

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อสร้างดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบ สำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ ซึ่งเป็นดัชนีที่จะช่วยระบุองค์ประกอบ และกระบวนการคิดหาคำตอบสำหรับ ข้อสอบข้อใด ๆ อันเนื่องมาจากการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อใด ๆ ได้สำเร็จเป็นการทำงานของ สมองตามลำดับการเกิดชุดของงานย่อยที่รวมกันเป็นกลยุทธ์ที่สามารถคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จ ข้อสอบ แต่ละข้อสามารถจะมีกลยุทธ์ในการคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จหลายกลยุทธ์ โดยแต่ละกลยุทธ์จะประกอบด้วย ชุดของงานย่อยที่เฉพาะเจาะจงตามจำนวน ลำดับที่ และชนิดของงานย่อยที่รวมกันเป็นกลยุทธ์นั้น ๆ และเพื่อศึกษาความตรงของดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบผลสัมฤทธิ์ที่ได้พัฒนาขึ้น

ประชากรพลวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ประชากรพลวิจัย กลุ่มผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นอาจารย์ผู้สอนวิชาด้านสิ่งแวดล้อมระดับปริญญาตรี ในสถาบันอุดมศึกษา สังกัด ทบวงมหาวิทยาลัย และ 2) ประชากรพลวิจัยกลุ่มนิสิตนักศึกษา จำนวนรวม 310 คน ประกอบด้วย นิสิตระดับปริญญาตรี ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ลงทะเบียนเรียนวิชา “สภาวะแวดล้อมของเรา” จำนวน 127 คน กับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ของวิทยาลัยโยนก ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา “มนุษย์กับ สิ่งแวดล้อม” จำนวน 183 คน ในภาคต้น ปีการศึกษา 2539 การคัดเลือกตัวอย่างพลวิจัย ตัวอย่างพลวิจัยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ คัดเลือกจากอาจารย์ผู้สอนด้านสิ่งแวดล้อมที่มีประสบการณ์การสอน นิสิตระดับปริญญาตรีมาอย่างน้อย 1 ปีการศึกษา และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งในการ วิจัยนี้มีจำนวนรวม 27 ท่าน ตัวอย่างพลวิจัยกลุ่มนิสิตนักศึกษาใช้ประชากรพลวิจัยนิสิตนักศึกษาทั้งหมด จำนวนรวม 310 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 3 ชนิด คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาความซับซ้อนของ การคิดหาคำตอบของข้อสอบผลสัมฤทธิ์ คือ ข้อสอบสัมฤทธิ์ผลในเนื้อหาเรื่อง “นิเวศวิทยาบนบก” “องค์กรและกฎหมายสิ่งแวดล้อม” และ “โครงการพัฒนากับมาตรการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม” 2) เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมชนิดของกลยุทธ์การคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ คือ แบบ สัมภาษณ์กลยุทธ์การคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบแต่ละข้อ และ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม ผู้สอบตามระดับความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อม คือ แบบสอบความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมของนิสิต ระดับปริญญาตรี

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยเพื่อพัฒนาดัชนีความซับซ้อนนี้ทำโดยการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างกับตัวอย่างพลวิชัยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับกลยุทธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบแต่ละข้อได้สำเร็จ ตัวอย่างพลวิชัยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านได้ให้คำตอบเกี่ยวกับกลยุทธ์ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบแต่ละข้อได้สำเร็จอย่างน้อยข้อละ 1 กลยุทธ์ ผู้วิจัยนำกลยุทธ์ดังกล่าวมาสร้างแผนภาพกระบวนการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบแต่ละข้อแล้วส่งกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง เมื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและแก้ไขแล้วส่งกลับมาให้ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแผนภาพกระบวนการคิดที่ใช้เป็นกลยุทธ์การคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อนั้นๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาความตรงของดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ที่ได้พัฒนาขึ้น โดยการทดสอบตัวอย่างพลวิชัยกลุ่มนิสิตนักศึกษาเมื่อสิ้นสุดภาคเรียนด้วยข้อสอบผลสัมฤทธิ์ และหลังการสอบข้อสอบดังกล่าวให้ตัวแทนนิสิตที่มีระดับความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันรายงานกระบวนการคิดหาคำตอบที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบแต่ละข้อ จำนวนนิสิตที่ให้ความร่วมมือในการรายงานกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบเป็นนิสิตที่มีความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมในกลุ่มสูง 10 คน และกลุ่มต่ำ 6 คน

