

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติโดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบ อัตโนมัติสำหรับการศึกษาทางไกล มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างโมเดลข้อสอบและออกแบบคลังข้อมูลชุดวิชาคณิตศาสตร์ และสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) พัฒนาระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติโดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และ 3) ตรวจสอบความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบต้นแบบกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งการวิจัยดังกล่าวใช้ระเบียบวิธีวิจัยในรูปแบบ การวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสร้างโมเดลข้อสอบและออกแบบคลังข้อมูลชุดวิชาคณิตศาสตร์ และสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นระยะการวิจัยที่ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างโมเดลข้อสอบ ภายใต้หลักการการสร้างโมเดลข้อสอบของ Gierl et al. (2008) โดยเริ่มต้นจากการสร้างข้อสอบต้นแบบตามหลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพให้เหลือจำนวน 42 ข้อ จากจำนวนข้อสอบทั้งหมด 60 ข้อ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อสอบต้นแบบสำหรับสร้างโมเดลข้อสอบ แล้วจึงนำโมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้นไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติต่อไป สำหรับการสร้างโมเดลข้อสอบดังกล่าว สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างโมเดลข้อสอบได้ดังนี้ 1) พิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพนำมาใช้เป็นต้นแบบสำหรับสร้างโมเดลข้อสอบ 2) สร้างโมเดลข้อสอบ และคลังข้อมูลสำหรับจัดเก็บตัวแปรของโมเดลข้อสอบ โดยการวิเคราะห์เนื้อหาของข้อสอบต้นแบบและลักษณะเฉพาะของข้อสอบต้นแบบ ร่วมกับหลักการสร้างโมเดลข้อสอบ Gierl et al. (2008) 3) ตรวจสอบคุณภาพโมเดลข้อสอบโดยผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง และ 4) ปรับปรุงโมเดลข้อสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ (ถ้ามี)

ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติโดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ เป็นระยะการวิจัยที่ ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติ ที่สอดคล้องกับข้อมูลโมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น ตามหลักการการสร้างโมเดลข้อสอบของ Gierl et al. (2008) สามารถสรุปขั้นตอนการพัฒนากระบวนสร้างข้อสอบคู่ขนานอัตโนมัติได้ดังนี้ 1) วิเคราะห์และออกแบบระบบ 2) พัฒนาระบบในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ให้สามารถสร้างข้อสอบคู่ขนานอัตโนมัติตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยบูรณาการพัฒนาระบบร่วมกับหลักการสร้างโมเดลข้อสอบของ Gierl et al. (2008) 3) ทดสอบและปรับปรุงระบบที่พัฒนาขึ้นทุกฟังก์ชันการทำงาน 4) ตรวจสอบคุณภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง 5) ปรับปรุงแก้ไขระบบ

ที่พัฒนาขึ้นตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และ 6) นำระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติโดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติที่แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ไปให้ผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องทดลองใช้งานระบบ

ระยะที่ 3 การตรวจสอบความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบต้นแบบกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ เป็นระยะการวิจัยที่ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสุ่มสร้างข้อสอบคู่ขนานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งมีข้อสอบทั้งสิ้นจำนวน 42 ข้อ ที่เท่ากับจำนวนของข้อสอบต้นแบบ โดยข้อสอบที่สร้างขึ้นจากระบบดังกล่าว จะถูกสร้างจากโมเดลข้อสอบละ 1 ข้อ เพื่อเป็นตัวแทนของข้อสอบทั้งหมดที่ระบบคอมพิวเตอร์สามารถสร้างได้จากโมเดลข้อสอบแต่ละข้อสำหรับนำมาตรวจสอบว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น มีความเป็นคู่ขนานกับข้อสอบต้นแบบหรือไม่ โดยมีขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบดังกล่าว ดังนี้

- 1) สร้างข้อสอบคู่ขนานจากระบบคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น
- 2) นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ไปตรวจสอบความเป็นคู่ขนาน โดยใช้การตรวจสอบ 2 รูปแบบ ควบคู่กัน ได้แก่ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินอิงตามหลักการของความเป็นคู่ขนานของข้อสอบ และตรวจสอบความเป็นคู่ขนานโดยนำไปใช้ทดลองสอบกับนักศึกษาจำนวน 30 คน
- 3) วิเคราะห์และสรุปผลความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้สรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ผลการสร้างโมเดลข้อสอบและออกแบบคลังข้อมูลชุดวิชาคณิตศาสตร์และสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า 1) โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้นทุกข้อ ผ่านเกณฑ์คุณภาพตามที่กำหนดไว้ คือโมเดลข้อสอบทุกข้อหรือทุกโมเดล ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องของทุกรายการประเมิน เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และ 2) จากผลการออกแบบคลังข้อมูลชุดวิชาคณิตศาสตร์และสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับพัฒนาค้างข้อมูลขึ้นใช้งานจริง โดยเป็นองค์ประกอบหนึ่งของระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติ และสามารถใช้งานคลังข้อมูลได้ตามที่ออกแบบไว้ทุกประการ

2. ผลการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติโดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า 1) ระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติโดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงาน ทั้งหมดจำนวน 6 ฟังก์ชัน ได้แก่ (1) ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบ (2) ฟังก์ชันจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน (3) ฟังก์ชันจัดการข้อมูลชุด (4) ฟังก์ชันจัดการคลังข้อมูลข้อสอบ (5) ฟังก์ชันสร้างโมเดลข้อสอบ และ (6) ฟังก์ชันสร้างข้อสอบคู่ขนาน ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นดังกล่าว

สามารถนำไปใช้สร้างข้อสอบคู่ขนานได้อย่างอย่างอัตโนมัติ ที่สอดคล้องตามหลักการสร้างโมเดล ข้อสอบและการสร้างข้อสอบอัตโนมัติของ Girel et al. (2008) รวมทั้งระบบที่พัฒนาขึ้นยังสามารถรองรับการสร้างโมเดลข้อสอบดังกล่าวได้ครบทั้ง 10 ประเภท และ 2) สรุปผลการตรวจสอบคุณภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ (1) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพรายด้านพบว่าระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติโดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีคุณภาพเฉลี่ยด้านการออกแบบระบบอยู่ในระดับมาก ($M=4.37$, $SD=0.55$) โดยรายการที่มีคุณภาพสูงสุด คือรูปแบบผลลัพธ์ของระบบมีความสะดวกต่อการนำไปใช้งาน ($M=4.80$, $SD=0.45$) คุณภาพเฉลี่ยด้านการทำงานของระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($M=4.56$, $SD=0.54$) โดยรายการที่มีคุณภาพสูงสุด คือการเข้าสู่ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามรูปแบบที่ออกแบบไว้ ($M=5.00$, $SD=0.00$) ระบบสามารถสร้างข้อสอบที่มีเนื้อหาครบถ้วนและถูกต้องตามรูปแบบโมเดลข้อสอบที่กำหนด ($M=5.00$, $SD=0.00$) และระบบสามารถสร้างข้อสอบได้ครบถ้วนตามจำนวนข้อที่กำหนดไว้ในแต่ละโมเดลข้อสอบ ($M=5.00$, $SD=0.00$) คุณภาพเฉลี่ยด้านการใช้งานระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($M=4.53$, $SD=0.51$) โดยรายการที่มีคุณภาพสูงสุด คือการเข้าสู่ระบบสามารถทำได้สะดวกและราบรื่น ($M=5.00$, $SD=0.00$) และคุณภาพเฉลี่ยด้านคู่มือการใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก ($M=4.10$, $SD=0.55$) โดยรายการที่มีคุณภาพสูงสุด คือคู่มือการใช้งานระบบมีภาพประกอบวิธีการใช้งานที่ชัดเจน ($M=4.20$, $SD=0.45$) และคู่มือการใช้งานระบบแสดงวิธีการใช้งานอย่างมีลำดับขั้นตอน ($M=4.20$, $SD=0.45$) และ (2) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพในภาพรวมของระบบ พบว่าระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติโดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีคุณภาพเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($M=4.39$, $SD=0.56$) โดยด้านที่มีคุณภาพสูงสุด คือการทำงานของระบบ ($M=4.56$, $SD=0.54$) นอกจากนี้ ยังมีผลประเมินการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นจากผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($M=4.46$, $SD=0.61$) โดยด้านที่มีผลประเมินการใช้งานสูงสุด คือการใช้งานระบบ ($M=4.55$, $SD=0.59$)

3. ผลการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบต้นแบบกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 สามารถสรุปผลได้ว่า ข้อสอบจากแบบทดสอบต้นแบบ และข้อสอบจากแบบทดสอบสร้างขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ทั้ง 42 ข้อ มีความเป็นคู่ขนานกัน หรือมีคุณภาพใกล้เคียงกัน ทั้งเชิงเนื้อหาและเชิงสถิติ โดยมีผลสรุปข้อมูลจากการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานดังนี้ 1) ผลการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของข้อสอบรายข้อระหว่างข้อสอบจากแบบทดสอบต้นแบบ กับข้อสอบจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อสอบที่สร้างขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นคู่ขนานกับข้อสอบต้นแบบทุกข้อ เนื่องจากผ่านเกณฑ์ความเป็นคู่ขนานของข้อสอบที่กำหนดไว้ คือ ข้อสอบที่มีความเป็นคู่ขนานกัน ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องของทุกรายการประเมิน เป็นไปตาม

เกณฑ์ที่กำหนดคือ ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป 2) ผลการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบต้นแบบ กับแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ โดยการทดลองสอบ สรุปได้ ดังนี้ (1) ค่าความยากรายข้อทุกข้อและค่าความยากเฉลี่ยทั้งฉบับ ของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับไม่แตกต่างกัน (2) ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยทั้งฉบับของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ไม่แตกต่างกัน (3) ค่าความแปรปรวนรายข้อทุกข้อและค่าความแปรปรวนทั้งฉบับ ของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับไม่แตกต่างกัน (4) ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับไม่แตกต่างกัน (5) คะแนนแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (6) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ทั้ง 2 ฉบับมีค่าใกล้เคียงกัน และ (7) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ ทั้ง 2 ฉบับ มีค่าใกล้เคียงกัน

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการสร้างโมเดลข้อสอบและออกแบบคลังข้อมูลชุดวิชาคณิตศาสตร์และสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติโดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบต้นแบบกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ มีประเด็นอภิปรายดังนี้

1. การสร้างโมเดลข้อสอบและออกแบบคลังข้อมูลชุดวิชาคณิตศาสตร์และสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1) ประเภทของโมเดลข้อสอบที่สามารถสร้างขึ้นในงานวิจัยนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 2 ประเภท ได้แก่ โมเดลที่ 5 (ตัวแปรของโมเดลข้อสอบไม่สามารถกำหนดค่าข้อมูลได้อย่างอิสระ) และโมเดลที่ 8 (ตัวแปรของโมเดลข้อสอบบางตัวแปรสามารถกำหนดข้อมูลได้อย่างอิสระ และบางตัวแปรมีรูปแบบการกำหนดข้อมูลภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรอื่น) โดยไม่สามารถสร้างโมเดลข้อสอบภายใต้หลักการการสร้างโมเดลข้อสอบของ Gierl et al. (2008) ได้ครบทั้ง 10 ประเภท เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเนื้อหาของข้อสอบต้นแบบที่ไม่สามารถจัดเข้ากับโครงสร้างของโมเดลข้อสอบอีก 8 ประเภท ที่เหลือได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธร จันทรมหา และเสรี ชัดรัมย์ (2561) ปิยะทิพย์ ประดุงพรม และกนก พานทอง(2562) และ สุขุมภรณ์ จันทนา และปิยะทิพย์ ประดุงพรม (2563) ที่ไม่สามารถสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ครบทั้ง 10 โมเดล เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเนื้อหาของข้อสอบต้นแบบดังกล่าว อย่างไรก็ตาม การสร้างโมเดลข้อสอบตามหลักการของ Gierl et al. (2008) ไม่ได้มีข้อกำหนดว่าต้องสร้างโมเดลข้อสอบให้ครบทั้ง 10 ประเภท เนื่องจากประเด็นสำคัญอยู่ที่เนื้อหาข้อสอบที่นำมาสร้างโมเดลข้อสอบว่ามีความครบถ้วนตามวัตถุประสงค์หรือผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่ และจำนวนประเภทของโมเดลข้อสอบจะแปรผันตามรูปแบบเนื้อหาของข้อสอบนั้น ๆ

2) โมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้น ได้ใช้ข้อมูลลักษณะเฉพาะของข้อสอบ และข้อสอบต้นแบบเป็นข้อมูลตั้งต้นในการสร้าง โดยที่โมเดลข้อสอบดังกล่าว ได้มีการกำหนดรายละเอียดของ

องค์ประกอบลงถึงระดับจำนวนตัวแปรที่ใช้เก็บข้อมูล ตำแหน่งของตัวแปร รวมถึงขอบเขตข้อมูลของตัวแปร ที่จะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของเนื้อหาข้อสอบ ทั้งโจทย์ และตัวเลือก ดังนั้นความยากของข้อสอบที่สร้างขึ้น จึงขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปร ตำแหน่งของตัวแปร และขอบเขตข้อมูลของตัวแปรที่กำหนด ในโมเดลข้อสอบแต่ละโมเดลที่สร้างขึ้นด้วย

3) คลังข้อมูลชุดวิชาคณิตศาสตร์ และสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นคลังข้อมูลที่ออกแบบขึ้นเพื่อพัฒนาเป็นฟังก์ชันการทำงานฟังก์ชันหนึ่งของระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติ สำหรับรองรับการจัดเก็บข้อมูลของค่าตัวแปรชนิดตัวอักษร หรือตัวแปรชนิดข้อความ เพื่อให้ทุกโมเดลข้อสอบของชุดวิชาคณิตศาสตร์และสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถใช้งานข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ในคลังข้อมูลดังกล่าวร่วมกันได้ ในกรณีที่โมเดลข้อสอบโมเดลใดโมเดลหนึ่งมีความต้องการใช้งานข้อมูลจากตัวแปรชนิดดังกล่าวในคลังข้อมูลเพื่อนำมาใช้สร้างข้อสอบ อย่างไรก็ตาม การออกแบบคลังข้อมูลชุดวิชาคณิตศาสตร์ และสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังกล่าว เป็นเพียงการออกแบบเพื่อรองรับการสร้างโมเดลข้อสอบในระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานอัตโนมัติ ให้มีความสะดวกในการสร้างโมเดลข้อสอบมากยิ่งขึ้นเท่านั้น ซึ่งผู้ใช้งานอาจจะใช้งานข้อมูลที่มีในคลังข้อมูลหรือไม่ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความประสงค์ และบริบทของเนื้อหาข้อสอบที่นำมาสร้างโมเดลข้อสอบนั้น ๆ ด้วยว่าถูกกำหนดให้มีตัวแปรชนิดตัวอักษร หรือตัวแปรชนิดข้อความหรือไม่ และตัวแปรที่ต้องการใช้งานถูกสร้างไว้ในคลังข้อมูลแล้วหรือไม่

2. การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติโดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ อภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1) ระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น สามารถสร้างข้อสอบคู่ขนานอัตโนมัติได้ เป็นผลจากการบูรณาการหลักการดังต่อไปนี้ (1) หลักการสร้างข้อสอบอัตโนมัติผ่านโมเดลข้อสอบของ Gierl et al. (2008) (2) การสร้างโมเดลข้อสอบชุดวิชาคณิตศาสตร์ และสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่คำนึงถึงหลักการความเป็นคู่ขนานของข้อสอบ และ (3) หลักการพัฒนาระบบตามวงจรพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) และหลักการพัฒนาโปรแกรม นอกจากนี้ระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานที่ดังกล่าว ยังถูกพัฒนาให้สามารถรองรับการสร้างข้อสอบคู่ขนาน ของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากที่แสดงในงานวิจัยนี้ได้ รวมทั้งสามารถรองรับเนื้อหาข้อสอบวิชาอื่น ๆ ที่บริบทเนื้อหาวิชาดังกล่าวสามารถประยุกต์เข้ากับหลักการสร้างโมเดลข้อสอบของ Gierl et al. (2008) ได้

2) ระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น มีผลการตรวจสอบคุณภาพในภาพรวม อยู่ในระดับมาก โดยมีคุณภาพด้านการทำงานของระบบ และการใช้งานระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลจากการที่ ผู้วิจัยสามารถออกแบบและพัฒนาระบบ ให้ผู้ใช้งานสร้างโมเดลข้อสอบได้ภายใต้ฟังก์ชันสร้างโมเดลข้อสอบที่พัฒนาขึ้น โดยฟังก์ชันการสร้าง

โมเดลข้อสอบดังกล่าวสามารถรองรับการสร้างโมเดลข้อสอบตามหลักการของ Gierl et al. (2008) ได้ครบทั้ง 10 โมเดล ซึ่งแตกต่างจากระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติในงานวิจัยอื่น เช่นงานวิจัย ของ ศศิธร จันทรมหา และเสรี ชัดแจ้ง (2561) ปิยะทิพย์ ประดุจพรม และกนก พานทอง (2562) สุขุมภรณ์ จันทนา และปิยะทิพย์ ประดุจพรม (2563) และ สุรัชย์ รักสมบัติ และคณะ (2565) ที่มีข้อจำกัดที่ผู้ใช้งานไม่สามารถสร้างโมเดลข้อสอบเพิ่มเติมหรือแก้ไขโมเดลข้อสอบได้ เนื่องจากโมเดลข้อสอบดังกล่าวถูกพัฒนาให้ผู้คิดเฉพาะกับเนื้อหาข้อสอบต้นแบบข้อนั้น ๆ ส่งผลทำให้ระบบไม่สามารถเพิ่มเติมการสร้างข้อสอบในรูปแบบใหม่ ๆ ได้ แต่อย่างไรก็ตามฟังก์ชันสร้างโมเดลข้อสอบที่พัฒนาขึ้นดังกล่าว ยังมีข้อจำกัดที่ผู้ใช้งานต้องเป็นผู้สร้างโมเดลข้อสอบในระบบเอง ยังไม่สามารถพัฒนาให้ระบบสามารถสร้างโมเดลข้อสอบได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งการพัฒนาระบบให้มีความสามารถดังกล่าว อาจต้องอาศัยศาสตร์ทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) มาพัฒนาร่วมด้วย

3. การตรวจสอบความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบต้นแบบกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ อภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ข้อสอบจากแบบทดสอบต้นแบบ และข้อสอบจากแบบทดสอบสร้างขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ทั้ง 42 ข้อ มีความเป็นคู่ขนานกัน ทั้งเชิงเนื้อหาและเชิงสถิติ อาจเป็นผลจากในกระบวนการสร้างโมเดลข้อสอบ ได้นำข้อมูลของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ และข้อสอบต้นแบบ มาเป็นขอบเขตข้อมูลในการสร้างโมเดลข้อสอบ จากนั้นจึงนำโมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้นไปใช้สร้างข้อสอบคู่ขนานผ่านระบบที่พัฒนาขึ้นต่อไป จึงส่งผลให้ข้อสอบคู่ขนานที่สร้างขึ้น มีรูปแบบเนื้อหา และคุณภาพของข้อสอบใกล้เคียงกับข้อสอบต้นแบบหรือข้อสอบต้นฉบับ ทำให้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบคู่ขนานดังกล่าวมีความเท่าเทียมกัน หรือมีมาตรฐานเดียวกัน และมีความน่าเชื่อถือ นอกจากนี้การตรวจสอบตรวจสอบความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบต้นแบบกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ โดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน นั้นมีความเพียงพอที่ทำให้ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มีความเป็นคู่ขนานกัน เนื่องจากแบบทดสอบที่นำมาให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเป็นคู่ขนานนั้น ได้ถูกสร้างจากโมเดลข้อสอบตามหลักการของ Gierl et al. (2008) จึงส่งผลให้ข้อสอบที่ได้มีแนวโน้มของความเป็นคู่ขนานกันอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับ ศศิธร จันทรมหา และเสรี ชัดแจ้ง (2561) และด้วยเหตุผลดังกล่าวยังส่งผลให้ การทดลองสอบมีค่าสถิติที่บ่งบอกถึงความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบ โดยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมพิศ กาญจนาเพ็ญกุล (2554), นพวรรณ สว่างบุญ และคณะ (2554) และ สนธยา จารุทรศน์ (2546)

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. อาจารย์ผู้สอนสามารถนำระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น ไปปรับใช้สร้างข้อสอบคู่ขนานอัตโนมัติของวิชาอื่น ๆ ที่มีบริบทเนื้อหาที่สามารถประยุกต์เข้ากับหลักการสร้างโมเดลข้อสอบของ Girel et al. (2008) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้ เช่น วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นต่าง ๆ วิชาฟิสิกส์ วิชาเคมี ฯลฯ

2. อาจารย์ผู้สอนสามารถนำระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น ไปปรับใช้สร้าง แบบฝึกหัด หรือข้อคำถาม เพื่อนำไปใช้วัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ ได้

3. ผู้ดูแลระบบคลังข้อสอบมาตรฐานสามารถนำข้อสอบคู่ขนานที่สร้างจากระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานแบบเลือกตอบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น ไปจัดเก็บไว้ในระบบคลังข้อสอบมาตรฐาน เพื่อใช้วัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ในภาคการศึกษาต่าง ๆ ได้ต่อไป

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. จากวิธีการวิเคราะห์หรือตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบในครั้งนี้อาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญและการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปอาจประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมาตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของข้อสอบ

2. จากชนิดของข้อสอบที่สร้างขึ้นในครั้งนี้เป็นแบบเลือกตอบ 100% ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบสร้างข้อสอบคู่ขนานรูปผสม หรือแบบอัตนัยอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถใช้ในเนื้อหาวิชาอื่นได้ต่อไป

บรรณานุกรม

- นพวรรณ สว่างบุญ, สมนึก ภัททิยธนี และชูศรี วงศ์รัตน์. (2554). การสร้างแบบทดสอบคู่ขนานตามรูปแบบฟาเซท วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่2. *วารสารการวัดผลทางการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 17(1), 369-378.
- ประพล เปรมทองสุข, เสรี ชัดเข้ม และปิยะทิพย์ ประดุงพรม. (2560). การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้เกณฑ์ของเฮอร์วิคซ์และการควบคุมการใช้ข้อสอบ สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์. *Veridian E-Journal สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 4(6), 32-50.
- ปิยะทิพย์ ประดุงพรม และกนก พานทอง. (2562). การพัฒนา โปรแกรมการสร้างข้อสอบแบบหลายตัวเลือกโดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ. *วารสารเทคโนโลยีภาคใต้*, 12(2), 74-87.
- ศศิธร หนูทอง, สุนทร วิฑูสรพจน์ และเบญจพร หนูทอง. (2561). กลไกการสร้างแบบทดสอบอัตโนมัติสำหรับคำถามปรนัยโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลแบบออนโทโลยี. *วารสารวิจัยราชชมงคลกรุงเทพ*, 13(1), 156-166.
- ศศิธร จันทมหา และเสรี ชัดเข้ม. (2561). การสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่6 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์. *วารสารวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, 16(1), 138-149.
- สมพิศ กาญจนานาเพ็ญกุล. (2554). การสร้างข้อสอบคู่ขนานอิงโดเมนโดยใช้รูปแบบฟาเซท วิชาคณิตศาสตร์เรื่องวงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี*, 9(4), 56-60
- สุขุมภรณ์ จันทนา และปิยะทิพย์ ประดุงพรม. (2563). การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารการวัดผลการศึกษา*, 37(102), 162-177
- สุรัชย์ รักสมบัติ ปิยะทิพย์ ประดุงพรม และกนก พานทอง. (2565). การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน. *วารสารวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 28(1), 311-330
- สนธยา จารุพรรณ. (2546). *การศึกษาความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นโดยใช้รูปแบบฟาเซท* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- อรยา ปรีชาพานิช. (2557). *คู่มือเรียนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design) ฉบับสมบูรณ์*. นนทบุรี: ไอทีซี พีริเมียร์.
- Gierl, M. J., Latifi, F., Lai, H., Matovinovic, D., & Boughton, K. (2015). Using automated processes to generate items to measure K-12 science skills. In Y. Rosen, S. Ferrara, & M. Mosharraf (Eds.), *Handbook of research on computational tools for real-world skill development*. Hershey, PA: IGI Global.
- Gierl, M. J., & Haladyna, T. (Eds.) (2013). *Automatic Item Generation: Theory and Practice*. New York: Routledge.
- Gierl, M. J., & Lai, H. (2013). Instructional Topics in Educational Measurement (ITEMS) Module: Using Automated Processes to Generate Test Items. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 32(3), 36-50.
- Gierl, M. J., Lai, H., & Turner, S. (2012). Using Automatic Item Generation to Create Multiple-Choice Items for Assessments in Medical Education. *Medical Education*, 46(8), 757-765.
- Gierl, M. J., & Lai, H. (2012). The Role of Item Models in Automatic Item Generation. *International Journal of Testing*, 12(3), 273-298.
- Lai, H., Alves, C., & Gier, M. J. (2009). Using Automatic Item Generation to Address Item Demands for CAT. In D. J. Weiss (Ed.), *Proceedings of the 2009 GMAC Conference on Computerized Adaptive Testing*. Retrieved from www.psych.umn.edu/psylabs/CATCentral
- Gierl, M.J., Zhou, J., & Alves, C. (2008). Developing a Taxonomy of Item Model Types to Promote Assessment Engineering. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 7(2), 1-51.