

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง หาคูณภาพ และสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ตอนที่ 2 ผลการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ตอนที่ 3 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ในการแปลความหมายข้อมูลจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

\bar{X}	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
p	แทน	ค่าความยาก
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
SE	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนัก องค์ประกอบ
t	แทน	ค่าสถิติ t
R^2	แทน	สัดส่วนความแปรผันร่วมระหว่างตัวแปรที่ สังเกตได้กับองค์ประกอบร่วมที่ต้องการวัด
GFI	แทน	ดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง

AGFI	แทน	ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว
RMR	แทน	ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ
RMSEA	แทน	ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ
df	แทน	องศาอิสระจากการวิเคราะห์
P	แทน	ความน่าจะเป็น
PR	แทน	ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์
T	แทน	คะแนนที่ปกติ (Normalized T – Score)
T_c	แทน	T ปกติที่คำนวณจากสมการเส้นตรงอยู่ในรูปของฟังก์ชันของคะแนนสอบ
Problem Solving	แทน	ความสามารถในการแก้ปัญหา
Understanding the Problem	แทน	การทำความเข้าใจปัญหา
Devising a Plan	แทน	การวางแผนแก้ปัญหา
Carrying Out the Plan	แทน	การดำเนินการตามแผน
Looking Back	แทน	การตรวจสอบคำตอบ
A_n	แทน	ขั้นทำความเข้าใจปัญหาข้อที่ n
B_n	แทน	ขั้นวางแผนแก้ปัญหาข้อที่ n
C_n	แทน	ขั้นดำเนินการตามแผนข้อที่ n
D_n	แทน	ขั้นตรวจสอบคำตอบข้อที่ n

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบความเรียง จำนวน 10 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วย 4 คำถาม ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อบ่งชี้พฤติกรรมการ

แก้ปัญหา คือ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบคำตอบ โดยนำเสนอผลการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามาตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการประเมินคุณภาพขั้นต้นของแบบทดสอบ (ค่า IOC) โดยการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยดำเนินการเขียนข้อสอบตามนิยามของความสามารถในการแก้ปัญหามีลักษณะเป็นแบบทดสอบความเรียงแบบจำกัดคำตอบ จำนวน 12 ข้อ ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา และสร้างเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งแต่ละข้อประกอบด้วยคำถามย่อย 4 คำถาม แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเป็นปรนัยของข้อสอบ โดยพิจารณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ภาษา ความถูกต้องเหมาะสมของข้อสอบ ผลปรากฏดังตารางที่ 7 ต่อไปนี้

ตารางที่ 7 ผลการพิจารณาคัดขีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 1
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 2
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 3
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 4
5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 5
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 6
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 7
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 8
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 9
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 10
11	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 11
12	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 12

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าข้อคำถามแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทุกข้อดัชนีความสอดคล้อง 1.00 ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ข้อสอบที่ได้ต้องมีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ดังนั้น ข้อสอบทุกข้อมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้

2. ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาค่าความยากและอำนาจจำแนกรายข้อ

ผู้วิจัยนำข้อคำถามที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองสอบ (Try Out) กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขมรราชพิทยาคม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 100 คน นำผลการสอบที่ได้มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของ คี อาร์ ไวท์นีย์ และคิแอล ซาเบอร์ ซึ่งข้อสอบที่เหมาะสมควรมีค่าความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อแสดงไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการพิจารณาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาจากการทดลองสอบ (Try Out)

ข้อคำถาม	ค่าอำนาจจำแนก	ความยาก	สรุป
1	0.47	0.71	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 1
2	0.52	0.66	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 2
3	0.50	0.65	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 3
4	0.51	0.59	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 4
5	0.46	0.62	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 5
6	0.23	0.46	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 6
7	0.44	0.58	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 7
8	0.50	0.70	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 8
9	0.60	0.57	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 9
10	0.08	0.58	ใช้ไม่ได้
11	0.15	0.46	ใช้ไม่ได้
12	0.58	0.56	ใช้ได้เก็บไว้เป็นข้อสอบข้อที่ 10