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเพื่อพัฒนาดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์โดยการคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ทั้งหมดที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ เปรียบเทียบการใช้กลยุทธ์การคิดหาคำตอบระหว่างผู้เชี่ยวชาญกับนิสิตและระหว่างนิสิตที่มีระดับความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมต่างกัน และหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบผลสัมฤทธิ์กับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามแบบจำลองการตอบสนองแบบแบ่งระดับข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ คือ คะแนนจากผลการสอบข้อสอบผลสัมฤทธิ์ที่ใช้ในการพัฒนาดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบ โดยจัดแบ่งคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อออกเป็น 4 ระดับเรียงจากน้อยไปมาก คือ 0 1 2 และ 3 คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบผลสัมฤทธิ์กับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบดังกล่าวแล้วทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยสถิติทดสอบที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเพื่อพัฒนาดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ปรากฏผลดังนี้

1. ผลการพัฒนาดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ปรากฏว่า สามารถคำนวณดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบผลสัมฤทธิ์ได้ โดยมีสมการการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ (CI}_i) = \sum_{j=1}^{\alpha} P(St_j)$$

เมื่อ CI_i คือ ดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ข้อที่ i

St_j คือ กลยุทธ์ที่ j ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ข้อที่ i ได้สำเร็จ โดย $j = 1, 2, 3, \dots, \alpha$

$P(St_j)$ คือ ความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ที่ j ภายใต้โอกาสในการเกิดงานย่อยที่แตกต่างกันในแต่ละกลยุทธ์

จากการวิจัยโดยใช้ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาเรื่อง “นิเวศวิทยาบนบก” “องค์กรและกฎหมายสิ่งแวดล้อม” และ “โครงการพัฒนากับมาตรการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม” จำนวนรวม 10 ข้อ ได้ค่าดัชนีความซับซ้อนสำหรับข้อสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0543 - 0.6275 โดยมีจำนวนกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบแต่ละข้อได้สำเร็จอยู่ในช่วง 6 - 11 กลยุทธ์ สามารถสรุปลักษณะคำถามของโจทย์ข้อสอบ จำนวนกลยุทธ์ที่ถูกใช้ในการคิดหาคำตอบ และค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบแต่ละข้อ ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ลักษณะคำถามของโจทย์ข้อสอบ จำนวนกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบ และค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบแต่ละข้อ

ข้อ ที่	ลักษณะคำถามของโจทย์ข้อสอบ	จำนวนกลยุทธ์ที่ใช้คิดหาคำตอบ		ค่าดัชนีความ ซับซ้อน (CI)
		ผู้เชี่ยวชาญ	กลุ่มสูง กลุ่มต่ำ	
1	ให้บอกความหมายของคำศัพท์เฉพาะ	6	5 4	0.6064
2	ให้บอกความหมายของคำศัพท์เฉพาะ	6	5 3	0.6275
3	ให้อธิบายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง	4	3 3	0.6060
4	ให้ทำการวิเคราะห์และประเมินสาเหตุที่ก่อให้เกิดการเกิดสถานการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมาแล้ว	11	6 4	0.3363
5	ให้มีการใช้หลักการเพื่อการทำนายสภาวะการเปลี่ยนแปลงในอนาคต	8	4 4	0.2420
6	ให้มีการใช้หลักการเพื่อการทำนายสภาวะการเปลี่ยนแปลงในอนาคต	6	5 2	0.0543
7	ให้อธิบายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง	10	7 3	0.3992
8	ให้มีการใช้หลักการเพื่อการสร้างตัวอย่าง	5	4 2	0.2356
9	ให้มีการใช้หลักการเพื่อการประเมินทางเลือกในการปฏิบัติงาน	4	2 2	0.2003
10	ให้มีการประยุกต์ใช้หลักการกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง	7	3 2	0.0645

2. ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ของดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ เมื่อใช้เกณฑ์ภายนอกคือค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามแบบจำลองการตอบสนองแบบแบ่งระดับ พบว่า ค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ มีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ความยาก b_1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ความยาก b_2 และ b_3 ที่ระดับ 0.05 โดยความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ความยาก b_1 และ b_2 เป็นความสัมพันธ์ที่เป็นลบหรือมีทิศทางที่ตรงข้ามกัน แต่ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าพารามิเตอร์ความยาก b_3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกในทิศทางตรงข้ามกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากการวิจัยในครั้งนี้ได้ดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ทั้งหมดที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ โดยความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จนั้นเป็นผลลัพธ์มาจากความน่าจะเป็นในการเกิดงานย่อยแต่ละงานย่อยที่ประกอบกันเป็นกลยุทธ์นั้น ๆ ค่าดัชนีความซับซ้อนนี้มีค่าแปรผกผันกับความซับซ้อนของกระบวนการคิดแก้ปัญหา กล่าวคือ ข้อสอบที่มีความซับซ้อนในการคิดน้อยจะมีค่าดัชนีความซับซ้อนสูง และข้อสอบที่มีความซับซ้อนในการคิดมากก็จะมีค่าดัชนีความซับซ้อนต่ำ เพราะข้อสอบที่ซับซ้อนน้อยมีผลรวมของความถี่ในการเกิดงานย่อยน้อยมีลำดับขั้นของการเกิดงานย่อยในกระบวนการคิดแก้ปัญหาน้อย หมายถึง กลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดแก้ปัญหานั้นมีลำดับขั้นการคิดน้อย ในขณะที่ข้อสอบที่มีความซับซ้อนมากนอกจากจะมีจำนวนงานย่อยทั้งหมดที่ใช้ในการคิดหาคำตอบมาก ความถี่ในการเกิดแต่ละงานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อนั้นจึงมีน้อย และยังมีลำดับขั้นการคิดหาคำตอบที่ซับซ้อนหลายลำดับขั้นทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์มีค่าน้อยลง ตามลำดับ ซึ่งตรงตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

จากผลการวิจัยเพื่อพัฒนาดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์โดยใช้ข้อสอบแบบความเรียงในหัวข้อเรื่อง “นิเวศวิทยาบนบก” “องค์กรและกฎหมายสิ่งแวดล้อม” และ “โครงการพัฒนากับมาตรการประเมินผลกระทบ” จำนวนทั้งสิ้น 10 ข้อนี้ พบว่า ข้อสอบทุกข้อสามารถมีกลยุทธ์ในการคิดแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 กลยุทธ์ ข้อสอบที่มีกลยุทธ์ในการคิดแก้ปัญหาได้น้อยที่สุด คือ ข้อสอบข้อที่ 3 และ 9 ก็ยังมีกลยุทธ์ในการคิดหาคำตอบได้ถึง 4 กลยุทธ์ และแต่ละกลยุทธ์ประกอบด้วยชุดของงานย่อยที่แตกต่างกัน ข้อสอบที่มีจำนวนกลยุทธ์ในการคิดหาคำตอบมากที่สุดคือ ข้อ muj 4 ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ให้ผู้สอบทำการวิเคราะห์และประเมินถึงสาเหตุของการเกิด

สถานการณ์ต่าง ๆ ที่ได้เกิดขึ้นมาแล้ว มีกลยุทธ์ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จถึง 11 กลยุทธ์ ข้อสอบที่มีความซับซ้อนในการคิดหาคำตอบน้อยที่สุด คือ ข้อที่ 2 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ถามความหมายของศัพท์เฉพาะในเนื้อหาวิชาที่มีค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบมากที่สุดคือเท่ากับ 0.6275 ยังเป็นข้อสอบที่มีกลยุทธ์ในการคิดหาคำตอบได้ถึง 6 กลยุทธ์ และมีจำนวนงานย่อยทั้งหมดที่ใช้รวมในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อนี้ถึง 5 งานย่อย และข้อสอบที่มีความซับซ้อนในการคิดหาคำตอบมากที่สุดคือ ข้อที่ 6 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอบใช้หลักการในการทำนายสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในอนาคตมีค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบน้อยที่สุดคือ เท่ากับ 0.0543

