

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน นำเสนอสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุปผล
6. อภิปรายผล
7. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและเปรียบเทียบคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวน คำตอบที่แตกต่างกัน

1.1 เพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

1.2 เพื่อศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

1.3 เพื่อเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

1.4 เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

2. เพื่อศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงที่สุดกับตัวแปรต่าง ๆ

2.2 เพื่อศึกษาการแนะแนวการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบความถนัดด้านต่างๆ
2. แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน แบบปรนัย 5 ตัวเลือก
3. โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน
4. คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน
5. แบบประเมินโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรม (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ
6. แบบประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)
7. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน (สำหรับครูผู้สอน) ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ
8. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน (สำหรับนักเรียน) ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วย 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาคลังข้อสอบความถนัดทางการเรียน โดยผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน ซึ่งผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ

ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ เป็นการออกแบบและเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พร้อมคู่มือการใช้โปรแกรม ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำเป็นโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมต้นฉบับ

ระยะที่ 3 การใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ เพื่อศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ วิเคราะห์และเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบวิเคราะห์และเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ

ระยะที่ 4 การประเมินผลการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ และศึกษาผลการแนะนำการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยศึกษาจากองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดจำแนกตามแผน การเรียน/ประเภทวิชาที่โปรแกรมการทดสอบได้แนะนำการศึกษาต่อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาคุณภาพเครื่องมือ
 - 1.1 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบ
 - 1.2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)
 - 1.3 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแบบพหุมิติ วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม TESTFACT โดยการใช้การวิเคราะห์แบบ bi-factor และโปรแกรม BILOG-MG
 - 1.4 การปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ใช้วิธีปรับแก้ค่าเฉลี่ยและซิกมา (Robust Mean and Sigma Method)
2. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage)
3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน
 - 3.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยดำเนินการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถรวมของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย
 - 3.2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยดำเนินการเปรียบเทียบด้วยการวิเคราะห์ Independent Sample t-test
 - 3.3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ โดยดำเนินการเปรียบเทียบด้วยการวิเคราะห์ one-way MANOVA
 - 3.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ด้วยการทดสอบด้วยสถิติไคสแควร์ (Chi-Square Test) ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ
 - 3.5 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผลการแนะนำการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบ

สรุปผล

1. ผลการพัฒนาและเปรียบเทียบคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวน คำตอบที่แตกต่างกัน

1.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1.1.1 คลังข้อสอบ ประกอบด้วยข้อสอบ 269 ข้อ จำแนกเป็นองค์ประกอบความถนัดทางภาษา จำนวน 67 ข้อ องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน จำนวน 69 ข้อ องค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล จำนวน 66 ข้อ และองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 67 ข้อ โดยมีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.34 โดยองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.29, 0.36, 0.35 และ 0.34 ตามลำดับ ค่าความยากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.34 โดยองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าความยากเท่ากับ 0.34, 0.32, 0.33 และ 0.37 ตามลำดับ และโอกาสการเดามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.15 โดยองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าโอกาสการเดาเท่ากับ 0.16, 0.15, 0.15 และ 0.14 ตามลำดับ

1.1.2 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวน คำตอบที่แตกต่างกัน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากทั้งสองโปรแกรม และมีความคิดเห็นต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดทั้งสองโปรแกรม

1.2 ผลการศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถรวมของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .757 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหน่วยในการวิเคราะห์มีจำนวน 79 หน่วย และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบ พบว่า ค่าความสามารถของความถนัดทางภาษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา และภาษาอังกฤษ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าความสามารถของความถนัดด้านจำนวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ค่าความสามารถของความถนัดด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษา อังกฤษ ค่าความสามารถของความถนัดด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา และภาษาอังกฤษ

1.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถรวมของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .608 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหน่วยในการวิเคราะห์มีจำนวน 79 หน่วย และเมื่อพิจารณารายองค์ประกอบ พบว่า ค่าความสามารถของความถนัดทางภาษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 5 วิชาหลัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าความสามารถของความถนัดด้านจำนวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ค่าความสามารถของความถนัดด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ค่าความสามารถของความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ทางบวกมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา และภาษาอังกฤษ

1.3 ผลการเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน มีสารสนเทศของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

1.4 ผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนตัวอย่างวิจัย มีความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อวิเคราะห์แยกประเด็นพิจารณา 4 ด้าน พบว่า ผลการประเมินโปรแกรมมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สูงกว่าโปรแกรมการทดสอบ

ที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ แต่ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ สำหรับความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบด้านการตั้งใจของโปรแกรมการทดสอบไม่แตกต่างกัน และความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบทั้งสองโปรแกรมไม่แตกต่างกัน

2. การศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดมีความสัมพันธ์กับวิชาที่ชอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเพศ ขนาดโรงเรียน การเรียนพิเศษ การศึกษาผู้ปกครอง และรายได้ผู้ปกครอง

2.2 ศึกษาผลการแนะนำการศึกษาต่อ จากการทดสอบตัวอย่างวิจัย จำนวน 100 คน ผลการวิจัยพบว่า ตัวอย่างวิจัยมีความถนัดที่จะศึกษาต่อสายสามัญ ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์มากที่สุด จำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 56.00 ซึ่งส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 64.29 มีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 (S.D. = .68) และสายอาชีพ ในประเภทวิชาพาณิชยกรรมมากที่สุด จำนวน 96 คน คิดเป็นร้อยละ 96.00 ซึ่งส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 40.63 มีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 1.31 (S.D. = .72)

อภิปรายผล

1. คลังข้อสอบของโปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้ มีข้อสอบ จำนวน 269 ข้อ โดยมีความเฉลี่ยอำนาจจำแนก เท่ากับ 0.34 ค่าเฉลี่ยความยากเท่ากับ 0.34 และค่าเฉลี่ยโอกาสการเดา เท่ากับ 0.15 ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับประเด็นจำนวนข้อสอบที่เหมาะสมในคลังข้อสอบ แม้ที่ผ่านมาการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติจะไม่มีงานวิจัยหรือทฤษฎีใดที่กำหนดจำนวนข้อสอบที่เหมาะสม แต่จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยของทัศนศิรินทร์ สว่างบุญ (2554) สมประสงค์ เสนารัตน์ (2555) Linden (1999) Cheng (2009a) Diao และ Reckase (2009) และ Veldkamp และ Linden จำนวนข้อสอบในคลังข้อสอบทั้งแบบจำลองข้อมูลและเก็บข้อมูลจริงมีจำนวน 50-300 ข้อ ซึ่งคลังข้อสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้ มีจำนวนสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา

2. ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้ ในภาพรวมระดับมาก นั่นคือ โปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นมีระบบการทำงานที่สะดวก มีความเหมาะสม มีความรวดเร็ว มีความถูกต้อง และมีประโยชน์สำหรับผู้ที่ใช้ ซึ่งโปรแกรมการทดสอบมีการแสดงผลการทดสอบให้ผู้สอบได้ทราบคะแนนได้ทันที สอดคล้องกับแนวคิดของ Parshall และคณะ (2002 : 23-25) ที่กล่าวว่า การแสดงผลการทดสอบ การให้คะแนนได้ทันที และสามารถรายงานผลการทดสอบให้ผู้สอบทราบได้ทันที เป็นประโยชน์ที่สำคัญของการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นในภาพรวมระดับมากที่สุด แสดงว่า ผู้ใช้โปรแกรมการทดสอบสามารถทำความเข้าใจและใช้งานโปรแกรมการทดสอบได้จากคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ผลการวิจัยเป็น