จากตารางที่ 8 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ จำนวน 12 ข้อ เป็นข้อสอบที่มีความยากปานกลาง ($0.40 \leq p \leq 0.59$) จำนวน 7 ข้อ และค่อนข้างง่าย ($0.60 \leq p \leq 0.79$) จำนวน 5 ข้อ เมื่อพิจารณาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ พบว่า ข้อสอบที่จำแนกได้พอใช้ ($0.20 \leq r \leq 0.39$) จำนวน 1 ข้อ จำแนกได้ดี ($0.40 \leq r \leq 0.59$) จำนวน 9 ข้อ และมีจำนวนข้อที่ตัดออก ($r \leq 0.19$) จำนวน 2 ข้อ คือข้อสอบที่ 10 และข้อสอบที่ 11 ดังนั้นข้อสอบที่เก็บไว้ใช้ ได้แก่ ข้อสอบที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 12 ซึ่งข้อสอบส่วนใหญ่มีความยากปานกลาง และสามารถจำแนกได้ดี

ตอนที่ 2 ผลการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้ว ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 596 คน ที่ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด ดังนี้

1. ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน

ผู้วิจัยหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน โดยใช้ดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน (RIA) ซึ่งตรวจให้คะแนนโดยกรรมการ 2 ท่าน ผลปรากฏดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน (RIA)

จำนวนผู้ตรวจ	รวมคะแนนผู้ตรวจคนที่ 1	รวมคะแนนผู้ตรวจคนที่ 2	$\sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K R_{1nk} - R_{2nk} $	RAI
2	37,168	37,361	431	0.99

ผลการวิเคราะห์พบว่าดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมินของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เมื่อใช้ผู้ตรวจให้คะแนน 2 ท่าน มีค่าเท่ากับ 0.99 แสดงว่าผู้ประเมินมีความเห็นสอดคล้องกันมาก

2. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คะแนนที่ได้จากผู้ตรวจให้คะแนน 2 แยกพิจารณาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	คะแนนเต็ม	\bar{X}	ร้อยละ	S.D.	α
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	20	13.87	69.35	4.25	-
ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	20	12.05	60.25	3.74	-
ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน	40	21.37	53.42	4.56	-
ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบคำตอบ	20	10.12	50.60	2.95	-
แบบวัดทั้งหมด	100	58.24	58.24	20.65	0.80

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งดำเนินการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 596 คน เมื่อพิจารณาตามขั้นตอนการแก้ปัญหของ โพลยา 4 ขั้นตอน พบว่า

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา คะแนนเต็ม 20 คะแนน คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.87 คิดเป็นร้อยละ 69.35 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.25

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา คะแนนเต็ม 20 คะแนน คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.05 คิดเป็นร้อยละ 60.25 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.74

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน คะแนนเต็ม 40 คะแนน คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.37 คิดเป็นร้อยละ 53.42 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.56 ซึ่งขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียน ต้องคิดวิเคราะห์หลายขั้นตอน ใช้ทักษะการคิดคำนวณด้วยกระบวนการคิดที่เป็นระบบและ เป็นรูปธรรมเพื่อสรุปเป็นคำตอบของปัญหา ดังนั้นขั้นนี้ผู้วิจัยจึงให้น้ำหนักคะแนนมากกว่า ขั้นอื่น ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบคำตอบ คะแนนเต็ม 20 คะแนน คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.12 คิดเป็นร้อยละ 50.60 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.95

แบบวัดทั้งหมดมี จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 100 คะแนน คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 58.24 คิดเป็นร้อยละ 58.24 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 20.65 และสัมประสิทธิ์ความ เชื่อมั่นของแบบวัดทั้งหมดเท่ากับ 0.80 คะแนน

เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นร้อยละของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถทำคะแนน ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาได้มากที่สุด ตามด้วยขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบคำตอบซึ่งมีคะแนนน้อยที่สุด

3. ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบ

ผู้วิจัยนำคะแนนเฉลี่ยจากการตรวจให้คะแนนโดยผู้ตรวจ 2 ท่าน กำหนดค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของดี อาร์ ไรท์นีย์ และดีแอล ซาเบอร์ ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการพิจารณาค่าความยาก (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อคำถาม	ค่าอำนาจจำแนก	ความยาก	สรุป
1	0.53	0.67	เหมาะสม
2	0.56	0.61	เหมาะสม
3	0.54	0.61	เหมาะสม
4	0.56	0.54	เหมาะสม
5	0.48	0.59	เหมาะสม
6	0.31	0.47	เหมาะสม
7	0.47	0.57	เหมาะสม
8	0.54	0.66	เหมาะสม
9	0.63	0.56	เหมาะสม
10	0.61	0.55	เหมาะสม

จากตารางที่ 11 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ จำนวน 10 ข้อ เป็นข้อสอบมีความยากตั้งแต่ 0.47-0.67 ได้แก่ ข้อสอบที่มีความยากปานกลาง ($0.40 \leq p \leq 0.59$) จำนวน 6 ข้อ และค่อนข้างง่าย ($0.60 \leq p \leq 0.79$) จำนวน 4 ข้อ เมื่อพิจารณาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ พบว่า ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.31-0.63 ได้แก่ ข้อสอบจำแนกได้พอใช้ ($0.20 \leq r \leq 0.39$) จำนวน 1 ข้อ จำแนกได้ดี ($0.40 \leq r \leq 0.59$) จำนวน 9 แสดงว่าข้อสอบส่วนใหญ่มีความยากปานกลาง และสามารถจำแนกได้ดี

4. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor Analysis) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อยืนยันว่าข้อคำถามแต่ละข้อสามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ได้ ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์องค์ประกอบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรที่สังเกตได้

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรที่สังเกตได้	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R ²
Understanding the Problem	A1	0.65	0.02	32.68*	1.00
	A2	0.65	0.00	155.36*	0.98
	A3	0.63	0.01	85.18*	0.93
	A4	0.63	0.01	87.72*	0.93
	A5	0.60	0.01	47.39*	0.78
	A6	0.61	0.01	61.00*	0.87
	A7	0.63	0.01	84.36*	0.91
	A8	0.56	0.02	32.56*	0.61
	A9	0.62	0.01	58.41*	0.84
	A10	0.60	0.01	52.82*	0.81
Devising a Plan	B1	0.50	0.02	21.26*	0.55
	B2	0.54	0.03	21.19*	0.66
	B3	0.49	0.03	17.81*	0.49
	B4	0.54	0.03	20.43*	0.63
	B5	0.52	0.03	19.75*	0.59
	B6	0.44	0.01	39.56*	0.45
	B7	0.56	0.02	22.35*	0.74
	B8	0.49	0.03	18.27*	0.52
	B9	0.56	0.03	20.80*	0.65
	B10	0.56	0.03	21.15*	0.67
Carrying Out the Plan	C1	1.12	0.05	20.39*	0.68
	C2	1.05	0.04	26.41*	0.73
	C3	1.04	0.04	28.76*	0.82
	C4	1.03	0.04	27.47*	0.78

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรที่ สังเกตได้	ค่าน้ำหนัก องค์ประกอบ	SE	t	R ²
	C5	0.98	0.04	24.34*	0.67
	C6	0.98	0.04	24.95*	0.69
	C7	0.98	0.04	25.02*	0.69
	C8	0.93	0.04	25.93*	0.66
	C9	0.99	0.03	28.79*	0.81
	C10	0.99	0.04	27.99*	0.78
Looking Back	D1	0.62	0.02	15.06*	0.80
	D2	0.16	0.02	6.82*	0.07
	D3	0.66	0.02	38.44*	0.87
	D4	0.64	0.02	35.88*	0.81
	D5	0.67	0.02	43.84*	0.95
	D6	0.66	0.02	41.64*	0.90
	D7	0.67	0.02	41.31*	0.91
	D8	0.67	0.02	41.44*	0.92
	D9	0.66	0.02	41.06*	0.91
	D10	0.66	0.02	40.77*	0.91

*P < 0.05

จากตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรแฝงกับตัวแปรที่สังเกตได้ เมื่อพิจารณาจากค่าน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่าตัวแปรที่สังเกตได้ A1-A10 มีความสัมพันธ์กับตัวแปรแฝง Understanding the Problem (การทำความเข้าใจปัญหา) ตัวแปรที่สังเกตได้ B1-B10 มีความสัมพันธ์กับตัวแปรแฝง Devising a Plan (การวางแผนแก้ปัญหา) ตัวแปรที่สังเกตได้ C1-C10 มีความสัมพันธ์กับตัวแปรแฝง Carrying Out the Plan (การดำเนินการตามแผน) และตัวแปรที่สังเกตได้ D1-D10 มีความสัมพันธ์กับตัวแปรแฝง Looking Back (การตรวจสอบคำตอบ) แสดงว่าตัวแปรที่สังเกตได้แต่ละตัวแปรเป็นองค์ประกอบของตัวแปรแฝง ซึ่งน้ำหนักองค์ประกอบ ตั้งแต่ 0.16 ถึง 1.12

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดลการวิจัยกับ
ข้อมูลเชิงประจักษ์

องค์ประกอบ	ตัวแปรแฝง	ค่าน้ำหนัก องค์ประกอบ	SE	t	R ²
Problem	Understanding the Problem	0.98	0.03	32.68*	0.96
Solving	Devising a Plan	1.01	0.05	21.26*	1.03
	Carrying Out the Plan	0.84	0.04	20.39*	0.71
	Looking Back	0.60	0.04	15.06*	0.36

*P < 0.05

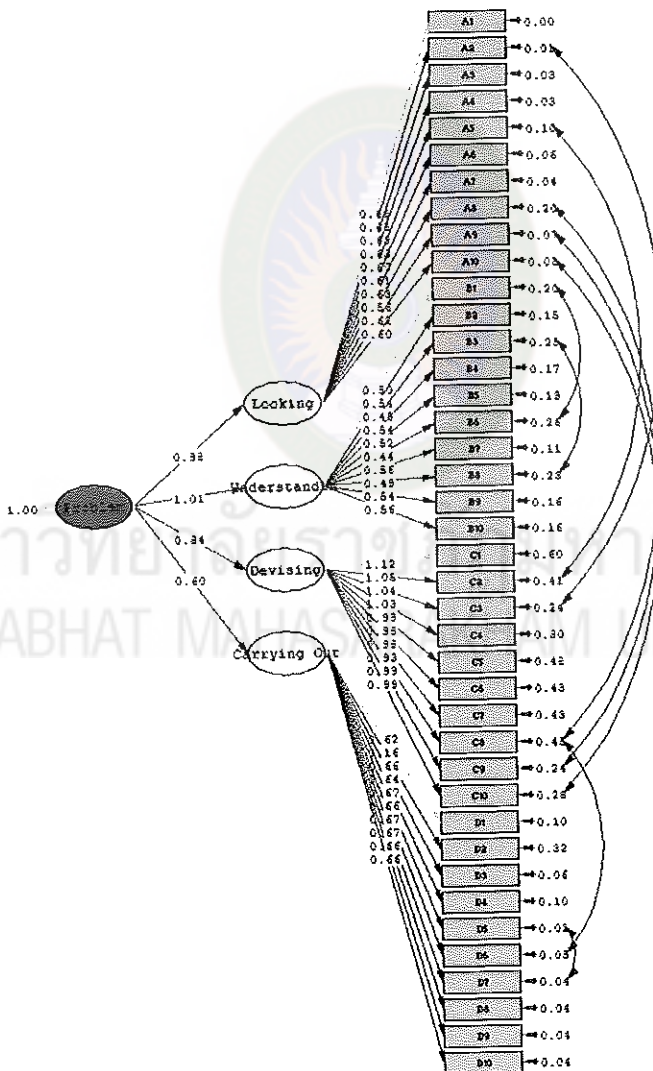
จากตารางที่ 13 การวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดลการวิจัยกับ ข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาจากค่าน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่าตัวแปรแฝง Understanding the Problem (การทำความเข้าใจปัญหา) Devising a Plan (การวางแผนแก้ปัญหา) Carrying Out the Plan (การดำเนินการตามแผน) และ Looking Back (การตรวจสอบคำตอบ) มีความสอดคล้องกับโมเดลการวิจัย Problem Solving (ความสามารถในการแก้ปัญหา) แสดงว่า ตัวแปรแฝงแต่ละตัวแปรเป็นองค์ประกอบของโมเดลการวิจัย

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดล

ดัชนีความสอดคล้อง	เกณฑ์การพิจารณา	ค่าที่คำนวณได้	ผลการประเมิน
Chi-Square	มีค่าน้อยมากจนไม่มีนัยสำคัญ (P > 0.05)	364.14	เป็นไปตามเกณฑ์
GFI	มีค่ามากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1	0.99	เป็นไปตามเกณฑ์
AGFI	มีค่ามากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1	0.98	เป็นไปตามเกณฑ์
RMSEA	มีค่าต่ำกว่า 0.05 หรือเข้าใกล้ 0	0.022	เป็นไปตามเกณฑ์
RMR	มีค่าต่ำกว่า 0.05 หรือเข้าใกล้ 0	0.014	เป็นไปตามเกณฑ์

จากตารางที่ 14 การวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดล พบว่า ค่าไค-สแควร์ (Chi-Square) เท่ากับ 364.14 องศาอิสระจากการวิเคราะห์ (df) เท่ากับ 122 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่า P = 0.159) ดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง(GFI)เท่ากับ 0.99 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.98 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความ

แตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.022 และค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) เท่ากับ 0.014 ค่าดัชนีความสอดคล้องทุกตัวบ่งชี้ว่า โมเดลการวิจัยมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือค่าไค-สแควร์ (Chi-Square) ต้องไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง(GFI) ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว(AGFI) ต้องมากกว่า 0.90 และเข้าใกล้ 1 ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) ต้องต่ำกว่า 0.05 และเข้าใกล้ 0 แสดงว่า แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 10 ข้อมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง



Chi-Square=364.14, df=122, P-value=0.15850, RMSEA=0.022

แผนภาพที่ 5 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

จากแผนภาพที่ 5 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า โมเดลที่วิเคราะห์ได้ ยืนยันว่าแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ค่าดัชนีความสอดคล้องทุกตัวบ่งชี้ว่าโมเดลการวิจัยมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (พิจารณาตามเกณฑ์ในตารางที่ 14) และคำถามแต่ละข้อของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามีความเที่ยงตรงในการวัด

ตอนที่ 3 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยดำเนินการแปลความหมายของคะแนนที่ได้ โดยสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ซึ่งนำคะแนนได้คำนวณคะแนน T ปกติ แล้วสร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนน T ปกติ (T_c) โดยคำนวณจากสมการพยากรณ์

ตารางที่ 15 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งฉบับของวิชาฟิสิกส์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คะแนนดิบ	T_c	คะแนนดิบ	T_c	คะแนนดิบ	T_c
97	67*	84	61	71	55
96	66*	83	60	70	54
95	66*	82	60	69	54
94	65	81	59	68	53
93	65	80	59	67	53
92	64	79	58	66	53
91	64	78	58	65	52
90	63	77	57	64	52
89	63	76	57	63	51
88	62	75	57	62	51
87	62	74	56	61	50
86	62	73	56	60	50
85	61	72	55	59	49
57	48	37	39	19	31
56	48	35	39	18	31

คะแนนดิบ	T_c	คะแนนดิบ	T_c	คะแนนดิบ	T_c
55	48	34	38	17	30
54	47	33	38	13	29
52	46	32	37	11	28
50	45	31	37	10	27
49	45	30	36	9	27
48	44	29	36	8	26
47	44	28	35	7	26
45	43	27	35	5	25
44	43	25	34	2	24
43	42	23	33	0	23

* ส่วนที่ปรับขยายเกณฑ์ปกติ

จากตารางที่ 15 พบว่าเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 95 คะแนน คะแนน T ปกติ (T_c) ตั้งแต่ T_{23} ถึง T_{65} ตามสมการพยากรณ์ $T_c = 22.848 + 0.45X$ แสดงว่าความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนอยู่ในช่วงระดับต่ำมาก - ระดับสูง และการแปลความหมายของคะแนนเพื่อให้ทราบว่านักเรียนคนใดได้คะแนน T ปกติ (T_c) เท่าใดแล้วประเมินว่านักเรียนคนนั้น มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาในระดับใดของกลุ่ม ให้ตัดสินใจตามเกณฑ์ดังนี้ พิชิต ฤทธิรัฐ (2553 : 216)

ตารางที่ 16 เกณฑ์คะแนนเพื่อแปลผลระดับความสามารถในการแก้ปัญหา

T	คะแนนดิบ (คะแนน)	แปลผล
T65 และสูงกว่า	94-100	มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงมาก
T55 - T65	71-93	มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูง
T45 - T55	49-70	มีความสามารถในการแก้ปัญหาปานกลาง
T35 - T45	27-48	มีความสามารถในการแก้ปัญหาค่ำ
T35 และต่ำกว่า	0-26	มีความสามารถในการแก้ปัญหาค่ำมาก

ถ้าผู้ที่ได้คะแนนตรงจุดแบ่งพอดี คือ ตั้งแต่ T35, T45, T55 และ T65 ให้เลื่อนขึ้นไปอยู่ในกลุ่มถัดขึ้นไปเสมอ