2. จากผลการวิจัยพบว่าค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์กับค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบมีความสอดคล้องในทิศทางตรงกันข้ามโดยค่าทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 กล่าวคือข้อสอบที่ง่ายเป็นข้อสอบที่มีความซับซ้อนในการคิดน้อยเป็นข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากต่ำแต่มีค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสูง และข้อสอบที่ยากเป็นข้อสอบที่มีความซับซ้อนในการคิดมากจะมีค่าพารามิเตอร์ความยากสูงแต่มีค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบต่ำ สอดคล้องกับผลการวิจัยอื่นที่แสดงให้เห็นว่าความซับซ้อนของกระบวนการในการคิดหาคำตอบสำหรับโจทย์ข้อสอบใด ๆ จะมีความสัมพันธ์ในระดับหนึ่งกับค่าความยากที่คำนวณได้จากผลลัพธ์ของการคิดตามแนวคิดทฤษฎีการวัดที่มีอยู่เดิม เช่นงานวิจัยของ พิเศษฐ ดันทวนิช (2537) พบว่าลำดับที่ของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบจำลองการตอบสนองข้อสอบในแบบสอบฉบับหนึ่ง ๆ อธิบายได้ด้วยความซับซ้อนในการคำนวณเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ในขณะที่ผลการศึกษาของ Stenner และคณะ (1981) ใช้คุณลักษณะความซับซ้อนของเนื้อหาข้อสอบความเข้าใจในการอ่านตามระดับความซับซ้อนของคำศัพท์ ได้แก่ ระดับความเป็นนามธรรมของคำศัพท์ ระดับความคุ้นเคยของคำศัพท์ ความเป็นทั่วไปของศัพท์ เพื่อสร้างสมการทำนายค่าพารามิเตอร์ความยากจากการประมาณค่าโดยใช้แบบจำลองการตอบสนองข้อสอบได้ สามารถให้ค่าการทำนายได้ร้อยละ 71 Wilson และ Bock (1985) สร้างสมการโดยใช้ตัวแปรคุณลักษณะของคำศัพท์ที่มีระดับความซับซ้อนในการใช้แตกต่างกันได้แก่ ความยาวของคำ จำนวนสระที่ออกเสียงเป็นกลางและความคุ้นเคยของคำ เพื่อการทำนายค่าพารามิเตอร์ความยากในการสะกดคำที่ประมาณค่าได้จากโมเดลโลจิสติกชนิด 2 พารามิเตอร์ โดยสมการดังกล่าวมีความสามารถในการทำนายได้ถึง ร้อยละ 85 และ อรสา จรูญธรรม (2538) ได้พัฒนาดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบโดยพิจารณาจากองค์ประกอบหรือขั้นตอนในการคิดหาคำตอบสำหรับโจทย์ข้อสอบ พบว่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบดังกล่าวมีความตรงตามเกณฑ์เมื่อศึกษาเปรียบเทียบกับค่าความยากตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมที่ตัดสินผลลัพธ์ที่ได้จากการคิดหาคำตอบแบบทวิภาค (dichotomous) คือ การให้คะแนนแบบ 0/1

จากผลการวิจัยเพื่อศึกษาความสอดคล้องระหว่างค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์กับค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ พบว่าความสัมพันธ์ของค่าทั้งสองมีแนวโน้มของความสัมพันธ์ในเชิงลบที่มีค่าลดลงตามลำดับขั้นของค่าพารามิเตอร์ความยาก คือ ค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบผลสัมฤทธิ์จะมีค่าสหสัมพันธ์ที่เป็นลบอย่างมากกับค่าพารามิเตอร์ความยากในลำดับขั้นต่ำ (b_1) และมีค่าสหสัมพันธ์ที่ลดลงเมื่อเป็นค่าพารามิเตอร์ความยากในลำดับที่สูงขึ้น (b_2) และ มีค่าสหสัมพันธ์ที่เป็นบวกในลำดับขั้นของค่าพารามิเตอร์ความยากลำดับสูง (b_3) สะท้อนให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการในการคิดหาคำตอบกับระดับความสามารถในการคิดหาคำตอบได้ภายใต้คำตอบที่จะเกิดจากการคิดหาคำตอบโดยข้อสอบที่มีความชัดเจนของโครงสร้างปัญหาที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ในความใหม่ หรือความชัดเจนของคำตอบที่โจทย์นั้นมุ่งหวัง ซึ่งแสดงถึงความชัดเจนของโครงสร้างปัญหา ค่าพารามิเตอร์ความยากในลำดับขั้นต้น ๆ ของข้อสอบที่มีโครงสร้างชัดเจน มีคำตอบที่แน่นอนจะง่ายต่อการคิดหาคำตอบซึ่งสามารถคิดหาคำตอบโดยการระลึกถึงความรู้ที่ไม่ต้องการการคิดที่ซับซ้อนหรืองานย่อยในลำดับขั้นการคิดมากนัก หรือโอกาสที่จะได้คะแนนบางส่วนจากการคิดที่ไม่ซับซ้อนนั้นไม่ต้องการระดับความสามารถที่สูงมาก แต่ถ้าจะตอบให้ได้คะแนนเต็ม หรือได้คำตอบที่มีความสมบูรณ์มากที่สุดผู้ตอบจะต้องตอบให้มีความชัดเจนตามกฎหรือหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างเฉพาะเจาะจง หรือมีคำตอบที่กำหนดไว้แน่นอนตายตัวแล้ว ดังนั้นในกรณีที่จะทำให้ได้คะแนนในกลุ่มสูงจึงจะต้องอาศัยความสามารถในระดับสูงซึ่งลำดับขั้นความยากขั้นสูงจึงเป็นอันดับที่สูงด้วย ในขณะที่ข้อสอบที่มีความซับซ้อนมากมีความชัดเจนของเป้าหมายสุดท้ายตามที่โจทย์กำหนดน้อย คำตอบที่ต้องการเป็นคำตอบใหม่ หรือสามารถตอบได้หลากหลายคำตอบ ในการคิดหาคำตอบระดับต้น ๆ ผู้สอบจะต้องรวบรวมและประมวลเอากฎและหลักเกณฑ์ที่จะใช้ในการคิดเพื่อสร้างกรอบการคิดให้ชัดเจนด้วยตนเองค่าอันดับที่ของค่าพารามิเตอร์ในขั้นต้นนี้จึงอยู่ในอันดับที่สูง แต่เมื่อมีความสามารถที่จะผ่านในลำดับนี้ไปได้แล้วความถูกต้องของคำตอบจะสามารถมีได้หลากหลายคำตอบจากหลากหลายกลยุทธ์ ดังนั้น เมื่อมีความสามารถที่จะผ่านระดับความยากขั้นต้นมาได้แล้วก็ไม่ต้องใช้ระดับความสามารถที่สูงมากนักก็สามารถได้คะแนนในระดับที่สูงขึ้นได้ เพราะขอบเขตของคำตอบมีได้กว้างขวาง ไม่ได้ระบุแน่นอนตายตัวดังเช่นข้อสอบที่มีความหลากหลายของกลยุทธ์ในการคิดน้อย หรือข้อสอบที่มีโครงสร้างปัญหาชัดเจน (Bourne et. al., 1971; Simon, 1978)

3. ค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์กับค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก ตามแบบจำลองการตอบสนองแบบแบ่งระดับมีความสอดคล้องในทิศทางตรงกันข้าม โดยค่าทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในทางลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 แสดงให้เห็นว่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์สามารถที่จะแสดงความสอดคล้องระหว่างความสามารถของข้อสอบในการที่จะจำแนกผู้สอบออกได้ตามความซับซ้อนของกระบวนการคิดหาคำตอบ โดยข้อสอบที่มีความซับซ้อนในการคิดน้อย (สามารถหาคำตอบได้โดยการใช้งานย่อยน้อย หรือมีการคิดน้อยลำดับขั้น) ผู้ที่มีความสามารถน้อยหรือมากก็สามารถที่จะเกิด

กระบวนการคิดหาคำตอบได้สำเร็จไม่แตกต่างกัน เช่น การใช้วิธีท่องจำก็สามารถตอบได้ แต่ในกรณีที่เป็นข้อสอบที่มีต้องการความซับซ้อนในกระบวนการคิดมากจำเป็นต้องมีการรวบรวมประเด็นต่าง ๆ ของสารสนเทศที่จะนำมาตอบสนองต่อข้อสอบมาก ผู้สอบต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการใช้กระบวนการคิดเพื่อการเชื่อมโยงสารสนเทศที่จะประกอบกันเป็นคำตอบโดยกระบวนการต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางโดยใช้กฎและหลักเกณฑ์ ภายใต้เนื้อหาบทเรียนที่ถูกต้อง

จากผลการวิจัยที่พบว่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบมีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถบ่งบอกถึงระดับความหลากหลายของกระบวนการในการคิดหาคำตอบ และมีความซับซ้อนในกระบวนการคิดตามระดับความสามารถของผู้สอบจริงสอดคล้องกับแนวคิดจิตวิทยาพัฒนาการโดย เพียเจท์ (สรวงศ์ โค้วตระกูล ,2536) ที่ระบุว่าความสามารถด้านการคิดและเขาวนปัญญาของมนุษย์จะมีพัฒนาการตั้งแต่วัยเด็กและจะพัฒนาการได้ถึงระดับสุดยอดตั้งแต่อายุ 12 ปีขึ้นไป โดยผู้ที่มีพัฒนาการถึงระดับสูงสุดจะเป็นผู้ที่มีความสามารถที่จะเกิดความคิดในระดับนามธรรม คือ การคิดในสิ่งที่อยู่เหนือกว่าสิ่งที่มีอยู่ในปัจจุบัน การคิดถึงสิ่งที่ยังไม่มีตัวตนหรือสภาพที่เป็นนามธรรมได้ และจากการวิจัยในกลุ่มนักเรียนไทย พบว่าผู้ที่อยู่ในวัยเดียวกันก็มีความสามารถทางการคิดในระดับนามธรรมได้แตกต่างกันตามระดับความสามารถของแต่ละคน โดยผู้ที่มีความสามารถสูงจะสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือมีความเป็นนามธรรมได้มากกว่าผู้ที่มีความสามารถในระดับที่ต่ำกว่า (นฤมล แซ่เตีย, 2531; ชมนาด สิบศรี, 2532 ; ไตรรงค์ เจนการ, 2532; ยุวัฒน์ คล้ายมงคล ,2534) และสำหรับแบบจำลององค์ประกอบคุณลักษณะแฝง (Embretson, 1985) ได้ให้คำอธิบายเกี่ยวกับ โอกาสที่ผู้สอบแต่ละคนจะสามารถตอบข้อสอบได้ถูกต้องว่าขึ้นอยู่กับโอกาสที่จะเกิดความสำเร็จของกลยุทธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด โอกาสดังกล่าวนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนและความยากขององค์ประกอบในการคิดรวมถึงระดับความสามารถของผู้สอบที่จะตัดสินใจเลือกองค์ประกอบการคิดในการคิดหาคำตอบด้วย

4. ผลจากการวิจัยพบว่า กลยุทธ์ที่ตัวอย่างพลวิจัยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเสนอให้เป็นกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จเป็นกลยุทธ์ที่มีความครอบคลุมกลยุทธ์ที่ผู้สอบใช้ในการคิดหาคำตอบจริง แสดงว่า กลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอมานั้นเป็นกลยุทธ์ที่อยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์การสอนวิชาด้านสิ่งแวดล้อมให้แก่นิสิต แต่อย่างไรก็ตามมีบางกลยุทธ์ที่ได้รับการเสนอจากตัวอย่างพลวิจัยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแต่ไม่ได้รับการรายงานจากผู้สอบว่าใช้เป็นกลยุทธ์การคิดหาคำตอบ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลยุทธ์ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จที่ได้รับการเสนอจากผู้เชี่ยวชาญเป็นกลยุทธ์ทั้งหมดที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จตามความหมายของความซับซ้อนในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบซึ่งเป็นแนวคิดพื้นฐานของการวิจัยในครั้งนี้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Hosen และ Boeck (1995) ศึกษาการขยายการใช้ทฤษฎีการตอบสนองแบบแบ่งระดับตามองค์ประกอบในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบคำศัพท์ของนักเรียนระดับ 3 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาเป็นผู้ตัดสินความซับซ้อนของเนื้อหาที่มีผลต่อกระบวนการคิดหาคำตอบ และพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการคิดขึ้นอยู่กับระดับความสามารถ

ในทุก ๆ องค์ประกอบของงานทางปัญญา Steenner และคณะ (1981) ศึกษาความสามารถในการรับรู้ คำศัพท์โดยใช้ตัวแปรคุณลักษณะความยากของคำศัพท์ 3 ประการ คือความถี่ของการพบคำศัพท์นั้น การกระจายการใช้งานของคำศัพท์ในวิชาต่าง ๆ และระดับความเป็นนามธรรมของคำศัพท์ เพื่ออธิบาย คำพหุพจน์ของความยากของข้อสอบที่ได้จากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งพบว่า ตัวแปรอิสระทั้งสาม ที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะความยากของคำศัพท์สามารถร่วมกันทำนายระดับคำพหุพจน์ความยากได้ ร้อยละ 71 จากงานวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การระบุองค์ประกอบทางปัญญาที่ต้องใช้ในการทำงาน ให้สำเร็จนั้นจะมีส่วนช่วยในการแปลความหมายของผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้มีความหมายในทางจิตวิทยามากยิ่งขึ้น (Embretson, 1985)

