป แต่ทั้งนี้สามารถออกแบบปรับปรุงและพัฒนาได้ตลอดเวลาเพื่อให้เหมาะสมกับคุณลักษณะที่ต้องการวัด ต้องมีหลักฐานเพื่อยืนยันผลการตรวจสอบกับโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นว่าโครงสร้างที่พัฒนานั้นมีคุณภาพและสอดคล้องกับบริบทที่ศึกษา

6. การใช้เทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อให้ได้เครื่องมือวัดที่ดีและมีประสิทธิภาพ การสร้างและพัฒนาเครื่องมือจนได้เครื่องมือวัดที่มีความสมบูรณ์อาจต้องใช้ระยะเวลาและต้องใช้ความเชี่ยวชาญของผู้ที่สร้างเครื่องมือด้วย

7. ข้อสอบในงานวิจัยนี้สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถือว่าเป็นข้อสอบในรูปแบบของ Summative โดยเป็นการประเมินเพื่อตัดสินระดับความสามารถ ที่ประเมินจากความสามารถผู้เรียนที่แตกต่างกัน ทำให้มีการออกแบบเฉพาะสิ่งที่ต้องการประเมิน เพื่อให้สามารถวินิจฉัยความสามารถผู้เรียนแต่ละคนได้

8. ผลที่ได้จากการทำข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 500 คน ผู้วิจัยเก็บข้อมูลในช่วงของการสอบปลายภาคเรียนที่ 2 /2559 ผู้เรียนมีความตั้งใจในการทำข้อสอบน้อยและใช้เวลาในการทำข้อสอบทั้งหมดน้อยด้วย เมื่อนำไปวิเคราะห์ผลที่ได้จะแสดงถึงประสิทธิภาพของผลการวัด ความตั้งใจของผู้ทำข้อสอบ และใช้เวลาในการทำข้อสอบเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพของผลการวัด หากผู้เรียนไม่ตั้งใจทำข้อสอบ ใช้เวลาน้อยในการทำข้อสอบ หรือการเดาข้อสอบ จะทำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของข้อสอบมีค่าลดลง

## ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งต่อไปการเก็บข้อมูลที่สามารถหาธรรมชาติของความสามารถได้ เช่น เพศ คะแนนผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนแต่ละคนในวิชาวิทยาศาสตร์ ถือว่าเป็นหลักฐานที่สามารถนำมาใช้เป็นปัจจัยพิจารณา เป็นหลักฐานความตรงเชิงโครงสร้างภายใน (Validity evidence based on internal structure) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับความสามารถจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้ทำการศึกษา การแปลผลสามารถเห็นถึงความสามารถของผู้เรียนที่ไม่เท่ากันโดยใช้ค่าความยาก

2. ระบบการประเมินแบบ 4 หน่วยโครงสร้าง (The Four Building Blocks ) เป็นกรอบวิธีการที่เป็นระบบสำหรับนำไปใช้ “พัฒนาข้อสอบและเครื่องมือวัดได้ทุกชนิด” รวมทั้งยังสามารถนำไปใช้พัฒนาระบบการทดสอบ ระบบการประเมินในระดับต่าง ๆ ได้ เช่น สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาระบบการทดสอบ o-net หรือ pisa

3. โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี (construct map Model) สามารถใช้ได้หลากหลายบริบททั้งในด้านการพัฒนามาตรฐานการเรียนรู้ การพัฒนาเครื่องมือวัดความสามารถหรือคุณลักษณะ ใช้กำหนดเกณฑ์การผ่านขั้นต่ำ (minimum passing score) ในการทดสอบขนาดใหญ่หรือเกณฑ์การประเมินคุณภาพสถานศึกษา สร้างหรือปรับปรุงข้อสอบจากข้อสอบเดิม