เช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมและจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบโดยการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข จนกระทั่งได้โปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบฉบับที่สมบูรณ์ จึงทำให้ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นในระดับมากและมากที่สุด

3. โปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้น มีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยค่าความสามารถของความถนัดทางภาษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 5 วิชาหลัก ค่าความสามารถของความถนัดด้านจำนวนและด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ค่าความสามารถของความถนัดด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา และภาษาอังกฤษ ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากความถนัดทางภาษามีผลต่อการเรียนรู้ด้านการสื่อสารทั่วไป ความเข้าใจความหมายในการสนทนา การฟังคำอธิบายต่าง ๆ และการอ่านจับใจความสำคัญ ซึ่งทุกวิชาจะเกี่ยวข้องกับสิ่งเหล่านี้ จึงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับ 5 วิชาหลัก สำหรับความถนัดด้านจำนวนจะมีความเกี่ยวข้องกับตัวเลข การคิดคำนวณ และความถนัดด้านเหตุผลเป็นคุณลักษณะพื้นฐานที่จำเป็นในการศึกษาเล่าเรียน ทำให้ความถนัดทั้ง 2 ด้านนี้มีความสัมพันธ์ทางบวกกับวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา สำหรับความถนัดด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการจินตนาการและมองภาพต่าง ๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยครั้งนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยหลายงาน ได้แก่ งานวิจัยของวิจิตรา พิลาดัน และอรอุมา วรานูสาสน์ (2551 : 77) ที่พบว่า ความถนัดด้านตัวเลข ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านภาษา เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ งานวิจัยของดวงเดือน คันทะพรม (2543 : 67-68) พบว่า ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 งานวิจัยของสาคร กิ่งจันทร์ (2545 : 119-120) พบว่า ความถนัดทางภาษา ด้านจำนวน และด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา งานวิจัยของพิมพ์ประภา อรัญมิตร (2552 : 138-140) พบว่า ความถนัดทางการเรียนด้านภาษาเป็นปัจจัยระดับนักเรียนที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ และงานวิจัยของวนิดา ดีแป้น (2553 : 159-161) พบว่า ความถนัดทางภาษา เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ

4. โปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้น มีสารสนเทศของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้หวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยสารสนเทศของแบบทดสอบสูงกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้หวนคำตอบ ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากโปรแกรมที่ให้หวนคำตอบให้ผลการวิเคราะห์ค่าความสามารถของผู้สอบได้สูงกว่าโปรแกรมที่ไม่ให้หวนคำตอบ ซึ่งค่าความสามารถนี้ใช้ในการคำนวณสารสนเทศของแบบทดสอบ ทำให้ทั้งสองโปรแกรมมีสารสนเทศของแบบทดสอบแตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพ์สิริ เขียวรณเรศขันธ์ (2549) ที่เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างการไม่ให้หวนคำตอบและการให้หวนคำตอบ โดยผู้สอบที่มีค่าความสามารถระดับปานกลาง และต่ำ มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่สำหรับผู้สอบที่มีความสามารถระดับสูงมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน และจากการศึกษาของ Vispoel, Hendrickson และ Bleiler (2000) เกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่อนุญาตให้ทวนคำตอบแบบช่วง พบว่า ค่าความสามารถของผู้สอบเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังจากการทวนคำตอบ ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ ค่าความสามารถของผู้สอบจากโปรแกรมที่ให้ทวนคำตอบมีค่าสูงกว่าโปรแกรมที่ไม่ให้ทวนคำตอบ ทำให้โปรแกรมที่ให้ทวนคำตอบมีค่าสารสนเทศของแบบทดสอบสูงกว่าโปรแกรมที่ไม่ให้ทวนคำตอบ แต่สารสนเทศของแบบทดสอบในการวิจัยครั้งนี้ มีค่าเฉลี่ยที่ค่อนข้างน้อย อาจจะเป็นเนื่องจากโปรแกรม TESTFACT ให้ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกที่ค่อนข้างต่ำ และอาจจะเป็นเพราะค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่คำนวณได้มีค่าค่อนข้างสูง ส่งผลให้ค่าสารสนเทศของแบบทดสอบมีค่าต่ำ

5. ผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบระหว่าง 2 โปรแกรม โดยภาพรวมและรายด้าน 3 ด้าน มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้นด้านการตั้งใจของโปรแกรมการทดสอบที่มีผลการประเมินไม่แตกต่างกัน ซึ่งด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนิน การสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบสูงกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ แต่ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากผู้สอบต้องการทวนคำตอบเพื่อความมั่นใจในการสอบ ทำให้ความคิดเห็นมีความแตกต่างกันระหว่างโปรแกรมที่ให้ทวนคำตอบและโปรแกรมที่ไม่ให้ทวนคำตอบ ซึ่งตัวอย่างวิจัยที่ได้ทดสอบด้วยโปรแกรมที่ให้ทวนคำตอบมีความพึงพอใจต่อโปรแกรมการทดสอบมากกว่าตัวอย่างวิจัยที่ได้ทดสอบด้วยโปรแกรมที่ไม่ให้ทวนคำตอบ สำหรับด้านการตั้งใจของโปรแกรมการทดสอบ เป็นการประเมินความน่าสนใจและความทันสมัยของโปรแกรม ความรู้สึกต่อการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการทวนได้หรือทวนไม่ได้ ทำให้ผลการวิจัยในประเด็นนี้ไม่มีความแตกต่างกันระหว่าง 2 โปรแกรม ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vispoel (1998) ที่พบว่า ผู้สอบส่วนมากมีความต้องการทวนคำตอบ ทำให้ยืนยันได้ว่า ผู้สอบมีความคิดเห็น/ความพึงพอใจที่ดีต่อโปรแกรมที่ให้ทวนคำตอบมากกว่าโปรแกรมที่ไม่ให้ทวนคำตอบ

6. ผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบระหว่าง 2 โปรแกรม ทั้งภาพรวมและรายด้านมีความคิดเห็นไม่แตกต่างกัน ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากครูผู้สอนเป็นเพียงผู้นำโปรแกรมนี้ไปให้นักเรียนใช้ประโยชน์ ซึ่งครูผู้สอนมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมการทดสอบจะทวนคำตอบได้หรือไม่ ก็ต่างมีประโยชน์ไม่ต่างกัน ทำให้ความคิดเห็นของครูผู้สอนไม่มีความแตกต่างกัน

7. องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดมีความสัมพันธ์กับวิชาที่ชอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเพศ ขนาดโรงเรียน การเรียนพิเศษ การศึกษาของผู้ปกครอง และรายได้ของผู้ปกครอง อาจจะเป็นเพราะธรรมชาติของแต่ละคน หากชอบเรียนวิชาใด มักจะมีความถนัดในวิชานั้น ทำให้ความถนัดด้านที่มีค่าความสามารถสูงสุดมีความสัมพันธ์กับวิชาที่ชอบ เช่น หากมีความถนัดด้านคำนวณ ก็มักจะมีความชอบที่จะเรียนคณิตศาสตร์หรือฟิสิกส์หรือวิชาอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการคำนวณ เป็นต้น แต่ตัวแปรเพศไม่ว่าจะเพศใดก็จะมีค่าความถนัดที่คล้ายคลึงกัน เช่น เพศชายและเพศหญิงบางคนมีความถนัดด้านคำนวณเช่นเดียวกัน เป็นต้น สำหรับตัวแปรขนาดโรงเรียน ไม่ว่าโรงเรียนจะมีขนาดเล็ก กลาง

หรือใหญ่ ก็อบรมสั่งสอนนักเรียนเหมือนกันทุกคน ขึ้นอยู่กับนักเรียนแต่ละคนว่าจะรับรู้หรือเรียนรู้สิ่งที่ครูสอนได้มากน้อยเพียงใด สำหรับตัวแปรการเรียนรู้พิเศษ นักเรียนบางคนที่ยังเรียนพิเศษอาจจะเป็นเพราะผู้ปกครองบังคับให้เรียนหรือไปเรียนตามเพื่อน โดยที่ไม่มีความรู้เพิ่มขึ้นจากการเรียนพิเศษแต่อย่างใด สำหรับตัวแปรการศึกษาของผู้ปกครองก็ไม่ได้ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้หรือความถนัดมากขึ้นตามการศึกษาของผู้ปกครอง และสำหรับรายได้ของผู้ปกครอง หากผู้ปกครองมีรายได้สูง ส่วนใหญ่ก็จะให้เงินกับนักเรียน แต่นักเรียนก็อาจจะนำไปใช้ในทางอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียน ดังนั้นองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดมีความสัมพันธ์กับวิชาที่ชอบ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเพศ ขนาดโรงเรียน การเรียนพิเศษ การศึกษาของผู้ปกครอง และรายได้ของผู้ปกครอง

8. ผลการแนะแนวการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบ พบว่า สายสามัญ ตัวอย่างวิจัยมีความถนัดที่จะศึกษาต่อแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวนมากที่สุด สำหรับสายอาชีพ ตัวอย่างวิจัยมีความถนัดที่จะศึกษาต่อประเภทวิชาพาณิชยกรรม จำนวนมากที่สุด โดยตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน แต่มีค่าความสามารถเฉลี่ยในด้านมิติสัมพันธ์สูงสุด อาจจะเป็นเพราะแต่ละคนมีความถนัดด้านจำนวนสูงกว่าด้านอื่น ๆ แต่อาจมีค่าความสามารถที่ไม่มากนัก และเมื่อพิจารณาจากค่าความสามารถเฉลี่ยของตัวอย่างวิจัยทุกคนมีค่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าด้านอื่น ๆ อาจเป็นเพราะความถนัดด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถพื้นฐานที่จะส่งผลให้เกิดจินตนาการ และมโนภาพต่าง ๆ (ไพศาล หวังพานิช. 2526 : 135) ทำให้ค่าความสามารถเฉลี่ยด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าด้านอื่น ๆ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การวิจัยครั้งนี้ ได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ที่สามารถแนะแนวการศึกษาต่อทั้งสายสามัญและสายอาชีพให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อได้อย่างเหมาะสมกับความถนัดของตนเอง แต่ผู้สอบจะต้องดำเนินการทดสอบอย่างเต็มความสามารถ และต้องซื่อสัตย์ต่อตนเอง เพื่อให้ผลการแนะแนวการศึกษาต่อมีความถูกต้อง และผู้สอบจะทราบความถนัดของตนเองได้อย่างแม่นยำ

1.2 โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ นอกจากจะนำมาใช้ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้ว ยังสามารถใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ เพราะโปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้มีการแนะแนวคณะในมหาวิทยาลัยที่เหมาะสมกับความถนัดของผู้สอบ แต่ในส่วนของการแนะแนวแผนการเรียนอาจจะไม่ตรงกับแผนการเรียนที่นักเรียนกำลังศึกษาอยู่ในปัจจุบัน

1.3 เมื่อทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้แล้ว หากนักเรียนมีความถนัดทางภาษา แสดงว่านักเรียนมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 5 วิชาหลักที่ค่อนข้างดี หากนักเรียนมีความถนัดด้านจำนวนหรือเหตุผล แสดงว่านักเรียนมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษาที่ค่อนข้างดี และหากนักเรียนมีความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ แสดงว่านักเรียนมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้าง

ดี ดังนั้น เมื่อครูแนะแนว ครูที่ปรึกษา ครูผู้สอน และผู้ปกครอง ได้ทราบความถนัดของผู้เรียนแล้ว จะได้ให้คำแนะนำ สนับสนุน หรือช่วยเหลือนักเรียนได้อย่างเหมาะสม

1.4 จากผลการเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบและผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบในการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบว่าการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ทั้งแบบเอกมิติและพหุมิติ ควรพัฒนาให้โปรแกรมมีการทวนคำตอบได้ เพราะผู้สอบต้องการให้โปรแกรมการทดสอบเปิดโอกาสให้ทวนคำตอบเพื่อช่วยลดความวิตกกังวลใจในการทดสอบ

1.5 จากผลการศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบ ทำให้ครูผู้สอน และผู้ปกครองสามารถทราบความถนัดของนักเรียนได้จากข้อมูลเบื้องต้น คือ หากผู้สอบชอบเรียนวิชาใด แสดงว่ามีความถนัดด้านนั้น

1.6 การทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการทดสอบแบบไม่จำกัดเวลา และไม่เน้นนำผลการทดสอบไปเปรียบเทียบกับคนอื่น แต่เป็นการทดสอบเพื่อแนะแนวการศึกษาต่อของผู้สอบ ดังนั้น ผู้ที่จะนำโปรแกรมไปใช้จะต้องมีเวลาเพียงพอให้ผู้สอบดำเนินการทดสอบ และสามารถให้คำแนะนำหรือนแนะแนวการศึกษาต่อให้กับผู้สอบเพิ่มเติมได้

1.7 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ ทำงานด้วยระบบ Online Client-Server ต้องมี Database Server เป็นเครื่องแม่ข่ายทำงานบนอินเทอร์เน็ต และคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งานทั่วไป เรียกว่า Client นั่นคือ ต้องมีการเชื่อมต่อระหว่าง Database Server และเครื่อง Client ด้วยอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีข้อจำกัด ดังนี้

1.7.1 หากระบบอินเทอร์เน็ตมีปัญหาหรือมีสัญญาณไม่ดี จะทำให้โปรแกรมทำงานได้ไม่สมบูรณ์ ดังนั้น หากต้องการใช้โปรแกรมนี้นี้จะต้องมีสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ดีพอสมควร

1.7.2 สัญญาณอินเทอร์เน็ตต้องเปิด Ports เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับ Database Server ได้ หากไม่สามารถเปิด Ports ได้ จำเป็นจะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม SQL Server Management Studio โดยผู้ชำนาญการทางคอมพิวเตอร์ เพื่อจำลองเป็น Database Server

1.7.3 การทำงานด้วยระบบ Online Client-Server บางครั้งเมื่อใช้เครื่อง Client จำนวนหลายเครื่องพร้อมกัน อาจเกิดปัญหาในการเชื่อมต่อกับ Database Server แก้ปัญหานี้โดยใช้เครื่อง Client ดำเนินการทดสอบจำนวนน้อยลงในแต่ละครั้ง

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งนี้ เป็นการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบพหุมิติระหว่างข้อ (between-item multidimensionality) ในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรศึกษาแบบพหุมิติภายในข้อ (within-item multidimensionality)

2.2 การวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความถนัดทางการเรียนแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Item) การศึกษาครั้งต่อไปจึงควรเปลี่ยนเครื่องมือการวิจัยเป็นแบบอื่น เช่น ศึกษาความถนัดทางการเรียนแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ว่ามีความถนัดมากน้อยระดับใด ซึ่งเป็นการศึกษา Computerized adaptive testing with polytomous items เป็นต้น

2.3 การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาลักษณะข้อสอบความถนัดทางการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบ หรือทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณของเทอร์สตัน ซึ่งนำมาสร้างคลังข้อสอบเพียง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบทางภาษา องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ แต่ตามทฤษฎีจะมีทั้งหมด 7 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบทางภาษา องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ องค์ประกอบด้านสังเกตพิจารณา องค์ประกอบด้านความคล่องในการใช้ถ้อยคำ และองค์ประกอบด้านความจำ ในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรศึกษาความถนัดให้ครอบคลุมทั้ง 7 องค์ประกอบ

2.4 การวิจัยครั้งนี้ ใช้การปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ในการศึกษากครั้งต่อไปควรใช้การปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ

2.5 การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ โดยใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบด้วยวิธีการ Maximize the Determinant of the Fisher Information Matrix ใช้การประมาณค่าความสามารถผู้สอบด้วยวิธีการแบบเบส์ (Bayesian Estimation) ใช้เกณฑ์ยุติการทดสอบด้วยการจำกัดจำนวนข้อสอบ (Fixed length) และใช้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่มีการจำกัดช่วง (Block Review) ซึ่งวิธีการคัดเลือกข้อสอบ การประมาณค่าความสามารถผู้สอบ เกณฑ์ยุติการทดสอบ และเงื่อนไขการทวนคำตอบ ยังมีรูปแบบอื่น ๆ ที่น่าสนใจอีกมากมาย ดังนี้

2.5.1 การคัดเลือกข้อสอบ (Item Selection) เช่น minimum trace of the inverse Fisher information matrix (van der Linden. 1999) Maximize Kullback-Leibler Information (Veldkamp and van der Linden. 2002 ; Reckase. 2009) Maximize Information in Direction with Minimum Information, Largest Decrement in the Volume of the Bayesian Credibility Ellipsoid (Reckase. 2009) Maximum KL distance between two subsequent posteriors (Mulder and van der Linden. 2010) KL information with Bayesian update method (Wang and Chang. 2010) Kullback-Leibler Information (Mulder and van der Linden. 2010) และ Mutual Information (Mulder and van der Linden. 2010 ; Wang and Chang. 2011) เป็นต้น

2.5.2 วิธีประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (Ability Estimate) เช่น Maximum Likelihood Criterion, Maximum a Posteriori Bayesian Criterion และ Least Squares Criterion (Reckase. 2009 : 139)

2.5.3 เกณฑ์ยุติการทดสอบ (Termination Criteria) เช่น กำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ เวลาที่ใช้ในการทดสอบคะแนนจุดตัดที่แยกระดับความสามารถของกลุ่มผู้สอบ และใช้เกณฑ์จำกัดจำนวนข้อสอบร่วมกับกำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ เป็นต้น (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 204)

2.5.4 เงื่อนไขการทวนคำตอบ เช่น การทวนที่มีการจำกัดจำนวน (Limited Review) และการทวนในหมวดสิ่งเดียวกัน (Stimulus-based Review) (Stocking. 1997 : 57-75)

2.6 การวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ด้วยโปรแกรม TESTFACT และ BILOG-MG ซึ่งให้ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกที่ค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้สารสนเทศของแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำ ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ด้วยโปรแกรมอื่น เช่น NOHARM (Fraser. 1998) ConQuest (Wu, Adams and Wilson. 1997) และ BMIRT (Yao. 2003) เป็นต้น

2.7 การวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ด้วยการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถที่วัดได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น กับผลการเรียนเฉลี่ยและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนที่เป็นมาตรฐาน หรือดำเนินการทดสอบซ้ำด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

2.8 การวิจัยครั้งนี้ โปรแกรมการทดสอบทำงานด้วยระบบ Online Client-Server ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรพัฒนาให้โปรแกรมทำงานผ่านเว็บไซต์ หรือสามารถทดสอบได้เบ็ดเสร็จในเครื่องเดียว ไม่ต้องเชื่อมต่อไปยัง Database Server

2.9 การวิจัยครั้งนี้ มีการแนะนำการศึกษาต่อทั้งสายสามัญและสายอาชีพ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้นำไปพิจารณาเลือกศึกษาต่อสายใดสายหนึ่งด้วยตนเอง ในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรแนะนำการศึกษาต่อเพียงสายการเรียนใดสายการเรียนหนึ่ง เพื่อยืนยันความถนัดที่แน่นอนเพียงสายการเรียนเดียว