5. จากผลการวิจัยพบว่า ผู้สอบที่มีความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมต่างกันใช้กลยุทธ์การคิดหาคำตอบต่างกันด้วย โดยผู้สอบที่มีความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมสูงจะใช้กลยุทธ์ที่มีลำดับขั้นการคิดน้อยกว่าผู้ที่มีความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมต่ำกว่า ดังนั้นโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดในลำดับขั้นการคิดย่อมจะน้อยกว่าด้วย ตามแนวคิดจิตวิทยาพัฒนาการโดยเพียเจท์ (สรวงศ์ ไคว์ตระกูล, 2536) ได้ระบุว่าความสามารถด้านการคิดและเขาวนปัญญาของมนุษย์จะมีพัฒนาการตั้งแต่วัยเด็กและจะพัฒนาการได้ถึงระดับสุดยอดตั้งแต่อายุ 12 ปีขึ้นไป โดยผู้ที่มีพัฒนาการถึงระดับสูงสุดจะเป็นผู้ที่มีความสามารถที่จะเกิดความคิดในระดับนามธรรมคือความคิดในสิ่งที่อยู่เหนือกว่าสิ่งที่มีอยู่ในปัจจุบัน การคิดถึงสิ่งที่ยังไม่มีตัวตนหรือสภาพที่เป็นนามธรรมได้ และจากการศึกษาวิจัยในกลุ่มนักเรียนไทย พบว่า ผู้ที่อยู่ในวนัยเดียวกันก็มีความสามารถทางการคิดในระดับนามธรรมได้แตกต่างกันตามระดับความสามารถของแต่ละคน โดยผู้ที่มีความสามารถสูงจะสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือมีความเป็นนามธรรมได้มากกว่าผู้ที่มีความสามารถในระดับที่ต่ำกว่า (นฤมล แซ่เตีย, 2531; ชมนาด สิบศรี, 2532 ; ไตรรงค์ เจนการ, 2532; ยุวัฒน์ คล้ายมงคล, 2534) และคำอธิบายของแบบจำลององค์ประกอบคุณลักษณะแฝงที่อธิบายว่าโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่ผู้สอบแต่ละคนจะสามารถตอบข้อสอบได้ถูกต้องขึ้นอยู่กับโอกาสที่จะเกิดความสำเร็จของกลยุทธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด โอกาสดังกล่าวนี้จะขึ้นอยู่กับจำนวนและความยากขององค์ประกอบในการคิด รวมถึงระดับความสามารถของผู้สอบที่จะตัดสินใจเลือกองค์ประกอบการคิดหาคำตอบด้วย (Embretson, 1985)

6. คำดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้ ได้สะท้อนให้เห็นถึงระดับความสำคัญของความชัดเจนของโครงสร้างปัญหาภายใต้แนวคิดการเขียนข้อสอบโดยเทคโนโลยีการเขียนข้อสอบแบบโลจิกที่เน้นถึงมิติเนื้อหาและมิติงาน (William and Haladyna, 1982) และระดับความซับซ้อนของเป้าหมายด้านพุทธิปัญญาตามทฤษฎีกระบวนการสารสนเทศ (Eggen et.al., 1979) ที่ว่าด้วยระดับความซับซ้อนของมิติเนื้อหาซึ่งจะเพิ่มขึ้นจากระดับของข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด และหลักการ โดยที่ดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบผลสัมฤทธิ์ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะป็นดัชนีที่สามารถระบุความแตกต่างของระดับความซับซ้อนของข้อสอบได้อย่างชัดเจนและเฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้น ดังแสดงให้เห็นได้จากผลการวิจัยเพื่อพัฒนาความซับซ้อนของข้อสอบผลสัมฤทธิ์ในครั้งนี้

โดยข้อที่ 1 2 และ 3 ซึ่งอยู่ในมิติเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริง และมีมิติงานเป็นการทำซ้ำ และการสรุป พบว่ามีค่าดัชนีความซับซ้อน 0.6064 0.6275 และ 0.6060 ซึ่งเป็นกลุ่มข้อสอบที่มีค่าดัชนีความซับซ้อนสูงที่สุด (มีความซับซ้อนในการคิดหาคำตอบน้อย) ข้อสอบที่ถูกสร้างขึ้นมาจากใช้เนื้อหาของความคิดรวบยอดคือข้อสอบข้อที่ 7 และ 8 ภายใต้มิติงานเป็นการสรุป และการสร้างภาพ มีค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบผลสัมฤทธิ์นี้เท่ากับ 0.3992 และ 0.2356 ตามลำดับ และข้อสอบที่สร้างขึ้นมาจากใช้มิติเนื้อหาที่เป็นหลักการ โดยใช้มิติงานที่เป็นการทำนาย คือข้อสอบข้อที่ 6 มิติงานการประเมินคือข้อที่ 4 และ 9 และมีมิติงานเพื่อการประยุกต์ใช้ คือข้อสอบข้อที่ 5 และ 10 มีระดับความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อพิจารณาจากค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ คือ มีค่าดัชนีเท่ากับ 0.0543 0.3363 0.2003 0.2420 และ 0.0645 ตามลำดับ

7. จากความสามารถในการระบุความซับซ้อนของข้อสอบอันเนื่องมาจากมิติเนื้อหา และมีมิติงานของดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบนี้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับแนวคิดของนักจิตวิทยาปัญญานิยมตามแนวคิดสหสัมพันธ์ทางปัญญาที่กล่าวถึงความซับซ้อนของข้อสอบผลสัมฤทธิ์ว่า จะต้องประกอบด้วยความรู้ กระบวนการและความคิดรวบยอด สิ่งเหล่านี้จะเป็นประโยชน์เพื่อการวินิจฉัยองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ในกระบวนการทางปัญญาของผู้เรียน (Sternberg, 1982 อ้างถึงใน Snow and Lohman, 1985) โดยดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์นี้น่าจะเป็นดัชนีที่จะช่วยระบุคุณลักษณะของข้อสอบและให้ความหมายเกี่ยวกับกระบวนการทางปัญญาที่จำเป็นต้องใช้ในการคิดหาคำตอบเพิ่มเติมนอกเหนือไปจากการศึกษาความพอดีระหว่างข้อมูลกับแบบจำลอง การตอบสนองข้อสอบที่ไม่สามารถแสดงคุณลักษณะหรือความสามารถภายในของผู้สอบตามที่ข้อสอบนั้นต้องการวัดได้โดยตรง เพราะไม่สามารถให้ข้อความรู้เกี่ยวกับวิธีการได้มาของข้อมูลที่นำมาใช้ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากกระบวนการทางปัญญาที่เกิดขึ้นภายใน (Stenner et. al., 1981) ในขณะที่การจำแนกงานย่อยซึ่งเป็นองค์ประกอบการคิดหาคำตอบสำหรับกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบนี้จะต้องประกอบด้วยโครงสร้างความรู้ในเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือหลักการ เพื่อการบรรยาย อธิบาย หรือทำนาย ฯลฯ อันเป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องมีเพื่อการเชื่อมโยงสารสนเทศที่มีอยู่เพื่อให้เกิดเป็นคำตอบสำหรับโจทย์ปัญหานั้น ซึ่งความใหม่ของคำตอบที่เกิดขึ้นจะมีระดับมากน้อยเพียงใด ก็ขึ้นอยู่กับความชัดเจนของเนื้อหาสิ่งเร้าหรือโจทย์ปัญหาที่กำหนดไว้ รวมทั้งความสามารถในการผลิตของผู้สอบคือความสามารถในการเลือกใช้กลยุทธ์การคิดหาคำตอบหรือความสามารถในการใช้กระบวนการคิดร่วมกับสารสนเทศที่ผู้สอบมีนั่นเอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้ สามารถแยกได้เป็น 2 ประเภท คือ ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้ และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้ ได้แก่

1.1 สามารถนำวิธีการพัฒนาดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ไปใช้กับเนื้อหาในวิชาใด ๆ ก็ได้ เพื่อเป็นการระบุถึงกระบวนการคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่ผู้สอบจะสามารถใช้ในการตอบสนองต่อข้อสอบได้สำเร็จ ซึ่งมีลักษณะเฉพาะสำหรับข้อสอบข้อนั้น ๆ โดยไม่เกี่ยวข้องกับระดับคะแนนของข้อสอบ ดังนั้นจึงสามารถใช้ศึกษากับข้อสอบได้ทั้งข้อสอบปรนัย และข้อสอบอัตนัย

1.2 สามารถนำไปใช้เพื่อให้คะแนนแก่การคิดหาคำตอบได้ตามลำดับขั้นของกระบวนการคิดหาคำตอบ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป ได้แก่

2.1 ควรมีการศึกษาเพื่อตรวจสอบความตรงของดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์นี้ โดยศึกษาอ้างอิงความสัมพันธ์กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่แตกต่างออกไปจากผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิม

2.2 ควรมีการศึกษาเพื่อตรวจสอบความตรงของดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ กับกลุ่มผู้สอบที่มีระดับความสามารถสูง และต่ำเพิ่มเติม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย