

371.26013

84834

ง 2

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ปริญญานิพนธ์

ของ

ชาญ วชิรเดช

4 ก.ย. 2538

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

มีนาคม 2538

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

194563

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

บทคัดย่อ

ของ

ชาญ วชิรเดช

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

มีนาคม 2538

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาหารูปแบบของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแบบทดสอบต่อไป โดยมีจุดมุ่งหมาย 4 ข้อ ดังนี้ 1) เพื่อประมาณค่าความแปรปรวนของตัวประกอบที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้แก่นักเรียน ข้อสอบ และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด, 2) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบ, 3) เพื่อศึกษาการตัดสินใจสรุปอ้างอิง (D Study) จำนวนข้อสอบ และจำนวนเงื่อนไขของแบบทดสอบการแก้ปัญหา, 4) เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบแต่ละรูปแบบว่าแบบใดให้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงกับพารามิเตอร์ความเชื่อมั่นที่แท้จริง (True Reliability Parameter)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนเทพศิรินทร์ จำนวน 40 คน นักเรียนโรงเรียนชินโรรส จำนวน 40 คน นักเรียนโรงเรียนวัดราชบพิธ จำนวน 40 คน รวมทั้งสิ้น 120 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์จำนวน 3 รูปแบบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก รูปแบบ (T1), แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการหรือข้อเท็จจริง ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกรูปแบบ (T2), และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก รูปแบบ (T3) แบบทดสอบแต่ละรูปแบบ ประกอบด้วยเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา 6 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขจะประกอบด้วยข้อคำถามย่อย 5 ข้อ เป็นข้อสอบทั้งสิ้น 30 ข้อ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงตามวิธีของ เบรนนอนและเคน (Brennan and Kenn. 1983) และทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบแต่ละรูปแบบด้วยสูตร UX , ของ วูดรUFFและเฟลด์ (Woodruff and Feldt. 1986) และสูตรของพิทแมน (Pitman. 1939)

ผลการวิจัยพบว่า

1) ความแปรปรวนของผลรวมระหว่างนักเรียนทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งสามรูปแบบมากที่สุด

2) ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 รูปแบบ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3) ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบที่กำหนดเงื่อนไขสถานการณ์ของ โจทย์ปัญหาที่กำหนด ตั้งแต่ 1 เงื่อนไข โดยใช้จำนวนข้อสอบ 1 - 10 ข้อ รูปแบบ (T1) จะมี ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงกว่ารูปแบบอื่นทุก ๆ เงื่อนไข ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง รูปแบบ (T1) ที่อยู่ในช่วงความเชื่อมั่นที่แท้จริง ได้แก่ รูปแบบที่มีเงื่อนไข 4 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขมี ข้อคำถาม 8 ข้อ, เงื่อนไข 5 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขมีข้อคำถาม 6 ข้อ และเงื่อนไข 6 เงื่อนไข แต่ละ เงื่อนไขมีข้อคำถาม 5 ข้อ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง สำหรับรูปแบบ (T2) ที่อยู่ในช่วง ความเชื่อมั่นที่แท้จริง ได้แก่ รูปแบบที่มีเงื่อนไข 3 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขมีข้อคำถาม 6 ข้อ, เงื่อนไข 4 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขมีข้อคำถาม 4 ข้อ, เงื่อนไข 5 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขมีข้อคำถาม 3 ข้อ และ เงื่อนไข 6 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขมีข้อคำถาม 2 ข้อ และสำหรับค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง รูป แบบ (T3) ที่อยู่ในช่วงความเชื่อมั่นที่แท้จริง ได้แก่ รูปแบบที่มีเงื่อนไข 3 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขมีข้อ คำถาม 7 ข้อ, เงื่อนไข 4 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขมีข้อคำถาม 5 ข้อ, เงื่อนไข 5 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไข มีข้อคำถาม 4 ข้อ และเงื่อนไข 6 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขมีข้อคำถาม 3 ข้อ

4) ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาคือทดสอบด้วยไมโคร คอมพิวเตอร์ทั้งสามรูปแบบ มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงประมาณที่ใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ ของความเชื่อมั่นที่แท้จริง

**GENERALIZABILITY COEFFICIENTS OF AN PROBLEM-SOLVING TEST
ADMINISTERED BY MICRO COMPUTER**

**ABSTRACT
BY
CHAN VACHIRADATH**

***Presented in partial fulfillment of the requirements for the Master
of Education degree in Education Measurement
at Srinakharinwirot University
March 1995***

This research was to study the formats of a problem - solving test to be used as a model of test development, administered by micro computer. The four purposes of the study were as follows : 1) To estimate variance components of the following factors which effect generalizability coefficients, i.e., students, test items, and situational conditions of each test. 2) To examine and compare generalizability coefficients of each test format. 3) To examine the decision study (D Study) of numbers of items and conditions in the problem - solving test. 4) To examine which generalizability coefficients of test formats were the most closest to true reliability parameter.

The samples were consisted of 120 divided equally into three groups of Mathayomsuksa IV students of three school. The research instrument was the three problem - solving test formats administered by micro - computer. The first one, T1 test format, was four multiple choices which could be solved by using only principle. The second one, T2 test format, was four multiple choices which could be solved by using either principle or fact. The last one, T3 test format, was more than four choices, which could be solved by using only principle. Each test format was consisted of 30 items and six conditions. There were five items under each condition. Data from the research were analyzed by Brennan method, UX_1 formula, and pitman's formula.

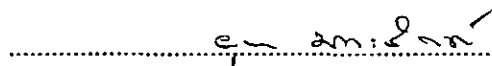
The findings were as follows : 1) Variance components of sum of all students solving all problems under every situational conditions mostly effected on generalizability coefficients of all three test formats. 2) Generalizability coefficients of all test formats were not significantly different. 3) Generalizability coefficients of T1 test format with one condition and 1 - 10 items were higher than generalizability coefficients of other test formats. Generalizability coefficients of T1 test format which were within the range of true reliability were those consisting

of four conditions with eight items under each condition, five conditions with six items under each condition, five conditions with six items under each condition, and six conditions with five items under each condition. Generalizability coefficients of T2 test format which were within the range of true reliability were those consisting of three conditions with six items under each condition, four conditions with four items under each condition, five conditions with three items under each condition, and six conditions with two items under each condition. Generalizability coefficients of T3 test format which were within the range of true reliability, were those consisting of two conditions with five items under each condition, three conditions with three items under each condition, four conditions with two items under each condition, five conditions with two items under each condition, and six conditions with two items under each condition. 4) Generalizability coefficients of all three test formats closed to true reliability parameter.

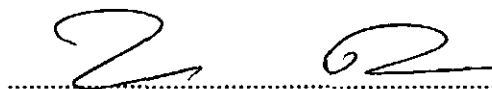
คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก
การวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

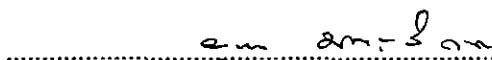
คณะกรรมการควบคุม

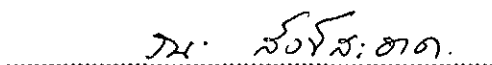
 ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์)

 กรรมการ
(อาจารย์ยุพา มานะจิตต์)

คณะกรรมการสอบ

 ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์)

 กรรมการ
(อาจารย์ยุพา มานะจิตต์)

 กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร.วัน สังข์สะอาด)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตร ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร.สิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 10 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2538

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร. บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ายิ่ง ในการใช้คำแนะนำ ซึ่งแนะแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนการเขียนโปรแกรมเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลระดับสูงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ยุพา มานะจิตต์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง ตลอดจนเสนอแนะข้อคิดเห็นที่เป็นสาระประโยชน์เกี่ยวข้องกับการวิจัยโดยตรงและตรวจเครื่องมือในการวิจัยด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.วัน สังข์สะอาด ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์นัทธี จิตสว่าง ที่กรุณาให้คำชี้แนะตลอดจนข้อคิดเห็นต่าง ๆ พร้อมกันนั้นยังให้กำลังใจในยามที่ผู้วิจัยเกิดความรู้สึกท้อแท้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจาก อาจารย์อาภรณ์ กาญจนกิจโสภณ อาจารย์บุญเรือง และ อาจารย์รัตนา ศรีบุญเรือง อาจารย์เกษม พึ่งพา อาจารย์เรวดี อินทสระ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จาก อาจารย์สาธิตา ฅมนาวิณ ในการให้โปรแกรม GENOVA และคู่มือการใช้โปรแกรม GENOVA และได้ให้คำชี้แนะต่างๆ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณ คุณราชนันท์ บุญธิมา ตลอดจนพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ชาววัดผลทุกท่านที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจน คุณอุทุมพร ชื่นวิญญา ที่ช่วยให้กำลังใจตลอดเวลาที่ศึกษา และในการทำการวิจัย

ขอขอบคุณ คุณวิชาญ ชำนาญยา และคุณยศวันต์ บริบูรณ์ธนา ที่ช่วยให้คำชี้แนะในเอกสารงานวิจัยของต่างประเทศ และช่วยตรวจสอบบทคัดย่อ

สิ่งที่ผู้วิจัยจะลืมพระคุณอันสูงส่งไม่ได้เลยคือ บิดา มารดา ของผู้วิจัยเองที่ได้มอบกำลังใจและกำลังใจด้วยดีตลอดมา

ชาญ วชิรเดช

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

จาก

“ทุนศาสตราจารย์ ดร.สาโรจน์ บัวศรี”

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
ความหมายของการแก้ปัญหา	8
ความหมายของคำสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง.....	9
ทัศนะทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้างของทฤษฎีเกี่ยวกับการสรุปอ้างอิง	10
การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง	12
การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงในแบบสององค์ประกอบ.....	19
การนำคอมพิวเตอร์เข้ามามีใช้ในการวิเคราะห์ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง	24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	35
ประชากร	35
กลุ่มตัวอย่าง.....	35
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	36
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าและวิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือ	37
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	47
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	48

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	53
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	53
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	83
สรุปผลการวิจัย.....	85
อภิปรายผล	88
ข้อเสนอแนะ.....	93
บรรณานุกรม	94
ภาคผนวก	97
ประวัติย่อของผู้วิจัย	110

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงการประมาณค่าความแปรปรวนขึ้นมาใหม่ของแบบแผน $p \times (I:C)$	18
2	แสดงจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง.....	36
3	แสดงค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ แต่ละรูปแบบ.....	55
4	แสดงการประมาณค่าความแปรปรวนของตัวประกอบ 3 ตัวประกอบ ที่มีผลต่อ ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ($n_p = 40, n_c = 6, n_i = 30$)	56
5	แสดงการประมาณค่าความแปรปรวนของตัวประกอบ 3 ตัวประกอบ ที่มีผลต่อ ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการ และข้อเท็จจริง ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ($n_p = 40, n_c = 6, n_i = 30$)	57
6	แสดงการประมาณค่าความแปรปรวนของตัวประกอบ 3 ตัวประกอบ ที่มีผลต่อ ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ($n_p = 40, n_c = 6, n_i = 30$)	58
7	แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหา ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ของแต่ละรูปแบบ ($n_p = 40, n_c = 6, n_i = 30$) โดยใช้แบบแผน $p \times (i:c)$	59
8	แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อนและ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบแผนการวัด $p \times (I:C)(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 6)$	61
9	แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อนและ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบแผนการวัด $p \times (I:C)(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 12)$	63

10	แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อนและ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบแผนการวัด	
	$p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 18 \right)$	65
11	แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อนและ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบแผนการวัด	
	$p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 24 \right)$	67
12	แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อนและ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบแผนการวัด	
	$p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 30 \right)$	69
13	แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อนและ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบแผนการวัด	
	$p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 36 \right)$	71
14	แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อนและ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบแผนการวัด	
	$p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 42 \right)$	73
15	แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อนและ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบแผนการวัด	
	$p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 48 \right)$	75
16	แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อนและ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบแผนการวัด	
	$p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 54 \right)$	77
17	แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อนและ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบแผนการวัด	
	$p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 60 \right)$	79

18	การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบคำนวณจากการแบ่งครึ่งแบบทดสอบให้คู่ขนานกันแบบคะแนนจริงสมมูลและช่วงพารามิเตอร์ ความเชื่อมั่นที่แท้จริงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 รูปแบบ	82
19	แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก.....	102
20	แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่อาศัยหลักการและข้อเท็จจริง ชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก.....	103
21	แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัยแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก	104
22	แสดงค่าความแปรปรวนจากองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งคำนวณจากโปรแกรม GENOVA ที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (P = นักเรียน, C = เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด I = ข้อคำถามที่แฝงอยู่ในแบบทดสอบ)	106
23	แสดงค่าความแปรปรวนจากองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งคำนวณจากโปรแกรม GENOVA ที่อาศัยหลักการและข้อเท็จจริง ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (P = นักเรียน, C = เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด I = ข้อคำถามที่แฝงอยู่ในแบบทดสอบ)	107
24	แสดงค่าความแปรปรวนจากองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งคำนวณจากโปรแกรม GENOVA ที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกหลายตัวเลือก (P = นักเรียน, C = เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด I = ข้อคำถามที่แฝงอยู่ในแบบทดสอบ)	108
25	การทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ รูปแบบ.....	109

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1 แผนภูมิ Venn แสดงองค์ประกอบความแปรปรวนของแบบแผน $p \times (i:c)$ เมื่อ i และ c เป็นองค์ประกอบคู่.....	14
2 แผนภูมิ Venn แสดงองค์ประกอบความแปรปรวนของแบบแผน $p \times (i:c)$ เมื่อ i เป็นตัวองค์ประกอบคู่ และ c เป็นองค์ประกอบกำหนด.....	16
3 แผนภูมิ Venn แสดงองค์ประกอบความแปรปรวนของพื้นที่ที่ร่วมกันของแบบแผน $p \times (i:c)$ โดยกำหนดให้ p และ i เป็นตัวประกอบคู่แท้จริง ($n_p < N_p > @$) ($n_i < N_i > @$) และ c เป็นองค์ประกอบคู่จำกัด ($n_c = N_c < @$).....	20
4 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหา ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ 3 รูปแบบ ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) (n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 6)$	62
5 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหา ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ 3 รูปแบบ ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) (n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 12)$	64
6 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหา ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ 3 รูปแบบ ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) (n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 18)$	66
7 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหา ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ 3 รูปแบบ ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) (n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 24)$	68
8 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหา ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ 3 รูปแบบ ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) (n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 30)$	70

- 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหา
ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ 3 รูปแบบ ของแบบแผนการวัด
 $p \times (I:C) (n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 36)$ 72
- 10 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหา
ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ 3 รูปแบบ ของแบบแผนการวัด
 $p \times (I:C) (n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 42)$ 74
- 11 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหา
ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ 3 รูปแบบ ของแบบแผนการวัด
 $p \times (I:C) (n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 48)$ 76
- 12 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหา
ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ 3 รูปแบบ ของแบบแผนการวัด
 $p \times (I:C) (n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 54)$ 78
- 13 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหา
ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ 3 รูปแบบ ของแบบแผนการวัด
 $p \times (I:C) (n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 60)$ 80

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในชีวิตประจำวันของนักเรียนต้องมีการแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีย่อมเป็นคนที่ประสบความสำเร็จในชีวิตประจำวัน และในอนาคต การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่นักเรียนค้นพบจากการรวมหลักการต่าง ๆ ที่เรียนมาก่อนและวางแผนนำไปใช้หาคำตอบในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาใหม่ (McConnell. 1934 : 13 - 62) กระบวนการของการเรียนรู้ประเภทนี้ขึ้นอยู่กับหลักการและกลวิธี ที่ทำให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการใหม่ที่สูงขึ้นโดยไม่ได้รับความช่วยเหลือแต่อย่างใด ขบวนการแก้ปัญหาก็คือ ขบวนการคิดนั่นเอง การแก้ปัญหาเป็นที่ยอมรับกันว่าจะสำเร็จได้ ผู้ประสบปัญหาต้องรู้จัก การสังเกตพิจารณาเข้าใจข้อเท็จจริง รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และมีหลักการว่าจะทำอะไรด้วยตนเอง (Cross and Gaier. 1955 : 193 - 206)

เมื่อมีความจำเป็นจะต้องแก้ปัญหา สิ่งแรกคือ การแยกแยะและวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อดูว่ามีสิ่งใดที่จะช่วยแก้ไขปัญหาก็ได้ ซึ่งในขั้นนี้ไม่เพียงแต่จะเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบด้านสติปัญญาทั่วไปเท่านั้น แต่ต้องอาศัยประสบการณ์เดิม และการถ่ายโยงสถานการณ์ใหม่ไปสู่ความรู้พื้นฐานอีกด้วย (Jones. 1967 : 142) แต่บางครั้งแม้นักเรียนที่มีสติปัญญาสูงก็ไม่สามารถจะถ่ายโยงได้ หรือไม่สามารถจะนำความรู้พื้นฐานมาประยุกต์ในการแก้ปัญหาใหม่ได้ แสดงว่าผู้เรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาคับวิธีการท่องจำและเลียนแบบโดยปราศจากความเข้าใจทั้งนี้เพราะ การเรียนรู้ข้อเท็จจริงหรือการนำข้อเท็จจริงไปใช้แก้ปัญหาใหม่เป็นขบวนการที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาได้สำเร็จในสถานการณ์หนึ่ง ก็ไม่ได้หมายความว่าต้องแก้ปัญหาสถานการณ์อื่น ๆ ได้สำเร็จเสมอไป (Thorndike. 1950 : 195) ดังนั้นปัญหาบางอย่างที่นักเรียนกล่าวว่ายากอาจไม่ใช่เนื่องมาจากการขาดความรู้ที่จำเป็น แต่เป็นเพราะไม่เข้าใจวิธีการแก้ปัญหเป็นส่วนใหญ่ (Harriett. 1993 : 17)

การแก้ปัญหาก็ได้ผลสำเร็จลุล่วงได้นั้น กล่าวว่าจะต้องอาศัยทั้งความรู้ของข้อเท็จจริงพื้นฐาน (Facts) และการใช้ประโยชน์ของความรู้เหล่านั้นให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการที่จะแก้ปัญหานั้น สิ่งที่พบเห็นอยู่เป็นประจำ คือนักเรียนจะมีความตั้งใจน้อยมากต่อความสับสนต่าง ๆ ของข้อเท็จจริงที่นำมาใช้ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความรู้เดิมในการแก้ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหของเด็กรุ่นนี้นักเรียน อาจแยกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มแรกจะใช้วิธีการจดจำวิธีการแก้ปัญหา อีกกลุ่มหนึ่งจะใช้วิธีการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทั่วไป (General Principle) แม้ข้อเท็จจริงจะเป็นสิ่งเร้า แต่ข้อเท็จจริงอย่างเดียวยังไม่เป็นเงื่อนไขที่พอเพียงในการแก้ปัญหาลักษณะจำเป็นคือ ต้องรู้จัก

การสังเกตพิจารณาคัดเลือกแนวความคิดที่มีประโยชน์ด้วย ลักษณะนี้ย่อมอาศัยการคิดแบบวิเคราะห์มาก จึงจะทำให้นักเรียนมองเห็นจุดเริ่มต้นด้วยตนเองว่าจะทำอะไร ได้ข้อเท็จจริงมาอย่างไร แต่ในการสอนเท่าที่ปฏิบัติมาครูส่วนใหญ่มักมองข้ามความสำคัญในช่วงนี้ โดยมักจะชี้แนวทาง และบอกข้อเท็จจริงให้ แม้การสอนนั้นจะเป็นรูปปัญหาาก็ไม่ได้ฝึกให้นักเรียนสังเกต และคิดหาแนวทางด้วยตนเองเช่นนี้ ย่อมจะก่อให้เกิดการขัดแย้งระหว่างการสอน และการพัฒนาด้านความคิด การฝึกให้แก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริง ต้องอาศัยคำแนะนำจากบุคคลอื่นอยู่ตลอดเวลา ตรงกันข้าม ถ้าครูสอนโดยเน้นในรูปของหลักการทั่วไปแล้วโดยให้นักเรียนหาข้อเท็จจริงจากรายละเอียดจากทิศทางใดก็ตามเช่นนี้ นักเรียนย่อมตระหนักถึงสถานการณ์ของปัญหา มีความรับผิดชอบในการหาความสัมพันธ์ สร้างแผนงานและสรุปสมมติฐานที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหได้ด้วยตนเอง นั่นคือการทำให้เกิดเจตคติเช่นนี้ได้ จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับ "ขบวนการศึกษา" (Education Process) มากกว่า "ผลของการเรียนรู้" (Product Learning) (นงนุช วรธนวาทะ. 2514 : 2 - 3)

ด้วยเหตุดังกล่าว ครอสส์ และแกเออร์ (Cross and Gaier. 1955 : 193 - 206) ได้พัฒนาแบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบจุดสมดุล The Balance Problems Test (BPT) เพื่อใช้ในการประเมินวิธีการในการแก้ปัญห และความแตกต่างในการแก้ปัญหของนักเรียน โดยแบบทดสอบนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ว่านักเรียนชอบใช้เทคนิคในการแก้ปัญหาแบบอาศัยหลักการ หรือใช้ข้อเท็จจริง จากการตรวจสอบพบว่า ประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการใช้หลักการมากกว่าการใช้ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียว การศึกษาครั้งนี้จะใช้เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด 6 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขจะประกอบด้วยข้อคำถามย่อย 4 ข้อ กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความรู้พื้นฐานในวิชาการต่างกัน ปรากฏผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้ นักเรียนที่ได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์หลายวิชา จะชอบใช้หลักการใน BPT แก้ปัญหา ($r = .71$) มากกว่าใช้ข้อเท็จจริง ($r = -.61$) การใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการต้องอาศัยเวลามากด้วย ($r = .20$) ถ้าพิจารณาคำตอบที่ถูกต้องแล้วจะพบว่า ใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริงเพียงส่วนน้อย ($r = -.29$) ส่วนการพยากรณ์เกรดเฉลี่ยในการเรียนคณิตศาสตร์ คะแนนน้ำหนัก (Weight) ในการทำ BPT (ซึ่งเป็นคะแนนของจำนวนคำตอบถูกจากการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว) เป็นตัวพยากรณ์ได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวพยากรณ์อีก 2 ชนิดคือ ความถนัดด้านภาษา และความถนัดที่ไม่ใช่ด้านภาษา นอกจากนี้แล้วจำนวนคำตอบถูกจากการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการยังมีค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ($r = .61$) สูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการแก้ปัญหาในการเรียนวิชาสังคมศึกษา ($r = .32$) ส่วนค่าสหสัมพันธ์ของวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริงกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา

สัมพันธ์กันในทางลบ ($r = -.60$) สูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ($r = -.37$)

จากแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ได้มีผู้นำแบบทดสอบการแก้ปัญหานั้น มาใช้ในประเทศไทยขึ้นเป็นคนแรกได้แก่ นงนุช วรรณวหะ (นงนุช วรรณวหะ. 2514 : 1 - 4) โดยให้ผู้สอบเขียนตอบลงบนกระดาษซึ่งมีลักษณะคล้ายกับแบบทดสอบของ ครอสส์ และแกเออร์ การศึกษาครั้งนี้จะใช้เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด 6 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขจะประกอบด้วยข้อคำถามย่อย 5 ข้อ ในแต่ละชุดของข้อคำถามอาจจะแก้ไขได้โดยวิธีการที่ต่างกันสองวิธี คือวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการ (Principle) และวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริง (Facts) ในการดำเนินการทดสอบ นักเรียนมีอิสระที่จะเลือกใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งหรือทั้ง 2 วิธีก็ได้ คนต่อมาคือ เปรมจิต ทศะ (เปรมจิต ทศะ. 2516 : 3 - 4) ได้ปรับปรุงแบบทดสอบของ นงนุช วรรณวหะ ให้มีเฉพาะเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด 6 เงื่อนไขเท่านั้น

แม้ว่าแบบทดสอบการแก้ปัญหาก็ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้ในวงการศึกษาของไทย ในช่วงดังกล่าวแล้วก็ตาม เนื่องจากเทคโนโลยีทางการศึกษาได้เจริญก้าวหน้าไปมากมายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ก็เกี่ยวกับทางการศึกษาและการทดสอบ ดังคำกล่าวของ ก่อ สวัสดิทานิชย์ (ก่อ สวัสดิทานิชย์. 2514 : 83 - 84) ที่ว่า "ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในวงการต่าง ๆ อย่างกว้างขวางเช่น การทหาร การค้า วิศวกรรม การแพทย์ ตลอดจนทางด้านการศึกษา เพื่อให้งานเหล่านี้มีประสิทธิภาพ ประหยัด และมีประสิทธิผลการ ศึกษาจึงจำเป็นที่จะต้องนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วย" ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนซึ่งรวมทั้งการวัด และประเมินผลการศึกษา จึงได้นำเอาเทคโนโลยีเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้อย่างกว้างขวาง ดังเห็นได้จากการพัฒนาระบบการวัดและประเมินผลด้วยคอมพิวเตอร์ในต่างประเทศซึ่งอาจจัดได้ เป็นสี่รุ่น ดังนี้ คือ (Inouye and Linn. 1989 : 372) รุ่นที่หนึ่ง การทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Testing ย่อว่า CT) ซึ่งเป็นการนำไมโครคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การจัดบันทึกคะแนน และการรายงานผลการสอบ โดยในการให้คะแนนจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ส่วนการรายงานผลจะเป็นการเสนอในรูปแบบใหม่ การทดสอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์จะเป็นการแปลงแบบทดสอบ และกระดาษคำตอบที่อยู่ในรูปของกระดาษให้อยู่ในรูปของผลที่แสดงอยู่บนจอภาพโดยตัวแบบทดสอบจะไม่สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขใด ๆ ได้เลยเมื่อแสดงอยู่บนจอภาพซึ่งคล้ายคลึงกับแบบทดสอบที่จัดด้วยมือ ประโยชน์ของการจัดการทดสอบด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์นี้ ผลที่ได้จะรายงานผลของตำแหน่งที่ตั้งที่ (Ordinal Scale) และความสามารถ นี้จะเป็นความต้องการอย่างมากของสถาบันทางการศึกษามากกว่าที่จะนำไปใช้กับบุคคลใดบุคคล หนึ่ง, รุ่นที่สอง การพัฒนาคอมพิวเตอร์ในการทดสอบ (Computer-Adaptive Testing ย่อว่า CAT)

เป็นการนำมาใช้ในลักษณะเดียวกันกับแบบแรก แต่ต้องการผลที่ได้มาตัดสินใจหาของสรุป เพื่อที่จะปรับปรุงและพัฒนา ซึ่งการพัฒนาไมโครคอมพิวเตอร์ในการทดสอบนี้ สามารถนำมาใช้กับการทดสอบในระบบการตอบข้อสอบ (IRT) ที่มี มาตรวัด (Scales) มิติเดียว (Unidimensional) โดยจะเป็นการนำเสนอผลการคำนวณที่อาศัยหลักพื้นฐานของการทดสอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในรุ่นที่หนึ่งมาใช้, รุ่นที่สาม การวัดแบบต่อเนื่อง (Continuous Measurement ย่อว่า CM) ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกันกับแบบที่สอง แต่การวัดต่อเนื่องนี้จะเป็นการวัดมาตรฐานความรู้ของเด็กโดยใช้หลักสูตรทางการศึกษาแบบต่อเนื่อง และการวัดผลแบบต่อเนื่อง เพื่อดูว่าเด็กเกิดการเรียนรู้และการพัฒนาการทางด้านความคิดเป็นเช่นไร การวัดแบบต่อเนื่องจะวัดเป็นหัวข้อ-กลุ่มหัวข้อ, แบบฝึกหัด, แบบทดสอบ และการบ้าน การเปลี่ยนแปลงอาจสังเกตได้จากจำนวนที่ได้รับจากการเรียนรู้ประสิทธิภาพของการเรียนที่แตกต่างกัน การเปลี่ยนแปลงของบุคคลในกลุ่ม และค่าที่ได้พร้อมโครงสร้างหลักสูตร, รุ่นที่สี่ การวัดสติปัญญา (Intelligent Measurement ย่อว่า IM) เป็นการพัฒนามาจากแบบที่สามโดยให้มีการแปลผลการทดสอบอย่างละเอียดมากขึ้น การวัดสติปัญญา เป็นการคำนวณซึ่งใช้พื้นฐานความรู้ ของการวัดผลทางการศึกษาครั้งกระบวนการ โดยใช้ความรู้ความชำนาญของการวัดในระดับสูงเข้ามาช่วย โดยที่จะถูกเพิ่มไว้ในหน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ในรูปแบบที่เรียกว่า ฐานความรู้ และความรู้ี้สามารถลดหรือเพิ่มได้โดยการผ่านโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ และความชำนาญ หรือทักษะของมนุษย์ซึ่งจะถูกกำหนดไว้ให้อยู่ในระดับใดระดับหนึ่งในเวลาใดก็ได้ ดังนั้นคนที่มีความชำนาญน้อย โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ก็สามารถบอกได้ว่าอยู่ในระดับใด โดยอาศัยความช่วยเหลือของระบบการคำนวณที่ชาญฉลาดของโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ สามารถวัดผลประเมินผลเพื่อต้องการบอกว่าความรู้และประสบการณ์ของบุคคลนั้นมากกว่าหรือน้อยกว่าได้ ในสภาพปัจจุบัน

ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของแบบทดสอบการแก้ปัญหา และเชื่อว่าเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทางการวัด มีความจำเป็นต่อการพัฒนา การศึกษาของไทย จึงสนใจที่จะศึกษารูปแบบของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อคัดเลือกรูปแบบข้อสอบที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้ในวงการศึกษาโดยพิจารณาจากคุณลักษณะสำคัญของแบบทดสอบคือ ค่าความเชื่อมั่น และเนื่องจากการประมาณค่าความเชื่อมั่นตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability-Theory) เป็นวิธีการที่สามารถรวมแหล่งความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ของการวัด ซึ่งทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีความถูกต้องแม่นยำ นอกจากนั้นทฤษฎีการสรุปอ้างอิงยังเหมาะที่จะนำมาใช้ในการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีเงื่อนไขสถานการณ์ต่างกัน และมีจำนวนข้อคำถามย่อยที่แฝงอยู่ในแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกทฤษฎีการสรุปอ้างอิงมาใช้ในการศึกษารุ่นนี้

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาหารูปแบบของข้อสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแบบทดสอบนี้ต่อไป โดยกำหนดเป็นจุดมุ่งหมายเฉพาะของการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. เพื่อประมาณค่าความแปรปรวนของตัวประกอบที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ได้แก่ นักเรียน ข้อสอบ และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาสามค่า ที่ประมาณค่าจากแบบทดสอบการแก้ปัญหแต่ละรูปแบบ
3. เพื่อศึกษาการตัดสินใจสรุปอ้างอิง (D Study) จำนวนข้อสอบ และจำนวนเงื่อนไขของแบบทดสอบการแก้ปัญห
4. เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบแต่ละรูปแบบว่าแบบใดให้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงกับพารามิเตอร์ความเชื่อมั่นที่แท้จริง (True Reliability Parameter)

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษานี้เป็นการศึกษารูปแบบของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่ใช้สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยผลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นแนวทางสำคัญในการเลือกใช้รูปแบบของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่เหมาะสม และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจ เลือกรูปแบบที่มีจำนวนข้อที่ทำให้แบบทดสอบ มีความเชื่อมั่นสูงสุดอันจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวัดผลการศึกษาของไทยที่จะใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ และยังเป็นการกระตุ้นให้ครู อาจารย์ และผู้สนใจ ได้เห็นคุณค่าของการสอบวัดการแก้ปัญหด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือที่ให้ประสิทธิผลของการวัดสูงสุด

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

การศึกษานี้ศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทพศิรินทร์ จำนวน 197 คน โรงเรียนชิโนรส จำนวน 147 คน และโรงเรียนวัดราชบพิธ จำนวน 119 คน ในเขต กรุงเทพมหานคร ซึ่งเรียนวิชาคอมพิวเตอร์เป็นวิชาเลือกตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 รวมทั้งสิ้น 463 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกจากประชากร โดยการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) จำนวน 120 คน จาก 3 โรงเรียนข้างต้น ในเขต กรุงเทพมหานคร ซึ่งเรียนวิชาคอมพิวเตอร์เป็นวิชาเลือกตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ

3. ทฤษฎี

การศึกษานี้ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability - Theory) ตามแนวคิดของ เบรนนอน (Bannann. 1983) โดยใช้แบบแผน (Designs) การวิเคราะห์แบบผสม คือ $p \times (i : c)$ โดยมีตัวประกอบ (Facets) ที่ศึกษาคือ นักเรียน (p) ข้อสอบ (i) และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ ปัญหาที่กำหนด (c)

4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ รูปแบบของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

4.1.1 แบบอาศัยหลักการ (เลือกตอบ)

4.1.2 แบบอาศัยหลักการและข้อเท็จจริง (เลือกตอบ)

4.1.3 แบบอาศัยหลักการ (หลายตัวเลือก)

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การแก้ปัญหา หมายถึง การเลือกเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้เพื่อใช้ในการคิดหาคำตอบของปัญหานั้น สามารถแก้ได้สองวิธี คือ วิธีที่หนึ่งการแก้ปัญหาแบบอาศัยหลักการ และวิธีที่สองการแก้ปัญหาแบบอาศัยหลักการและข้อเท็จจริง

2. การแก้ปัญหาแบบอาศัยหลักการ หมายถึง การที่นักเรียนเลือกเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นกฎที่บอกความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทั้งหมด

3. การแก้ปัญหาแบบอาศัยข้อเท็จจริง หมายถึง การที่นักเรียนเลือกรายละเอียดที่กำหนดให้ เฉพาะโจทย์ปัญหานั้นโดยตรง เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ

4. เจื่อนใจสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด หมายถึง ข้อกำหนดหลักการและข้อเท็จจริงเพื่อใช้ในการแก้ปัญหของข้อสอบแต่ละชุด

5. แบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบอาศัยหลักการ (แบบเลือกตอบ) หมายถึง แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียวชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหา

6. แบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบอาศัยหลักการและข้อเท็จจริง (แบบเลือกตอบ) หมายถึง แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการและข้อเท็จจริงชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหา

7. แบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบอาศัยหลักการ (แบบหลายตัวเลือก) หมายถึง แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียวชนิดปรนัยแบบ มากกว่า 4 ตัวเลือก ที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหา

8. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง การที่นักเรียนสามารถคิด และนำหลักการหรือรายละเอียดที่กำหนดให้มาแก้ปัญหาโจทย์คำถามให้สำเร็จลุล่วงไปได้ ในการศึกษาครั้งนี้วัดได้ด้วยแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่ตอบในไมโครคอมพิวเตอร์

9. สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่าสหสัมพันธ์ระหว่างชุดของเงื่อนไขการวัด ที่สุ่มมาจากเอกภพที่ต้องการสรุปอ้างอิง เช่น ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้ข้อสอบ 30 ข้อเป็น .7 หมายความว่า ถ้าสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มใด ๆ ด้วยข้อสอบที่สุ่มมาจากเอกภพของข้อสอบ ครั้งละ 30 ข้อ น่าจะแนนแต่ละชุดมาหาค่าสหสัมพันธ์รายคู่แล้วหาค่าเฉลี่ยของสหสัมพันธ์ที่ได้ จะมีค่าเป็น .7 ค่าสหสัมพันธ์การสรุปอ้างอิงแสดงถึงความสอดคล้องกันระหว่างผลการวัดจากข้อสอบในเอกภพของข้อสอบ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงคำนวณได้จากสัดส่วนความแปรปรวน ของคะแนนเอกภพต่อค่าคาดหวังของความแปรปรวนของคะแนนสังเกต

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหา และรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความหมายของแบบการแก้ปัญหา
2. ความหมายของคำสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
3. ทิศนะทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้างของทฤษฎีเกี่ยวกับการสรุปอ้างอิง
4. การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
5. การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงในแบบสององค์ประกอบ
6. การนำคอมพิวเตอร์เข้ามามีใช้ในการวิเคราะห์ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของการแก้ปัญหา

นักจิตวิทยา และนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่า "การแก้ปัญหา" (Problem Solving) ไว้แตกต่างกันดังนี้ คือ

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2523 : 267) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม มาแก้ปัญหากับสถานการณ์ใหม่

ประสาธ อิศรปริดา (2523 : 185) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยสติปัญญาและความคิด รวมทั้งรูปแบบพฤติกรรมที่ซับซ้อนต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากพัฒนาการทางสติปัญญา การคิดแก้ปัญหาก็จะต้องมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสติปัญญา

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 110 - 111) กล่าวว่า การให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา เป็นการท้าทายให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นเกิดความกระหายใคร่แก้ปัญหา และเกิดการระดมพลังปัญญาเพื่อนำมาแก้ปัญหา

ตามปกติมนุษย์เรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ และสิ่งแวดล้อมทางสังคมตลอดเวลา ผู้ที่เกิดการเรียนรู้มากที่สุดคือ ผู้ที่เผชิญปัญหาย่อย ๆ ปัญหาที่ท้าทายให้คนอยากแก้ปัญหาต้องเป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินไป และเป็นปัญหาที่เหมาะสมกับสติปัญญาของผู้เรียนเป็นปัญหาที่ท้าทายผู้เรียนมากที่สุด คุณสมบัติอีกประการหนึ่งก็คือ ปัญหาควรจะเร้าให้ผู้เรียนอยากเห็น

การแก้ปัญหาเป็นการใช้ประสบการณ์จากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมในการ บรรลุจุดมุ่งหมาย เมื่อมีอุปสรรคเกิดขึ้น อุปสรรคจะต้องท้าทายทำให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น และก่อให้เกิดการระดมพลังทางสติปัญญาเพื่อนำมาแก้ปัญหา

จากที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้กล่าวมาแล้วนั้นสามารถสรุปความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นการเลือกสิ่งที่กำหนดให้แบบใดแบบหนึ่งหรือทั้งสองแบบ เพื่อคิดหาคำตอบของปัญหาซึ่งวิธีการหาคำตอบ มีสองแบบได้แก่

1) แบบอาศัยหลักการ หมายถึง การกำหนดหลักการมาให้เป็นข้อความหรือกฎที่บอกความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาข้อต่าง ๆ ในแต่ละชุดด้วยข้อความหรือกฎความสัมพันธ์ที่เรียกว่า "หลักการ" ซึ่งอยู่ที่กรอบภาพมุมบนด้านขวามือ หลักการ 1 หลักการจะใช้ตอบข้อคำถามทั้งหมด 5 ข้อ

2) แบบอาศัยหลักการและข้อเท็จจริง หมายถึง การกำหนดหลักการมาให้เป็นข้อความหรือกฎที่บอกความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ส่วนข้อเท็จจริงนั้นจะเป็นเงื่อนไขเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ที่ผู้สอบอาจจะใช้หรือไม่ใช้ก็ได้ ในกรณีที่นักเรียนบางคนไม่สามารถแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียวได้ นักเรียนสามารถอาศัยข้อเท็จจริงมาช่วยเสริมในการแก้ปัญหา

2. ความหมายของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

1. ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เป็นดัชนีที่สามารถอธิบายความแม่นยำของการวัด เช่นเดียวกับค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบมาตรฐานเดิม สามารถใช้คำนวณช่วงความเชื่อมั่นของคะแนนเอกภพ หรือใช้ในสมการถดถอยในการประมาณค่าคะแนนเอกภพ และใช้ในการปรับแก้ค่าสหสัมพันธ์ที่ลดลงอันเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อน (Correction Correlations For Attenuation) (Brennan. 1983 : 1)

2. ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เป็นค่าประมาณของค่าเฉลี่ยของสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการวัดที่สุ่มมาจากเอกภพรายคู่ (Cronbach and Others. 1972 : 157) เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเมื่ออ้างอิงไปยังชุดข้อสอบ (แบบทดสอบ) ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบ 20 ข้อ มีค่าเป็น .83 หมายความว่า ถ้าเราสุ่มนักเรียนจากประชากรหนึ่ง สมมติเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของ กรุงเทพฯ มาทำการทดสอบ สุ่มแบบสอบมาทีละ ฉบับๆ ละ 20 ข้อที่ไม่ซ้ำกัน ค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบที่สุ่มมาจะมีค่าเป็น .83

3. ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เป็นค่ากำลังสองของค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพกับคะแนนสังเกต (Feldt and Brennan. 1989 : 140) ตัวอย่างเช่น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 ข้อ

มีค่าเป็น .90 แสดงว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ กับคะแนนสังเกตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ยกกำลังสอง มีค่าเป็น .90 ถ้าถอดรากที่ 2 จะได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ กับคะแนนสังเกต

4. ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง สามารถอธิบายในรูปอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพกับคะแนนสังเกต (Brennan. 1983 : 4) เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น .90 แสดงว่าความแตกต่างที่วัดได้ ร้อยละ 90 เป็นความแตกต่างเนื่องมาจากคะแนนเอกภพอีกเพียงร้อยละ 10 เป็นความแตกต่างเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อน

3. ทักษะโดยทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้างทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

การที่จะนำทฤษฎีการสรุปอ้างอิงไปใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจะต้องคำนึงถึงความสามารถในการกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ของการวัด ดังนั้นในการศึกษาทฤษฎีการสรุปอ้างอิงจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ (Brennan. 1983 : 2 - 6)

1. องค์ประกอบ (Facets) หมายถึง กลุ่มของเงื่อนไขในการวัดชนิดเดียวกัน ที่เป็นกลุ่มเดียวกัน เช่น องค์ประกอบของข้อสอบ (Item Facets) องค์ประกอบของผู้ให้คะแนน (Rater Facets) เป็นต้น

2. เงื่อนไขการวัด (Condition) หมายถึง ระดับขององค์ประกอบ (Facets) ที่ทำให้ได้ค่าสังเกต ในการวัดครั้งหนึ่ง ๆ เช่น ข้อสอบแต่ละข้อถือว่าเป็นเงื่อนไขการวัดครั้งหนึ่ง ๆ ขององค์ประกอบ (Facets)

3. รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ หมายถึง สิ่งที่จะชี้ถึงแหล่งของความแปรปรวนของรูปแบบการวัดในแบบจำลองของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ (Facets) แบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบด้วยกันคือ

3.1 รูปแบบความสัมพันธ์ไขว้ (Crossed) หมายถึง ความสัมพันธ์ในลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัด จะถูกวัดภายใต้เงื่อนไขเดียวกันทั้งหมด ซึ่งใช้สัญลักษณ์ "x" อ่านว่า "Crossed with" เช่น รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ (Facets) เป็น $p \times i \times c$ หมายถึง นักเรียน (p) ทุกคนทำข้อสอบทุกข้อ (i) และทำทุกเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดทั้งหมด (c)

3.2 รูปแบบความสัมพันธ์แฝง (Nested) หมายถึง ความสัมพันธ์ในลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัด จะถูกวัดภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกัน ซึ่งใช้สัญลักษณ์ ":" อ่านว่า

"Nested Within" เช่น รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ เป็น $i : c$ หมายถึง ข้อสอบ (i) บางข้อแฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด (c)

3.3 รูปแบบความสัมพันธ์แบบผสม (Confounded) หมายถึง ความสัมพันธ์ที่มีทั้ง ความสัมพันธ์แบบไขว้ และแบบแฝงผสมกันอยู่เช่น $p \times (i : c)$ หมายถึง นักเรียน (p) ทุกคนทำ ข้อสอบ (i) ทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด (c)

4. เอกภพ (Universe) หมายถึง เงื่อนไขของการวัดทั้งหมดของแต่ละองค์ประกอบ (Facets) เช่น จำนวนข้อสอบทุกข้อ, จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด คำว่าเอกภพมีความหมายคล้ายกับ คำว่าประชากร (Population) แต่คำว่าเอกภพ ใช้กับตัวประกอบที่เกี่ยวข้องกับการวัด ส่วนคำว่า ประชากร ใช้กับตัวประกอบที่เป็นสิ่งที่ถูกวัดคะแนนเอกภพ (Universe Scores) หมายถึง คะแนน ของเงื่อนไขการวัดทั้งหมดของแต่ละองค์ประกอบซึ่งคล้ายกับคะแนนจริง ของสิ่งที่จะวัดในทฤษฎี การวัดมาตรฐานเดิม

5. เอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ (Universe of Admissible Observation) หมายถึง กลุ่มเงื่อนไขของการวัดที่สามารถวัดหรือสังเกตได้ในแต่ละองค์ประกอบ ตัวอย่าง เช่น (Brennan, 1983 : 2) สมมติต้องการวัดผลการเรียนของนักเรียน ด้วยข้อสอบความเรียงที่มีประสิทธิภาพ ที่ สามารถนำไปใช้ได้ และผู้ตรวจที่มีศักยภาพจาก จุดนี้เขาจึงได้กำหนดเงื่อนไขของการวัดเป็น องค์ประกอบข้อสอบและองค์ประกอบผู้ตรวจ ดังนั้นเราจึงเรียกว่า เอกภพของการสังเกตที่ยอมรับ ได้ องค์ประกอบของสมมติ ประกอบด้วยองค์ประกอบข้อสอบ และองค์ประกอบของผู้ตรวจ

6. เอกภพของการสรุปอ้างอิง (Universe of Generalization) หมายถึง เงื่อนไขของการ วัดทั้งหมดขององค์ประกอบ (Facets) ที่ผู้วิจัยต้องการสรุปอ้างอิง จากผลการวัดจากกลุ่มตัวอย่าง ของเงื่อนไขการวัดไปยังกลุ่มเงื่อนไขการวัดทั้งหมดขององค์ประกอบนั้น

7. การศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง (Generalizability Study ย่อว่า G Study) หมายถึง การวิเคราะห์การสรุปอ้างอิงเพื่อที่จะประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่าง ๆ ของรูปแบบ การวัด โดยเริ่มต้นจากการกำหนดองค์ประกอบ (Facets) ต่าง ๆ กำหนดความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบ (Facets) และกำหนดเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ และมีการวิเคราะห์ความ แปรปรวนการประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่าง ๆ

8. การศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (Decision Study ย่อว่า D Study) หมายถึง การศึกษา เพื่อประเมินวิธีการวัดเพื่อการตัดสินใจหรือลงข้อสรุปโดยเริ่มจากผู้วิจัยจะต้องระบุสิ่งที่ต้องการวัด เอกภพของการสรุปอ้างอิง จำนวนเงื่อนไขการวัดและรูปแบบของการวัดแล้วหาค่าความแปร ปรวนจากการศึกษาประมาณค่าความแปรปรวนจากค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างใน (D Study) ไม่จำเป็นต้องมีขนาดเท่ากับขนาดของกลุ่มตัวอย่างใน (G Study) แต่เป็นการขึ้นอยู่กับผู้วิจัยที่จะออกแบบการนำไปใช้ ในการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่จะนำไปวัดจริง ๆ ซึ่งจะสามารถกำหนดขึ้นโดยมีขนาดของกลุ่มตัวอย่างใน (G Study) เป็นข้อมูลพื้นฐาน

9. ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ (Absolute Error Variance : $\sigma^2(\Delta)$) หมายถึง ความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนที่สังเกตได้กับคะแนนเอกภพ ซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของความแปรปรวนที่ประมาณได้ทั้งหมดยกเว้นความแปรปรวนของแหล่งบุคคล

10. ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์ (Relative Error Variance : $\sigma^2(\delta)$) หมายถึง ความแปรปรวนของผลต่างระหว่างส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนที่สังเกตได้ และส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนเอกภพ

11. สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient : $E\rho^2$) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพและความแปรปรวนของคะแนนสังเกตที่คาดหวัง (ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่สามารถประมาณได้จาก กำลังสองของค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพ และคะแนนสังเกต)

11.1 สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการวัดที่มีการตัดสินใจเชิงเปรียบเทียบ หรือการวัดแบบอิงกลุ่ม ความคลาดเคลื่อนในการวัดจะเป็นความคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์ ดังนั้น สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงจะประมาณค่าได้จากอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพและผลบวกของความแปรปรวนของสิ่งที่ถูกวัดกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์

11.2 สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง สำหรับการวัดที่มีการตัดสินใจแบบสัมบูรณ์ หรือการวัดแบบอิงเกณฑ์ ความคลาดเคลื่อนในการวัดจะเป็นความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงประมาณค่าได้จากอัตราส่วนระหว่างแปรปรวนของคะแนนเอกภพและผลบวกของความแปรปรวนของสิ่งที่ถูกวัดกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์

4. การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Brennan. 1983 : 105 - 146) ได้เสนอวิธีการประมาณค่า Parameter ซึ่งแบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficients) ออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ การศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง (Generalizability Study ย่อว่า G Study) และการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (Decision Study ย่อว่า D Study)

ขั้นที่ 1 การศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง (G Study) เป็นขั้นแรกของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อที่จะประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งมีกระบวนการดังนี้

1.1 กำหนดสิ่งที่จะวัด (Object of Measurement) เช่น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นต้น

1.2 กำหนดองค์ประกอบ (Facets) ของการวัด เช่น องค์ประกอบ ของข้อสอบ องค์ประกอบเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด

1.3 กำหนดเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ เช่น ในการวิจัยครั้งนี้คือ องค์ประกอบข้อสอบ และองค์ประกอบของเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด

1.4 กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ (Facets) เช่น ถ้าต้องการศึกษาแบบให้ผู้สอบทุกคนทำข้อสอบทุกข้อ ก็จะเป็นแบบไขว้ (Crossed) คือ $p \times i$ (p คือ นักเรียน และ i คือ ข้อสอบ) แต่ถ้าให้นักเรียนทุกคนทำข้อสอบบางข้อจะเป็นแบบ (Nested) คือ $p : i$

1.5 กำหนดชนิดขององค์ประกอบ (Facets) ว่าเป็นชนิดใดดังต่อไปนี้

1.5.1 องค์ประกอบสุ่มแท้จริง (Purely Random Facets) ได้แก่ องค์ประกอบ (Facets) ที่ทุกเงื่อนไขการวัดได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจากเอกภพที่มีขนาดไม่จำกัด (∞)

1.5.2 องค์ประกอบสุ่มจำกัด (Finite Random Facets) ได้แก่ องค์ประกอบ (Facets) ที่ทุกเงื่อนไขการวัดได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจากเอกภพที่มีขนาดจำกัด

1.5.3 องค์ประกอบกำหนด (Fixed Facets) ได้แก่ องค์ประกอบ (Facets) ที่ประกอบด้วยเงื่อนไขการวัดจำนวนจำกัดในเอกภพและเงื่อนไขการวัดเหล่านั้นถูกเลือกมาศึกษาทั้งหมด

1.6 กำหนดรูปแบบ (Model) การวัดว่าเป็นรูปแบบใดในต่อไปนี้

1.6.1 รูปแบบกำหนด (Fixed Model) เป็นรูปแบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ (Facets) กำหนดทั้งหมด

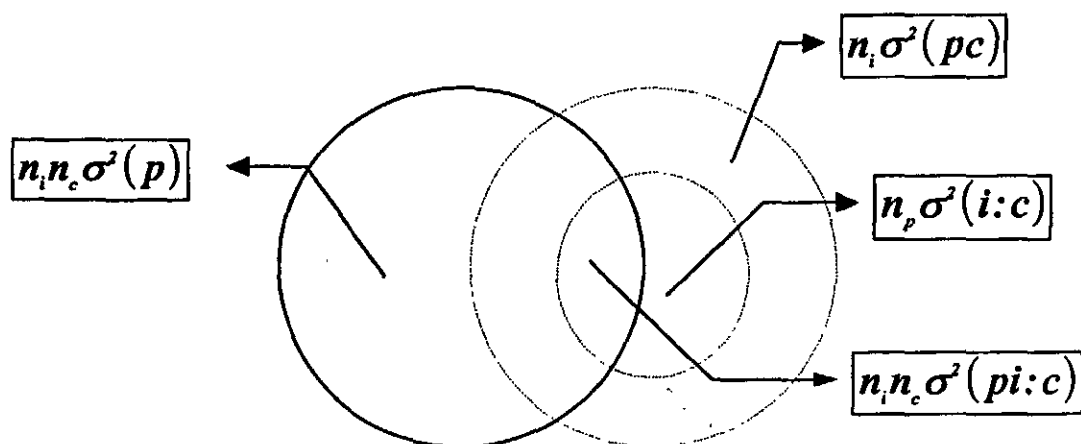
1.6.2 รูปแบบสุ่ม (Random Model) เป็นรูปแบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ (Facets) สุ่มแท้จริงและหรือองค์ประกอบ (Facets) สุ่มจำกัด

1.6.3 รูปแบบผสม (Mixed Model) เป็นรูปแบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบสุ่มแท้จริงและหรือสุ่มจำกัด และองค์ประกอบ (Facets) กำหนดผสมกัน

จากการกำหนดสิ่งที่จะวัด องค์ประกอบ เอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบว่าเป็นแบบ "Crossed" หรือ "Nested" แล้วก็ใช้ ANOVA ทำการวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับแบบแผนของความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ เพื่อประมาณค่า Mean Square แล้วประมาณค่าความแปรปรวนของแหล่งต่าง ๆ เรียกค่าประมาณความแปรปรวน

ของสิ่งที่ถูกวัดว่า ค่าประมาณความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ (Estimated Universe Score Variance) ซึ่งสอดคล้องกับค่าประมาณความแปรปรวนของคะแนนจริง (True Score Variance) ของทฤษฎีการวัดมาตรฐานเดิม เรียกค่าประมาณความแปรปรวนขององค์ประกอบอื่น ๆ ว่า ค่าประมาณความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Estimated Error Score Variance) การวิเคราะห์ในชั้น G Study ใช้ค่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาจริง ๆ แต่ในการวิเคราะห์ชั้น D Study สามารถกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างไปจากที่วิเคราะห์ใน G Study ได้

1.7 การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบสุ่ม (Random Model) โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างมาศึกษา คือ ผู้สอบ n_p คน ข้อสอบ n_i ข้อ และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด n_c เงื่อนไข ซึ่งเป็นการศึกษา G Study แบบ $p \times (i : c)$ คือผู้สอบทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด แล้วคำนวณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบต่าง ๆ วิธีการดังกล่าวนี้จะได้แหล่งความแปรปรวน 5 แหล่ง (Brennan, 1983 : 27 - 28) เขียนแทนด้วยแผนภูมิ Venn ได้ดังภาพประกอบ 1 ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิ Venn แสดงองค์ประกอบความแปรปรวนของแบบแผน $p \times (i : c)$ เมื่อ i และ c เป็นองค์ประกอบสุ่ม

ตามรูปจะพบว่ามีอิทธิพลหลัก (Main Effects) 3 แหล่งได้จาก อิทธิพลจากผู้สอบ (p) อิทธิพลจากเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด (c) และอิทธิพลจากข้อสอบที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด ($i : c$) และเป็นอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ 2 แหล่ง คือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด (pc) และผู้สอบกับข้อสอบที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด ($pi : c$)

ค่าความแปรปรวนของแหล่งต่างๆ เหล่านี้คำนวณจาก Mean Square และ Mean Square คำนวณโดยใช้ ANOVA แบบ Factorial Design $p \times (i : c)$ ในการประมาณค่าความแปรปรวนจาก Mean Square นั้นใช้สูตรเฉพาะอย่างที่สองคล้องกับรูปแบบ เช่น

สูตรในการประมาณค่าความแปรปรวนของแหล่งต่างๆ เมื่อองค์ประกอบที่ศึกษาเป็น องค์ประกอบคู่ทั้งหมดและกำหนด รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเป็นแบบ Nested ใช้สูตรของ (Brennan. 1983 : 130) ดังนี้

$$EMS_{(p)} = \sigma^2(pi:c) + n_i \sigma^2(pc) + n_i n_c \sigma^2(p)$$

$$EMS_{(c)} = \sigma^2(pi:c) + n_i \sigma^2(pc) + n_p \sigma^2(i:c) + n_p n_i \sigma^2(c)$$

$$EMS_{(i:c)} = \sigma^2(pi:c) + n_p \sigma^2(i:c)$$

$$EMS_{(pc)} = \sigma^2(pi:c) + n_i \sigma^2(pc)$$

$$EMS_{(pi:c)} = \sigma^2(pi:c)$$

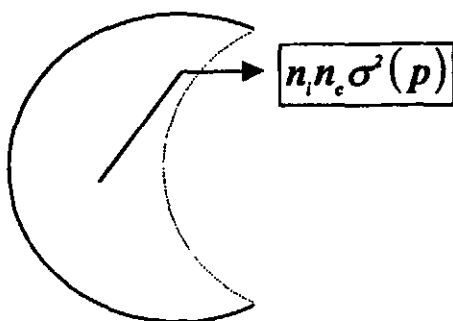
โครงสร้างของสมการนี้สัมพันธ์กับแผนภูมิ Venn ข้างต้น กล่าวคือ ในวงกลม p ประกอบด้วยพจน์ (Term) ต่าง ๆ 3 พจน์ มี p , pc และ $pi : c$ เป็นเทอมทางขวามือของสูตรในการ หาค่า EMS_p

ในพื้นที่ pc ซึ่งเป็นส่วนร่วมระหว่างวงกลม p และ c ประกอบด้วย 2 เทอมคือ pc และ $pi:c$ ก็คือ เทอมที่ปรากฏอยู่ทางขวามือสองสูตรในการหาค่า EMS_{pc} นั่นเอง ดังนั้นจึงสามารถสร้าง สูตรหาค่า EMS ได้โดยอาศัยแผนภูมิ Venn โดยใช้ n_p เป็นตัวคูณควบ ถ้าองค์ประกอบนั้นไม่รวม p และคูณ n_i ถ้าองค์ประกอบนั้นไม่มี i รวมอยู่ด้วยและ n_c ถ้าองค์ประกอบนั้นไม่มี c รวมอยู่ด้วย

สูตรในการคำนวณเมื่อองค์ประกอบที่ศึกษาเป็นแบบผสม คือ มีทั้งองค์ประกอบกำหนด และองค์ประกอบสุ่ม และรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเป็นแบบ Nested สมมติให้ เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ (c) เป็นองค์ประกอบกำหนด สูตรในการคำนวณ รวมทั้งแหล่งความแปรปรวนที่ต้องการประมาณค่าเป็นดังนี้ (Brennan. 1983 : 73 - 75)

$$EMS_{(p)} = n_i n_c \sigma^2(p)$$

เนื่องจากองค์ประกอบเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ (c) เป็นองค์ประกอบ
จึงหายไปจากแผนภูมิเดิม เหลือเพียงวงกลม p เท่านั้น ดังแผนภูมิ Venn ในภาพประกอบ 2 ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิ Venn แสดงองค์ประกอบความแปรปรวนของแบบแผน $p \times (i : c)$
เมื่อ i เป็นองค์ประกอบกลุ่ม และ c เป็นองค์ประกอบกำหนด

ค่าความแปรปรวนที่ได้จาก G Study เป็นค่าประมาณความแปรปรวนที่แท้จริงของ
เอกภพหรือประชากร (Parameter) ของเงื่อนไขการวัดที่มีขนาด 1 หน่วย กล่าวคือ เป็นความ
แปรปรวนของข้อสอบ 1 ข้อ ที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด 1 เงื่อนไข
เช่น $\sigma^2(p)$ เป็นค่าประมาณความแปรปรวนของ $\sigma^2(p)$ หมายความว่า จากประชากรที่ทำ
การวัดนั้น จะได้คะแนนของนักเรียน (p) แต่ละคนจากการสอบข้อสอบทุกๆ ข้อ (N_i) ที่แฝงอยู่ใน
เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดทุก ๆ เงื่อนไข (N_c) ในเอกภพของการสังเกต
คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละคน คือคะแนนเอกภพ (μ_p) ดังนั้นค่าความแปรปรวนของ (μ_p)
จากการสอบวัดทุก ๆ คนในประชากรคือ $\sigma^2(\mu_p)$ หรืออาจเขียนให้ง่ายว่า $\sigma^2(p)$ เป็น
ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ซึ่งตรงกับค่าความแปรปรวนของคะแนนจริงตามทฤษฎีการวัด
มาตรฐานเดิม

ขั้นที่ 2 การศึกษาเพื่อการตัดสินใจสรุปอ้างอิง (D Study) เป็นขั้นการนำผลที่ได้จาก
การประมาณความแปรปรวนในการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง (G Study) มาเลือกวิธีวัดที่เหมาะสม
ที่สุดภายใต้การตัดสินใจ มีขั้นตอนดังนี้

2.1 กำหนดเอกภพของการสรุปอ้างอิง (Universe of Generalization) หมายถึง
เป้าหมายสำคัญของ D Study ได้แก่การกำหนดลักษณะเฉพาะของเอกภพของการอ้างอิงที่ผู้ตัดสินใจ
ต้องการอ้างอิงถึง อาจจะประกอบด้วยเงื่อนไขทั้งหมดในเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ หรือ
อาจเป็นเซตย่อย (Subset) ของเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ (Brennan. 1983 : 3)

2.2 กำหนดรูปแบบ (Model) หมายถึงว่าจะใช้รูปแบบใด เช่น รูปแบบสุ่ม (Random Model) หรือรูปแบบกำหนด (Fixed Model) หรือรูปแบบผสม (Mixed Model) ซึ่งโดยหลักการแล้วควรใช้โมเดลแบบสุ่มดีที่สุด เพราะจะทำให้การสรุปอ้างอิงได้กว้างขวางกว่าโมเดลแบบผสมและโมเดลแบบกำหนดตามลำดับ

2.3 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างของ D Study (D Study Sample Sizes) หมายถึงจำนวนเงื่อนไขขององค์ประกอบใน D Study ไม่จำเป็นต้องเหมือน และสามารถกำหนดได้แตกต่างจากใน G Study โดยใช้สัญลักษณ์ (') แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่างใน D Study เช่น n'_i และ n'_c แทนจำนวนข้อสอบ และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสนใจของผู้วิจัย

2.4 กำหนดโครงสร้างของแบบที่ศึกษา (D Study design Structure) โครงสร้างของแบบที่ศึกษา หรือความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่ศึกษา เราจะต้องการตัดสินใจว่าในการสอบนั้น นักเรียนทุกคนทำข้อสอบเหมือนกันทุก n'_i ข้อ และทำเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด n'_c เงื่อนไข ทุกเงื่อนไขในแบบแผนดังกล่าวนี้จะเป็น $p \times I \times C$ สังเกตว่าตัวอักษรตัวใหญ่แทนองค์ประกอบใน D Study แต่ไม่จำเป็นต้องทำเช่นนั้นเสมอไป เราสามารถที่จะหาความสัมพันธ์แบบอื่น ๆ ได้ เช่น ผู้สอบทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด แบบแผนดังกล่าวนี้จะเป็น $p \times (I : C)$

2.5 การประมาณค่าความแปรปรวนในชั้น D Study (Estimate D Study Variance Components) ในขั้นนี้จะมีการประมาณค่าความแปรปรวนขึ้นมาใหม่ ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของนักวิจัย โดยอาศัยผลการประมาณค่าในชั้น G Study เป็นฐาน และให้สอดคล้องกับแบบแผนและขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการตัดสินใจ เช่นในแบบแผน $p \times (I : C)$ ขนาดตัวอย่างข้อสอบ = n'_i และขนาดของเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด = n'_c ดังแสดงในตารางต่อไปนี้ (Brennan. 1983 : 58)

ตาราง 1 แสดงการประมาณค่าความแปรปรวนขึ้นมาใหม่ของแบบแผน $p \times (I : C)$

ความแปรปรวนใหม่	ความแปรปรวนเดิม/ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
$\sigma^2(p)$	$\sigma^2(p)$
$\sigma^2(C)$	$\sigma^2(c)/n_c$
$\sigma^2(p:I)$	$\sigma^2(i:p)/n_i n_c$
$\sigma^2(pC)$	$\sigma^2(pc)/n_c$
$\sigma^2(pI:C)$	$\sigma^2(pi:c)/n_i n_c$

2.6 การประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน นอกจากการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวน (Variance Components) ตามรูปแบบและขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการแล้ว ยังจะต้องประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด จากโครงสร้างแบบ $p \times (I : C)$ จะได้ (Brennan, 1983 : 5)

2.6.1 ความแปรปรวนคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ (Absolute Error Variance) ใช้สัญลักษณ์ว่า $\sigma^2(\Delta)$ เป็นความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการสังเกตกับคะแนนที่ได้จากเอกภพของผู้เข้าสอบ คำนวณจากผลบวกของค่าองค์ประกอบความแปรปรวนทั้งหมด ยกเว้นความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ $\sigma^2(p)$

$$\sigma^2(\Delta) = \sigma^2(C) + \sigma^2(I:C) + \sigma^2(pC) + \sigma^2(pI:C)$$

2.6.2 ความแปรปรวนคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์ (Relative Error Variance) ใช้สัญลักษณ์ว่า $\sigma^2(\delta)$ และค่าประมาณใช้ว่า $\sigma^2(\delta)$ เป็นค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างส่วนเบี่ยงเบนคะแนนที่สังเกตได้ และส่วนเบี่ยงเบนคะแนนเอกภพ คำนวณจากผลบวกของค่าองค์ประกอบความแปรปรวนระหว่างสิ่งที่ถูกวัดกับองค์ประกอบ (Facets) อื่น ๆ

$$\sigma^2(\delta) = \sigma^2(pC) + \sigma^2(pI:C)$$

2.7 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เป็นขั้นสุดท้ายของ D Study คือการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) ซึ่งเป็นดัชนีชี้บ่งถึงความ

เชื่อถือได้ของการวัด (Dependability of Measurement) (Feldt and Brennan. 1989 : 141) ซึ่งใช้สูตรคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพและความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตที่คาดหวัง

ในการวัดแบบอิงกลุ่มจะได้สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงดังนี้ (Brennan. 1983 : 17)

$$E\rho^2 = \frac{\sigma^2(p)}{\sigma^2(p) + \sigma^2(\delta)}$$

เมื่อ $E\rho^2$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ซึ่งมีความหมายเช่นเดียวกับความเชื่อมั่น

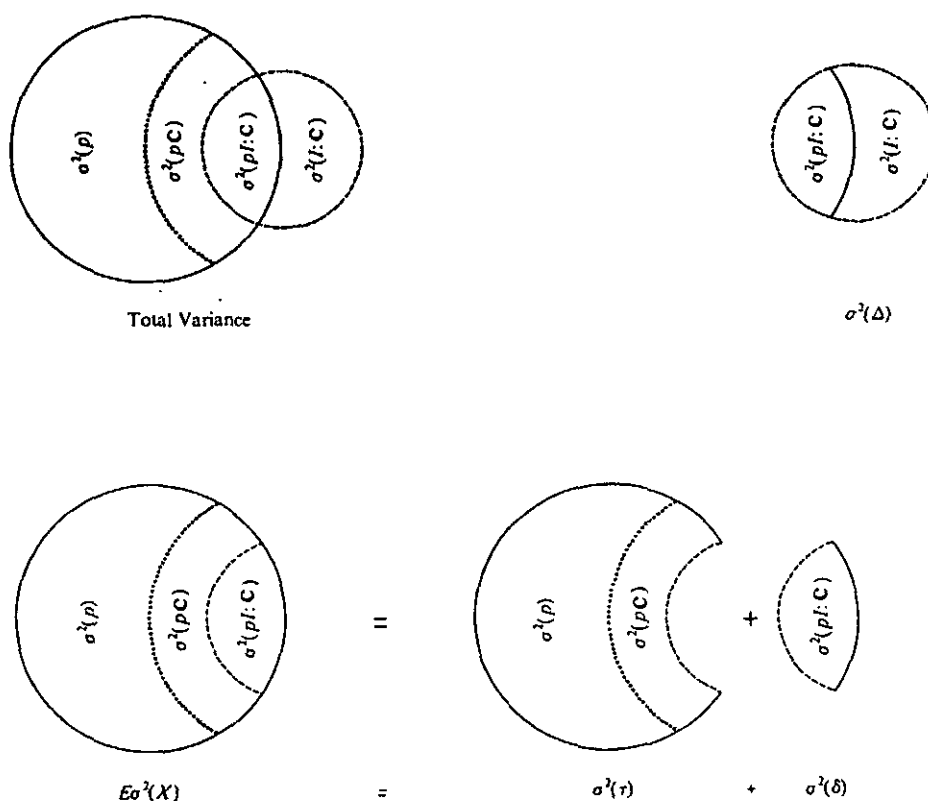
5. การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงในแบบสององค์ประกอบ (Two-Facets)

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ ซึ่งจะประกอบด้วย i และ c ส่วน p นั้น เป็นสิ่งที่ถูกวัด (The Objected of Measurement) ซึ่งส่วนใหญ่จะ หมายถึงผู้สอบ เปรณอน (Brennan. 1983) จะไม่เรียก p เป็นองค์ประกอบ (Facets) อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลของการปฏิบัติจะได้อิทธิพลหลัก (Main Effects) และอิทธิพลร่วม (Interaction Effects) เสมอ และ p ก็จะเป็นอิทธิพลหลักในหลายๆ ตัวด้วย ตัวอย่างเช่น ในความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเป็นแบบ $p \times (i : c)$ อิทธิพลหลักที่ได้จะได้แก่ p , c , $i : c$ และอิทธิพลร่วมจะได้แก่ pc และ $pi : c$

ในองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ข้างต้นนั้น ความคลาดเคลื่อนในการวัดนั้นได้รวมอยู่กับผลของอิทธิพลร่วม แต่ก็ไม่เสมอไป เช่น ในองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์แบบ $i : (p \times c)$ ความคลาดเคลื่อนในการวัดจะรวมอยู่ในอิทธิพลหลัก $i : pc$ และแบบ $i : c : p$ (Brennan. 1983 : 27 - 28)

เบรณอนกล่าวว่า นอกจากรูปแบบสุ่ม (Random Model) แล้ว นักวิจัยส่วนใหญ่ยังนิยมใช้รูปแบบผสม (Mixed model) คือมีทั้งรูปแบบสุ่ม (Random effect) และรูปแบบกำหนด (Fixed Effect) ผสมอยู่ในรูปแบบ เช่น ในการวิจัยที่ต้องใช้องค์ประกอบ คือ นักเรียน (p) ข้อสอบ (i) และเงื่อนไขสถานการณ์ที่กำหนด (c) ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นแบบ $p \times (i : c)$ คือ นักเรียนทำข้อสอบทุกข้อและข้อสอบนี้จะแผ่อยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด $n_p < N_p \rightarrow \infty$, $n_i < N_i \rightarrow \infty$, และ $n_c = N_c > \infty$

(n_p, n_i, n_c) คือ จำนวนเงื่อนไขขององค์ประกอบ (Facets) p, i และ c ตามลำดับใน G Study และ N_p, N_i, N_c คือจำนวนเงื่อนไขขององค์ประกอบ (Facets) P, I และ C ตามลำดับใน D Study ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเงื่อนไขขององค์ประกอบ (Facets) นั้น ได้มาจากการสุ่ม ($n_p < N_p \rightarrow \infty$ และ $n_i < N_i \rightarrow \infty$) และได้มาจากการกำหนดให้คงที่ ($n_c = N_c < \infty$) (Brennan. 1983 : 48 - 49) ดังแผนภูมิ Venn ในภาพประกอบ 3 ดังนี้



ภาพประกอบ 3 แผนภูมิ Venn แสดงค่าประมาณความแปรปรวนของพื้นที่ที่ร่วมกันของแบบแผน $p \times (i : c)$ โดยกำหนดให้ p และ i เป็นองค์ประกอบสุ่มแท้จริง ($n_p < N_p \rightarrow \infty$) ($n_i < N_i \rightarrow \infty$) และ c เป็นองค์ประกอบจำกัด ($n_c = N_c < \infty$)

เบรนนอน (Brennan. 1983 : 51) ได้เสนอสูตรการประมาณค่าความแปรปรวนของรูปแบบผสม (Mixed Model)

$$\hat{\sigma}^2(\alpha|M) = \hat{\sigma}^2(\alpha) \sum \left[\frac{\hat{\sigma}^2(\beta)}{F(\beta|\alpha)} \right]$$

เมื่อ $\hat{\sigma}^2(\alpha|M)$ แทน ค่าประมาณความแปรปรวนของ α ในรูปแบบผสม

$F(\beta|\alpha)$ แทน ค่าประมาณความแปรปรวนของ α ในรูปแบบสุ่ม

$\hat{\sigma}^2(\beta)$ แทน ค่าประมาณความแปรปรวนขององค์ประกอบที่ตัวกำกับ
รวมมีปนอยู่ในรูปแบบสุ่ม

$F(\beta|\alpha)$ แทน จำนวนเงื่อนไขหรือขนาดของเอกภพ (N) ขององค์ประกอบ

ที่มีในตัวกำกับ β แต่ไม่มีในตัวกำกับ α [$F(\beta|\alpha) = 1$ ถ้า
 $\alpha = \beta$]

สำหรับ (β) ที่ประกอบด้วยกลุ่มที่แท้จริงแล้ว $F(\beta|\alpha)$ จะมีจำนวนไม่จำกัด ($N_i \rightarrow \infty$) พจน์การรวม ($\sum$) ประกอบด้วยองค์ประกอบ (Facets) สุ่มจำกัดและองค์ประกอบกำหนดแล้วพจน์การรวมจะนำมามวกับ $\sigma^2(\alpha)$

การประมาณค่าความแปรปรวนของแหล่งต่าง ๆ ในการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (D Study)

ในการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง (G Study) จะนิยมใช้สัญลักษณ์ $\sigma^2(\alpha)$ แทนค่าความแปรปรวนของแหล่ง α นั้น ๆ สำหรับการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (D Study) จะใช้สัญลักษณ์ $\hat{\sigma}^2(\bar{\alpha})$ แทนเพื่อให้เห็นว่าความแปรปรวนที่พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างของเงื่อนไขการวัด ดังสมการต่อไปนี้ (Brennan. 1983 : 57)

$$\hat{\sigma}^2(\bar{\alpha}) = \frac{\hat{\sigma}^2(\alpha)}{d(\bar{\alpha})}$$

เมื่อ $\hat{\sigma}^2(\bar{\alpha})$ แทน ค่าความแปรปรวนของแหล่ง α ใน D Study

$\hat{\sigma}^2(\alpha)$ แทน ค่าความแปรปรวนของแหล่ง α ใน G Study ที่ได้มาจากการสุ่ม

$d(\bar{\alpha})$ แทน 1 ถ้า $\alpha = p$ และอีกนัยหนึ่งผลที่ได้ของขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ได้ใน D Study จะต้องอยู่ใน $\bar{\alpha}$ ยกเว้น P

ความแปรปรวนของสิ่งที่ถูกวัด (Differentiation Variance) หรือความแปรปรวนของคะแนนเอกภพหรือคะแนนจริง (Universe Score Variance) เป็นค่าคาดหวังของความแปรปรวนของคะแนนจริง หรือคะแนนเอกภพของสิ่งที่ถูกวัด ใช้สัญลักษณ์ คือ $\sigma^2(T)$ ซึ่งประมาณค่าได้จากอิทธิพลรวมของหมู่ความแปรปรวนของอิทธิพลหลักขององค์ประกอบ (Facets) ของสิ่งที่ถูกวัดและอิทธิพลร่วมระหว่างองค์ประกอบของสิ่งที่ถูกวัดเท่านั้น

ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (The Error Variance) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. ความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนแบบสัมบูรณ์ (Absolute Error Variance ใช้สัญลักษณ์ $\sigma^2(\Delta)$) เป็นความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการสังเกตกับคะแนนเอกภพ คำนวณได้จากผลรวมของการประมาณค่าของแหล่งความแปรปรวนต่าง ๆ (Estimated Variance Components) ยกเว้นค่าประมาณที่ได้จากแหล่งความแปรปรวนที่เกิดจาก p เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\sigma^2(\Delta) = \text{ผลบวก } \sigma^2(\alpha) \text{ ยกเว้น } \sigma^2(p) \quad \text{.....(1)}$$

2. ความแปรปรวนคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์ (Relative Error Variance ใช้สัญลักษณ์ $\sigma^2(\delta)$) เป็นความแปรปรวนของผลต่างระหว่างส่วนเบี่ยงเบนคะแนนที่สังเกตได้และส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนเอกภพ คำนวณได้จากผลรวมของ (Estimated Variance Components) เฉพาะแหล่งที่มีอิทธิพลร่วม กับ p เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\sigma^2(\delta) = \text{ผลบวกของ } \sigma^2(\alpha) \text{ ที่ } (\alpha) \text{ หมายถึงตัวกำกับ } P \quad \text{.....(2)}$$

จากสมการที่ (1) และ (2) นั้นเป็นการประมาณค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (Brennan. 1983 : 5) แต่ถ้าวัดองค์ประกอบบางองค์ประกอบเป็นแบบองค์ประกอบกำหนดจะคำนวณได้ดังนี้

ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ $\sigma^2(T) =$ ผลบวกของ $\sigma^2(\bar{\alpha})$ ทั้งหมดเมื่อ $(\bar{\alpha})$ รวมไปถึง T เท่านั้น

ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ $\sigma^2(\Delta) =$ ผลรวมของ $\sigma^2(\bar{\alpha})$ เมื่อ $(\bar{\alpha})$ หมายถึง ตัวกำกับในองค์ประกอบ (Facets) ที่มีการสุ่มแบบไม่จำกัด

ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ $\sigma^2(\delta) =$ ผลบวกของ $\sigma^2(\alpha)$ เมื่อ (α) หมายถึง ตัวกำกับ T ที่รวมกับตัวกำกับอื่นที่ได้มาจากการสุ่มแบบไม่จำกัด

สูตรในการคำนวณเมื่อองค์ประกอบที่ศึกษาเป็นแบบผสม คือ มีทั้งองค์ประกอบกำหนด และองค์ประกอบสุ่ม และรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเป็นแบบ Nested สูตรในการคำนวณรวมทั้งแหล่งความแปรปรวนที่ต้องการประมาณค่าเป็นดังนี้ เมื่อ (c) เป็นองค์ประกอบกำหนด (Brennan. 1983 : 76)

$$\begin{aligned}\sigma^2(T) &= \sigma^2(p) \\ \sigma^2(\Delta) &= \sigma^2(C) + \sigma^2(I:C) + \sigma^2(pC) + \sigma^2(pI:C) \\ \sigma^2(\delta) &= \sigma^2(pC) + \sigma^2(pI:C)\end{aligned}$$

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เป็นขั้นสุดท้ายของ D Study ซึ่งเป็นดัชนีบ่งถึงความเชื่อถือได้ของการวัด ซึ่งคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ และความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้จากสมการต่อไปนี้ (Brennan. 1983 : 60)

$$E\rho^2 = \frac{\sigma^2(T)}{E\sigma^2(X)}$$

เมื่อ $E\rho^2$ แทน สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
 $\sigma^2(T)$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ
 $E\sigma^2(X)$ แทน การประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้

โดยที่ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้เท่ากับผลบวกความแปรปรวนของสิ่งที่ถูกวัดกับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์หรือความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

1.1 สำหรับการวัดที่มีการตัดสินใจเชิงเปรียบเทียบหรือการวัดแบบอิงกลุ่มความคลาดเคลื่อนในการวัดจะเป็นความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงประมาณค่าได้จากสมการดังนี้ (Brennan. 1983 : 17)

$$E\rho^2 = \frac{\sigma^2(T)}{\sigma^2(T) + \sigma^2(\delta)}$$

1.2 สำหรับการวัดที่มีการตัดสินใจแบบสัมบูรณ์ หรือการวัดแบบอิงเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนในการวัดจะเป็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงประมาณค่าได้จากการสุ่มดังนี้

$$E\rho^2 = \frac{\sigma^2(T)}{\sigma^2(T) + \sigma^2(\Delta)}$$

6. โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

โปรแกรมนี้นี้มีชื่อว่า GENOVA ย่อมาจาก GENeralized Analysis Qf VAriance System ผู้ที่สร้างไว้ได้แก่ คริกและเบรนแนน (Crick and Brennan. 1982) (Brennan. 1983 : 141) ซึ่งโปรแกรมนี้นี้ได้ถูกพัฒนาขึ้น ด้วยนักวัดผลที่มีความรู้ในทางสถิติได้พัฒนาทฤษฎีการสรุปอ้างอิง โปรแกรมสำเร็จรูปนี้เขียนขึ้นด้วยโปรแกรมภาษา FORTRAN Version IV ซึ่งโปรแกรมนี้นี้สามารถกำหนดสิ่งที่จะวัดได้ถึง 6 องค์ประกอบ (Facets)

ผู้พัฒนามีความสนใจที่จะพัฒนาโปรแกรม GENOVA โดยเป็นศูนย์กลางในการนำไปประยุกต์ใช้กับทฤษฎีการสรุปอ้างอิง โปรแกรม GENOVA ยังสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง โดยโปรแกรม GENOVA สามารถอธิบายถึงการวิเคราะห์สรุปอ้างอิงของแหล่งความแปรปรวนของความสมบูรณ์, ความสมดุลของรูปแบบ โดยโปรแกรม GENOVA จะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้ทำวิจัยและปฏิบัติการในสาขาวิชาต่าง ๆ ที่สนใจที่จะนำทฤษฎีการสรุปอ้างอิงไปใช้เป็นตัวควบคุมแหล่งของความแปรปรวนต่าง ๆ

จากความสัมพันธ์ของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ตัวโปรแกรม GENOVA จะสามารถคำนวณหาค่า Parameter ซึ่งแบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้น G Study คือ การศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง เป็นขั้นแรกของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อที่จะประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่าง ๆ ส่วนขั้น D Study คือการศึกษาเพื่อการตัดสินใจสรุปอ้างอิง เป็นขั้นการนำผลที่ได้จากการประมาณความแปรปรวนในการศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง มาเลือกวิธีวัดที่เหมาะสมที่สุดภายใต้การตัดสินใจ เพื่อลดความคลาดเคลื่อน และเพิ่มค่าความเชื่อมั่นของการสรุปอ้างอิง

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

วิธีการแก้ปัญหา เป็นวิธีการที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในวงการศึกษาดังจะเห็นได้จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เห็นว่ามีค่าสำคัญเกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้

ครอสส์ และแกเออร์ (Cross and Gaier. 1955 : 193 - 206) ได้ศึกษาความแตกต่างในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบทดสอบที่เรียกว่า The Balance Problems Test (BPT) เพื่อใช้ประเมินวิธีการในการแก้ปัญหาคือความแตกต่างในการแก้ปัญหานักเรียนโดยแบบทดสอบนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ว่านักเรียนชอบใช้เทคนิคในการแก้ปัญหาแบบอาศัยข้อเท็จจริงหรือใช้หลักการ จากการตรวจสอบพบว่าประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการใช้หลักการมากกว่าการใช้ข้อเท็จจริงอย่างเดียว การศึกษาครั้งนี้จะใช้เงื่อนไขสถานการณ์ของปัญหา 6 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขจะประกอบด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ จากการศึกษาวิธีการแก้ปัญหาในขอบเขตที่กำหนดให้ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ในการศึกษาใช้ตัวเกณฑ์ (Criterion) 12 ตัว ซึ่ง 5 ตัวแรกจะเป็นคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหา (BPT) คือ 1) จำนวนคำตอบที่ตอบถูกต้อง จากแบบทดสอบ (BPT), 2) จำนวนข้อเท็จจริงที่ถูกใช้, 3) จำนวนหลักการที่ถูกเปิด, 4) เวลาในการทำแบบทดสอบ, 5) คะแนนของแบบทดสอบที่ได้จากสูตร $S = C + 24 - F$ ส่วนตัวแปรที่เหลืออีก 7 ตัว เป็นตัวแปรที่ได้จาก 1) ระดับความรู้ทางคณิตศาสตร์ซึ่งวัดจากระดับความยากของวิชาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเคยเรียนมา, 2) เกรดเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งหมดที่เคยเรียนมา, 3) เกรดเฉลี่ยของวิชาทั้งหมดที่เรียนในปีที่แล้ว, 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบ Illinois Test of Reading Comprehension, 5) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมวัดจากแบบทดสอบ Illinois Test of Reading Comprehension, 6) ความสามารถทางด้านภาษา, 7) ความสามารถที่ไม่ใช้ภาษา สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 39 คน ซึ่งมีความรู้พื้นฐานในวิชาการต่างกัน ปรากฏผลการวิเคราะห์

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้ นักเรียนที่ได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์หลายวิชาจะชอบใช้หลักการใน BPT แก้ปัญหา ($r = .71$) มากกว่าใช้ข้อเท็จจริง ($r = -.61$) การใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการต้องอาศัยเวลามากด้วย ($r = .20$) ถ้าพิจารณาคำตอบที่ถูกต้องแล้ว จะพบว่าใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริงเพียงส่วนน้อย ($r = -.29$) ส่วนการพยากรณ์เกรดเฉลี่ยในการเรียนคณิตศาสตร์ คะแนนน้ำหนัก (Weight) ในการทำ BPT (ซึ่งเป็นคะแนนของจำนวนคำตอบถูกจากการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการอย่างเดียว) เป็นตัวพยากรณ์ได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวพยากรณ์อีก 2 ชนิดคือ ความถนัดด้านภาษาและความถนัดที่ไม่เกี่ยวกับภาษา นอกจากนี้ จำนวนคำตอบถูกจากการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการยังมีค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ($r = .61$) สูงกว่าค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาในการเรียนวิชาสังคมศึกษา ($r = .32$) ส่วนค่าสหสัมพันธ์ของวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริงกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสังคมศึกษามีสัมพันธ์กันในทางลบ ($r = -.60$) สูงกว่าค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ($r = -.37$)

จากผลการวิจัยดังกล่าว กรอสส์ และแกเกอร์ ได้ชี้ให้เห็นว่า วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพเหนือกว่าวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริง นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสะท้อนให้เห็นความสำคัญของการที่บรรจุให้เรียนตามหลักสูตรว่ามีส่วนส่งเสริมหรือขัดแย้งต่อความสามารถในการแก้ปัญหาโดยอาศัยวิธีการทั้งสองด้วย

แฮเรียท (Harriett, 1993) ได้ศึกษาถึงทฤษฎีโดยทั่วไปในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่บ่งบอกถึงความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงพื้นฐาน (Basic Fact) ที่เป็นหลักแห่งความสำเร็จในการแก้ปัญหา โดยจะใช้ได้กับเด็กบางคนการตอบสนองต่อข้อเท็จจริงพื้นฐานจะเป็นไปโดยอัตโนมัติหรืออาจจะเป็นข้อเสียต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหของเด็กเหล่านั้น ดังนั้นจุดประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงพื้นฐาน และความสำเร็จในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวกและการลบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ประกอบด้วย นักเรียนเกรด 2 จำนวน 42 คน ที่ได้จากโรงเรียนรอบ ๆ มหานคร, ซึ่ง 99% ของนักเรียนทั้งหมด มาจากครอบครัวคนผิวดำ ผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เพียงเล็กน้อยหรือแทบไม่มีเลยระหว่างข้อเท็จจริงพื้นฐานกับความสามารถในการแก้ปัญหา, การวิเคราะห์บ่งบอกถึง 2 กลุ่ม ที่น่าสนใจที่จะเป็นไปได้อีกคือ 1) ถ้าข้อเท็จจริงพื้นฐานสูง/การแก้ไขปัญหาก็จะต่ำ โดยมีจำนวน 6 คน และ 2) ถ้าข้อเท็จจริงพื้นฐานต่ำ/การแก้ไขปัญหาก็จะสูง มีจำนวน 4 คน ผลของการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เริ่มเรียนวิชาคณิตศาสตร์จะประสบผลสำเร็จในการแก้ไขโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องมีข้อเท็จจริงพื้นฐาน ส่วนผู้ที่เริ่มต้นบางคนก็ไม่ประสบผลสำเร็จในการแก้ไขโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ถึงแม้ว่าพื้นฐานของข้อเท็จจริงจะมีมากก็ตาม

จากผลการวิจัยดังกล่าว แฮเรียท ได้ชี้ให้เห็นว่า วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริงพื้นฐาน อาจจะเป็นผลเสีย ต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาของเด็กในอนาคตเหล่านั้น งานวิจัยนี้สนับสนุน มุมมองของผู้สร้างหลักสูตร และแสดงให้เห็นถึงความเสียหายที่จะเกิดจากหลักสูตรที่มุ่งในการใช้ ข้อเท็จจริงพื้นฐานมากไป

ชู และจอห์น (Chu and John. 1993 : 213 - 221) ได้ศึกษาถึงผลที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา ของเงื่อนไขที่ทำให้เกิดผลดีที่สุด ของนักศึกษาวิทยาลัยโดยได้คำตอบดังนี้ 1) นักศึกษาที่ใช้ภาพประกอบ เพื่อแสดงถึงคำตอบ จะเป็นผู้ที่สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่า เช่นเดียวกับนักศึกษาที่ใช้เวลาในการตอบนาน, 2) นักศึกษาผู้ที่ได้รับหลักการ จะสามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

จากผลการวิจัยดังกล่าว ชู และจอห์น ได้ชี้ให้เห็นถึง วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการ จะสามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเอง โดยวิธีการนำไปใช้และวิธีทำความเข้าใจซึ่งในที่สุดก็สามารถ หาคำตอบได้ด้วยตนเอง ส่วนอีกวิธีการหนึ่งคือ วิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ภาพประกอบในการตอบก็จะเป็นผู้ที่สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าเช่นกัน

แมคคอนเนล (McConnell. 1934 : 13 - 62) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้จากการทดลองใช้ วิธีการสอน 2 วิธี สำหรับการเรียนเรื่องบวกและลบ วิธีที่หนึ่งเป็นการฝึก (Drill) มาก ๆ เกี่ยวกับ ตัวเลข อีกวิธีหนึ่งเป็นวิธีการสอนโดยให้นักเรียนค้นหาและสรุปหลักเกณฑ์ด้วยตนเอง หลังการ ทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มแรกมีความสามารถเหนือกว่ากลุ่มหลังในด้านความรวดเร็วและ แม่นยำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติส่วนนักเรียนกลุ่มหลังมีความสามารถเหนือกว่ากลุ่มแรกในด้านการ นำไปใช้และความสามารถในการถ่ายโยง นอกจากนี้ แมคคอนเนล ได้สรุปเสนอแนะว่า ระดับ ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้จากสภาพการณ์หนึ่งไปสู่อีกสภาพการณ์หนึ่ง ย่อมขึ้นอยู่กับ ความคุ้นเคยที่นักเรียนได้รับมาจากการเรียนรู้เดิม พื้นฐานของความคุ้นเคยนี้ก็คือ การเรียนรู้ในรูป ข้อเท็จจริงเฉพาะ (Specific Facts) หรือในรูปของหลักการทั่วไป (General Principles) ซึ่งทั้งสอง แบบจะก่อให้เกิดผลต่างกัน คือถ้านักเรียนที่ได้รับความคุ้นเคยต่อการเรียนรู้การแก้ปัญหาโดยอาศัย หลักการ จะไม่เพียงแต่ก่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาเท่านั้น ยังทำให้นักเรียนรู้จัก สร้างเทคนิคในการดำเนินงานอย่างมีทักษะ และศักยภาพที่มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ต่อ ไป แต่ถ้านักเรียนได้รับความคุ้นเคยต่อการเรียนรู้การแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นขบวนการ ง่าย ๆ และนำไปใช้ได้โดยตรง เช่นนี้ย่อมก่อให้เกิดความยุ่งยากต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่

จากผลการวิจัยดังกล่าว แมคคอนเนล ได้ชี้ให้เห็นว่า การเรียนรู้ในรูปข้อเท็จจริงเฉพาะ จะไม่สามารถแก้ปัญหาและเป็นการยากต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ส่วนการแก้ปัญหาในรูปหลักการ ทั่วไป นักเรียนสามารถแก้ปัญหาและเข้าใจรู้จักที่จะนำไปใช้ต่อการแก้ปัญหาในสิ่งใหม่ ๆ ต่อไป

สตีเฟน และเอ็ดเวิร์ด (Stephen and Edward. 1993) ได้ศึกษาหลักการทั้ง 7 หลักการ ผลที่ได้ถูกนำเสนอ เพื่อปรับปรุงความคิดสร้างสรรค์, โดยมีพื้นฐานจากการตั้งข้อสมมติฐานที่ว่า คุณสมบัติของความหมายของความคิดสร้างสรรค์จะหมายถึงหน้าที่ของการเคลื่อนย้ายของสิ่งที่สัมผัสได้โดยเป็นผลมาจากรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจของบุคคลโดยธรรมชาติ ทักษะโดยทั่วไปของหลักการจะประกอบด้วย 1) การชักนำอนาคต จะเข้าถึงความคิดสร้างสรรค์ได้, 2) การค้นหาความจริงแบบดั้งเดิม เป็นการปิดเวลาที่ดียิ่งที่สุด, 3) การนิยามปัญหามักจะมีผลย้อนหลังเสมอ, 4) การเปรียบเทียบ และอุปมา เป็นการบำรุงการปฏิบัติการ

แกริสัน และแมคโดนัลด์ (Garison and McDonald. 1964 : 264 - 265) ได้สรุปว่า ความยุ่งยากในการแก้ปัญหาเลขคณิตมีสาเหตุหลายประการ คือ 1) เนื่องจากการขาดความเข้าใจทางสมอง หรือสมองพิการ, 2) ไม่เข้าใจปัญหาที่อ่าน, 3) ขาดประสบการณ์ด้านการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จะนำมาสัมพันธ์เป็นสิ่งที่ใหม่, 4) ขาดประสบการณ์ที่เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ, 5) ขาดทักษะในการคิดคำนวณ, 6) ได้รับการสอนที่ไม่ดีพอ, 7) ขาดความรอบคอบ, 8) ขาดแรงจูงใจ

เนบอร์ (Nabors. 1975 : 3241) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กระดับมัธยมศึกษา ที่ได้รับการสอนโดยใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์กับเด็กที่ได้รับการสอนแบบเดิมหรือไม่ใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์ช่วย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 จำนวน 100 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์ กับกลุ่มควบคุมที่ใช้การเรียนตามหลักสูตรเดิม ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยเครื่องมือคอมพิวเตอร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสรุปได้ว่า เมื่อนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยไมโครคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่า และนักเรียนที่มีอายุมากกว่าก็สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าเช่นกัน หรือนักเรียนที่มีระดับการศึกษาที่สูงกว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าตามลำดับ และยังได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างเพศชาย และเพศหญิง ผลการวิจัยปรากฏว่าไม่พบว่าเพศชาย หรือเพศหญิงมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน

จากผลการวิจัยดังกล่าว เนบอร์ ได้ชี้ให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กระดับชั้นมัธยมศึกษา ที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่สอนตามหลักสูตรเดิม และนักเรียนที่มีระดับการศึกษาสูงกว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าตามลำดับ

นงนุช วรรณวณะ (2514 : 72 - 73) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า The Balance Problems Test (BPT) ของ ครอสส์ และแกเออร์ เพื่อใช้วัดและเปรียบเทียบความชอบในการเลือกวิธีการแก้ปัญหานักศึกษากลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กับกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการศึกษาปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญห (ไม่คำนึงถึงวิธีการ) มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหโดยอาศัยหลักการมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความสามารถในการแก้ปัญหทั้งสองวิธีไม่มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหเหนือกว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่เชื่อมั่นได้ 95%

จากผลการวิจัยดังกล่าว นงนุช ได้ชี้ให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียวมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะสามารถแก้ปัญหได้ดีกว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

เปรมจิต ทศตะ (2516 : 64 - 71) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าตน ลักษณะความเป็นผู้นำ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสามารถในการแก้ปัญหโดยใช้หลักการเพียงอย่างเดียว และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยปรากฏว่าความสามารถในการแก้ปัญหโดยใช้หลักการเพียงอย่างเดียวมีความสัมพันธ์กันทางบวก กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับการประมาณค่าตนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับลักษณะความเป็นผู้นำ ไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหโดยใช้หลักการเพียงอย่างเดียว

จากผลการวิจัยดังกล่าว เปรมจิต ได้ชี้ให้เห็นว่า ความสามารถที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียวจะมีความสัมพันธ์กันกับแรงจูงใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะความเป็นผู้นำ ยิ่งไปกว่านั้นมีความสัมพันธ์ทางลบกับการประมาณค่าตน

จิตนา ราชรองเมือง (2516 : 70 - 75) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับนักเรียนการสอนแบบสืบสวน สอบสวนที่มีผลต่อการแก้ปัญห และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าความคิดแบบสืบสวนสอบสวน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญห และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญห (โดยไม่คำนึงถึงวิธีการ)

จากผลการวิจัยดังกล่าว จิตนา ได้ชี้ให้เห็นว่า แบบทดสอบการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

งานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบของแบบทดสอบเลือกตอบที่มีผลต่อความเชื่อมั่น

แอนเดอร์สัน และริชาร์ด (Anderson and Richard. 1982 : pl - 9) ได้อธิบายถึงวิธีการทดสอบที่ให้ค่าความเชื่อมั่น โดยกล่าวถึงน้ำหนักของความเชื่อมั่น, ความเป็นไปได้ของคะแนน และการเลือกตัวเลือก ในแง่ที่เป็นพื้นฐานของไมโครคอมพิวเตอร์โดยความสามารถของไมโครคอมพิวเตอร์โดยใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบจะสามารถทดสอบ และอธิบายถึงศักยภาพที่เป็นประโยชน์ ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะให้ค่าความเชื่อมั่นที่สูง, สามารถปรับปรุงผู้เข้าสอบเพื่อประเมินค่าตัวเลือก, สามารถขยายรายละเอียดในการให้เหตุผล, สามารถวินิจฉัยและปรับปรุงตำรา, ทำให้ผู้เข้าสอบมีความสุขยิ่งขึ้น ในการปรับปรุงในเรื่องของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ ตัวอย่างของข้อทดสอบได้ถูกยกขึ้นมาอ้างโดยมีตัวอย่างทั้งหมด 36 ประการ

ออสเตอร์ฮอฟ และพามেলা (Oosterhof and Pamela. 1984 : 287 - 293) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบเลือกตอบที่มีตัวเลือกแตกต่างกัน 3 ชุด กับแบบทดสอบเดิมคำ (Completion) 1 ชุด ในวิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นโจทย์ปัญหา แบบทดสอบเลือกตอบที่มีรูปแบบของตัวเลือกตอบที่มีรูปแบบของตัวเลือกแตกต่างกัน 3 รูปแบบ คือ แบบตัวเลือกเดี่ยว หรือแบบตัวเลือกธรรมดา แบบตัวเลือกปลายเปิด และแบบตัวเลือกเป็นช่วงในการวิจัยครั้งนี้แบบทดสอบมีข้อสอบชุดละ 12 ข้อ โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาธุรกิจศึกษา (Undergraduate Business) จำนวน 232 คน ผลการวิจัยพบว่าค่าความยากของแบบทดสอบเลือกตอบทั้ง 3 ชุด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนแบบทดสอบเดิมคำยากกว่าแบบทดสอบเลือกตอบทั้ง 3 ฉบับ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .02 และผลจากการศึกษาครั้งนี้พบอีกว่า การใช้ตัวเลือกปลายเปิดทำให้แบบทดสอบยากกว่าแบบทดสอบเลือกตอบที่มีตัวเลือกเป็นแบบธรรมดาและตัวเลือกแบบช่วง ถ้าใช้ตัวเลือกปลายเปิดเป็นตัวถูกยิ่งทำให้ข้อสอบยากขึ้น เมื่อพิจารณาถึงความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 4 ชุด ที่คำนวณโดยใช้สูตร KR-20 พบว่า แบบทดสอบแบบเดิมคำมีความเชื่อมั่นสูง รองลงมาคือชนิดตัวเลือกปลายเปิด และชนิดตัวเลือกเป็นช่วง

เบนเดอร์ และเดวิส (Bender and Davis. 1949 : 49 - 60) ได้สำรวจความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา เกี่ยวกับข้อสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้เองที่เกี่ยวกับคำถามที่ใช้ในแบบทดสอบนั้น พบว่านักเรียนชอบคำถามที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหา 70% และชอบคำถามที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริงและรูปภาพ 30% นอกจากนี้เขายังกล่าวไว้อีกว่า นักเรียนมีความเชื่อว่าข้อสอบแบบถูกผิด และแบบเลือกตอบนั้นเปิดโอกาสให้เดาถูกมาก

เกี่ยวกับคำถามที่ว่า ถ้าหากไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีเวลาเตรียมตัวก่อนที่จะสอบแล้ว นักเรียนจะทำแบบทดสอบชนิดใดนั้น พบว่า 49% ชอบทำข้อสอบเลือกตอบ 23% ชอบทำข้อสอบ

ถูกคิด 15% ชอบทำข้อสอบจับคู่ 7% ชอบทำข้อสอบอัตนัย 4% ชอบทำข้อสอบเติมคำ และ 2% ชอบทำข้อสอบชนิดปัญหาเกี่ยวกับคำถามที่ว่า แบบทดสอบชนิดใดที่จะทำให้นักเรียนแสดงความรู้ของตนเองให้เป็นอย่างดี โดยที่นักเรียนมีเวลาในการเตรียมตัวสอบในวิชานั้น พบว่า 38% เป็นแบบทดสอบอัตนัย 29% เป็นแบบทดสอบเติมคำ 15% เป็นแบบทดสอบชนิดปัญหา 9% เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 6% เป็นแบบทดสอบถูกผิด 5% เป็นแบบทดสอบจับคู่

เกี่ยวกับคำถามที่ว่า แบบทดสอบชนิดใดที่ทำให้นักเรียนต้องดูหนังสือมากที่สุดพบว่า แบบทดสอบอัตนัยมาเป็นอันดับที่ 1 และแบบทดสอบเติมคำมาเป็นอันดับที่ 2 จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า 43% เป็นแบบทดสอบอัตนัย 27% เป็นแบบทดสอบเติมคำ

เกี่ยวกับความเห็นของนักเรียนที่ว่า แบบทดสอบชนิดใดที่นักเรียนเห็นว่าคุ้มค่ากับเวลาที่เขาคงต้องเร่งท่องจำ (Cramming) เพื่อที่จะสอบนั้น พบว่า ในแบบทดสอบถูกผิดนักเรียนเห็นว่าคุ้มค่าเพียง 35% แบบทดสอบเลือกตอบคุ้มค่า 35% แบบทดสอบเติมคำคุ้มค่า 63% แบบทดสอบชนิดปัญหาคุ้มค่า 40% และแบบทดสอบอัตนัยคุ้มค่า 60%

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงมีดังนี้

สมิท (Smith. 1978 : 319 - 346) ได้ศึกษาถึงความคลาดเคลื่อนในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่จะมาใช้ในการศึกษาตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงชนิดหลายตัวประกอบ (Multifacet Study) ที่ต้องการใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย ๆ โดยเสนอวิธีลดความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่มไว้ 3 วิธีคือ

1. สุ่มระดับขององค์ประกอบ (Facets) ของสิ่งที่เราต้องการศึกษาให้มากที่สุด
2. สุ่มระดับของผลกระทบอื่น ๆ ที่แสดงในสมการที่เกิดจาก Mean Square ซึ่งเป็นสัดส่วนของประชากรที่ศึกษาทั้งหมด

3. เปลี่ยนรูปแบบของ Design เพื่อลดจำนวนแหล่งของความแปรปรวนในสมการที่เกิดจาก Mean Square และยังลดผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับจำนวนของความแปรปรวนเหล่านั้น

ในกรณีที่เราศึกษาความแปรปรวนของประชากร และจำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนมากภายใต้ข้อจำกัด ในกรณีนี้จะใช้วิธีการลดความคลาดเคลื่อนในข้อ 2 และ 3 ก็เพียงพอแล้ว แต่ถ้ามการสุ่มระดับขององค์ประกอบมีจำนวนน้อย ไม่ว่าจะใช้วิธีการใดก็ตาม ก็ไม่สามารถลดความคลาดเคลื่อนลงได้

โอบราฮิม (Ibrahim. 1984 : 499 - A) ได้ประยุกต์ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง เพื่อประมาณค่าความแปรปรวนที่มีต่อการประเมินวัตถุประสงค์ทางการศึกษา (The Rating of Evaluational Goals) โดยสุ่มตัวอย่างครู 80 คน และนักศึกษา 80 คน ในประเทศซูดานประเมินวัตถุประสงค์ทางการศึกษา

2 ชนิด คือวัตถุประสงค์ที่สำคัญจริง ๆ และวัตถุประสงค์ตามที่คาดหวัง ตัวประกอบในการศึกษามีผู้ประเมิน กลุ่มผู้ประเมิน จำนวนครั้งของการประเมิน ถิ่นที่อยู่ของผู้ประเมิน ชนิดของวัตถุประสงค์ สถานที่ทำงานของผู้ประเมิน และเพศของผู้ประเมิน พบว่าตัวประกอบที่มีผลต่อการประเมินมากที่สุด ได้แก่ ผู้ประเมินและกลุ่มผู้ประเมิน ส่วนสถานที่ทำงานของผู้ประเมิน มีผลเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนตัวประกอบอื่นที่เหลือไม่มีผลต่อการประเมินเลย

กุนนอน (Kunnan. 1992 : 30 - 47) ได้ทำการศึกษาวิธีการวิเคราะห์ 3 ชนิด โดยแบ่งข้อสอบเป็น 3 ฉบับคือ การฟัง การอ่านและศัพท์ ไวยากรณ์ ฉบับละ 30 ข้อเท่า ๆ กันทุกฉบับเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ และแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มตามความสามารถในการสอบ และคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยทฤษฎีการสรุปอ้างอิง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GENOVA ซึ่งออกแบบแผนเป็น $p \times (i : t)$ คือ ข้อสอบที่แฝงอยู่ในแบบทดสอบซึ่งเป็นโมเดลผสม และการคำนวณความเที่ยงตรง โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบและการวิเคราะห์กลุ่มใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS - X โดยแบ่งแบบทดสอบแต่ละฉบับออกเป็น 2 ฉบับ ผลของการวิจัยพบว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแตกต่างกันทุก ๆ กลุ่มและค่าจะสูงในกลุ่มที่มีความสามารถต่ำ ส่วนความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่าการแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ในแต่ละองค์ประกอบจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด โดยสามารถวัดในกลุ่มที่มีความสามารถต่ำ ได้ดีกว่ากลุ่มที่มีความสามารถสูง

มาเกลดี (Macready. 1983 : 149 - 157) ได้ประยุกต์ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงในการประเมินความยากและความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) ของข้อสอบอิงโดเมนที่ใช้ในการวินิจฉัยโดยมีองค์ประกอบที่ศึกษาประกอบด้วย โดเมนการคูณจำนวนเต็ม (d) ห้องเรียน (c) จำนวนหลักของตัวคูณ (n) ข้อสอบซึ่งแฝงอยู่ในโดเมนและจำนวนหลัก $(i : (d \times n))$ ซึ่งมีนักเรียนซึ่งแฝงอยู่ในชั้นเรียน $(s : c)$ จากรูปแบบการวิเคราะห์ G Study แบบ $(s : c) \times (i : (d \times n))$ โดยให้ห้องเรียนนักเรียน และข้อสอบเป็นองค์ประกอบสุ่ม ให้โดเมน และจำนวนหลักของตัวคูณเป็นองค์ประกอบคงที่ พบว่า $(s : c) \times (i : (d \times n))$, e เป็นแหล่งความแปรปรวนที่มีค่ามากที่สุด คือ 47% อีก 4 แหล่งที่มีค่ารองลงไป ได้แก่ ห้องเรียน นักเรียนซึ่งแฝงอยู่ในห้องเรียน โดเมน และผลร่วมระหว่างนักเรียนกับโดเมน $(s : c) \times d$ โดยทั้ง 4 แหล่งมีค่ารวมกันถึง 51% เฉพาะแหล่งความแปรปรวนสุดท้ายหมายถึง ความยากของข้อสอบในแต่ละโดเมนสำหรับนักเรียนแต่ละคนมีค่าไม่เท่ากัน แหล่งความแปรปรวนอื่น ๆ ที่เหลือมีค่าน้อยมาก โดยเฉพาะจำนวนหลักของตัวคูณ Macready สรุปว่าไม่ควรจะใช้ตัวคูณ 4 ตำแหน่ง ใช้เพียง 3 ตำแหน่งก็พอแล้ว เพราะให้ค่าความยากไม่แตกต่างกันอีกแหล่งหนึ่งที่มีค่าน้อยคือ $i : (d \times n)$ แสดงว่าความยากของข้อสอบในทุกโดเมนที่มีตำแหน่งตัวคูณเท่ากัน มีค่าพอ ๆ กัน เมื่อตรวจสอบความยากง่ายรายโดเมน พบว่าเกือบทุกโดเมนมีข้อสอบที่มี

ความยากเท่าเทียมกัน มีเพียงโดเมนที่ 15 ที่ค่อนข้างจะแตกต่างกัน Macready เสนอว่าควรจะแยกให้เป็นโดเมนย่อย หรือนำไปรวมกับโดเมนอื่น จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของข้อสอบแต่ละโดเมน โดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์ 2 รูปแบบ คือ $(s : i)$ และ $(s : r)$ เมื่อ r หมายถึงการสอบซ้ำ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของข้อสอบหนึ่งข้อมีค่าอยู่ระหว่าง .338 ถึง .606

แดง กลางทำไ้ (2531) ได้ประยุกต์ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงในการหาความเชื่อมั่น (reliability) ของการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา รูปแบบการวัดในการศึกษานั้น ผู้เชี่ยวชาญทุกคนประเมินความเที่ยงตรง (ความเหมาะสม) ของข้อสอบทุกข้อว่าวัดตรงจุดประสงค์เพียงใด รูปแบบการวัดในการศึกษานี้ คือ $i \times (r : s)$ โดยผู้เชี่ยวชาญทุกคนประเมินข้อสอบทุกข้อ และผู้เชี่ยวชาญถูกสุ่มมาจากโรงเรียนแต่ละโรงเรียนจำนวนเท่า ๆ กัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเซต จำนวน 30 ข้อ และแบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาชนิด 5 มาตรา โดยที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง และวิเคราะห์ข้อมูลตามกระบวนการวิเคราะห์การสรุปอ้างอิง ผลการศึกษาพบว่า 1) ข้อสอบที่ผู้เชี่ยวชาญซึ่งอยู่ในโรงเรียน $(r : s)$ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบกับโรงเรียนเป็นแหล่งความแปรปรวน ที่มีอิทธิพลต่อการประมาณค่าความเชื่อมั่นของการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ, 2) รูปแบบการวัดที่ให้ค่าความเชื่อมั่นของการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญสูงสุดสำหรับรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบ $i \times (r : s)$ คือ $M3(I-S/R)$, 3) สำหรับขนาดกลุ่มตัวอย่างที่จะเป็นตัวแทนของสมาชิกทั้งหมดในเอกภพของตัวประกอบแต่ละตัวที่พอจะหาได้ คือข้อสอบอย่างน้อย 9 ข้อ และผู้เชี่ยวชาญไม่เกิน 9 คน ต่อโรงเรียนโดยสุ่มจากโรงเรียนอย่างน้อย 7 โรงเรียนจึงจะให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอย่างน้อยมีค่าเท่ากับ 0.80, 4) การเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างของตัวประกอบแต่ละตัวทำให้ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าลดลง และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างของตัวประกอบที่ต้องการสรุปอ้างอิงจะทำให้สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าการเพิ่มขนาดตัวอย่างของตัวประกอบอื่น และการสรุปอ้างอิงผลการวัดไปยังเอกภพจำกัด จะให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงกว่าการสรุปอ้างอิงผลการวัดไปยังเอกภพไม่จำกัด

ไพรัตน์ วงษ์นาม (2533) ได้ประยุกต์ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงในแบบทดสอบความเรียง และเปรียบเทียบผลของวิธีตรวจ การชี้แจง และการรู้ผลการเรียนของผู้ตอบ โดยวัดความสามารถในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข่าวและเหตุการณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พร้อมทั้งเลือกวิธีตรวจ จำนวนผู้ตรวจและจำนวนข้อสอบที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง .50 เป็นอย่างต่ำ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ นักเรียน (p) จำนวน 30 คน ข้อสอบ (i) แบบความเรียงที่ผู้วิจัย

สร้างขึ้น จำนวน 5 ข้อ และครู จำนวน 20 คน สุ่มแบ่งผู้ตรวจ (r) เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน กลุ่มหนึ่งตรวจวิธีประเมินรวม อีกกลุ่มหนึ่งตรวจวิธีวิเคราะห์ แบบแผนที่ใช้ $p \times i \times r$ ผลการวิจัยพบว่า เมื่อสรุปอ้างอิงไปยังเอกภพของข้อสอบและผู้ตรวจพร้อมกัน (M1) ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบแบบความเรียงที่ตรวจโดย วิธีประเมินรวมมีค่าอยู่ระหว่าง .3328 - .4782 และตรวจด้วยวิธีวิเคราะห์มีค่าอยู่ระหว่าง .3348 - .5895 เมื่อสรุปอ้างอิงไปยังเอกภพของผู้ตรวจอย่างเดียว (M2) ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของวิธีประเมินรวม มีค่าอยู่ระหว่าง .4743 - .6865 สำหรับวิธีการวิเคราะห์ มีค่าอยู่ระหว่าง .5985 - .7761 วิธีตรวจ การชี้แจง และการรู้ผลการเรียนของผู้สอบต่างกัน ไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง สำหรับ M1 และ M2 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของการตรวจตามที่ได้รับการชี้แจงมีค่าสูงกว่าการตรวจโดยใช้ประสบการณ์เดิมเฉพาะกรณีที่ผู้ตรวจที่ได้รับการฝึกอบรมไม่รู้ผลการเรียนของผู้สอบเท่านั้น ถ้ารู้ผลการเรียนของผู้สอบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงจะไม่แตกต่างกัน ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของการตรวจที่ผู้ตรวจไม่รับรู้ประวัติการเรียนของผู้สอบ มีค่าสูงกว่าการตรวจที่ผู้ตรวจรับรู้ประวัติการเรียนของผู้สอบ และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่ได้จากขั้นการตัดสินใจโดยมีวิธีตรวจจำนวนข้อสอบ และจำนวนผู้ตรวจที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงไม่น้อยกว่า .50 คือวิธีตรวจวิเคราะห์ตามที่ได้รับการชี้แจง และผู้ตรวจไม่รู้ผลการเรียนของผู้สอบ ใช้ข้อสอบจำนวน 6 ข้อ ผู้ตรวจจำนวนอย่างน้อย 5 คน สำหรับ (M1) และผู้ตรวจจำนวน 5 คน และข้อสอบจำนวน 5 ข้อ สำหรับ (M2)

จะเห็นว่าทฤษฎีการสรุปอ้างอิง สามารถนำไปประยุกต์เข้ากับการวัดและประเมินผลในหลาย ๆ สถานการณ์ได้ดี นับตั้งแต่การพัฒนาแบบทดสอบจนถึงการตีความหมายของคะแนน กล่าวได้ว่าสามารถพัฒนาการวัดผลได้ครบวงจรทีเดียว

สมมติฐาน

จากการศึกษาทฤษฎี และงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงดังเสนอไว้ในบทที่ 2 สามารถกำหนดสมมติฐานตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

1. ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบมีค่าแตกต่างกัน ทดสอบโดยใช้การทดสอบ - UX , (Woodruff and Feldt. 1986 : 393 - 413)

2. ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบ มีค่าอยู่ในช่วงความเชื่อมั่น 95% (95% Confident Interval) ของค่าพารามิเตอร์ความเชื่อมั่นที่แท้จริงทดสอบโดยใช้วิธีการของคริสทอฟ (Kristof. 1972 : 303)

บทที่ ๓

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ต้องการศึกษาว่ารูปแบบใดของแบบทดสอบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ จะให้ค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าและมีค่าเข้าใกล้ค่าพหุคูณความเชื่อมั่นที่แท้จริง ซึ่งมีวิธีดำเนินการตามรายละเอียดต่อไปนี้

ประชากร

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ศึกษากับเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทพศิรินทร์ จำนวน 197 คน โรงเรียนชินโอสถ จำนวน 147 คน และโรงเรียนวัดราชบพิธ จำนวน 119 คน ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งเรียนวิชาคอมพิวเตอร์เป็นวิชาเลือกตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 รวมทั้งสิ้น 463 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกจากประชากรโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 120 คน จาก 3 โรงเรียนข้างต้น การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ทำการเลือก 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1. เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการทดลองเครื่องมือ

จากการสุ่มอย่างง่ายจากประชากร ได้กลุ่มตัวอย่างดังนี้ โรงเรียนเทพศิรินทร์ จำนวน 50 คน โรงเรียนชินโอสถ จำนวน 50 คน โรงเรียนวัดราชบพิธ จำนวน 50 คน รวมทั้งสิ้น 150 คน

กลุ่มที่ 2. เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย

2.1 จากการสุ่มอย่างง่ายจากประชากรที่เข้าถึงได้ ได้กลุ่มตัวอย่างดังนี้ โรงเรียนเทพศิรินทร์ จำนวน 40 คน โรงเรียนชินโอสถ จำนวน 40 คน และโรงเรียนวัดราชบพิธ จำนวน 40 คน รวมทั้งสิ้น 120 คน (ซึ่งเป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มตัวอย่างแรก)

2.2 จัดเรียงลำดับนักเรียนแต่ละกลุ่มของแต่ละโรงเรียนตามคะแนนเฉลี่ยสะสมของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2.3 แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 3 กลุ่ม โดยการสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนที่จัดเรียงลำดับไว้แล้ว ครั้งละ 3 ลำดับที่เรียงต่อเนื่องกันภายในกลุ่ม มาทีละคนแยกออกเป็น 3 กลุ่มทดลอง จนได้นักเรียนครบกลุ่มละ 40 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 120 คน ดังตาราง 2 ซึ่งจะทำได้ค่าสังเกตทั้งหมด $n_p \times (n_i : n_c)$ เท่ากับ $40 \times (5 \times 6)$ หรือ 1200 ค่าสังเกตซึ่งเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

ตามเกณฑ์ของ สมิท (Smith. 1978 : 319 - 346) ที่กำหนดว่าเมื่อมีสามองค์ประกอบต้องมีค่าสังเกตอย่างน้อย 1000 ค่า

ตาราง 2 แสดงจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มทดลอง	จำนวนนักเรียน
กลุ่มที่ 1	40
กลุ่มที่ 2	40
กลุ่มที่ 3	40
รวม	120

วิธีดำเนินการศึกษากันคว่ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. นำแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพ รายชื่อแล้ว ไปทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 120 คน

1.1 กลุ่มทดลองที่ 1 ทดสอบด้วยแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 รูปแบบ และทุกคนในกลุ่มทดลองที่ 1 จะต้องสอบด้วยแบบทดสอบที่เขียนตอบลงบนกระดาษ (เปรมจิต ทศตะ)

1.2 กลุ่มทดลองที่ 2 ทดสอบด้วยแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 รูปแบบ และทุกคนในกลุ่มทดลองที่ 2 จะต้องสอบด้วยแบบทดสอบที่เขียนตอบลงบนกระดาษ (เปรมจิต ทศตะ)

1.3 กลุ่มทดลองที่ 3 ทดสอบด้วยแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 รูปแบบ และทุกคนในกลุ่มทดลองที่ 3 จะต้องสอบด้วยแบบทดสอบที่เขียนตอบลงบนกระดาษ (เปรมจิต ทศตะ)

2. นำผลการทดสอบของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 รูปแบบ ที่โปรแกรมตรวจให้แล้ว ส่วนแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่เขียนตอบลงบนกระดาษ (เปรมจิต ทศตะ) มาตรวจให้คะแนน

3. คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ โดยใช้สูตร ฏูเคอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20)

4. คำนวณหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ แต่ละรูปแบบโดยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยการเขียนตอบลงบนกระดาษของปรเมจิต ทศะ เป็นเกณฑ์แล้วนำมาหาค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนของแบบทดสอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ

5. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G Study) ดังนี้

จากสูตรของเบรนนอนและเคน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GENOVA ในการออกแบบ $p \times (i : c)$ ซึ่ง p คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร ที่มีการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในโรงเรียน i คือ ข้อคำถาม c คือ เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด โดยใช้โมเดลเป็นแบบผสม (Mix Model) คือ p และ i ได้มาโดยการสุ่ม (Random) ส่วน c ได้มาโดยองค์ประกอบกำหนด (Fix)

6. คำนวณหาค่าการตัดสินใจ (D Study) ดังนี้

จากการคำนวณ (G Study) ซึ่งได้แหล่งความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ แล้วนำมาศึกษาจำนวนข้อ จำนวนเงื่อนไขว่าจำนวนเท่าไรจึงเหมาะสม

7. ทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นรายคู่ ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ โดยวิธี UX , ของ วูดรuff และเฟลด์ (Woodruff and Feldt. 1986 : 393 - 413) ถ้าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะต้องทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของพิทแมน (Feldt. 1980 : 102 ; Citing Pitman. 1939)

8. คำนวณหาค่าช่วงความเชื่อมั่นที่ใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ความเชื่อมั่นที่แท้จริง

คำนวณโดยใช้วิธีของคริสทอฟ (Kristof. 1972 : 383) เพื่อดึงการทราบช่วงความเชื่อมั่นที่แท้จริงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบว่าแบบใดอยู่ในวิสัยที่สามารถปฏิบัติได้ และทำให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าและวิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วยแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สามรูปแบบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ

ในการสร้างแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ มีวิธีดำเนินการสร้างดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในด้าน ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงตรง และค่าความเชื่อมั่น

2. ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบการแก้ปัญหา ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาแบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบความสมดุล (The Balance Problems Test : BPT) ซึ่งเป็นแบบทดสอบของ ครอสส์ และแกเออร์ (Cross and Gaier. 1955 : 193 - 206) สำหรับผลงานวิจัยในประเทศได้มีผู้นำเอาแบบทดสอบการแก้ปัญหามาใช้ในการวิจัยซึ่งแบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นในลักษณะการเขียนตอบลงบนกระดาษ ซึ่งได้แก่งานวิจัยของ นงนุช วรรณวาทะ (นงนุช วรรณวาทะ. 2514) และของ เปรมจิต ทศตะ (เปรมจิต ทศตะ. 2516) ซึ่งจากการศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วพบว่าแบบทดสอบการแก้ปัญหาเป็นแบบทดสอบที่อาศัยหลักการ และข้อเท็จจริงในการที่จะสอบวัดว่าผู้สอบมีความสามารถในการแก้ปัญหามากน้อยเพียงใด และแบบทดสอบการแก้ปัญหานั้นสร้างขึ้นนั้นล้วนเป็นแบบทดสอบที่อาศัยการเขียนตอบลงบนกระดาษทั้งสิ้น แต่เนื่องจากเทคโนโลยีทางการศึกษาได้เจริญก้าวหน้าไปมากมายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ ทางการศึกษาและการทดสอบ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนซึ่งรวมทั้งการวัด และประเมินผลการศึกษาจึงได้นำเอาเทคโนโลยีเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้อย่างกว้างขวาง ดังเห็นได้จากการพัฒนาระบบการวัดและประเมินผล ด้วยคอมพิวเตอร์ในต่างประเทศซึ่งอาจจัดได้เป็นสี่รุ่นดังนี้ คือ (Bunderson Inouye and Olsenin Linn. 1989 : 372) 1) การทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Testing : CT) ซึ่งเป็นการนำไมโครคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การจดบันทึกคะแนน และการรายงานผลการสอบ, 2) การพัฒนาคอมพิวเตอร์ในการทดสอบ (Computer-Adaptive Testing : CAT) นำมาใช้ในลักษณะคล้ายกันกับแบบแรก และสามารถนำมาใช้กับการทดสอบในระบบการตอบข้อสอบ (IRT) ที่มีมาตรวัด (Scales) มิติเดียว (Unidimensional), 3) การวัดแบบต่อเนื่อง (Continuous Measurement : CM) ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับแบบที่สอง แต่ได้เพิ่มเติมการแปลผลการสอบ และนำทฤษฎีการตอบข้อสอบ (IRT) มาใช้มากยิ่งขึ้น, 4) การวัดสติปัญญา (Intelligent Measurement : IM) เป็นการพัฒนาคือจากแบบที่สามให้มีการแปลผลการสอบอย่างละเอียดมากขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาแบบทดสอบการแก้ปัญหา โดยได้สร้างแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้น แล้วนำทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ซึ่งเป็นทฤษฎีของ เบรนนอน (Brennan. 1983 : 2 - 5) นำมาใช้ในการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบ

ทดสอบนี้ เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่สามารถรวมแหล่งความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ของการวัดที่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีความถูกต้องแม่นยำ และทฤษฎีการสรุปอ้างอิงยังเหมาะที่จะนำมาใช้ในการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ที่มีเงื่อนไขสถานการณ์ที่ต่างกัน

3. สร้างนิยามเชิงปฏิบัติการของการแก้ปัญหา ดังที่นำเสนอไว้ในหน้า 6
4. สร้างแบบทดสอบตามนิยาม ที่เขียนด้วยชุดของคำสั่งโปรแกรม Thaishow
5. ตรวจสอบคุณภาพรายข้อโดยหาความเที่ยงตรงเชิงพินิจโดยใช้ผู้ควบคุมปริญญาโทเป็นผู้ตรวจ จำนวน 60 ข้อในแต่ละรูปแบบ
6. จัดพิมพ์แบบทดสอบและเขียนชุดคำสั่งลงในโปรแกรม Thaishow ซึ่งโปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมกราฟิกที่สามารถจะสร้างแบบทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้ (อาจหาญ สัตยารักษ์. 2536 : 15 - 17, 152 - 162) สำหรับงานวิจัยนี้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบชนิดเลือกตอบ และแบบหลายตัวเลือก
7. นำแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 รูปแบบ ไปทดลองสอบครั้งที่หนึ่ง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการสุ่มจำนวนทั้งหมด 150 คน โดยแบบทดสอบแต่ละรูปแบบจะทดสอบกับนักเรียน 50 คน
8. นำแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่เขียนตอบลงบนกระดาษ (เปรมจิต ทศตะ) นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 40 คน เป็นจำนวน 120 คน เพื่อนำข้อมูลมาหาสหสัมพันธ์กับข้อมูลที่สอบวัดด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
9. นำผลที่ได้จากการสอบครั้งที่หนึ่ง มาหาคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้
 - 9.1 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ (หาโดยการนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ไปหาความสัมพันธ์ กับ แบบทดสอบการแก้ปัญหของเปรมจิต) (เปรมจิต ทศตะ. 2516 : 25 - 26) จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบพบว่ามีความเที่ยงตรง .924, .788 และ .809 ตามลำดับซึ่งสูงพอที่จะนำมาใช้ในครั้งนี้ (หาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยวิธีวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ภายใน (Item-Total Correlation ใช้สูตร Pearson Product-Moment) (Garrett. 1969 : 143)
 - 9.2 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ (หาโดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร คูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20) (KR-20) (Guilford. 1965 : 459) พบว่ามีความเชื่อมั่น .833, .838 และ .851 ตามลำดับ
 - 9.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพรายข้อของเครื่องมือทั้ง 3 ฉบับปรากฏผล ดังนี้
แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ฉบับที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว จำนวน 30 ข้อ มีค่าพิสัยของค่าความยากง่าย

รายข้ออยู่ระหว่าง .240 ถึง .800 ส่วนพิสัยของค่าอำนาจจำแนกรายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง .214 ถึง .714 (ค่าความยากง่ายรายข้อ และค่าอำนาจจำแนกรายข้อได้จากภาคผนวก 101)

แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ฉบับที่ 2 เป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ที่อาศัยหลักการและข้อเท็จจริง จำนวน 30 ข้อ มีค่าพิสัยของ ค่าความยากง่ายรายข้ออยู่ระหว่าง .180 ถึง .720 ส่วนพิสัยของค่าอำนาจจำแนกรายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง .286 ถึง .786 (ค่าความยากง่ายรายข้อ และค่าอำนาจจำแนกรายข้อได้จากภาคผนวก 102)

9.3 แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ฉบับที่ 3 เป็นข้อสอบเลือกตอบ หลายตัวเลือก ที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว จำนวน 30 ข้อ มีค่าพิสัยของ ค่าความยากง่ายรายข้ออยู่ระหว่าง .280 ถึง .660 ส่วนพิสัยของค่าอำนาจจำแนกรายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง .286 ถึง .929 (ค่าความยากง่ายรายข้อ และค่าอำนาจจำแนกรายข้อได้จากภาคผนวก 103)

ลักษณะของแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ฉบับที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียวประกอบด้วยข้อคำถาม 6 ชุด ๆ ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ แต่ละชุดของข้อปัญหามีคำชี้แจง และรูปแบบของแบบทดสอบดังนี้

คำชี้แจง

- 1) แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบการแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสมดุลมี 6 ชุด ๆ ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ เวลาทำ 30 นาที
- 2) แต่ละชุดของข้อปัญหาสามารถแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว
- 3) ข้อปัญหาแต่ละข้อจะอยู่ทางซ้ายมือของหน้าจอภาพ ส่วนทางขวาจะเป็นรายละเอียดของ "หลักการ" ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้ทั้ง 5 ข้อในชุดหนึ่ง ๆ
- 4) วิธีการตอบข้อปัญหาแต่ละข้อ ถ้านักเรียนต้องการจะตอบตัวเลือกใด ให้ใช้ลูกศรเลื่อนไปยังตัวเลือกที่จะตอบนั้น ซึ่งในแต่ละข้อนั้นจะให้เวลาในการตอบข้อละ 1 นาที
- 5) เมื่อเลือกตอบตัวเลือกใดๆ แล้วให้กดแป้น (Enter) แล้วเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะเปลี่ยนเป็นข้อต่อไปโดยอัตโนมัติ
- 6)* พึงจำไว้ว่า "หลักการ" อันเดียวจะสามารถใช้ประโยชน์ในการแก้ข้อปัญหาได้ทั้ง 5 ข้อ ซึ่งในการให้คะแนนของแต่ละข้อแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

6.1 ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบโจทย์การแก้ปัญหาถูกโดยอาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว

6.2 ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบโจทย์การแก้ปัญหาผิดโดยอาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว

7) ถ้ามีอะไรสงสัย ให้รับถามเสียเดี๋ยวนี้ เพราะเมื่อเริ่มลงมือทำจริงแล้วจะ ไม่มีการถามใด ๆ ทั้งสิ้น

* ข้อความในข้อ 6 จะไม่ปรากฏในแบบทดสอบของผู้สอบ
ตัวอย่างแบบทดสอบที่ปรากฏบนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์

ภาควิชา
การวัดผลและวิจัยทางการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ขอ เสนอ

แบบทดสอบการแก้ปัญหา...
โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

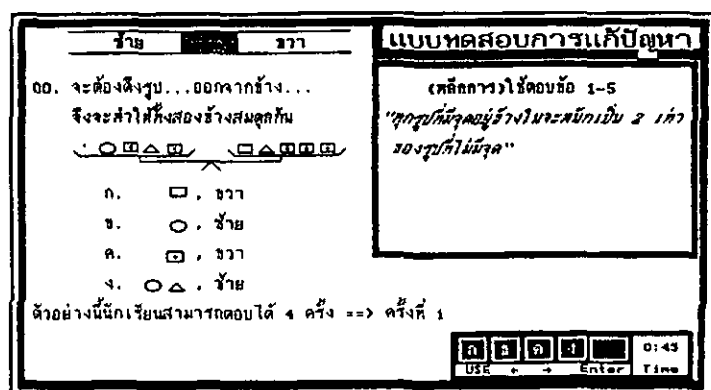
โดย นายชาญ วัชรเดช

คำชี้แจง "การแก้ปัญหา" ... โดยใช้คอมพิวเตอร์

ตอบข้อละ 1 นาที

5. เมื่อเลือกตอบตัวเลือกใด ๆ แล้วให้กดแป้น (Enter) แล้วเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะ เปลี่ยนเป็นข้อต่อไปโดยอัตโนมัติ
6. ถ้ามีอะไรสงสัย ให้รับถามเสียเดี๋ยวนี้ เพราะ เมื่อเริ่มลงมือทำจริงแล้ว จะไม่มีการถามใด ๆ ทั้งสิ้น

ต่อไปมีคือ ตัวอย่าง
ขอให้นักเรียนทำความเข้าใจ



2. แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ฉบับที่ 2 เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการและข้อเท็จจริงประกอบด้วยข้อคำถาม 6 ชุด ๆ ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งมีคำชี้แจงและรูปแบบของแบบทดสอบดังนี้

คำชี้แจง

1) แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบการแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสมดุลมี 6 ชุด ๆ ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ เวลาทำ 30 นาที

2) แต่ละชุดของข้อปัญหาสามารถแก้ได้โดยใช้วิธีการที่ต่างกัน 2 วิธี คือ ก) ใช้หลักการ และหรือ ข) ใช้ข้อเท็จจริง

3) ข้อปัญหาแต่ละข้อจะอยู่ทางซ้ายมือของหน้าจอภาพ ส่วนทางขวาจะเป็นรายละเอียดที่จำเป็นของทั้งสองวิธี โดยส่วนบนจะเป็น "หลักการ" ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้หมดทั้ง 5 ข้อในชุดหนึ่ง ๆ ถัดลงมาเป็น "ข้อเท็จจริง" ของทั้ง 5 ข้อซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาแต่ละข้อ

4) วิธีการตอบข้อปัญหาแต่ละข้อ นักเรียนสามารถตอบโดยอาศัยหลักการ และอาศัยข้อเท็จจริงก็ได้ ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถตอบข้อปัญหาโดยอาศัยหลักการเพียงอย่างเดียวได้นักเรียนมีวิธีการปฏิบัติดังนี้

4.1) จากจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์จะประกอบไปด้วยสองส่วน คือข้อปัญหาและหลักการ ถ้านักเรียนสามารถตอบข้อปัญหาได้หลังจากดูหลักการอย่างเดียว นักเรียนก็กดแป้น N หลังจากนั้น ก็จะมีตัวเลือกปรากฏบนหน้าจอแล้วนักเรียนก็ใช้ลูกศรเลื่อนไปยังตัวเลือกที่นักเรียนจะตอบ โดยในการตอบข้อปัญหาแต่ละข้อนั้นจะให้เวลาในการตอบข้อละ 1 นาที

4.2) จากจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์จะประกอบไปด้วยสองส่วน คือข้อปัญหา และหลักการ ถ้านักเรียนไม่สามารถตอบข้อปัญหาได้หลังจากดูหลักการอย่างเดียว นักเรียนก็กดแป้น Y หลังจากนั้นหน้าจอภาพก็ปรากฏข้อเท็จจริงเพิ่มขึ้นแล้วนักเรียนก็พิจารณาว่า นักเรียนจะตอบตัวเลือกใด แล้วใช้ลูกศรเลื่อนในการที่จะเลือกตอบตัวเลือกนั้น ซึ่งในแต่ละข้อนั้นจะให้เวลาในการตอบข้อละ 1 นาที

5) เมื่อเลือกตอบตัวเลือกใด ๆ แล้วให้กดแป้น (Enter) แล้วเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะเปลี่ยนเป็นข้อต่อไปโดยอัตโนมัติ

6)* พึงจำไว้ว่า “หลักการ” อันเดียวจะสามารถใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้ทั้ง 5 ข้อ แต่ถ้าข้อไหนนักเรียนแก้ปัญหาไม่ได้ นักเรียนสามารถที่จะดู “ข้อเท็จจริง” เพื่อที่จะแก้ปัญหาในข้อนั้น ซึ่งในการให้คะแนนจะแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือ

6.1 ให้ 1 คะแนนเมื่อนักเรียนตอบโจทย์การแก้ปัญหาถูกโดยอาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว

6.2 ให้ 0 คะแนนเมื่อนักเรียนตอบโจทย์การแก้ปัญหาถูกโดยอาศัยหลักการและข้อเท็จจริงร่วมกัน หรือดูหลักการอย่างเดียวกแล้วตอบผิด

6.3 ให้ -1 คะแนนเมื่อนักเรียนตอบโจทย์การแก้ปัญหาผิดโดยอาศัยหลักการและข้อเท็จจริงร่วมกัน

7) ถ้ามีอะไรสงสัย ให้รับถามเสียเดี๋ยวนี้ เพราะเมื่อเริ่มลงมือทำจริงแล้วจะ ไม่มีการถามใด ๆ ทั้งสิ้น

* ข้อความในข้อ 6 จะไม่ปรากฏในแบบทดสอบของผู้สอบ
ตัวอย่างแบบทดสอบที่ปรากฏบนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์

สาขาวิชา การวัดผลและวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ขอ เสนอ แบบทดสอบการแก้ปัญหา... โดยใช้ในไมโครคอมพิวเตอร์ โดย นายธานี วชิรมงคล
--

คำชี้แจง "การแก้ปัญหา" ... โดย ใช้คอมพิวเตอร์

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบการแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสมดุลมี 6 ชุด ชุดละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ เวลาทำ 30 นาที
2. แต่ละชุดของข้อปัญหาสามารถแก้ได้โดยใช้วิธีการที่ต่างกัน 2 วิธี คือ ก) ใช้หลักการ และหรือ ข) ใช้ข้อเท็จจริง
3. ข้อปัญหาลักษณะนี้จะอยู่ทางซ้ายมือของหน้าจอภาพ ส่วนทางขวาจะเป็นรายละเอียดที่จำเป็นของทั้งสองวิธี โดยส่วนบนจะเป็น "หลักการ" ซึ่งสามารถใส่ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้หมดทั้ง 5 ข้อในชุดหนึ่ง ๆ ถัดลงมาจะเป็น "ข้อเท็จจริง" ของทั้ง 5 ข้อ ซึ่งสามารถใส่ประโยชน์ในการแก้ปัญหาแต่ละข้อ

คำชี้แจง "การแก้ปัญหา" ... โดย ใช้คอมพิวเตอร์

๑. วิธีการตอบข้อปัญหาลักษณะนี้ นักเรียนสามารถตอบโดยอาศัยหลักการ และอาศัยข้อเท็จจริงก็ได้ ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถตอบข้อปัญหาโดยอาศัยหลักการเพียงอย่างเดียวได้นักเรียนมีวิธีการปฏิบัติดังนี้
 - ๔.๑ จากจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์จะประกอบไปด้วยสองส่วน คือข้อปัญหา และหลักการ ถ้านักเรียนสามารถตอบข้อปัญหาได้หลังจากหลักการอย่างเดียว นักเรียนก็กดปุ่ม ๗ หลังจากนั้น จะมีตัวเลขปรากฏบนหน้าจอแล้วนักเรียนก็ใช้ลูกศรเลื่อนไปยังตัวเลขที่นักเรียนจะตอบ โดยในการตอบข้อปัญหาลักษณะนี้นักเรียนจะได้เวลาในการตอบข้อละ ๑ นาที

คำชี้แจง "การแก้ปัญหา" ... โดย ใช้คอมพิวเตอร์

- ๔.๒ จากจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์จะประกอบไปด้วยสองส่วน คือข้อปัญหา และหลักการ ถ้านักเรียนไม่สามารถตอบข้อปัญหาได้หลังจากหลักการอย่างเดียว นักเรียนก็กดปุ่ม ๗ หลังจากนั้น หน้าจอภาพก็ปรากฏข้อเท็จจริงเพิ่มขึ้นแล้วนักเรียนก็พิจารณาว่า นักเรียนจะตอบตัวเลขใดใช้ลูกศรเลื่อนในการที่จะเลือกตอบตัวเลขเลือก ซึ่งในแต่ละข้อนั้นจะได้เวลาในการตอบข้อละ ๑ นาที
๕. เมื่อเลือกตอบตัวเลขใด ๆ แล้วก็กดปุ่ม (Enter) แล้วเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะเปลี่ยนเป็นข้อต่อไป

คำชี้แจง "การแก้ปัญหา" ... โดย ใช้คอมพิวเตอร์

๔. ถ้ามีอะไรสงสัย ให้รีบถามเสียตอนนี้ เพราะเมื่อเริ่มลงมือทำจริงแล้ว จะไม่มีการถามใด ๆ ทั้งสิ้น

**ต่อไปนี้เป็น ตัวอย่าง
ขอให้นักเรียนทำความเข้าใจ**

วัย	ชา	แบบทดสอบการแก้ปัญหา
0.	จะต้องเพิ่มรูป...เข้าที่ข้าง...	หลักการให้ตอบข้อ 1-5 "ทุกรูปที่มีจุดอยู่ข้างในจะนับเป็น 2 ค่า ของรูปที่ไม่มีจุด"
	จึงจะค่าได้ทั้งสองข้างสมดุลกัน	
	$\square \triangle \square \square$ / $\square \square \triangle \square$	
ก.	☐ , ชา	
ข.	☐ , ช่าย	
ค.	☐ , ชา	
ง.	☐ , ช่าย	
ตัวอย่างนี้นักเรียนสามารถตอบได้ 4 ครั้ง ==> ครั้งที่ 1		$\square, \square, \triangle = 6$ $\square, \square = 12$
ถ้าไอ้จ๋อเท็จจริงกด Y ถ้าไม่จริงกด N		USE * + - Enter Time

วัย	ชา	แบบทดสอบการแก้ปัญหา
00.	จะต้องดึงรูป...ออกจากข้าง...	หลักการให้ตอบข้อ 1-5 "ทุกรูปที่มีจุดอยู่ข้างในจะนับเป็น 2 ค่า ของรูปที่ไม่มีจุด"
	จึงจะค่าได้ทั้งสองข้างสมดุลกัน	
	$\square \square \triangle \square$ / $\square \triangle \square \square$	
ก.	☐ , ชา	
ข.	☐ , ช่าย	
ค.	☐ , ชา	
ง.	☐ , ช่าย	
ตัวอย่างนี้นักเรียนสามารถตอบได้ 4 ครั้ง ==> ครั้งที่ 1		$\square, \square, \triangle = 6$ $\square = 12$
ถ้าไอ้จ๋อเท็จจริงกด Y ถ้าไม่จริงกด N		USE * + - Enter Time

3. แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ฉบับที่ 3 เป็นข้อสอบปรนัยแบบหลายตัวเลือก โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ประกอบด้วยข้อคำถาม 6 ชุด ๆ ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ แต่ละชุดของข้อปัญหามีลักษณะคำชี้แจงและรูปแบบของแบบทดสอบดังนี้

คำชี้แจง

- 1) แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบการแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสมดุลมี 6 ชุด ๆ ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ เวลาทำ 30 นาที
- 2) แต่ละชุดของข้อปัญหาสามารถแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการอันเดียวกัน
- 3) ข้อปัญหาแต่ละข้อจะอยู่ทางซ้ายมือของหน้าจอภาพ ส่วนทางขวาจะเป็นรายละเอียดของ "หลักการ" ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้ทั้ง 5 ข้อในชุดหนึ่ง ๆ
- 4) วิธีการตอบข้อปัญหาแต่ละข้อ ให้นักเรียนคิดหาคำตอบไว้ก่อน แล้วนำคำตอบไปดูว่าตรงกับตัวเลือกใด แล้วใช้ลูกศรเลื่อนไปยังตัวเลือกที่จะตอบนั้น
- 5) เมื่อเลือกตอบตัวเลือกใด ๆ แล้วให้กดแป้น (Enter) แล้วเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะเปลี่ยนเป็นข้อต่อไปโดยอัตโนมัติ
- 6)* พึงจำไว้ว่า "หลักการ" อันเดียวจะสามารถใช้ประโยชน์ในการแก้ข้อปัญหาได้ทั้ง 5 ข้อ ซึ่งในการให้คะแนนของแต่ละข้อแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

6.1 ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนสามารถเขียนคำตอบถูกในแต่ละข้อปัญหาสำหรับข้อปัญหาที่จะต้องเติมคำตอบสองแห่งนักเรียนจะต้องสามารถเขียนคำตอบถูกทั้งสองแห่งจึงจะได้คะแนน

6.2 ให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนเขียนคำตอบผิดในแต่ละข้อปัญหาสำหรับข้อปัญหาที่จะต้องเติมคำตอบสองแห่ง ถ้านักเรียนเขียนคำตอบถูกเพียงแห่งใดแห่งหนึ่ง หรือนักเรียนเขียนคำตอบผิดทั้งสองแห่ง แล้วนักเรียนก็จะได้คะแนน 0 เช่นกัน

7) ถ้ามีอะไรสงสัย ให้รีบถามเสียเดี๋ยวนี้ เพราะเมื่อเริ่มลงมือทำจริงแล้วจะไม่มีใครถามใด ๆ ทั้งสิ้น

* ข้อความในข้อ 6 จะไม่ปรากฏในแบบทดสอบของผู้สอบ

ตัวอย่างแบบทดสอบที่ปรากฏบนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์

ภาควิชา
การวัดผลและวิจัยการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ขอ เสนอ

แบบทดสอบการแก้ปัญหา...
โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

โดย นายชาญ วชิรเดช

คำชี้แจง "การแก้ปัญหา"... โดยใช้คอมพิวเตอร์

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบการแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสมดุลมี 6 ชุด ชุดละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ เวลาทำ 30 นาที
2. แต่ละชุดของข้อปัญหาสามารถทำได้โดยอาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว
3. ข้อปัญหาค่ะข้อจะอยู่ทางซ้ายมือของหน้าจอภาพ ส่วนทางขวาจะเป็นรายละเอียดของ "หลักการ" ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้ทั้ง 5 ข้อ ในชุดหนึ่ง ๆ
4. วิธีการตอบข้อปัญหาค่ะข้อ ให้นักเรียนคิดหาคำตอบไว้ก่อน แล้วนำคำตอบไปดูว่าตรงกับตัวเลือกใด โดยตัวเลือกนั้นจะอยู่ด้านล่างของจอภาพ แล้วใช้ลูกศร

คำชี้แจง "การแก้ปัญหา"... โดยใช้คอมพิวเตอร์

- เลื่อนไปยังตัวเลือกที่จะตอบนั้น ถ้าข้อปัญหาค่ะข้อมีทั้งที่จะตอบ 2 แห่ง เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะทำการเช็คให้โดยอัตโนมัติ
5. เมื่อเลือกตอบตัวเลือกใด ๆ แล้วให้กดปุ่ม (Enter) แล้วเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะเปลี่ยนให้ตอบในแห่งต่อไป หรือข้อต่อไปโดยอัตโนมัติ
 6. ถ้ามีอะไรสงสัย ให้รีบถามเสียเดี๋ยวนี้ เพราะเมื่อเริ่มลงมือทำจริงแล้ว จะไม่มีใครถามใด ๆ ทั้งสิ้น

4. นักเรียนจะได้แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ คนละรูปแบบ และให้นักเรียนนำแผ่นดิสก์ที่ได้ใส่เข้าที่ไดรฟ์ A: แล้วเปิดเครื่อง
5. เมื่อนักเรียนอ่านคำชี้แจง และเข้าใจวิธีการของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ แต่ละรูปแบบที่ทุกคนได้รับแล้ว ให้นักเรียนเริ่มลงมือทำแบบทดสอบ
6. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานและสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนน ในแบบทดสอบ
2. ค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยใช้ Biserial เทคนิค 27% วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป TEP (Test Evaluation Package Program)
3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ วิเคราะห์โดยใช้สูตรคูเตอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) (Guilford. 1965 : 459)

$$r_{\alpha} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n p_i q_i}{S_i^2} \right)$$

เมื่อ	r_{α}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p_i	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ
	q_i	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ $1 - p_i$
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

4. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSSPC⁺ (Statistical Package for the Social Sciences) โดยใช้สูตรคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient) (Garrett. 1969 : 143)

$$r_{tt} = \frac{N\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{[N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนตัวแปร X กับตัวแปร Y
	ΣX	แทน	ผลรวมของคะแนน X
	ΣY	แทน	ผลรวมของคะแนน Y
	ΣX^2	แทน	ผลรวมของ X แต่ละตัวยกกำลังสอง
	ΣY^2	แทน	ผลรวมของ Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	ΣXY	แทน	ผลรวมของผลคูณ X กับ Y ทุกคู่
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

5. ประมวลค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ($E\rho^2$) โดยใช้สูตรของเบรนนอนและ เคนวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GENOVA (Generalized Analysis of Variance System) (Brennan. 1983 : 17)

$$E\rho^2 = \frac{\sigma^2(T)}{\sigma^2(T) + \sigma^2(\delta)}$$

เมื่อ	$E\rho^2$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
	$\sigma^2(T)$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ
	$\sigma^2(\delta)$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน

6. ทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่มากกว่า 2 ค่า ที่ได้จาก จากกลุ่มตัวอย่างที่คล้ายคลึงกันโดยใช้สูตร UX_1 (Woodruff and Feldt. 1986 : 393 - 413) วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSSPC⁺ (Statistical Package for the Social Sciences)

$$UX_1 = \sum_{i=1}^m \frac{(u_i - \bar{u})^2}{s_u^2 - c_u}$$

$$\bar{u} = \sum_{i=1}^m \frac{u_i}{m}$$

$$u_i = w_i^{1/3}$$

$$w_i = \frac{1}{1 - a_i}$$

$$s_u^2 = \frac{2}{9m(m-1)(N_c-1)} \sum_{i=2}^m \sum_{j=1}^{i-1} [r(x_i, x_j)]^2 u_i u_j$$

$$N_c = N \left(\frac{n-1}{n+1} \right)$$

เมื่อ	UX_1	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงคล้ายกับ χ^2 ที่ $df = m - 1$
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทดสอบ
	n	แทน	จำนวนค่าสังเกตหรือจำนวนข้อสอบ
	m	แทน	จำนวนค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
	a_i	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
	s_u^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน u_i
	$\bar{u}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน u_i
	N_c	แทน	การปรับแก้ตัวสมการของความเป็นอิสระ

c_u แทน ค่าที่ปรับแก้ความแปรปรวนของ u_i ในกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงคำนวณจากกลุ่มตัวอย่างที่คล้ายคลึงกัน

$r(x_i, x_j)$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบที่จับคู่กัน

7. การทดสอบภายหลังเมื่อผลการทดสอบ UX_1 มีนัยสำคัญทางสถิติ ใช้สูตรของ พิตแมน (Pitman, 1939) ในกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่างที่มีความใกล้เคียงกัน และใช้ตาราง Dunn Multiple Comparison Test ซึ่งเรียกว่า Dunn - Sidak Table ซึ่งเป็นตาราง แบบ Two - Tailed t-test

$$t_{n-2} = \frac{(W-1)(N-2)^{1/2}}{[4W(1-r_{x_i x_j}^2)]^{1/2}}$$

$$W = \frac{(1-r_2)}{(1-r_1)}$$

เมื่อ	N	แทน	จำนวนนักเรียน
	r	แทน	สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
	$r_{x_i x_j}$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบ โดยวิธี Phi Correlation

8. สถิติวิเคราะห์สำหรับประมาณค่าช่วงความเชื่อมั่น (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง) ของพารามิเตอร์ความเชื่อมั่น (True Reliability Parameter) โดยการแบ่งแบบทดสอบเป็นสองส่วน โดยสมมติให้แต่ละส่วนมีความคู่ขนานกัน และมีการแจกแจงแบบทวินามโดยประมาณ แล้วคำนวณด้วยสูตรของคริสทอฟ (Kristof. 1972 : 383) ดังนี้

$$t = \frac{[r_c' - \rho_r](N-1)}{2\sqrt{[(1-r_c')(1-\rho_r)]}}$$

เมื่อ	t	แทน	การแจกแจงแบบ (t -distribution) ด้วย $df = (N-1)$
	N	แทน	จำนวนคู่ของข้อสอบ
	ρ_r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบ

$$r_c^* = \frac{4S_{12}}{(S_1^2 + S_2^2 + 2S_{12})}$$

เมื่อ	r_c^*	แทน	ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ
	S_{12}	แทน	ความแปรปรวนร่วมระหว่าง S_1^2 และ S_2^2
	S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจากการสอบของข้อสอบส่วนที่ 1
	S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจากการสอบของข้อสอบส่วนที่ 2

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

T1	แทน	แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ <u>อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว</u> ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
T2	แทน	แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ <u>อาศัยหลักการและข้อเท็จจริง</u> ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
T3	แทน	แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ <u>อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว</u> ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก
<i>p</i>	แทน	ผล (effect) ขององค์ประกอบของนักเรียน ในเอกภพของการสังเกตที่สามารถยอมรับได้
<i>c</i>	แทน	ผล (effect) ขององค์ประกอบของเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด ในเอกภพของการสังเกตที่สามารถยอมรับได้
<i>i: c</i>	แทน	ผล (effect) ขององค์ประกอบของข้อสอบ ที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด ในเอกภพของการสังเกตที่สามารถยอมรับได้
<i>pc</i>	แทน	ผลร่วม (interaction effect) ระหว่างนักเรียน กับเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด
<i>pi: c</i>	แทน	ผลร่วม (interaction effect) ระหว่างนักเรียนทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด
<i>N_p, N_i, N_c</i>	แทน	ขนาดของเอกภพขององค์ประกอบนักเรียน ข้อสอบ และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด ในขั้นการวิเคราะห์ความแปรปรวน

n_p, n_c, n_i	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างหรือระดับขององค์ประกอบนักเรียน ข้อสอบ และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดในชั้น การวิเคราะห์ความแปรปรวน
α	แทน	ผลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่เขียนในรูปทั่วไปแทนได้ทั้งผลหลัก (main effects) และผลร่วม (interaction effects) ในชั้นการวิเคราะห์ ความแปรปรวน
$SS(\alpha)$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของค่าความเบี่ยงเบนของ α
$MS(\alpha)$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกำลังสองของค่าความเบี่ยงเบนของ α
$\sigma^2(\alpha)$	แทน	ค่าประมาณความแปรปรวน
$p \times (I: C)$	แทน	แบบแผนการวัดที่นักเรียน (p) เป็นผู้ที่ถูกวัดซึ่งได้จากการสุ่ม ส่วน ข้อสอบ (I) เป็นเงื่อนไขการวัดที่ได้จากองค์ประกอบสุ่มแท้จริง และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด (C) เป็นเงื่อนไข การวัดที่ได้จากองค์ประกอบกำหนด
$\mu\sigma^2(\alpha)$	แทน	ค่าประมาณความแปรปรวนของสิ่งที่ถูกวัด
$\sigma^2(T)$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ
$\sigma^2(\delta)$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน
$E\rho^2$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
n'_p, n'_i, n'_c	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างหรือระดับขององค์ประกอบของนักเรียน ข้อสอบ และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด ในชั้นการตัดสินใจ (D Study)
UX_1	แทน	สถิติทดสอบที่มีการแจกแจงคล้ายกับ Chi-Square
r_c^*	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ที่นำไปใช้เป็นเกณฑ์เปรียบ เทียบในสูตรของ T - Kristof

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

แบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งสามรูปแบบได้ตรวจสอบ หลักฐานของความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างแล้ว โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหที่ สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ไปหาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบการแก้ปัญหของเปรมจิต

(เปรมจิต ทศะ. 2516 : 25 - 26) พบว่ามีความเที่ยงตรง .924, .788 และ .809 ตามลำดับซึ่งสูงพอที่จะนำมาใช้ในครั้งนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ได้นำคะแนนจากการสอบมาคำนวณหาค่าสถิติพื้นฐานซึ่งได้แก่ คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งสามรูปแบบ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 3

๑๖
ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ

รูปแบบ	จำนวนข้อ	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
T1	30	15.100	5.878
T2	30	18.725	4.862
T3	30	14.475	5.402

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 3 พบว่าแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์รูปแบบ T1, T2 และ T3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.100, 18.725 และ 14.475 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของแบบทดสอบเท่ากับ 5.878, 4.862 และ 5.402 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 การประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ 3 ตัว ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ

การวิเคราะห์ในตอนนี้ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อคำนวณหาขนาดของความแปรปรวนจากแหล่งต่าง ๆ ในเอกภพของค่าสังเกตที่เป็นไปได้ทั้งหมด ที่แยกเป็นอิสระจากกัน ขององค์ประกอบ 3 ตัว ได้แก่ นักเรียน (p) ข้อสอบ (i) และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด (c) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ แต่ละรูปแบบ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 4 - 6

ตาราง 4 แสดงการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ 3 ตัว ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

$$p \times (i:c) \left(n_p = 40, n_c = 6, n_i = 30 \right)$$

แหล่งของความแปรปรวน	df	$SS(\alpha)$	$MS(\alpha)$	$\sigma^2(\alpha)$	คิดเป็นร้อยละ
p	39	44.9200	1.1518	.0324	12.7811
c	5	9.7567	1.9513	.0023	.9073
i:c	24	34.9300	1.4554	.0319	12.5838
pc	195	41.7100	.2139	.0067	2.6430
pi:c	936	168.6700	.1802	.1802	71.0848
รวม	1199	299.9867		.2535	100.0000

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 4 พบว่าผลการสอบด้วยแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ รูปแบบ (T1) ให้ค่าความแปรปรวนของแหล่งต่าง ๆ เมื่อเทียบกับค่าความแปรปรวนรวม มีค่าเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ ความแปรปรวนของผลรวมระหว่างนักเรียนทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แบ่งอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด $\sigma^2(pi:c)$ มีค่าคิดเป็นร้อยละ 71 ของความคลาดเคลื่อนทั้งหมด ความแปรปรวนของนักเรียน $\sigma^2(p)$ ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของคะแนนอันเนื่องมาจากความสามารถในการแก้ปัญหของผู้สอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ มีค่าคิดเป็นร้อยละ 13 ความแปรปรวนของผลรวมของข้อสอบทุกข้อที่แบ่งอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด $\sigma^2(i:c)$ แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของคะแนนอันเนื่องมาจากข้อสอบทุกข้อที่แบ่งอยู่ในแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด มีค่าคิดเป็นร้อยละ 12 ความแปรปรวนของผลรวมระหว่างนักเรียนกับเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด $\sigma^2(pc)$ แสดงถึงความสามารถของผู้ตอบแต่ละคน ร่วมกับเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดแต่ละเงื่อนไขทำให้คะแนนที่วัดได้แตกต่างกัน มีค่าคิดเป็นร้อยละ 3 และความแปรปรวนของเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด $\sigma^2(c)$ แสดงให้เห็นว่าเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมีผลทำให้คะแนนที่วัดได้แตกต่างกันมีค่าคิดเป็นร้อยละ 1

ตาราง 5 แสดงการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ 3 ตัว ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการและข้อเท็จจริง ชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

$$p \times (i:c) \left(n_p = 40, n_c = 6, n_i = 30 \right)$$

แหล่งของความแปรปรวน	df	$SS(\alpha)$	$MS(\alpha)$	$\sigma^2(\alpha)$	คิดเป็นร้อยละ
p	39	34.6133	.8875	.0225	7.7187
c	5	3.4667	.6933	0	0
i:c	24	24.8300	1.0346	.0205	7.0326
pc	195	76.2667	.3911	.0357	12.2470
pi:c	936	199.1700	.2128	.2128	73.0017
รวม	1199	388.3467		.2915	100.0000

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 5 พบว่าผลการสอบด้วยแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ รูปแบบ (T2) ให้ค่าความแปรปรวนของแหล่งต่าง ๆ เมื่อเทียบกับค่าความแปรปรวนรวม มีค่าเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ ความแปรปรวนของผลรวมระหว่างนักเรียนทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด $\sigma^2(pi:c)$ มีค่าคิดเป็นร้อยละ 73 ของความคลาดเคลื่อนทั้งหมด ความแปรปรวนของผลรวมระหว่างนักเรียนกับเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด $\sigma^2(pc)$ แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแต่ละคนกับเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดแต่ละเงื่อนไขทำให้คะแนนที่วัดได้แตกต่างกัน มีค่าคิดเป็นร้อยละ 12 ความแปรปรวนของนักเรียน $\sigma^2(p)$ ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างอันเนื่องมาจากความสามารถในการแก้ปัญหของผู้สอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ มีค่าคิดเป็นร้อยละ 7 ผลของข้อสอบที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด $\sigma^2(i:c)$ ทำให้คะแนนที่วัดได้แตกต่างกัน มีค่าคิดเป็นร้อยละ 7 และความแปรปรวนของเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด $\sigma^2(c)$ มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดไม่ได้ทำให้คะแนนที่วัดได้แตกต่างกัน

ตาราง 6 แสดงการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ 3 ตัว ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัยแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก

$$p \times (i:c) \left(n_p = 40, n_c = 6, n_i = 30 \right)$$

แหล่งของความแปรปรวน	df	$SS(\alpha)$	$MS(\alpha)$	$\sigma^2(\alpha)$	คิดเป็นร้อยละ
p	39	38.2633	.9811	.0261	10.2877
c	5	3.9967	.7993	0	0
i:c	24	23.3000	.9708	.0193	7.6074
pc	195	48.9367	.2510	.0106	4.1781
pi:c	936	185.1000	1.2690	.1977	77.9267
รวม	1199	299.5967		.2537	100.0000

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 6 พบว่าผลการสอบด้วยแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ รูปแบบ (T3) ให้ค่าความแปรปรวนของแหล่งต่าง ๆ เมื่อเทียบกับค่าความแปรปรวนรวม มีค่าเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ ความแปรปรวนระหว่างนักเรียนทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด $\sigma^2(pi:c)$ มีค่าคิดเป็นร้อยละ 78 ของความคลาดเคลื่อนทั้งหมด ความแปรปรวนของนักเรียน $\sigma^2(p)$ ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างอันเนื่องมาจากความสามารถในการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ มีค่าคิดเป็นร้อยละ 10 ผลการสอบข้อสอบที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด $\sigma^2(i:c)$ ทำให้ได้คะแนนแตกต่างกัน มีค่าคิดเป็นร้อยละ 7 ความแปรปรวนของผลรวมระหว่างนักเรียนกับเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด $\sigma^2(pc)$ ซึ่งแสดงถึงผู้ตอบแต่ละคนกับเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดแต่ละเงื่อนไขทำให้ได้คะแนนแตกต่างกัน มีค่าคิดเป็นร้อยละ 4 และความแปรปรวนของเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด $\sigma^2(c)$ มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดไม่ได้ทำให้คะแนนคลาดเคลื่อน

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ

การวิเคราะห์ในตอนนี้มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญเพื่อศึกษาทำการเปรียบเทียบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งสามรูปแบบมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามรูปแบบของแบบทดสอบแต่ละแบบหรือไม่ จากนั้นวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่คำนวณได้ด้วยสูตร UX_1 ของ วูดรฟฟ์และเฟลด์ต์ (Woodruff and Feldt. 1986 : 393 - 413) ถ้าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะต้องทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของพิทแมน (Pitman. 1939) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ของแต่ละรูปแบบ $\left(n_p = 40, n_c = 6, n_i = 30 \right)$ โดยใช้แบบแผน $p \times (i:c)$

รูปแบบ	เอกภพของการอ้างอิง	$\sigma^2(T)$	$\sigma^2(\delta)$	$E\rho^2$	ทดสอบความแตกต่าง UX_1
T1	i - Random, c - Fixed	.0324	.0060	.8436	3.0766
T2	i - Random, c - Fixed	.0225	.0071	.7602	
T3	i - Random, c - Fixed	.0261	.0066	.7984	

$$\chi^2(\alpha = .05, df = 2) = 5.99$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 7 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ รูปแบบ (T1) รูปแบบ (T2) และรูปแบบ (T3) สามารถวัดการแก้ปัญหานักเรียนโดยสรุปอ้างอิงไปยังเอกภพของข้อสอบที่มีขนาดไม่จำกัดกับเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดที่มีขนาดจำกัด มีค่าเท่ากับ .8436, .7602 และ .7984 ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ รูปแบบ (T1), รูปแบบ (T2) และ รูปแบบ (T3) แต่ละค่าด้วยสถิติ UX_1

ของ วูดรฟฟ์และเฟลด์ต์ (Woodruff and Feldt. 1986 : 393 - 413) พบว่าต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าแบบทดสอบการแก้ปัญหแต่ละรูปแบบ ให้ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยที่คำนวณจากแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบให้ค่าใกล้เคียงกัน หรือกล่าวได้ว่าค่าความเชื่อมั่นที่ต่างกันไม่ได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของแบบทดสอบ

ตอนที่ 4 การศึกษาการตัดสินใจสรุปอ้างอิง (D Study) จำนวนข้อสอบ และจำนวนเงื่อนไขของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ของแต่ละรูปแบบ

เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ

การวิเคราะห์ในตอนนี้ เป็นการใช้อัตราจาก (G Study) มาสรุปอ้างอิงคุณภาพของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยมีเงื่อนไขการวัดคือ จำนวนข้อสอบ และจำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด ซึ่งผู้วิจัยมีความประสงค์เพื่อต้องการลดความคลาดเคลื่อน และเพิ่มความแม่นยำในการสรุปอ้างอิง โดยให้ขนาดของข้อสอบ และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด ของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบให้อยู่ระหว่าง 1 - 10 ข้อ และ 1 - 6 เงื่อนไข ตามลำดับ ซึ่งเป็นจำนวนที่อยู่ในวิสัยที่สามารถจะนำไปปฏิบัติได้ โดยถือว่าจำนวนข้อ และจำนวนเงื่อนไขแบบใดจะให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงสุด ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 8 - 17 ตามลำดับ

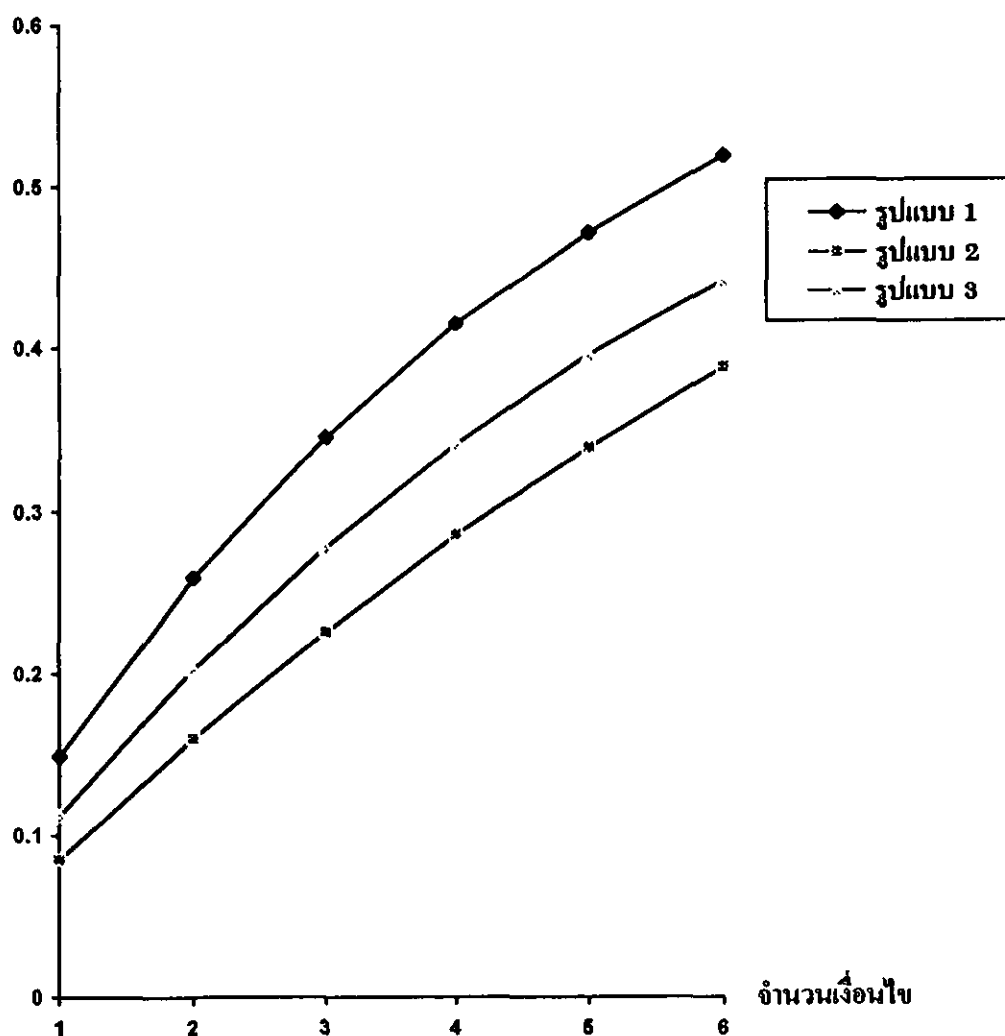
ตาราง 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อน และ
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 6 \right)$

รูปแบบ	$n'_i =$	1	1	1	1	1	1
	$n'_c =$	1	2	3	4	5	6
T1	$\sigma^2(T) =$	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239
	$\sigma^2(\delta) =$	.18582	.09235	.06119	.04561	.03627	.03003
	$E\rho^2 =$	.14842	.25964	.34609	.41522	.47175	.51884
T2	$\sigma^2(T) =$	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249
	$\sigma^2(\delta) =$	.24251	.11828	.07687	.05617	.04375	.03546
	$E\rho^2 =$	.08487	.15977	.22635	.28593	.33955	.38807
T3	$\sigma^2(T) =$	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611
	$\sigma^2(\delta) =$	.20662	.10242	.06769	.05033	.03991	.03296
	$E\rho^2 =$	.11220	.20315	.27837	.34161	.39553	.44204

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 8 พบว่า เมื่อกำหนดให้มีจำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของ
โจทย์ปัญหาดังแต่ 1 ถึง 6 สถานการณ์โดยแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมี
ข้อสอบจำนวน 1 ข้อ พบว่าแบบทดสอบรูปแบบ (T1) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
ได้เท่ากับ .1484, .2596, .3461, .4152, .4718 และ .5188 ตามลำดับ รูปแบบ (T2) จะประมาณค่า
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .0849, .1598, .2264, .2859, .3395 และ .3881 ตามลำดับ
และรูปแบบ (T3) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .1122, .2032, .2784, .3416,
.3955 และ .4420 ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นอย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้นำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้น ดังแสดงในภาพประกอบ 4

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง



ภาพประกอบ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สามรูปแบบ ที่มีจำนวนข้อคำถาม 1 ข้อ ในแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ รวมทั้งฉบับมี 6 ข้อ ตามแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 6 \right)$

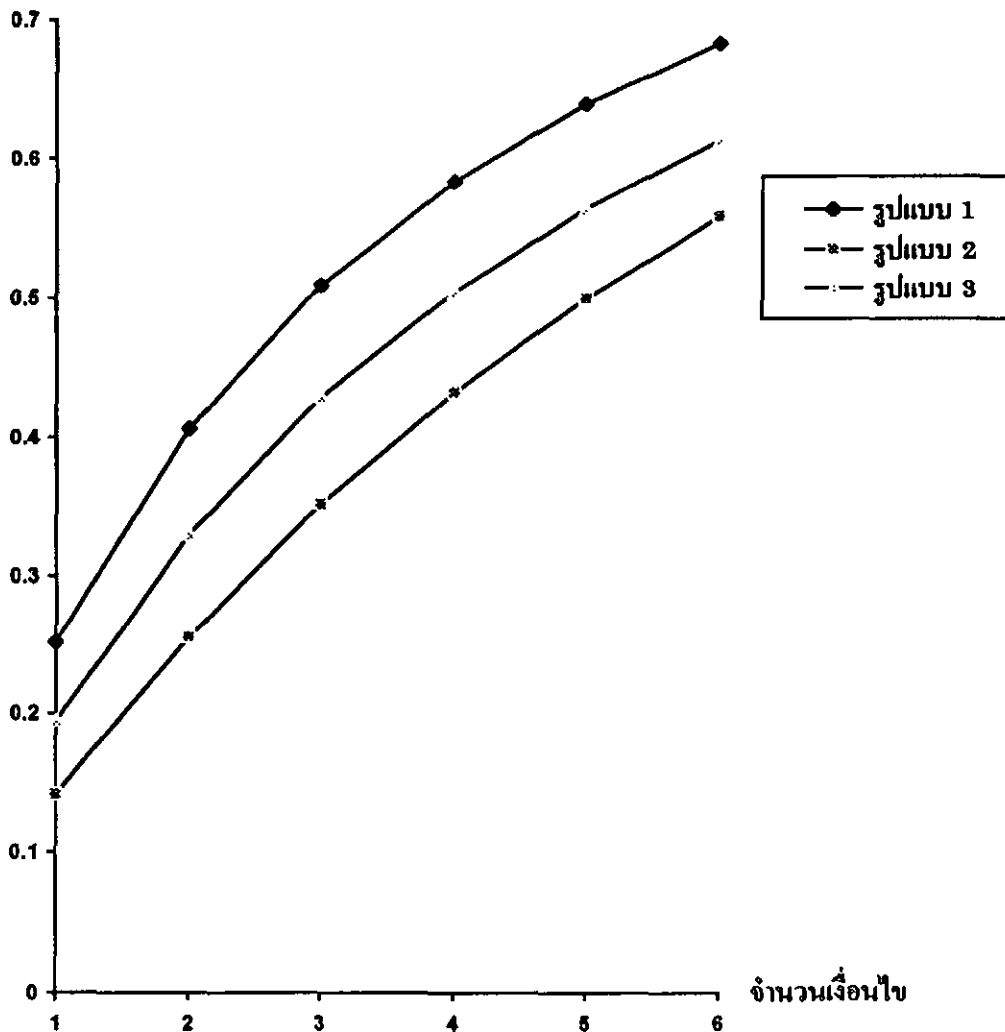
ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อน และ
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 12 \right)$

รูปแบบ	$n'_i =$	2	2	2	2	2	2
	$n'_c =$	1	2	3	4	5	6
T1	$\sigma^2(T) =$	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239
	$\sigma^2(\delta) =$	.09572	.04730	.03116	.02309	.01824	.01502
	$E\rho^2 =$	.25281	.40644	.50967	.58382	.63965	.68321
T2	$\sigma^2(T) =$	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249
	$\sigma^2(\delta) =$	.13611	.06509	.04141	.02957	.02247	.01773
	$E\rho^2 =$	.14181	.25682	.35197	.43201	.50026	.55915
T3	$\sigma^2(T) =$	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611
	$\sigma^2(\delta) =$	.10775	.05299	.03473	.02561	.02013	.01648
	$E\rho^2 =$	.19507	.33012	.42916	.50489	.56468	.61308

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 9 พบว่า เมื่อกำหนดให้มีจำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของ
โจทย์ปัญหาดังแต่ 1 ถึง 6 สถานการณ์โดยแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมี
ข้อสอบจำนวน 2 ข้อ พบว่าแบบทดสอบรูปแบบ (T1) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
ได้เท่ากับ .2528, .4064, .5097, .5838, .6396 และ .6832 ตามลำดับ รูปแบบ (T2) จะประมาณค่า
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .1418, .2568, .3520, .4320, .5003 และ .5591 ตามลำดับ
และรูปแบบ (T3) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .1951, .3301, .4292,
.5049, .5647 และ .6131 ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นอย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้นำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้น ดังแสดงในภาพประกอบ 5

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง



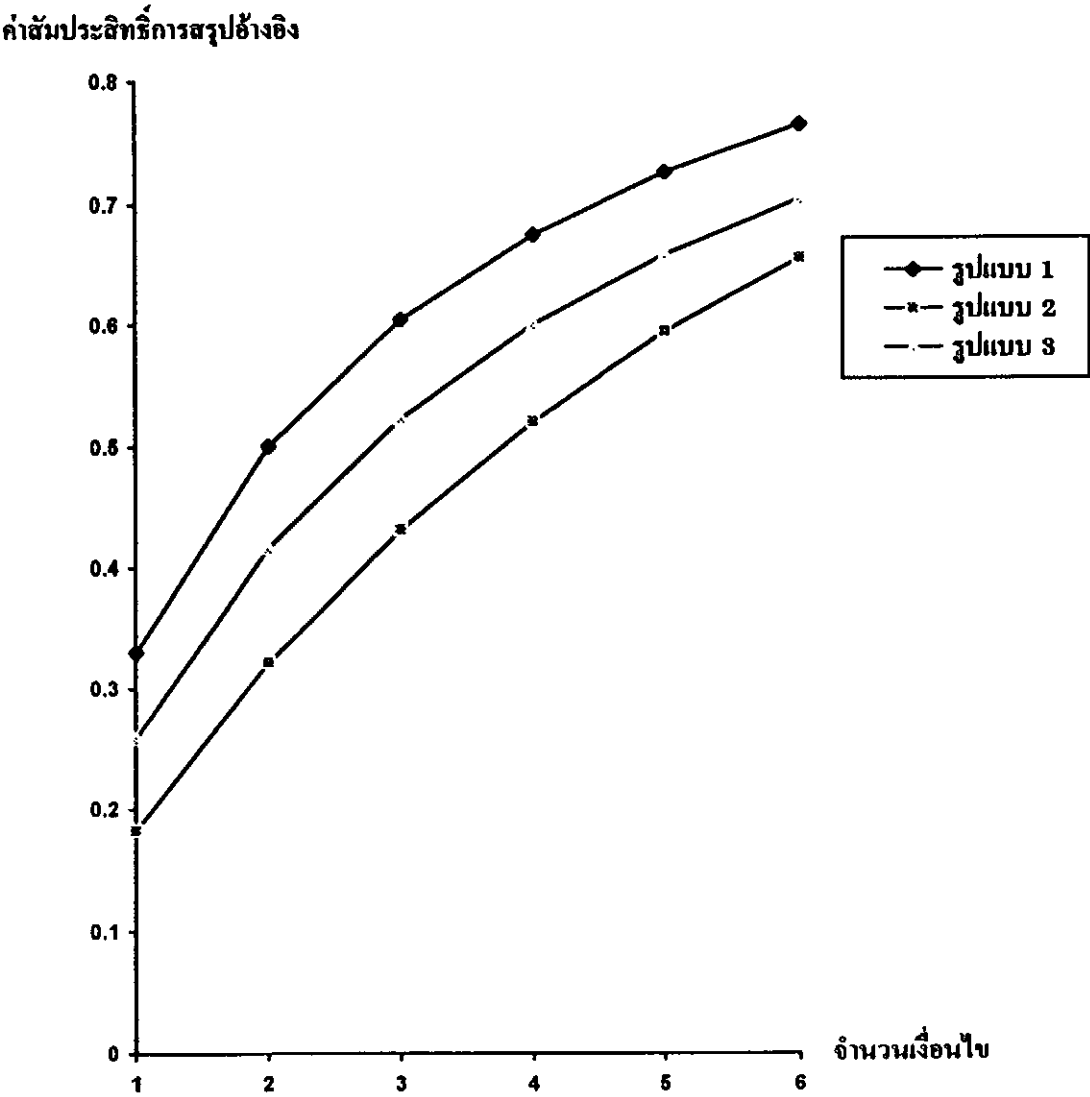
ภาพประกอบ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สามรูปแบบ ที่มีจำนวนข้อคำถาม 2 ข้อ ในแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ รวมทั้งฉบับมี 12 ข้อ ตามแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 12 \right)$

ตาราง 10 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อน และ
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 18 \right)$

รูปแบบ	$n'_i =$	3	3	3	3	3	3
	$n'_c =$	1	2	3	4	5	6
T1	$\sigma^2(T) =$	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239
	$\sigma^2(\delta) =$	.06568	.03228	.02115	.01558	.01224	.01001
	$E\rho^2 =$	.33024	.50082	.60499	.67521	.72575	.76387
T2	$\sigma^2(T) =$	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249
	$\sigma^2(\delta) =$	.10065	.04735	.02959	.02070	.01537	.01182
	$E\rho^2 =$	.18265	.32202	.43187	.52068	.59397	.65547
T3	$\sigma^2(T) =$	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611
	$\sigma^2(\delta) =$	.07479	.03651	.02375	.01737	.01354	.01099
	$E\rho^2 =$	.25880	.41700	.52372	.60057	.65855	.70386

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 10 พบว่า เมื่อกำหนดให้มีจำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของ
โจทย์ปัญหาดังแต่ 1 ถึง 6 สถานการณ์โดยแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมี
ข้อสอบจำนวน 3 ข้อ พบว่าแบบทดสอบรูปแบบ (T1) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
ได้เท่ากับ .3302, .5008, .6050, .6752, .7257 และ .7639 ตามลำดับ รูปแบบ (T2) จะประมาณค่า
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .1826, .3220, .4319, .5207, .5940 และ .6555 ตามลำดับ
และรูปแบบ (T3) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .2588, .4170, .5237, .6006,
.6585 และ .7039 ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นอย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้นำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้น ดังแสดงในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สามรูปแบบ ที่มีจำนวนข้อคำถาม 3 ข้อ ในแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ รวมทั้งฉบับมี 18 ข้อ ตามแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 18 \right)$

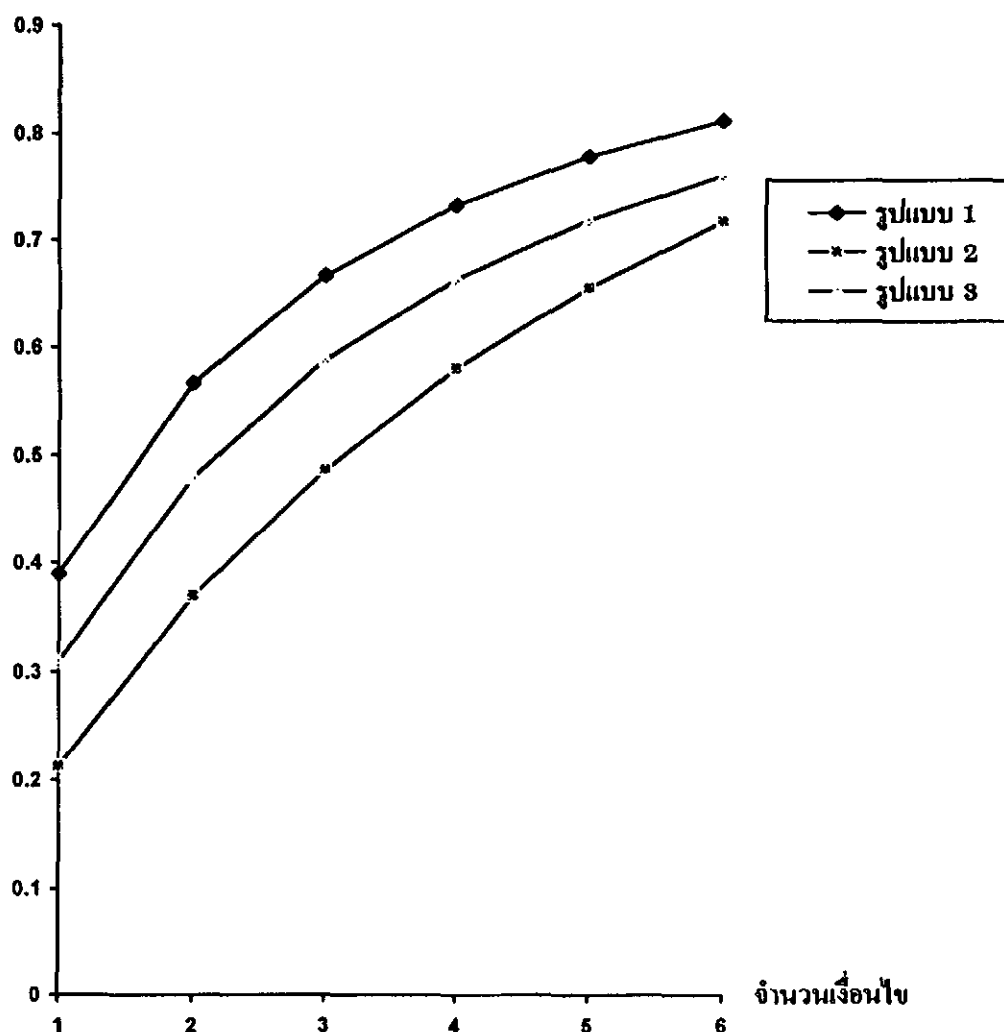
ตาราง 11 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อน และ
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 24 \right)$

รูปแบบ	$n'_i =$	4	4	4	4	4	4
	$n'_c =$	1	2	3	4	5	6
T1	$\sigma^2(T) =$	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239
	$\sigma^2(\delta) =$	.05067	.02477	.01614	.01182	.00923	.00751
	$E\rho^2 =$	.38995	.56661	.66740	.73255	.77812	.81179
T2	$\sigma^2(T) =$	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249
	$\sigma^2(\delta) =$	.08292	.03849	.02368	.01627	.01183	.00887
	$E\rho^2 =$	.21337	.36884	.48716	.58023	.65535	.71725
T3	$\sigma^2(T) =$	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611
	$\sigma^2(\delta) =$	.05831	.02827	.01825	.01325	.01024	.00824
	$E\rho^2 =$	.30932	.48019	.58857	.66344	.71826	.76013

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 11 พบว่า เมื่อกำหนดให้มีจำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของ
โจทย์ปัญหาดังแต่ 1 ถึง 6 สถานการณ์โดยแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมี
ข้อสอบจำนวน 4 ข้อ พบว่าแบบทดสอบรูปแบบ (T1) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
ได้เท่ากับ .3899, .5666, .6674, .7326, .7781 และ .8118 ตามลำดับ รูปแบบ (T2) จะประมาณค่า
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .2134, .3688, .4872, .5802, .6554 และ .7173 ตามลำดับ
และรูปแบบ (T3) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .3093, .4802, .5886, .6634,
.7183 และ .7601 ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นอย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้นำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้น ดังแสดงในภาพประกอบ 7

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง



ภาพประกอบ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สามรูปแบบ ที่มีจำนวนข้อคำถาม 4 ข้อ ในแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ รวมทั้งฉบับมี 24 ข้อ ตามแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 24 \right)$

ตาราง 12 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อน และ

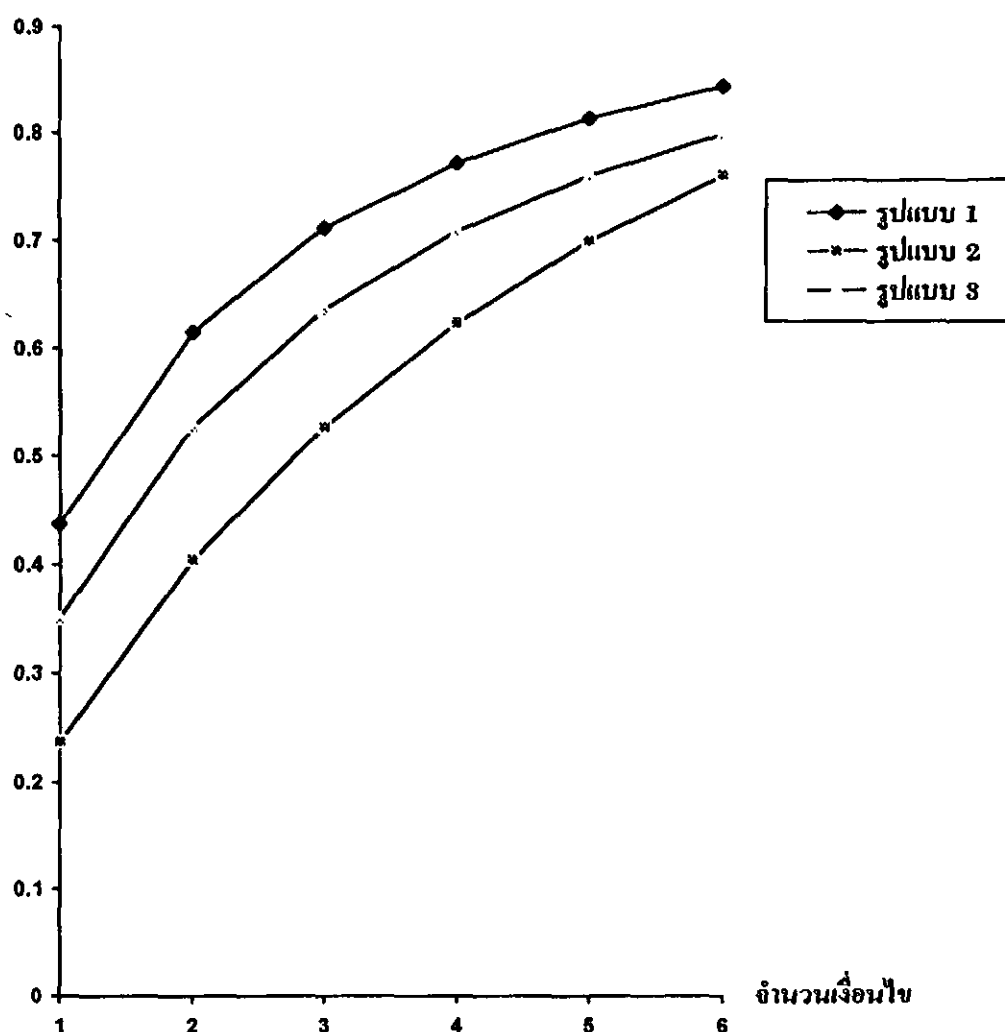
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 30 \right)$

รูปแบบ	$n'_i =$	5	5	5	5	5	5
	$n'_c =$	1	2	3	4	5	6
T1	$\sigma^2(T) =$	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239
	$\sigma^2(\delta) =$	.04166	.02027	.01314	.00957	.00743	.00601
	$E\rho^2 =$	.43740	.61509	.71143	.77187	.81334	.84355
T2	$\sigma^2(T) =$	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249
	$\sigma^2(\delta) =$	.07228	.03317	.02013	.01361	.00970	.00709
	$E\rho^2 =$	.23732	.40409	.52770	.62298	.69867	.76024
T3	$\sigma^2(T) =$	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611
	$\sigma^2(\delta) =$	.04842	.02332	.01496	.01077	.00826	.00659
	$E\rho^2 =$	.35035	.52821	.63580	.70790	.75958	.79844

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 12 พบว่า เมื่อกำหนดให้มีจำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของ โจทย์ปัญหาตั้งแต่ 1 ถึง 6 สถานการณ์โดยแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมี ข้อสอบจำนวน 5 ข้อ พบว่ารูปแบบ (T1) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .4374, .6151, .7114, .7719, .8133 และ .8436 ตามลำดับ รูปแบบ (T2) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์ การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .2373, .4041, .5277, .6230, .6987 และ .7602 ตามลำดับ และรูปแบบ (T3) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .3504, .5282, .6358, .7080, .7596 และ 7984 ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นอย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้นำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้น ดังแสดงในภาพประกอบ 8

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง



ภาพประกอบ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สามรูปแบบ ที่มีจำนวนข้อคำถาม 5 ข้อ ในแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ รวมทั้งฉบับมี 30 ข้อ ตามแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 30 \right)$

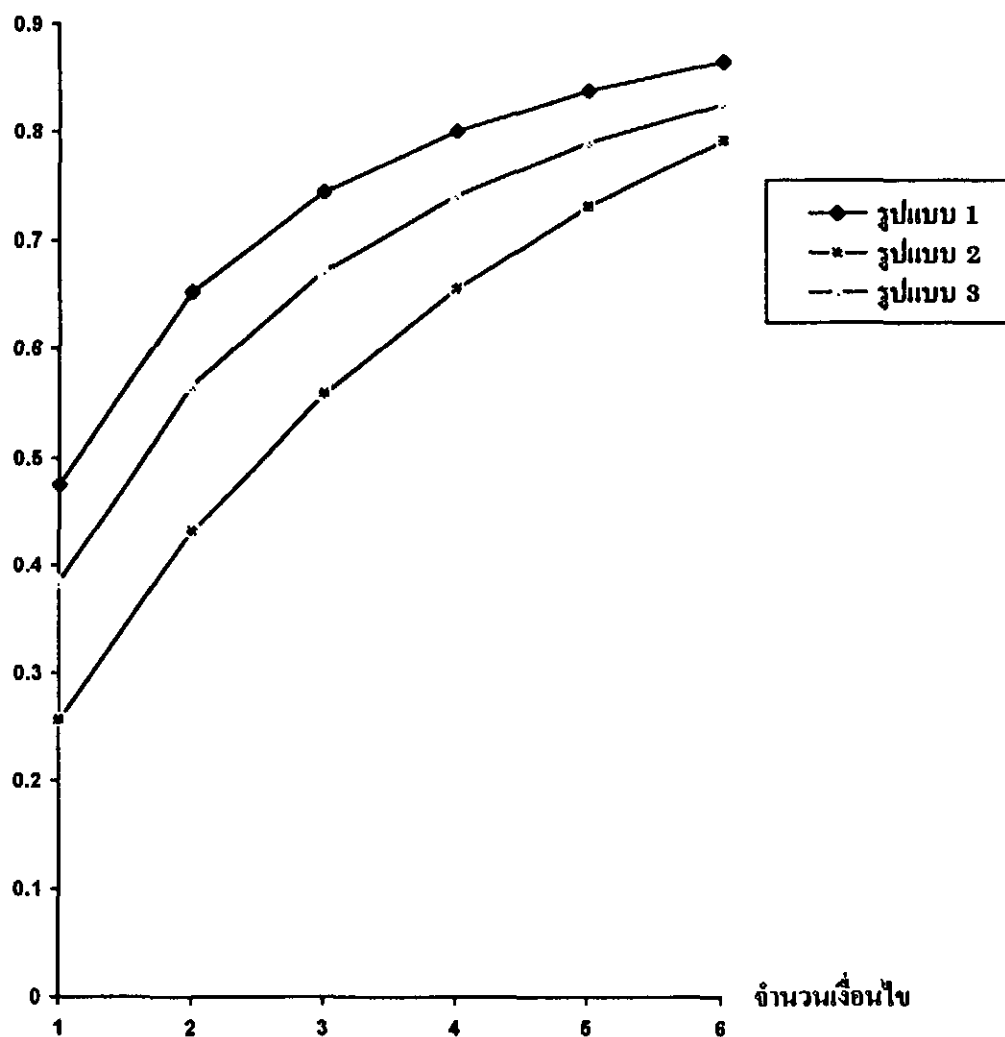
ตาราง 13 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อน และ
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 36 \right)$

รูปแบบ	$n'_i =$	6	6	6	6	6	6
	$n'_c =$	1	2	3	4	5	6
T1	$\sigma^2(T) =$	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239
	$\sigma^2(\delta) =$	.03565	.01726	.01113	.00807	.00623	.00501
	$Ep^2 =$	.47602	.65230	.74416	.80053	.83864	.86613
T2	$\sigma^2(T) =$	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249
	$\sigma^2(\delta) =$	.06519	.02962	.01777	.01184	.00828	.00591
	$Ep^2 =$	.25652	.43159	.55869	.65516	.73087	.79189
T3	$\sigma^2(T) =$	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611
	$\sigma^2(\delta) =$	.04183	.02003	.01276	.00913	.00695	.00549
	$Ep^2 =$	.38435	.56595	.67174	.74101	.78987	.82619

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 13 พบว่า เมื่อกำหนดให้มีจำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของ
โจทย์ปัญหาตั้งแต่ 1 ถึง 6 สถานการณ์โดยแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมี
ข้อสอบจำนวน 6 ข้อ พบว่าแบบทดสอบรูปแบบ (T1) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
ได้เท่ากับ .4760, .6523, .7442, .8005, .8386 และ .8661 ตามลำดับ รูปแบบ (T2) จะประมาณค่า
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .2565, .4316, .5587, .6552, .7309 และ .7919 ตามลำดับ
และรูปแบบ (T3) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .3844, .5660, .6717, .7410,
.7899 และ .8262 ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นอย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้นำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้น ดังแสดงในภาพประกอบ 9

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง



ภาพประกอบ 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สามรูปแบบ ที่มีจำนวนข้อคำถาม 6 ข้อ ในแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ รวมทั้งฉบับมี 36 ข้อ ตามแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 36 \right)$

ตาราง 14 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อน และ

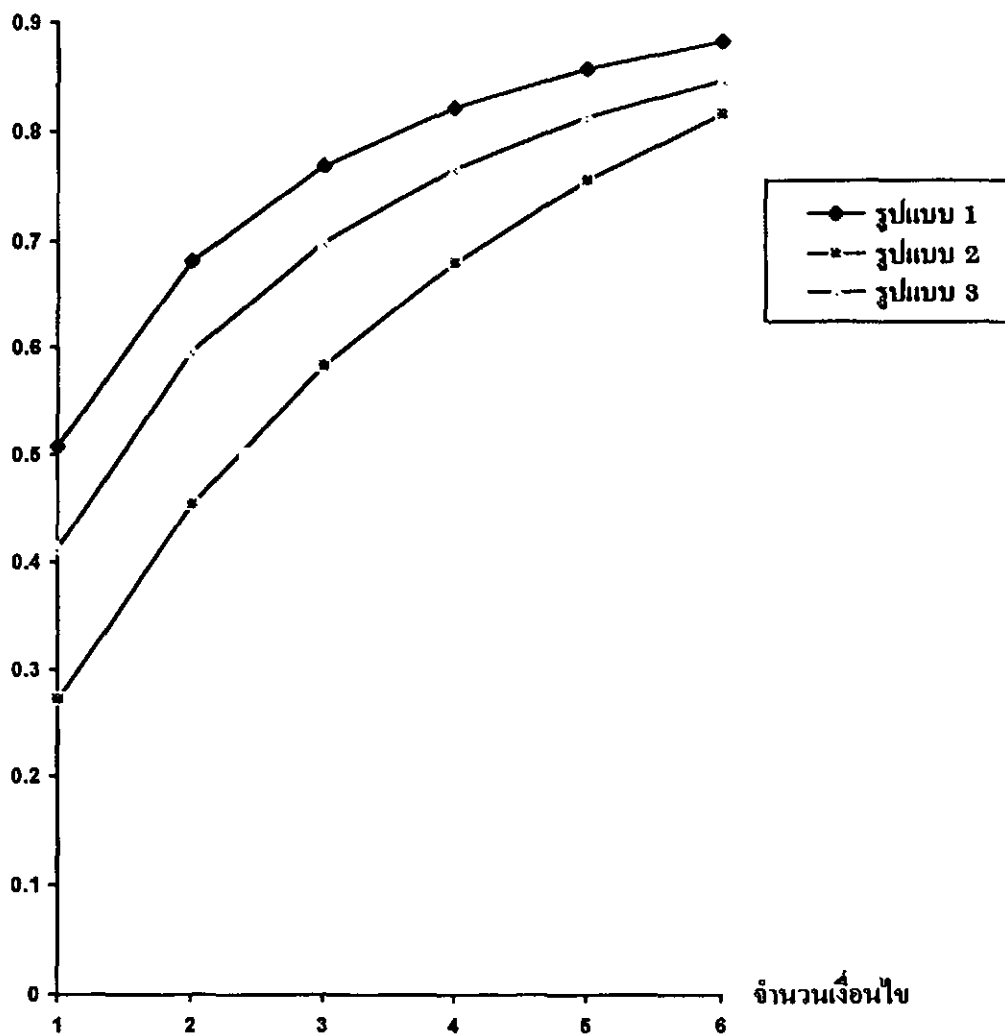
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 42 \right)$

รูปแบบ	$n'_i =$	7	7	7	7	7	7
	$n'_c =$	1	2	3	4	5	6
T1	$\sigma^2(T) =$	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239
	$\sigma^2(\delta) =$	.03136	.01512	.00970	.00700	.00537	.00429
	$E\rho^2 =$	.50806	.68176	.76944	.82233	.85770	.88302
T2	$\sigma^2(T) =$	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249
	$\sigma^2(\delta) =$	.06012	.02709	.01608	.01057	.00727	.00507
	$E\rho^2 =$	.27226	.45365	.58315	.68026	.75576	.81615
T3	$\sigma^2(T) =$	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611
	$\sigma^2(\delta) =$	.03712	.01767	.01119	.00795	.00600	.00471
	$E\rho^2 =$	.41297	.59638	.70001	.76661	.81303	.84723

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 14 พบว่า เมื่อกำหนดให้มีจำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของ โจทย์ปัญหาดังแต่ 1 ถึง 6 สถานการณ์โดยแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมี ข้อสอบจำนวน 7 ข้อ พบว่าแบบทดสอบรูปแบบ (T1) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ได้เท่ากับ .5081, .6818, .7694, .8223, .8577 และ .8830 ตามลำดับ รูปแบบ (T2) จะประมาณค่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .2723, .4537, .5832, .6803, .7558 และ .8162 ตามลำดับ และรูปแบบ (T3) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .4130, .5964, .7000, .7666, .8130 และ .8472 ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นอย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้นำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้น ดังแสดงในภาพประกอบ 10

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง



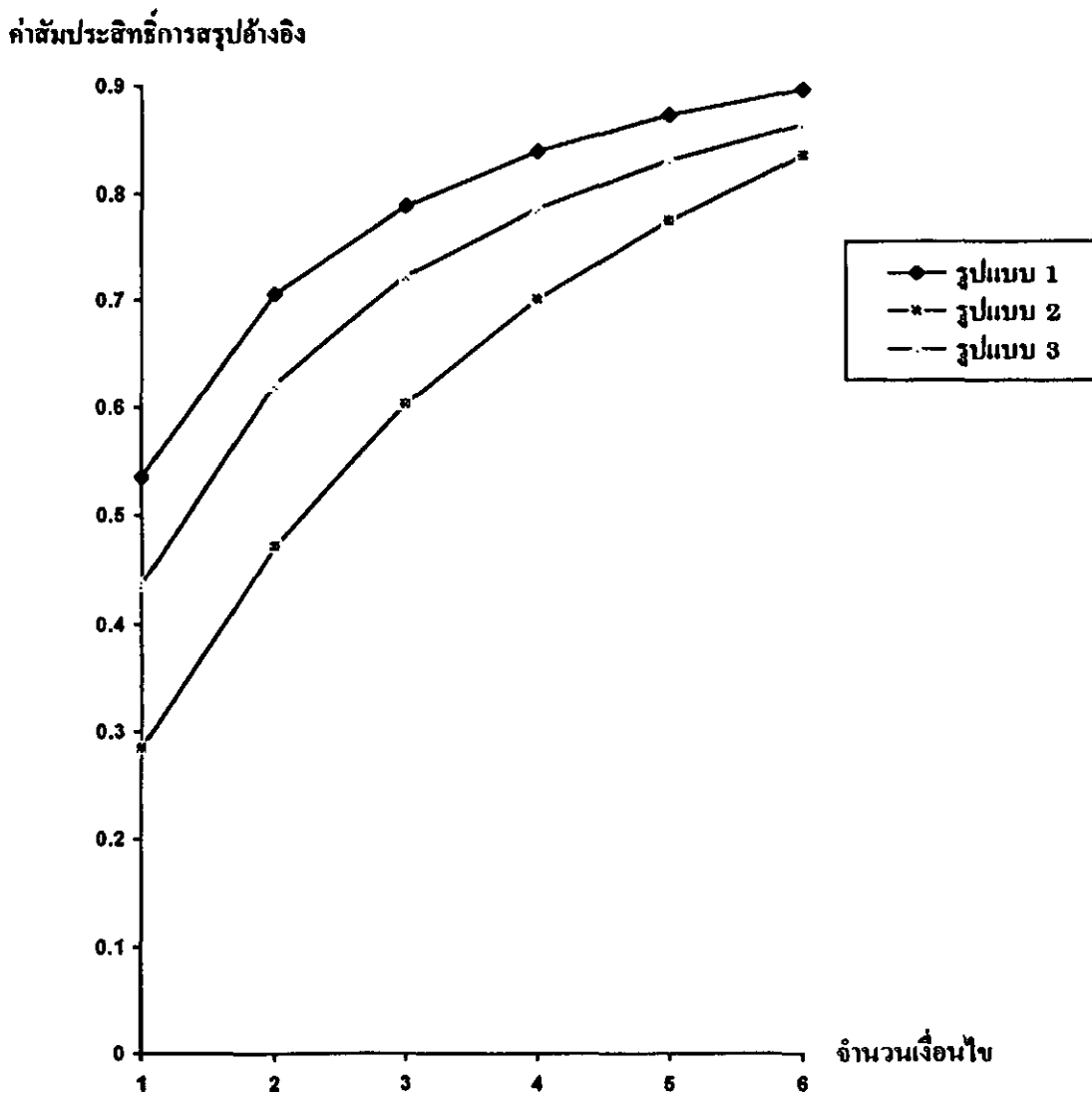
ภาพประกอบ 10 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สามรูปแบบ ที่มีจำนวนข้อคำถาม 7 ข้อ ในแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ รวมทั้งฉบับมี 42 ข้อ ตามแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 42 \right)$

ตาราง 15 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อน และ
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 48 \right)$

รูปแบบ	$n'_i =$	8	8	8	8	8	8
	$n'_c =$	1	2	3	4	5	6
T1	$\sigma^2(T) =$	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239
	$\sigma^2(\delta) =$	.02814	.01351	.00863	.00619	.00473	.00375
	$Ep^2 =$	.53507	.70566	.78957	.83948	.87257	.89612
T2	$\sigma^2(T) =$	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249
	$\sigma^2(\delta) =$	.05632	.02519	.01481	.00962	.00651	.00443
	$Ep^2 =$	.28538	.47172	.60296	.70038	.77557	.83535
T3	$\sigma^2(T) =$	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611
	$\sigma^2(\delta) =$	.03359	.01591	.01001	.00707	.00530	.00412
	$Ep^2 =$	.43740	.62144	.72282	.78701	.83131	.86372

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 15 พบว่า เมื่อกำหนดให้มีจำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของ
โจทย์ปัญหาตั้งแต่ 1 ถึง 6 สถานการณ์โดยแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมี
ข้อสอบจำนวน 8 ข้อ พบว่าแบบทดสอบรูปแบบ (T1) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
ได้เท่ากับ .5351, .7057, .7896, .8395, .8726 และ .8961 ตามลำดับ รูปแบบ (T2) จะประมาณค่า
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .2854, .4717, .6030, .7004, .7756 และ .8354 ตามลำดับ
และรูปแบบ (T3) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .4374, .6214, .7228, .7870,
.8313 และ .8637 ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นอย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้นำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้น ดังแสดงในภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สามรูปแบบ ที่มีจำนวนข้อคำถาม 8 ข้อ ในแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ รวมทั้งฉบับมี 48 ข้อ ตามแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 48 \right)$

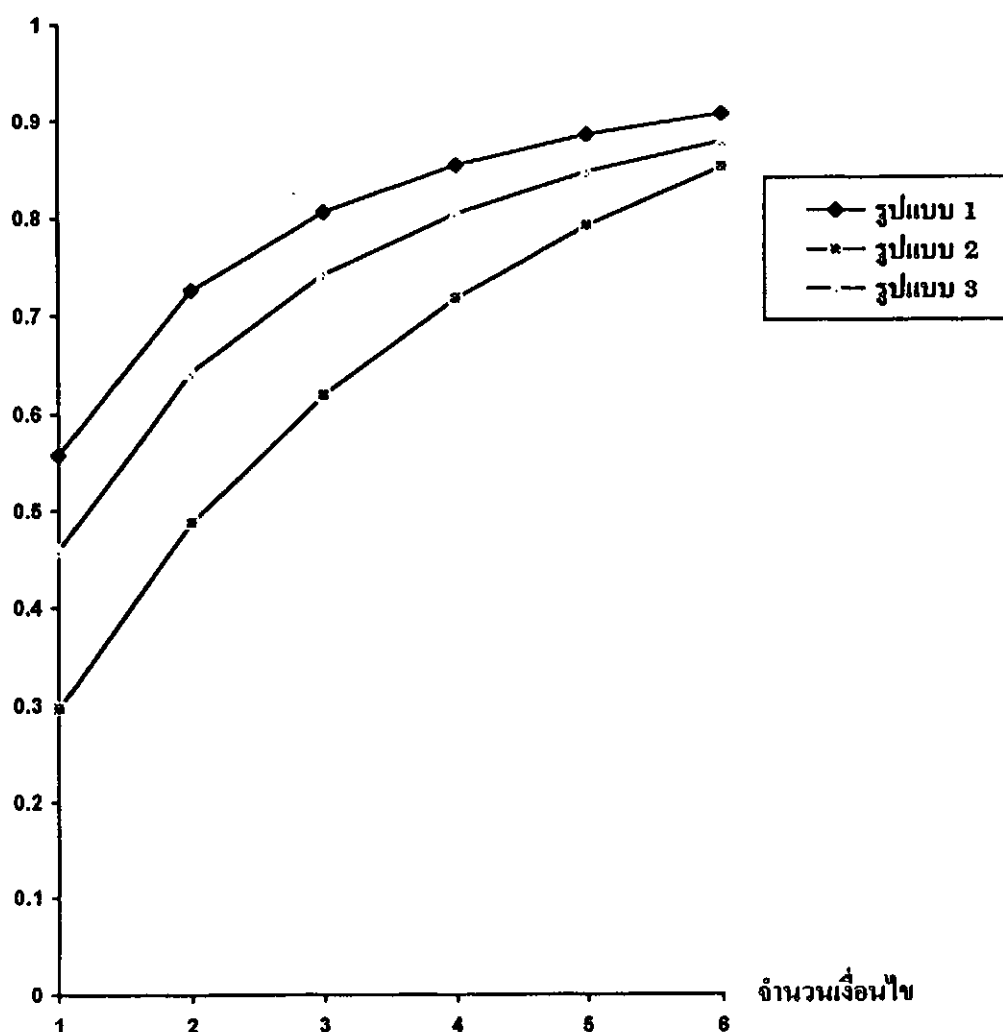
ตาราง 16 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อน และ
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 54 \right)$

รูปแบบ	$n'_i =$	9	9	9	9	9	9
	$n'_c =$	1	2	3	4	5	6
T1	$\sigma^2(T) =$	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239
	$\sigma^2(\delta) =$	.02564	.01226	.00780	.00557	.00423	.00334
	$E\rho^2 =$	.55815	.72544	.80596	.85332	.88450	.90659
T2	$\sigma^2(T) =$	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249
	$\sigma^2(\delta) =$	.05336	.02371	.01383	.00888	.00592	.00394
	$E\rho^2 =$	.29650	.48681	.61931	.71687	.79170	.85092
T3	$\sigma^2(T) =$	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611
	$\sigma^2(\delta) =$	.03084	.01453	.00910	.00638	.00475	.00366
	$E\rho^2 =$	.45849	.64244	.74161	.80365	.84611	.87700

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 16 พบว่า เมื่อกำหนดให้มีจำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของ
โจทย์ปัญหาดังแต่ 1 ถึง 6 สถานการณ์โดยแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมี
ข้อสอบจำนวน 9 ข้อ พบว่าแบบทดสอบรูปแบบ (T1) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
ได้เท่ากับ .5582, .7254, .8060, .8533, .8845 และ .9066 ตามลำดับ รูปแบบ (T2) จะประมาณค่า
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .2965, .4868, .6193, .7169, .7917 และ .8509 ตามลำดับ
และรูปแบบ (T3) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .4585, .6424, .7416, .8037,
.8461 และ .8770 ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นอย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้นำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้น ดังแสดงในภาพประกอบ 12

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง



ภาพประกอบ 12 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สามรูปแบบ ที่มีจำนวนข้อคำถาม 9 ข้อ ในแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ รวมทั้งฉบับมี 54 ข้อ ตามแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 54 \right)$

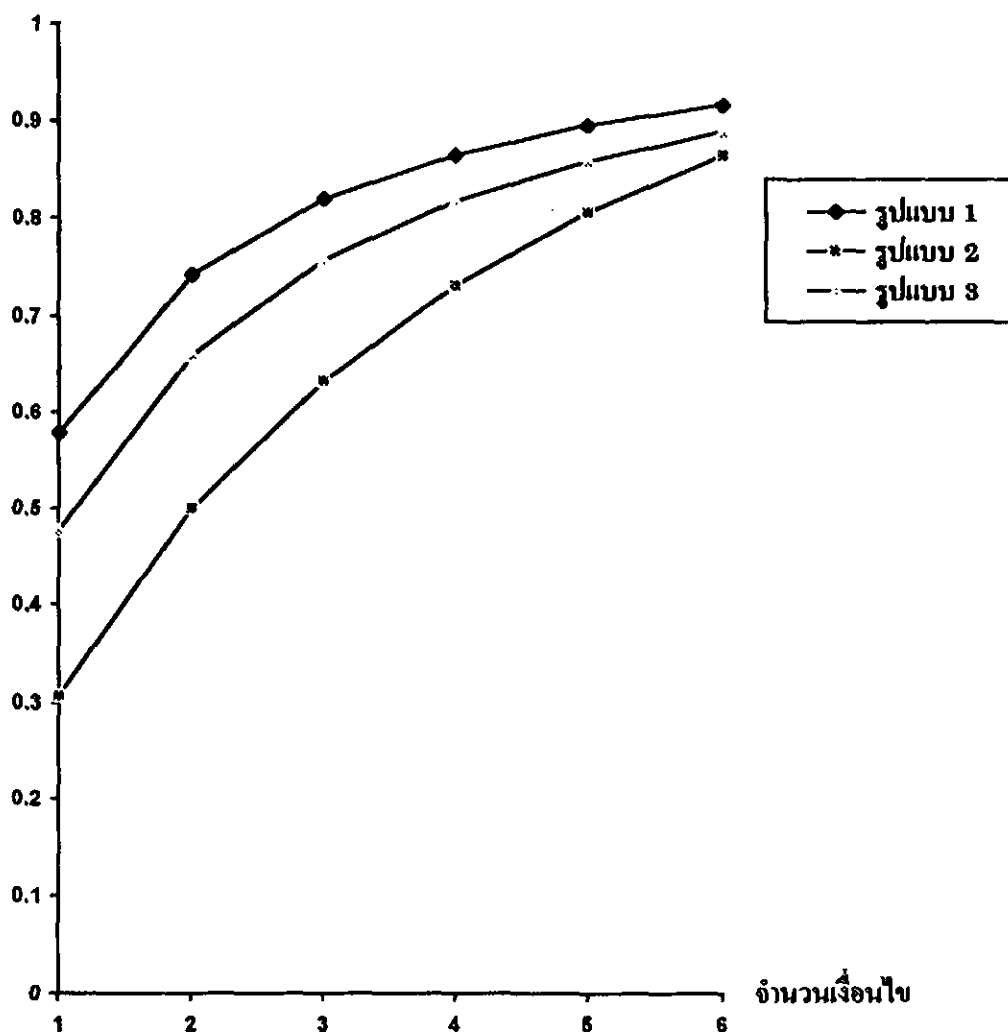
ตาราง 17 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพความคลาดเคลื่อน และ
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 60 \right)$

รูปแบบ	$n'_i =$	10	10	10	10	10	10
	$n'_c =$	1	2	3	4	5	6
T1	$\sigma^2(T) =$	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239	.03239
	$\sigma^2(\delta) =$	.02364	.01126	.00713	.00507	.00383	.00300
	$E\rho^2 =$	.57810	.74208	.81957	.86472	.89428	.91513
T2	$\sigma^2(T) =$	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249	.02249
	$\sigma^2(\delta) =$	.05100	.02253	.01304	.00829	.00544	.00355
	$E\rho^2 =$	.30604	.49959	.63305	.73064	.80510	.86379
T3	$\sigma^2(T) =$	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611	.02611
	$\sigma^2(\delta) =$	.02864	.01343	.00837	.00583	.00431	.00330
	$E\rho^2 =$	.47689	.66028	.75737	.81747	.85833	.88792

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 17 พบว่า เมื่อกำหนดให้มีจำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของ
โจทย์ปัญหาตั้งแต่ 1 ถึง 6 สถานการณ์โดยแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมี
ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ พบว่าแบบทดสอบรูปแบบ (T1) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
ได้เท่ากับ .5781, .7421, .8196, .8647, .8943 และ .9151 ตามลำดับ รูปแบบ (T2) จะประมาณค่า
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .3060, .4996, .6331, .7306, .8051 และ .8638 ตามลำดับ
และรูปแบบ (T3) จะประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้เท่ากับ .4769, .6603, .7574, .8175,
.8583 และ .8879 ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นอย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้นำเสนอการเปรียบเทียบเป็นกราฟเส้น ดังแสดงในภาพประกอบ 13

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง



ภาพประกอบ 13 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สามรูปแบบ ที่มีจำนวนข้อคำถาม 10 ข้อ ในแต่ละเงื่อนไขสถานการณ์ รวมทั้งฉบับมี 60 ข้อ ตามแบบแผนการวัด $p \times (I:C) \left(n'_p = 40, n'_c = 6, n'_i = 60 \right)$

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครพิวเดอร์ของแต่ละรูปแบบในการประมาณค่าที่ใกล้เคียงกันกับพารามิเตอร์ความเชื่อมั่นที่แท้จริง (True Reliability Parameter)

การวิเคราะห์ในตอนนี้ต้องการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ว่าแบบใดให้ค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ความเชื่อมั่นที่แท้จริงมากที่สุด ซึ่งทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการของคริสทอฟ (Kristof, 1972 : 383) โดยสร้างช่วงความเชื่อมั่นที่แท้จริงขึ้นมาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา โดยนำคะแนนของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ที่ต้องการวิเคราะห์มาแบ่งครึ่งให้แต่ละส่วนมีความคู่ขนานกัน เนื่องจากแบบทดสอบการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบที่นำมาศึกษาครั้งนี้มีจำนวนข้อ 30 ข้อ เพื่อให้แต่ละครึ่งฉบับมีความคู่ขนานกัน ผู้วิจัยจึงแบ่งครึ่งแบบทดสอบโดยการจับคู่ข้อสอบที่มีความยากใกล้เคียงกันแล้วแบ่งเป็นสองกลุ่มให้มีความยากเฉลี่ยครึ่งฉบับใกล้เคียงกัน และถือว่าคะแนนเหล่านี้มีการกระจายแบบปกติสองโค้ง แล้วคำนวณความเชื่อมั่นทั้งฉบับด้วยสูตร r_c' และใช้สูตร t ของคริสทอฟ ที่มีการกระจายแบบที (t - distribution) ด้วย $df = N - 1$ มากำหนดเป็นช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval) ที่ระดับ 95% ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 18

ตาราง 18 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบคำนวณจากการแบ่งครึ่งแบบทดสอบให้คู่ขนานกันแบบคะแนนจริงสมมูล และช่วงพารามิเตอร์ความเชื่อมั่นที่แท้จริงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 รูปแบบ

รูปแบบ	r_c^*	ค่าขีดจำกัดล่างและขีดจำกัดบน ของความเชื่อมั่นที่แท้จริง
T1	.9127	.8350 - .9536
T2	.7603	.5470 - .8732
T3	.8405	.6986 - .9156

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 18 พบว่า แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์รูปแบบ (T1) รูปแบบ (T2) และรูปแบบ (T3) ที่คำนวณจากค่า r_c^* มีค่าเท่ากับ .9127, .7603 และ .7333 ตามลำดับ และค่าที่คำนวณช่วงความเชื่อมั่น 95% มีค่าของขีดจำกัดล่าง และขีดจำกัดบนอยู่ระหว่าง .8350 ถึง .9536, .5470 ถึง .8732 และ .6986 ถึง .9156 ผลการพิจารณาค่าความเชื่อมั่นพบว่าแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ทั้ง 3 รูปแบบ อยู่ในช่วงความเชื่อมั่นที่แท้จริง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการแก้ปัญหาลูกศรที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแบบทดสอบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตอบคำถามในประเด็นสำคัญดังนี้ เพื่อประมาณค่าความแปรปรวนของตัวประกอบที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงได้แก่ นักเรียน ข้อสอบ และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด, เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาลูกศรสามค่าที่ประมาณค่าจากแบบทดสอบการแก้ปัญหาลูกศรแต่ละรูปแบบ, เพื่อศึกษาการตัดสินใจสรุปอ้างอิง (D Study) จำนวนข้อสอบ และจำนวนเงื่อนไขของแบบทดสอบการแก้ปัญหาลูกศร, เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบแต่ละรูปแบบว่าแบบใดให้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงกับพารามิเตอร์ความเชื่อมั่นที่แท้จริง (True Reliability Parameter)

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 5 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนนี้ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการสอบแบบทดสอบการแก้ปัญหาลูกศรที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 รูปแบบมาคำนวณหา คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตอนที่ 2 การประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ 3 ตัว ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาลูกศรที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ

การวิเคราะห์ในตอนนี้ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อคำนวณหาขนาดของความแปรปรวนจากแหล่งต่าง ๆ ในเอกภพของค่าสังเกตที่เป็นไปได้ทั้งหมด ที่แยกเป็นอิสระจากกัน ขององค์ประกอบ 3 ตัว ได้แก่ นักเรียน (p) ข้อสอบ (i) และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด (c) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาลูกศรที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ แต่ละรูปแบบ

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาลูกศรที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ แต่ละรูปแบบ

ในตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่นำคะแนนจากแบบทดสอบแต่ละฉบับ มาคำนวณหา ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง และวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงด้วยสูตร UX_j ของ วูดรuff และเฟลด์ต์ (Woodruff and Feldt. 1986 : 393 - 413) ถ้าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ พิตแมน (Pitman. 1939)

ตอนที่ 4 การศึกษาการตัดสินใจสรุปอ้างอิง (D Study) ของจำนวนข้อสอบ และจำนวนเงื่อนไขของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ แต่ละรูปแบบ

การวิเคราะห์ในตอนนี้ เป็นการใช้อัตราจาก (G Study) มาสรุปอ้างอิงคุณภาพของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยมีเงื่อนไขการวัดคือ จำนวนข้อสอบ และจำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด ซึ่งผู้วิจัยมีความประสงค์เพื่อต้องการลดความคลาดเคลื่อน และเพิ่มความแม่นยำในการสรุปอ้างอิง โดยให้ขนาดของข้อสอบ และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ แต่ละรูปแบบให้อยู่ระหว่าง 1 - 10 ข้อ และ 1 - 6 เงื่อนไข ตามลำดับ ซึ่งเป็นจำนวนที่อยู่ในวิสัยที่สามารถจะปฏิบัติได้ ว่าจำนวนข้อ และจำนวนเงื่อนไข แบบใดจะให้ประสิทธิภาพสูงสุด

ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ของแต่ละรูปแบบว่าแบบใดจะให้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงกับ ค่าพารามิเตอร์ ความเชื่อมั่นที่แท้จริง (True Reliability Parameter)

การวิเคราะห์ในตอนนี้ต้องการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบว่าแบบใดให้ค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ความเชื่อมั่นที่แท้จริงมากที่สุด ซึ่งทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการของคริสทอฟ (Kristof, 1972 : 383) โดยสร้างช่วงความเชื่อมั่นที่แท้จริงขึ้นมาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา โดยนำคะแนนของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ที่ต้องการวิเคราะห์ มาแบ่งครึ่งให้แต่ละส่วนมีความคู่ขนานกัน เนื่องจากแบบทดสอบการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบที่นำมาศึกษาครั้งนี้มีจำนวนข้อ 30 ข้อ เพื่อให้แต่ละครึ่งฉบับมีความคู่ขนานกัน ผู้วิจัยจึงแบ่งครึ่งแบบทดสอบโดยการจับคู่ข้อสอบที่มีความยากใกล้เคียงกันแล้วแบ่งเป็นสองกลุ่มให้มีความยากเฉลี่ยครึ่งฉบับใกล้เคียงกัน และถือว่าคะแนนเหล่านี้มีการกระจายแบบปกติสองโค้ง แล้วคำนวณความเชื่อมั่นทั้งฉบับด้วย สูตร r_c และใช้สูตร t ของคริสทอฟ ที่มีการกระจายแบบ t (t - distribution) ด้วย $df = N - 1$ มากำหนดเป็นช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval) ที่ระดับ 95%

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. คุณลักษณะของแบบทดสอบ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งสามรูปแบบ ที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหา ค่าที่ได้มีความยากง่ายใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาถึงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบแต่ละรูปแบบ ทั้งสามรูปแบบ มีการกระจายใกล้เคียงกัน

2. การประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

2.1 แหล่งความแปรปรวนที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ได้แก่ ความแปรปรวนของผลรวมระหว่างนักเรียนทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด มีค่ามากที่สุด รองลงมา คือความแปรปรวนของนักเรียน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับความแปรปรวนของข้อสอบที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด โดยความแปรปรวนของผลรวมระหว่างนักเรียนกับเงื่อนไขสถานการณ์ที่กำหนดและเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมีผลน้อย และน้อยที่สุด ตามลำดับ

2.2 แหล่งความแปรปรวนที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการ และข้อเท็จจริง ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ได้แก่ ความแปรปรวนของผลรวมระหว่างนักเรียนทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด มีค่ามากที่สุด รองลงมา คือความแปรปรวนของผลรวมระหว่างนักเรียนกับเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด ส่วนความแปรปรวนของนักเรียนมีค่าใกล้เคียงกับความแปรปรวนของข้อสอบที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดซึ่งน้อยพอ ๆ กัน และความแปรปรวนของเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดไม่มีความแปรปรวนเลย

2.3 แหล่งความแปรปรวนที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ได้แก่ ความแปรปรวนของผลรวมระหว่างนักเรียนทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ความแปรปรวนของนักเรียน โดยความแปรปรวนของข้อสอบ

ที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด และผลร่วมระหว่างนักเรียนกับเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมีค่าน้อยพอ ๆ กัน ส่วนความแปรปรวนของเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดไม่มีความแปรปรวนเลย

3. การศึกษาและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบ

แบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.8436 แบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหที่อาศัยหลักการและข้อเท็จจริง ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เท่ากับ 0.7602 และแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียวชนิดปรนัย แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.7984 จากการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ 3 ค่า พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ย่อมแสดงว่าแบบทดสอบการแก้ปัญหแต่ละรูปแบบ ค่าความเชื่อมั่นที่ใกล้เคียงกัน หรือกล่าวได้ว่าค่าความเชื่อมั่นที่ต่างกันไม่ได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

4. การศึกษาการตัดสินใจสรุปอ้างอิง (D Study) จำนวนข้อสอบ และจำนวนเงื่อนไขของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งสามรูปแบบ

เมื่อการทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด 1 เงื่อนไข และใช้ข้อสอบอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 ข้อ รูปแบบ (T1) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.1484 ถึง 0.5781 ส่วนรูปแบบ (T2) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.0849 ถึง 0.3060 และ รูปแบบ (T3) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.1122 ถึง 0.4769 ตามลำดับ จะเห็นว่ารูปแบบ (T1) เป็นรูปแบบที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่สูงกว่ารูปแบบอื่น แต่มีค่าปานกลางค่อนข้างต่ำ ถ้าใช้เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด 2 เงื่อนไข และใช้ข้อสอบอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 ข้อ รูปแบบ (T1) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2596 ถึง 0.7421 ส่วนรูปแบบ (T2) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.1598 ถึง 0.4996 และรูปแบบ (T3) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2032 ถึง 0.6603 ตามลำดับ จะเห็นว่ารูปแบบ (T1) เป็นรูปแบบที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่สูงกว่ารูปแบบอื่น แต่ยังมีค่าปานกลาง ถ้าใช้เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด 3 เงื่อนไข และใช้ข้อสอบอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 ข้อ รูปแบบ (T1) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3461 ถึง 0.8196 ส่วนรูปแบบ (T2) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2264 ถึง 0.6331 และ

รูปแบบ (T3) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2783 ถึง 0.7573 ตามลำดับ จะเห็นว่ารูปแบบ (T1) เป็นรูปแบบที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่สูงกว่ารูปแบบอื่น และค่าที่ได้สูงขึ้น ถ้าใช้เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด 4 เงื่อนไข และใช้ข้อสอบอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 ข้อ รูปแบบ (T1) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.4152 ถึง 0.8647 ส่วนรูปแบบ (T2) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2859 ถึง 0.7306 และรูปแบบ (T3) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3416 ถึง 0.8174 ตามลำดับ จะเห็นว่ารูปแบบ (T1) และรูปแบบ (T3) เป็นรูปแบบที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่สูงใกล้เคียงกัน และค่าที่ได้สูงกว่ารูปแบบ (T2) ถ้าใช้เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด 5 เงื่อนไข และใช้ข้อสอบอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 ข้อ รูปแบบ (T1) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.4718 ถึง 0.8943 ส่วนรูปแบบ (T2) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3396 ถึง 0.8051 และ รูปแบบ (T3) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3955 ถึง 0.8583 ตามลำดับ จะเห็นว่ารูปแบบ (T1) รูปแบบ (T2) และรูปแบบ (T3) ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงที่สูงใกล้เคียงกันมากพอๆกัน ถ้าใช้เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้เป็น 6 เงื่อนไข และใช้จำนวนข้อสอบอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 ข้อ รูปแบบ (T1) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5189 ถึง 0.9151 ส่วนรูปแบบ (T2) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3881 ถึง 0.8638 และรูปแบบ (T3) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.4420 ถึง 0.8879 ตามลำดับ จะเห็นว่ารูปแบบ (T1) ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงกว่ารูปแบบอื่น จากเงื่อนไขสถานการณ์ 1 - 6 เงื่อนไข แสดงให้เห็นว่าการใช้เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดเพียงเงื่อนไขเดียวยังให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงต่ำอยู่ แม้ว่าจะใช้จำนวนข้อสอบมากถึง 10 ข้อ ก็ไม่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของผลการวัดอยู่ในระดับที่น่าพอใจ แต่เมื่อเพิ่มจำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดเป็น 6 เงื่อนไข และใช้จำนวนข้อสอบอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 ข้อ รูปแบบ (T1) ก็ยังคงให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสูงกว่ารูปแบบอื่น

การตัดสินใจ จำนวนเงื่อนไข และจำนวนข้อสอบที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบ (T1) ที่อาศัยช่วงความเชื่อมั่นที่แท้จริงที่คำนวณด้วยสูตร ของคริสทอฟ เป็นเกณฑ์โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.8350 ถึง 0.9536 โดยเกณฑ์ที่ได้นี้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง กับรูปแบบ (T1) ที่มีจำนวนเงื่อนไข 4 เงื่อนไข จำนวนข้อสอบแต่ละเงื่อนไข 8 ข้อ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ .8325, จำนวนเงื่อนไข 5 เงื่อนไข จำนวนข้อสอบแต่ละเงื่อนไข 6 ข้อ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.8386 และจำนวนเงื่อนไข 6 เงื่อนไข จำนวนข้อสอบแต่ละเงื่อนไข 5 ข้อ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ .8435 ส่วนรูปแบบ (T2) ที่อาศัยช่วงความเชื่อมั่นที่แท้จริงที่คำนวณด้วยสูตร ของคริสทอฟ เป็นเกณฑ์โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.5470 ถึง 0.8732 โดยเกณฑ์ที่ได้นี้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง กับรูปแบบ (T2) ที่มีจำนวนเงื่อนไข 3 เงื่อนไข จำนวนข้อสอบแต่ละเงื่อนไข 6 ข้อ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ .5587, จำนวนเงื่อนไข 4 เงื่อนไข จำนวนข้อสอบแต่ละเงื่อนไข

4 ข้อ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ .5802, จำนวนเงื่อนไข 5 เงื่อนไข จำนวนข้อสอบแต่ละเงื่อนไข 3 ข้อ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ .5939 และจำนวนเงื่อนไข 6 เงื่อนไข จำนวนข้อสอบแต่ละเงื่อนไข 2 ข้อ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ .5592 และรูปแบบ (T3) ที่อาศัยช่วงความเชื่อมั่นที่แท้จริงที่คำนวณด้วยสูตร ของคริสทอฟ เป็นเกณฑ์โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.6986 ถึง 0.9156 โดยเกณฑ์ที่ได้นี้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง กับรูปแบบ (T3) ที่มีจำนวนเงื่อนไข 3 เงื่อนไข จำนวนข้อสอบแต่ละเงื่อนไข 7 ข้อ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ .7000, จำนวนเงื่อนไข 4 เงื่อนไข จำนวนข้อสอบแต่ละเงื่อนไข 5 ข้อ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ .7079, จำนวนเงื่อนไข 5 เงื่อนไข จำนวนข้อสอบแต่ละเงื่อนไข 4 ข้อ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ .7183, จำนวนเงื่อนไข 6 เงื่อนไข และจำนวนข้อสอบแต่ละเงื่อนไข 3 ข้อ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเท่ากับ .7039

5. การประมาณค่าที่ใกล้เคียงกับพารามิเตอร์ความเชื่อมั่นที่แท้จริง ของแบบทดสอบ จากการคำนวณพบว่าแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหารูปแบบ (T1), รูปแบบ (T2) และ รูปแบบ (T3) ตกอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นที่แท้จริง หรือกล่าวได้ว่าแบบทดสอบทั้งสามรูปแบบสามารถประมาณค่าที่ใกล้เคียงกับพารามิเตอร์ความเชื่อมั่นที่แท้จริงได้

อภิปรายผล

1. คุณลักษณะของแบบทดสอบเมื่อเปรียบเทียบแบบทดสอบทั้งสามรูปแบบในแง่ที่เป็นพื้นฐานของการสอบด้วยแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์โดยวัดความสามารถของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบจะสามารถอธิบายถึงศักยภาพที่เป็นประโยชน์ทางความคิดสร้างสรรค์ จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งสามรูปแบบที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน และส่วนเบี่ยงเบนของทั้งสามค่าก็ใกล้เคียงกันเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แอนเดอร์สัน และริชาร์ด (Anderson and Richard. 1982 : pl - 9) ที่กล่าวว่าแบบทดสอบที่สอบด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบจะสามารถทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ มีค่าความเชื่อมั่นสูงด้วย และอาจเป็นเพราะการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งสามรูปแบบใช้เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดในการแก้ปัญหาย่เดียวกันทั้งสามรูปแบบ

2. การประมาณค่าความแปรปรวนของตัวประกอบที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงจากการศึกษาอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 รูปแบบ การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาตัวประกอบ 3 ตัวคือนักเรียน (p) ข้อสอบ (i) และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด (c) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันแบบ $p \times (i : c)$ ซึ่งรูปแบบ (T1) สิ่งที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัยแบบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก ได้แก่ ความแปรปรวนร่วมระหว่างนักเรียนทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมีค่ามากที่สุด ทั้งนี้ น่าจะเป็นเพราะธรรมชาติของการแก้ปัญหาของแต่ละคน แมคคอนเนล (McConnell. 1934) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการถ่ายโยง การเรียนรู้จากสถานการณ์หนึ่งไปสู่อีกสถานการณ์หนึ่ง ถ้านักเรียนได้เรียนรู้ในรูปข้อเท็จจริงมาก นักเรียนจะไม่สามารถแก้ปัญหาและเป็นการยากต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ แต่ถ้านักเรียนได้รับการเรียนรู้โดยอาศัยหลักการ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาและเข้าใจรู้จักที่จะนำไปใช้ต่อการแก้ปัญหาในสิ่งใหม่ ๆ ได้ จากสิ่งเหล่านี้ทำให้นักเรียนทุกคนที่ทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมีค่ามากที่สุด ส่วนรูปแบบ (T2) เป็นแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการและข้อเท็จจริง ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ได้แก่ ความแปรปรวนร่วมระหว่างนักเรียนทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมีค่ามากที่สุด ทั้งนี้ น่าจะเป็นเพราะ ทักษะโดยทั่วไปของความรู้พื้นฐานของข้อเท็จจริง ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ แฮริเอท (Harriett. 1993) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ข้อเท็จจริงพื้นฐานอาจจะเป็นผลเสียต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาในอนาคต จากงานวิจัยนี้ทำให้ได้ข้อสรุปที่ว่า ถ้าเด็กนักเรียนคนใดที่เลือกวิธีการใช้ข้อเท็จจริงในการตอบ จะทำให้ความแปรปรวนที่เกิดจากนักเรียนทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมีค่ามากที่สุด และส่วนรูปแบบ (T3) เป็นแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบหลายตัวเลือก ได้แก่ ความแปรปรวนร่วมระหว่างนักเรียนทุกคนทำข้อสอบทุกข้อที่แฝงอยู่ในเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดมีค่ามากที่สุด ทั้งนี้ น่าจะเป็นเพราะ การเลือกตอบแบบหลายตัวเลือกมีความยากและเชื่อว่าข้อสอบแบบหลายเลือกจะเปิดโอกาสให้เขาถูกได้มาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบนเดอร์ และเดวิด (Bender and Davis. 1949 : 49 - 60) ที่ได้สำรวจความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา เกี่ยวกับแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้เอง เกี่ยวกับคำถามของแบบทดสอบ พบว่านักเรียนที่ทำแบบทดสอบชนิดถูกผิด และแบบทดสอบชนิดเลือกตอบเปิดโอกาสให้มีโอกาสเขาถูกสูง

ส่วนความแปรปรวนของเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดไม่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบเลย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้อสอบมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) กันมาก ดังนั้นจึงถือได้ว่า ข้อสอบไม่ใช่แหล่งความแปรปรวนในการสรุปอ้างอิง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ไพรัตน์ วงษ์นาม (2533 : 113) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบความเรียง ผลการวิจัยพบว่า ความแปรปรวนของข้อสอบมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบแบบความเรียงน้อยมาก

3. การศึกษาและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เท่ากับ .8436, แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการและข้อเท็จจริง ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เท่ากับ .7602 และแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบหลายตัวเลือก มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เท่ากับ .7984 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งสามรูปแบบ มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ในระดับค่อนข้างสูง โดยแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง สูงที่สุด รองลงมาคือ แบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ หลายตัวเลือก ส่วนแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการ และข้อเท็จจริง ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ต่ำที่สุด ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อที่ดี (มีพิสัยอยู่ระหว่าง .2140 ถึง .9290) และมีค่าความยากของแบบทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม (พิจารณาจาก Grand Mean มีค่าเท่ากับ .5033) ส่วนแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ หลายตัวเลือก มีพิสัยของค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง .2860 ถึง .9290 และมีค่าความยากของข้อสอบ เมื่อพิจารณาจาก Grand Mean มีค่าเท่ากับ .4817 และแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการและข้อเท็จจริง ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มี

พิสัยของค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง .2860 ถึง .7860 และมีค่าความยากของข้อสอบ เมื่อพิจารณาจาก Grand Mean มีค่าเท่ากับ .6067 ดังนั้นด้วยอิทธิพลของค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item Analysis) และค่าความยากของข้อสอบ (Difficulty) จึงมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ของแต่ละรูปแบบมีค่าที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2525 : 314) ที่กล่าวว่าความยากของแบบทดสอบมีอิทธิพลต่อค่าความเชื่อมั่น

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ของทั้งสามรูปแบบแล้วปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงไม่แตกต่างกันแต่อย่างใด ผลการวิจัยนี้ขัดแย้งกับสมมติฐานที่ผู้วิจัยคาดหมายเอาไว้ ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก รูปแบบของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกันอย่างไม่เด่นชัดนัก ที่จะส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกันในเชิงสถิติ (Statistic Significance) หรืออาจเนื่องมาจากข้อสอบ และเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดในแบบทดสอบของแต่ละรูปแบบมีความจำกัด (Fixed) แต่จะแตกต่างกันตรงที่การให้คิดเพื่อที่จะตอบเท่านั้น ดังนั้น จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบแต่ละรูปแบบไม่มีความแตกต่างกันในเชิงสถิติ (Statistic Not - Significance) ในแง่ที่ทำให้การกระจายของคะแนนมีมากน้อยแตกต่างกันการกระจายของคะแนนมากจะทำให้ค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าคะแนนที่มีการกระจายน้อยเนื่องจากข้อสอบที่ง่ายมากนักเรียนส่วนใหญ่ทำได้ คะแนนของแต่ละคนก็ไม่แตกต่างกัน ทำนองเดียวกันข้อสอบที่ยากเกินไปนักเรียนส่วนใหญ่ทำไม่ได้เหมือนกัน คะแนนแต่ละคนก็ไม่แตกต่างกัน เช่นกัน ซึ่งเป็นเหตุให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำลง เพราะคะแนนมีการกระจายแคบ แสดงว่าแบบทดสอบการแก้ปัญหาแต่ละรูปแบบ ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (ความเชื่อมั่น) เฉลี่ยที่คำนวณจากแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละรูปแบบ ให้ค่าใกล้เคียงกัน หรือ กล่าวอีกในหนึ่งได้ว่าค่าความเชื่อมั่นที่ต่างกันไม่ได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของแบบทดสอบ

4. การตัดสินใจจำนวนข้อสอบ และจำนวนเงื่อนไขของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 รูปแบบ ในขั้นนี้จะมีการประมาณค่าความแปรปรวนขึ้นมาใหม่ ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้วิจัย โดยอาศัยผลการประมาณค่าขั้น G Study เป็นฐาน และให้สอดคล้องกับแบบแผนและขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการตัดสินใจ พบว่าแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 รูปแบบ โดยมีเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดไม่มีผลต่อแบบทดสอบ ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวัด (Designs) การวิเคราะห์แบบผสม (Mix Model) คือ $p \times (i : c)$ โดยมีตัวประกอบ (Facets) ที่ศึกษาคือ นักเรียน (p) ข้อสอบ (i) และ

เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด (c) โดย p และ i ได้จากการสุ่ม (Random) ส่วน c ได้มาจากองค์ประกอบกำหนด (Fix) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสามารถควบคุมความแปรปรวนที่เกิดจากองค์ประกอบของเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด

สำหรับข้อค้นพบในรูปแบบ (T1) พบว่าถ้ากำหนดให้เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้เป็น 6 เงื่อนไขแล้ว ผู้วิจัยจะต้องสุ่มข้อสอบจำนวนเงื่อนไข ๑ ละ 5 ข้อ จึงจะให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าเท่ากับ .8435 ซึ่งอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นที่แท้จริงที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ (True Reliability Parameter) ส่วนรูปแบบ (T2) พบว่าถ้ากำหนดให้เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้เป็น 6 เงื่อนไขแล้ว ผู้วิจัยจะต้องสุ่มข้อสอบจำนวนเงื่อนไข ๑ ละ 2 ข้อ จึงจะให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหที่อาศัยหลักการและข้อเท็จจริง ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าเท่ากับ .5591 ซึ่งอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นที่แท้จริงที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ และรูปแบบ (T3) พบว่าถ้ากำหนดให้เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้เป็น 6 เงื่อนไขแล้ว ผู้วิจัยจะต้องสุ่มข้อสอบจำนวนเงื่อนไข ๑ ละ 2 ข้อ จึงจะให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบหลายตัวเลือก มีค่าเท่ากับ .6130 ซึ่งอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นที่แท้จริงที่สามารถนำไปปฏิบัติได้

5. การประมาณค่าที่ใกล้เคียงกับพารามิเตอร์ความเชื่อมั่นที่แท้จริงของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งสามรูปแบบ สามารถประมาณค่าที่ใกล้เคียงกับพารามิเตอร์ความเชื่อมั่นที่แท้จริงได้ทั้งสามรูปแบบ แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้งสามรูปแบบ มีเนื้อหาเป็นเอกพันธ์กันหรือวัดคุณลักษณะเดียวกัน และมีลักษณะการแจกแจงใกล้เคียงกับโค้งปกติ (Normal Distribution) ของประชากรประกอบกับแบบทดสอบนี้มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความยากที่พอเหมาะ ดังนั้นจึงทำให้ค่าสถิติของความเชื่อมั่นที่ได้ (Reliability Statistic) มีอยู่ในช่วงค่าความเชื่อมั่นที่แท้จริง (True Reliability Parameter) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ คริสทอฟ (Kristof. 1972 : 383)

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาครั้งนี้ได้ชี้แนะให้เห็นแนวทางที่จะนำไปใช้ให้เหมาะสมต่อไปดังนี้

1. การนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในการนำแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ไปทดสอบกับเด็กนักเรียนนั้น ควรจะมีคำชี้แจงหรืออธิบายให้เข้าใจตรงกันว่าสัญลักษณ์ที่เป็นรูปทรงเรขาคณิต เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม ที่ไม่มีจุดอยู่ข้างในมีน้ำหนักเท่ากันหมด ส่วนรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม ที่มีจุดอยู่ข้างในก็จะมีน้ำหนักเท่ากัน

1.2 ในการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แบบอิงเกณฑ์ ด้วยทฤษฎีการสรุปอ้างอิง เมื่อกำหนดให้มีหลายองค์ประกอบ (Facet) เช่น จำนวนข้อสอบ จำนวนเงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดว่าจะใช้จำนวนข้อและจำนวนเงื่อนไขเท่าไรจึงจะผ่านเกณฑ์

2. การวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาคำสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ของเนื้อหาวิชาอื่น

2.2 ศึกษาเปรียบเทียบคำสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่แทนรูปทรงเรขาคณิตเป็นรูปแบบสัญลักษณ์อื่น

2.3 ควรจะศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนแต่ละโรงเรียน

2.4 ควรศึกษากับประชากรอื่น ๆ เช่น ระดับอุดมศึกษา ฯลฯ

2.5 ควรวิจัยในลักษณะเดิมแต่ขยายเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้ให้ใหญ่ขึ้น เช่น ขยายเป็นระดับจังหวัด หรือระดับภาค เป็นต้น

2.6 ควรจะศึกษาองค์ประกอบอื่นที่มีผลต่อคำสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เช่น จำนวนครั้งในการตรวจ, วิธีการตรวจ และการให้คะแนน เป็นต้น

2.7 ศึกษาเปรียบเทียบคำสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของการวัด ที่ใช้รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ แบบ Crossed กับแบบ Nested ในแง่จำนวนข้อสอบ และจำนวนเงื่อนไข

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย, 2523.
- จิตนา ราชรองเมือง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวนวิธีการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์. ปริญญาโท กสม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.
- แดง กลางท่าไค้. การประยุกต์ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงในการหาความเชื่อมั่นของการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531. อัดสำเนา.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. การวัดและประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521.
- เปรมจิต ทศตะ. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าตน ลักษณะความเป็นผู้นำแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กสม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.
- ไพรัตน์ วงษ์นาม. สัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปของแบบทดสอบแบบความเรียง. วิทยานิพนธ์ ค.ค. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533. อัดสำเนา.
- วิระบุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์, 2521.
- Basham, Harrell. "Teacher Understanding and Pupil Efficiency in Mathematics : A Study of Relationship," Dissertation Abstracts. 21 : 1839 - 1840 ; 1961.
- Bloom, B.S. and Lois J. Broder. "Problem-Solving Processes of College Students," Supplementary Educational Monograph. University of Chicago Press, 73 : 1 - 109 ; 1950.
- Brennan, R.L. "Application of Generalizability Theory," Criterion Referenced Measurement. The State of that, edited by Ronald A. Berk. Baltimore and London : The Johns Hopkins University Press. 146 - 232 ; 1980.
- Brennan, R.L. Element of Generaliability Theory. Iowa : ACT Publications, 1983.
- Brewer, Kathleen Hoffman. "A Study of the Effect of Problem-Solving Instruction on the student's Ability to Solve Mathematical Verbal Problems," Dissertation Abstracts International. 42 : 1944 - A ; November, 1981.
- Bunderson, C.V., D.K. Inouye, and J.B. Olsen. "The Four Generations of Computerized," Educational Measurement. 372, 1989.
- Chu Y.L., and W.F. John. "A Study of the Conditions Influencing Analogical Problem Solving," Journal of Research and Development in Education. 26 : 213 - 221 ; Summer, 1993.
- Crick, J.E. and R.L. Brennan. "A GENeralized Analysis Of VAriance System," The American College Testing Program. Iowa : ACT Publications ; August, 1983.
- Cronbach, L.J. and others. The Dependability of Behavioral Measurement : Theory of Generalizability for Scores and Profiles. New York : Wiley, 1972.

- Cronbach, L.J., N. Rajaratnam and G.C. Gleser. "Theory of Generalizability : A Liberalization of Reliability Theory," The British Journal of Statistical Psychology. 16 : 137 - 163 ; 1973.
- Cross, K. Patricia and Eugene L. Gaier. "Technique in Problem-Solving as a Predictor of Educational Achievement," The Journal of Educational Psychology. 46 : 193 - 206 ; April, 1955.
- Feldt, L.S. "Estimation of the Reliability of a Test divided into Two Parts of Unequal Lengths," Psychometrika. 40 : 557 - 561 ; 1975.
- Garison, Kington and McDonald. "Arithmetic Learning," Educational Psychology. 264 - 265, 1964.
- Harriett, R.C. "Investigation the Role of Basic Facts in Early Mathematics Word Problem Solving," Research Association. 17 ; April, 1993.
- Ibrahim, A.M. "The Dependability of Need Assessment Data „: An application of Generalizability Theory to the Ratings of Educational Goals," Dissertation Abstracts International. 499 - A ; 1984.
- Jones, J. Charles. Learning : Professional Education for Teachers. Harcourt, Brace and World, Inc. 158 - 159 ; 1967.
- Kristof, W. "Estimation of Reliability and True Score Variance From a Split of a Test into Three Arbitrary Parts," Psychometrika, 39 : 491 - 499 ; 1974.
- Kunnan, A.J. "An Investigation of a criterion-referenced test using G-theory, and factor and cluster analysis," Language testing. 9(1) : 30 - 49 ; November, 1992.
- Macready, G.B. "The Use of Generalizability Theory for Assessing Relations among Items within Domains in Diagnostic Testing," Applied Psychological Measurement. 7 : 149 - 157 ; Spring, 1983.
- McConnell, T.R. "Discovery Versus Authoritative Identification in the Learning of Children," University of Iowa Studies in Education. 9 : 13 - 62 ; 1934.
- Nabors, Donald Gene. "A Comparative Study of Academic Achievement and Problem-Solving Abilities of Black pupils At The Intermediate Level „in Computer Supported instruction and Self-Contained Instructional Programs," Dissertation Abstracts International. 36 : 3241 ; 1975. Oosterhof and Pamela : 287 - 293 ; 1984.
- Smith, P.L. "Sampling Errors of Variance Components in Small Sample Multifaceted Generalizability Studies," Journal of Educational Statistics. 3 : 319 - 346 ; Winter, 1978.
- Smith, P.L. "The Generalizability of Student Ratings of Courses : Asking the Right Questions," Journal of Educational Measurement. 19 : 77 - 86 ; Summer, 1979.
- Stephen, G.R., and W.E. Edward. "Seven Operation Principles for Enhanced Creative Problem Solving Training," Journal of Creative Behavior. 27 : 1 - 17 ; 1993.
- Thorndike, Robert, L., "How Children Learn the Principles and Techniques of Problems-Solving," Learning and instruction Chicago. 192 - 216 ; 1950.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. หนังสือขอความร่วมมือ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วย

ไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งสามรูปแบบ



ที่ ศช 0806/06102

กองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ กทม. 10300

30 พฤศจิกายน 2536

เรื่อง ขอความร่วมมือในการทำวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเทพศิรินทร์

ด้วย นายชาญ วชิรเดช นิสิตปริญญาโทมหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กำลังดำเนินการวิจัย เรื่อง "สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์" ในการนี้ นิสิต มีความประสงค์ ขอความร่วมมือจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนนี้ทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำวิจัย

กองการมัธยมศึกษาพิจารณาแล้ว เห็นว่าการทำวิจัยดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สมควรให้การสนับสนุน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดคุณเกราะและขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญรอด วัฒนชัย)

ศึกษานิเทศก์ 8 รักษาราชการแทน

ผู้อำนวยการกองการมัธยมศึกษา

ฝ่ายส่งและรับมาตรฐานการศึกษา

โทร. 2828466

โทรสาร 2824096



ที่ ศธ 0806/06102

กองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ กทม. 10300

30 พฤศจิกายน 2536

เรื่อง ขอความร่วมมือในการทำวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนจิโนรส

ด้วย นายชาญ วชิรเดช นิสิตปริญญาโทมหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กำลังดำเนินการวิจัย เรื่อง "สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์" ในการนี้ นิสิต มีความประสงค์ ขอความร่วมมือจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนนี้ทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำวิจัย

กองการมัธยมศึกษาพิจารณาแล้ว เห็นว่าการทำวิจัยดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สมควรให้การสนับสนุน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบพระคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญรอด วัฒนชัย)

ศึกษานิเทศก์ 8 รักษาการแทน

ผู้อำนวยการกองการมัธยมศึกษา

ฝ่ายส่งเสริมมาตรฐานการศึกษา

โทร. 2828466

โทรสาร 2824096



ที่ ศช 0806/06102

กองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ กทม. 10300

30 พฤศจิกายน 2536

เรื่อง ขอความร่วมมือในการทำวิจัย

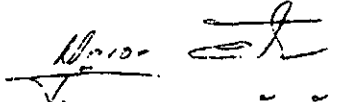
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดราชบพิธ

ด้วย นายชาญ วชิรเดช นิสิตปริญญาโทบัณฑิต วิชาเอกการวัดผล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กำลังดำเนินการวิจัย เรื่อง "สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์" ในการนี้ นิสิต มีความประสงค์ ขอความร่วมมือจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนนี้ทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ไม่โครคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำวิจัย

กองการมัธยมศึกษาพิจารณาแล้ว เห็นว่าการทำวิจัยดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแบบทดสอบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สมควรให้การสนับสนุน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดดูแลและขอขอบพระคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ


(นายบุญรอด วัฒนชัย)

ศึกษานิเทศก์ 8 รักษาราชการแทน

ผู้อำนวยการกองการมัธยมศึกษา

ฝ่ายส่งเสริมมาตรฐานการศึกษา

โทร. 2828466

โทรสาร 2824096

ตาราง 19 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาคู่ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ข้อสอบ (i)	เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด (c)											
	เงื่อนไขที่ 1		เงื่อนไขที่ 2		เงื่อนไขที่ 3		เงื่อนไขที่ 4		เงื่อนไขที่ 5		เงื่อนไขที่ 6	
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r
1	.700	.571	.380	.643	.620	.500	.700	.214	.660	.714	.360	.643
2	.420	.500	.680	.571	.540	.500	.580	.786	.680	.571	.500	.643
3	.780	.286	.540	.643	.240	.429	.620	.852	.600	.571	.520	.929
4	.480	.500	.580	.429	.800	.500	.680	.500	.580	.714	.580	.714
5	.680	.786	.400	.357	.560	.429	.600	.714	.760	.500	.780	.214

ตาราง 20 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่อาศัยหลักการและข้อเท็จจริง ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ข้อสอบ (i)	เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด (c)											
	เงื่อนไขที่ 1		เงื่อนไขที่ 2		เงื่อนไขที่ 3		เงื่อนไขที่ 4		เงื่อนไขที่ 5		เงื่อนไขที่ 6	
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r
1	.600	.286	.360	.429	.520	.429	.580	.429	.500	.357	.360	.429
2	.200	.429	.640	.429	.240	.500	.520	.429	.580	.357	.380	.286
3	.460	.357	.380	.786	.260	.786	.400	.786	.620	.500	.680	.286
4	.320	.571	.360	.643	.720	.500	.400	.571	.640	.500	.680	.357
5	.640	.571	.180	.357	.380	.571	.560	.643	.400	.786	.680	.571

ตาราง 21 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก

ข้อสอบ (i)	เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด (c)											
	เงื่อนไขที่ 1		เงื่อนไขที่ 2		เงื่อนไขที่ 3		เงื่อนไขที่ 4		เงื่อนไขที่ 5		เงื่อนไขที่ 6	
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r
1	.460	.643	.660	.571	.280	.286	.320	.571	.460	.571	.420	.714
2	.400	.500	.540	.643	.620	.500	.500	.786	.300	.429	.400	.714
3	.520	.571	.320	.714	.280	.643	.380	.714	.440	.714	.420	.786
4	.580	.857	.420	.714	.340	.571	.440	.929	.440	.643	.480	.929
5	.620	.571	.420	.714	.480	.786	.300	.571	.480	.714	.320	.571

ภาคผนวก ข

แสดงตารางการคำนวณสันประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

ตาราง 22 แสดงค่าความแปรปรวนจากองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งคำนวณจากโปรแกรม GENOVA ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือก 4 ตัวเลือก (P = นักเรียน, I = ข้อสอบ, C =เงื่อนไขสถานการณ์ของโจทย์ ปัญหาที่กำหนด)

P X (I:C) DESIGN -- I - RANDOM, C - FIXED

D STUDY DESIGN

OBJECT OF MEASUREMENT :	P	FACETS :	C	I:C
G STUDY POPULATION SIZE :	INFINITE	G STUDY UNIVERSE SIZES :	6	INFINITE
D STUDY POPULATION SIZE :	INFINITE	D STUDY UNIVERSE SIZES :	6	INFINITE
D STUDY SAMPLE SIZE :	40	D STUDY SAMPLE SIZES :	6	5

VARIANCE COMPONENTS IN TERMS OF G STUDY UNIVERSE) SIZES (OF ADMISSIBLE OBSERVATIONSSIZES)					VARIANCE COMPONENTS IN TERMS OF D STUDY UNIVERSE (OF GENERALIZATION BSERVATIONSSIZES)				
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

	VARIANCE COMPONENTS					VARIANCE COMPONENTS				
	VARIANCE	FINITE	D STUDY	FOR MEAN SCORES		VARIANCE	FINITE	D STUDY	FOR MEAN SCORES	
	COMPONENTS	UNIVERSE	SAMPLING	-----		COMPONENTS	UNIVERSE	SAMPLING	-----	
	FOR SINGLE	COR-	FRE-	STANDARD		FOR SINGLE	COR-	FRE-	STANDARD	
EFFECT	OBSERVATIONS	RECTIONS	QUENCIES	ESTIMATES	ERRORS	OBSERVATIONS	RECTIONS	QUENCIES	ESTIMATES	ERRORS

P	0.03239QFM	1.0000	1	0.03239	0.00848	0.03239	1.0000	1	0.03239	0.00848
C	0.00231	0.0000	6	-----	-----	0.00231QFM	0.0000	6	-----	-----
I:C	0.03188	1.0000	30	0.00106	0.00034	0.03188	1.0000	30	0.00106	0.00034
PC	0.00674	0.0000	6	-----	-----	0.00674	0.0000	8	-----	-----
PI:C	0.18020	1.0000	30	0.00601	0.00028	0.18020	1.0000	30	0.00601	0.00028

QFM = QUADRATIC FORM

		STANDARD DEVIATION	STANDARD ERROR OF VARIANCE	GENERALIZABILITY COEFFICIENT = .84355
UNIVERSE SCORE		.03239	.17996	
EXPECTED OBSERVED SCORE		.03839	.19594	
LOWER CASE DELTA		.00601	.07750	
UPPER CASE DELTA		.00707	.08408	
MEAN		.00202	.04497	

ตาราง 23 แสดงค่าความแปรปรวนจากองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งคำนวณจากโปรแกรม GENOVA ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่อาศัยหลักการและข้อเท็จจริง ชนิดปรนัย แบบเลือก 4 ตัวเลือก (P = นักเรียน, I = ข้อสอบ, C = เงื่อนไขสถานการณ์ของ โจทย์ปัญหาที่กำหนด)

P X (I:C) DESIGN - I - RANDOM, C - FIXED

D STUDY DESIGN

OBJECT OF MEASUREMENT :	P	FACETS :	C	I:C
G STUDY POPULATION SIZE :	INFINITE	G STUDY UNIVERSE SIZES :	6	INFINITE
D STUDY POPULATION SIZE :	INFINITE	D STUDY UNIVERSE SIZES :	6	INFINITE
D STUDY SAMPLE SIZE :	40	D STUDY SAMPLE SIZES :	6	5

VARIANCE COMPONENTS IN TERMS OF G STUDY UNIVERSE) SIZES (OF ADMISSIBLE OBSERVATIONSSIZES)					VARIANCE COMPONENTS IN TERMS OF D STUDY UNIVERSE (OF GENERALIZATION BSERVATIONSSIZES)				
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

VARIANCE COMPONENTS						VARIANCE COMPONENTS					
VARIANCE	FINITE	D STUDY	FOR MEAN SCORES			VARIANCE	FINITE	D STUDY	FOR MEAN SCORES		
COMPONENTS	UNIVERSE	SAMPLING	-----			COMPONENTS	UNIVERSE	SAMPLING	-----		
FOR SINGLE	COR-	FRE-	STANDARD			FOR SINGLE	COR-	FRE-	STANDARD		
EFFECT	OBSERVATIONS	RECTIONS	QUENCIES	ESTIMATES	ERRORS	OBSERVATIONS	RECTIONS	QUENCIES	ESTIMATES	ERRORS	

P	0.02249QFM	1.0000	1	0.02249	0.00654	0.02249	1.0000	1	0.02249	0.00654
C	0.00000	0.0000	6	-----	-----	0.00000QFM	0.0000	6	-----	-----
I:C	0.02054	1.0000	30	0.00068	0.00024	0.02054	1.0000	30	0.00068	0.00024
PC	0.03566	0.0000	6	-----	-----	0.03566	0.0000	6	-----	-----
PI:C	0.21279	1.0000	30	0.00709	0.00033	0.21279	1.0000	30	0.00709	0.00033

QFM = QUADRATIC FORM

		STANDARD DEVIATION	STANDARD ERROR OF VARIANCE	
UNIVERSE SCORE		.02249	.14997	.00654
EXPECTED OBSERVED SCORE		.02958	.17200	.00653
LOWER CASE DELTA		.00709	.08422	.00033
UPPER CASE DELTA		.00778	.08819	.00040
MEAN		.00142	.03774	
GENERALIZABILITY COEFFICIENT = .76024				

ตาราง 24 แสดงค่าความแปรปรวนจากองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งคำนวณจากโปรแกรม GENOVA ของแบบทดสอบการแก้ปัญหที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่อาศัยหลักการเพียงอย่างเดียว ชนิดปรนัย แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก (P = นักเรียน, I = ข้อสอบ, C = เจื่อนใจสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนด)

P X (I:C) DESIGN -- I - RANDOM, C - FIXED

D STUDY DESIGN

OBJECT OF MEASUREMENT :	P	FACETS :	C	I:C
G STUDY POPULATION SIZE :	INFINITE	G STUDY UNIVERSE SIZES :	6	INFINITE
D STUDY POPULATION SIZE :	INFINITE	D STUDY UNIVERSE SIZES :	6	INFINITE
D STUDY SAMPLE SIZE :	40	D STUDY SAMPLE SIZES :	6	5

VARIANCE COMPONENTS IN TERMS OF G STUDY UNIVERSE) SIZES (OF ADMISSIBLE OBSERVATIONSSIZES)					VARIANCE COMPONENTS IN TERMS OF D STUDY UNIVERSE (OF GENERALIZATION BSERVATIONSSIZES)				
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

	VARIANCE COMPONENTS					VARIANCE COMPONENTS				
	VARIANCE	FINITE	D STUDY	FOR MEAN SCORES		VARIANCE	FINITE	D STUDY	FOR MEAN SCORES	
	COMPONENTS	UNIVERSE	SAMPLING	-----		COMPONENTS	UNIVERSE	SAMPLING	-----	
	FOR SINGLE	COR-	FRE-	STANDARD		FOR SINGLE	COR-	FRE-	STANDARD	
EFFECT	OBSERVATIONS	RECTIONS	QUENCIES	ESTIMATES	ERRORS	OBSERVATIONS	RECTIONS	QUENCIES	ESTIMATES	ERRORS

P	0.02611QFM	1.0000	1	0.02611	0.00723	0.02611	1.0000	1	0.02611	0.00723
C	0.00000	0.0000	6	-----	-----	0.00000QFM	0.0000	6	-----	-----
I:C	0.01933	1.0000	30	0.00064	0.00022	0.01933	1.0000	30	0.00064	0.00022
PC	0.01064	0.0000	6	-----	-----	0.01064	0.0000	6	-----	-----
PI:C	0.19776	1.0000	30	0.00659	0.00030	0.19776	1.0000	30	0.00659	0.00033

QFM = QUADRATIC FORM

STANDARD			STANDARD ERROR	
VARIANCE	DEVIATION	OF VARIANCE		
UNIVERSE SCORE	.02611	.16159	.00723	
EXPECTED OBSERVED SCORE	.03270	.18084	.00722	
LOWER CASE DELTA	.00659	.08119	.00030	GENERALIZABILITY COEFFICIENT = .79845
UPPER CASE DELTA	.00724	.08507	.00037	
MEAN	.00146	.03823		

ตาราง 25 การทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหา
ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งสามรูปแบบ

MEANU	VARU	CU	UX ₁
1.7237	.0241	.0140	3.0766

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายชาญ วชิรเดช

เกิดวันที่ 2 เดือนมีนาคม พุทธศักราช 2514

สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร.

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 97/74 หมู่ 2

ถนนรัตนวิเบศร์ ตำบลบางรักน้อย อำเภอเมือง

นนทบุรี 11000

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน นักวิชาการฝึกอบรม

สถานที่ทำงานปัจจุบัน สถาบันพัฒนาข้าราชการราชทัณฑ์

กรมราชทัณฑ์ กระทรวงมหาดไทย

ถนนนนทบุรี 1 ตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมือง

นนทบุรี 11000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2530 มัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลาย โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย

พ.ศ. 2535 การศึกษาระดับบัณฑิต (การวัดผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร

พ.ศ. 2537 การศึกษามหาบัณฑิต (การวัดผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร