

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ ประการแรกเพื่อวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ ในเงื่อนไขของขนาดกลุ่มผู้ตัวอย่างและความยาวแบบสอบแบบต่างๆ ประการที่สองเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ประการที่สามเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากของข้อสอบ ระหว่างโรงเรียนภายในสังกัดและระหว่างสังกัด รวมทั้งศึกษาความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบ ระหว่างผู้เรียนภายในโรงเรียนระหว่างโรงเรียนภายในสังกัดและระหว่างสังกัด โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างและคะแนนจากแบบสอบ
- ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของค่าความยากและความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบและการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ
- ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของค่าความยากและค่าความสามารถของผู้สอบ
- ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความแปรปรวนของค่าความยากของข้อสอบและความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบ

สัญลักษณ์แทนชุดข้อมูล

สำหรับการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม

- | | | |
|----------|---------|--|
| C_2_1000 | หมายถึง | ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ ผู้สอบจำนวน 1,000 คน |
| C_4_1000 | หมายถึง | ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ ผู้สอบจำนวน 1,000 คน |
| C_2_500 | หมายถึง | ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ ผู้สอบจำนวน 500 คน |
| C_4_500 | หมายถึง | ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ ผู้สอบจำนวน 500 คน |
| C_2_200 | หมายถึง | ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ ผู้สอบจำนวน 200 คน |
| C_4_200 | หมายถึง | ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ ผู้สอบจำนวน 200 คน |
| C_2_100 | หมายถึง | ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ ผู้สอบจำนวน 100 คน |
| C_4_100 | หมายถึง | ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ ผู้สอบจำนวน 100 คน |

สำหรับการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

I_2_1000	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	1,000 คน
I_4_1000	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	1,000 คน
I_2_500	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	500 คน
I_4_500	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	500 คน
I_2_200	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	200 คน
I_4_200	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	200 คน
I_2_100	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	100 คน
I_4_100	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	100 คน

สำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ

H_2_1000	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	1,000 คน
H_4_1000	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	1,000 คน
H_2_500	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	500 คน
H_4_500	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	500 คน
H_2_200	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	200 คน
H_4_200	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	200 คน
H_2_100	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	100 คน
H_4_100	หมายถึง	ข้อมูลจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ	ผู้สอบจำนวน	100 คน

สัญลักษณ์แทนทฤษฎีการวิเคราะห์

CTT	หมายถึง	ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม
IRT	หมายถึง	ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
HLM	หมายถึง	การวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ

สัญลักษณ์แทนค่าสถิติ

MEAN	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
SD	หมายถึง	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)
CV	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (coefficient of variation)
MAX	หมายถึง	ค่าสูงสุด (maximum)
MIN	หมายถึง	ค่าต่ำสุด (minimum)
SK	หมายถึง	ค่าความเบ้ (skewness)

KU	หมายถึง	ค่าความโด่ง (kurtosis)
χ^2	หมายถึง	ค่าสถิติ ไค-สแควร์ (chi-square)
t	หมายถึง	ค่าสถิติ ที (t-test)
df	หมายถึง	องศาอิสระ (degree of freedom)
SE	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error)
P	หมายถึง	ระดับนัยสำคัญ (significant level)
$\bar{\theta}_{EB}$	หมายถึง	ค่าความสามารถผู้สอบประมาณด้วยวิธี empirical Bayes estimate
$\bar{\theta}_{OL}$	หมายถึง	ค่าความสามารถผู้สอบประมาณด้วยวิธี ordinary least square estimate
τ	หมายถึง	ความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ (variance of U_{oj})

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างและคะแนนจากแบบสอบถาม

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนแรกเป็นการวิเคราะห์จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง ตอนที่สองเป็นการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบสอบถามโดยแยกตามความยาวแบบสอบถาม จำนวนผู้สอบ และสังกัด ด้วยค่าสถิติบรรยาย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูลในเบื้องต้นนี้เป็นการวิเคราะห์การแจกแจงความถี่และร้อยละของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มาจากโรงเรียนทั้ง 3 สังกัด คือ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สังกัดคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (สช.) และสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร (กทม.) สังกัดละ 8 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 24 โรงเรียน มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 1,022 คน เมื่อผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลจริง พบว่า มีผู้เรียนจำนวนหนึ่งที่ไม่ได้อยู่ในโรงเรียนในช่วงที่ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล เนื่องจากผู้เรียนจำนวนหนึ่งไม่ได้มาโรงเรียนในวันนั้นและมีผู้เรียนอีกจำนวนหนึ่งติดกิจกรรมของโรงเรียนในด้านอื่น เช่น เป็นตัวแทนโรงเรียนไปประกวดกล่าวสุนทรพจน์ เป็นต้น จึงทำให้มีผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เข้ารับการทดสอบด้วยแบบสอบถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ครั้งนี้ มีจำนวนทั้งสิ้น 1,002 คน จากผลการวิเคราะห์จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เข้ารับการทดสอบ คิดเป็นร้อยละ 98.04 จากจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดซึ่งเป็นผู้เรียนที่มาจาก 3 สังกัด ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันโดยส่วนใหญ่เป็นผู้เรียนที่มาจากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) มากที่สุดจำนวน 370 คน คิดเป็นร้อยละ 36.93 รองลงมาเป็นผู้เรียนจากสังกัดคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (สช.) จำนวน 341 คน คิดเป็นร้อยละ 34.03 และสังกัดสำนักงานศึกษา กรุงเทพมหานคร (กทม.) มีจำนวนน้อยที่สุด 291 คน คิดเป็นร้อยละ 29.04 โดยมีจำนวนผู้เรียนในแต่ละโรงเรียน ภายในสังกัดเดียวกันที่ใกล้เคียง มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียนและสังกัด

รายชื่อโรงเรียน	จำนวน (ร้อยละ)	รายชื่อโรงเรียน	จำนวน (ร้อยละ)	รายชื่อโรงเรียน	จำนวน (ร้อยละ)
สพฐ.		สช.		กทม.	
สามเสนวิทยาลัย	54(14.59)	กรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย	55(16.13)	มัธยมประชานิเวศน์	45(15.46)
ปทุมคงคา	49(13.24)	อัสสัมชัญคอนแวนต์	52(15.25)	วัดบางประกอก	40(13.75)
รัตนโกสินทร์สมโภช (บางขุนเทียน)	49(13.24)	เซนต์ฟรังซิสซาเวียร์ - คอนแวนต์	49(14.37)	วิสุทธิศ	40(13.75)
ศรีอยุธยาในพระอุปถัมภ์	46(12.43)	อัสสัมชัญศึกษา	48(14.08)	วัดเศวตฉัตร	38(13.06)
นนทรีวิทยา	46(12.43)	พระแม่มาลีสาทร	36(10.56)	วัดทองเพ็ญ	36(12.37)
สายปัญญา	46(12.43)	ไมทอุดมศึกษา	35(10.26)	วัดโพธิ์ทอง	35(12.03)
สตรีวัดมหาพฤฒาราม	40(10.81)	เซนไมเกิ้ล	34(9.97)	วัดกก	32(11.00)
มัธยมวัดเบญจมบพิตร	40(10.81)	กุหลาบวิทยา	32(9.38)	วัดชัยมงคล	25 (8.59)
รวม	370(100.00)	รวม	341(100.00)	รวม	291(100.00)
รวมทั้งสิ้น	(36.93)		(34.03)		(29.04)
					1002 คน

หมายเหตุ สพฐ. หมายถึงสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สช. หมายถึงสังกัดคณะกรรมการการศึกษาเอกชน และ กทม. หมายถึงสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบสอบ

ผลการวิเคราะห์ในส่วนนี้เป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของคะแนนสอบจากแบบสอบด้วยค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ค่ามัธยฐาน (Median) ฐานนิยม (Mode) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation) ความแปรปรวน (Variance) ค่าความเบ้ (Skewness) ค่าความโด่ง (Kurtosis) เพื่อให้ภาพรวมลักษณะการกระจายและการแจกแจงของคะแนนในแต่ละเงื่อนไขที่ผู้วิจัยศึกษา ทั้งแบบสอบความยาว 40 ข้อ และ 20 ข้อ ที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (Dichotomous) และจำนวนผู้สอบ 1,000, 500, 200 และ 100 คน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. คะแนนจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ

สำหรับแบบสอบยาว 40 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานพบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 ขนาด มีคะแนนสอบในระดับปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ โดยผู้สอบจำนวน 1,000 คน และ 200 คน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากัน คือ 5 คะแนน และจำนวนผู้สอบ 500 และ 100 คน มี

คะแนนต่ำสุดเป็น 6 และ 12 คะแนน ตามลำดับ ส่วนคะแนนสูงสุดพบว่าผู้สอบจำนวน 500, 200 และ 100 มีคะแนนสูงสุดเท่ากัน คือ 39 คะแนน ส่วนผู้สอบจำนวน 1,000 คน มีคะแนนสูงสุด คือ 38 คะแนน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละจำนวนผู้สอบ พบว่าผู้สอบจำนวน 100 คน มีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุด คือ 29.43 ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างสูง รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 200 และ 500 คน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของคะแนนในระดับปานกลางซึ่งใกล้เคียงกัน คือ 27.240 และ 26.140 ตามลำดับ ส่วนจำนวนผู้สอบ 1,000 คน มีค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำที่สุดเท่ากับ 22.739 แสดงให้เห็นว่าในภาพรวมลักษณะการกระจายของคะแนนในผู้สอบจำนวน 100 คน ส่วนใหญ่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างสูงกว่าผู้สอบจำนวนอื่นๆ และผู้สอบจำนวน 1,000 คน ส่วนใหญ่ผู้สอบมีคะแนนในระดับต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับผู้สอบจำนวนอื่น เมื่อพิจารณาความแปรปรวนของคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 ขนาด พบว่าทุกจำนวนผู้สอบมีคะแนนแตกต่างกันในกลุ่มค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันตั้งแต่ 22-36 โดยผู้สอบจำนวน 1,000 คน มีความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มสูงสุดถึงร้อยละ 36.246 รองลงมาได้แก่จำนวนผู้สอบ 500 และ 200 คน ซึ่งมีความแปรปรวนของคะแนนที่ใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 29.021, 29.615 ตามลำดับ และความแปรปรวนของคะแนนน้อยที่สุดคือผู้สอบจำนวน 100 คน (CV=22.616)

เมื่อพิจารณารูปแบบโค้งการแจกแจงจากค่าความเบ้และความโด่ง พบว่าคะแนนจากการวัดทั้ง 4 จำนวนผู้สอบ มีลักษณะการแจกแจงที่คล้ายกัน คือ มีลักษณะเบ้ซ้าย ซึ่งเห็นว่าผู้สอบส่วนใหญ่มีคะแนนสูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทุกจำนวนผู้สอบ โดยเมื่อขนาดตัวอย่างยิ่งมากขึ้น ลักษณะการแจกแจงของคะแนนจะเข้าใกล้โค้งปกติ โดยคะแนนจากการวัดของกลุ่มตัวอย่าง 200 คน มีลักษณะเบ้ซ้ายมากที่สุด รองลงมาคือคะแนนจากการวัดของกลุ่มตัวอย่าง 100, 500 และ 1,000 คน ตามลำดับ (-0.681, -0.523, -0.369 และ -0.163 ตามลำดับ) สำหรับความโด่งของลักษณะการแจกแจงของคะแนนจากการวัดทั้ง 4 จำนวนผู้สอบนั้น พบว่ามีลักษณะแบนกว่าโค้งปกติคล้ายคลึงกันทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งเห็นว่าคะแนนสอบมีการกระจายของข้อมูลสูง โดยผู้สอบจำนวน 1,000 คน มีลักษณะแบนมากที่สุด รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 500, 100 และแบนน้อยที่สุดคือ 200 (Ku = -1.125, -0.731, -0.644 และ -0.227 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเบ้และค่าความโด่งของทุกจำนวนผู้สอบพบว่าทุกขนาดมีค่าไม่เกิน 2.00 จึงถือว่าคะแนนจากการวัดในแต่ละจำนวนผู้สอบมีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (SPSS Base, 1998 อ้างถึงใน อวยพร เรื่องตระกูล, 2544) (รายละเอียดดังตารางที่ 4.2 และแผนภาพที่ 4.1)

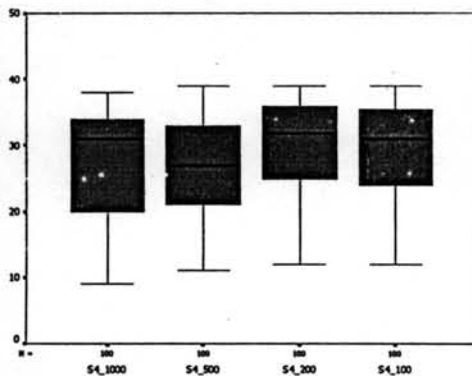
2. คะแนนจากของแบบสอบถาม 20 ข้อ

สำหรับแบบสอบถามยาว 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานพบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 ขนาดมีคะแนนสอบในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง โดยผู้สอบจำนวน 1,000 คน มีค่าคะแนนต่ำที่สุด คือ 1 คะแนน รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 500, 200 และ 100 คน (3, 5 และ 8 คะแนน ตามลำดับ) ส่วนคะแนนสูงสุดของทุกจำนวนผู้สอบมีค่าเท่ากันคือ 20 คะแนน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยพบว่า ผู้สอบจำนวน 100 คน มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 16.830 รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 500 และ 200 คน มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 13.762 และ 13.864 ตามลำดับ และผู้สอบจำนวน 1,000 คน มีค่าเฉลี่ยคะแนนน้อยที่สุด คือ 12.691 ส่วนพิสัยคะแนนจากแบบสอบถามยาว 20 ข้อ จะแคบกว่าพิสัยของคะแนนจากแบบสอบถามยาว 40 ข้อ เมื่อพิจารณาความแปรปรวนของคะแนนจากทั้ง 4 จำนวนผู้สอบ พบว่าคะแนนมีความแปรปรวนตั้งแต่ 18-37 โดยผู้สอบจำนวน 1,000 คน มีความแปรปรวนของคะแนนมากที่สุด ($CV=37.948$) รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 500, 200 และ 100 คน ตามลำดับ ($CV=29.567, 23.117$ และ 18.425 ตามลำดับ)

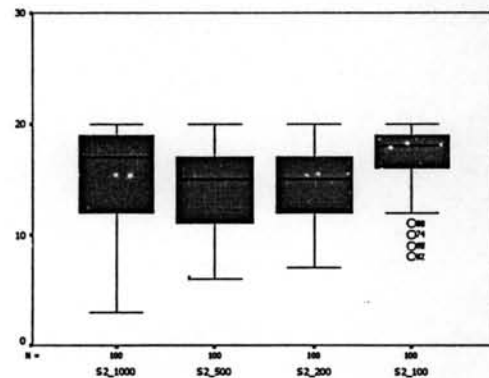
เมื่อพิจารณารูปแบบโค้งการแจกแจงจากค่าความเบ้และความโด่ง พบว่าคะแนนจากการวัดทั้ง 4 จำนวนผู้สอบ มีลักษณะการแจกแจงคล้ายกัน คือ มีลักษณะเบ้ซ้าย แสดงว่าผู้สอบส่วนใหญ่มีคะแนนสูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ย โดยขนาดตัวอย่างยิ่งมากขึ้นลักษณะการแจกแจงข้อมูลเข้าใกล้โค้งปกติ โดยคะแนนจากผู้สอบจำนวน 100 คน มีลักษณะเบ้ซ้ายมากที่สุด รองลงมาผู้สอบจำนวน 500, 1,000 และ 200 คน ตามลำดับ ($-1.435, -0.597, -0.367$ และ -0.283) สำหรับความโด่งของลักษณะการแจกแจงของคะแนนทั้ง 4 จำนวนผู้สอบนั้น พบว่าผู้สอบจำนวน 100 คน มีลักษณะการแจกแจงที่สูงกว่าโค้งปกติ แสดงว่าคะแนนค่อนข้างกระจุกตัวและเกาะกลุ่มกัน ส่วนผู้สอบจำนวน 1,000, 500 และ 200 คน มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ แบนกว่าโค้งปกติ ซึ่งให้เห็นว่าคะแนนมีการกระจายของข้อมูลสูง โดยผู้สอบจำนวน 1,000 คน มีลักษณะแบนที่สุด (1.207) รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 500 คน และผู้สอบจำนวน 200 คน คะแนนมีลักษณะแบนน้อยที่สุดคือ ($-0.974, -0.413$ และ -0.192 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเบ้และค่าความโด่งของทุกจำนวนผู้สอบพบว่า ทุกขนาดมีค่าไม่เกิน 2.00 จึงถือว่าคะแนนจากการวัดในแต่ละจำนวนผู้สอบมีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (รายละเอียดดังตารางที่ 4.2 และแผนภาพที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบจำแนกตามความยาวแบบสอบและจำนวนผู้สอบ

ค่าสถิติ	N	แบบสอบยาว 40 ข้อ				แบบสอบยาว 20 ข้อ			
		1,000	500	200	100	1,000	500	200	100
Min		5	6	5	12	1	3	5	8
Max		38	39	39	39	20	20	20	20
Median		24	27	28	31	13	15	14	18
Mode		27	27	33	33	19	16	15	19
Mean		22.739	26.140	27.240	29.430	12.691	13.762	13.864	16.830
SD		8.242	7.586	8.067	6.656	4.816	4.069	3.205	3.101
CV		36.246	29.021	29.615	22.616	37.948	29.567	23.117	18.425
Variance		67.928	57.543	65.078	44.308	23.195	16.555	10.269	9.617
Sk		-0.163	-0.369	-0.681	-0.523	-0.367	-0.597	-0.283	-1.435
SE(Sk)		0.077	0.077	0.109	0.172	0.241	0.109	0.172	0.241
Ku		-1.125	-0.731	-0.227	-0.644	-0.974	-0.413	-0.192	1.207
SE(Ku)		0.154	0.154	0.218	0.342	0.478	0.218	0.343	0.478



แผนภาพที่ 4.1 แผนภูมิ boxplot ของข้อมูลคะแนนจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ จำแนกตามจำนวนผู้สอบ



แผนภาพที่ 4.2 แผนภูมิ boxplot ของข้อมูลคะแนนจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ จำแนกตามจำนวนผู้สอบ

โดยสรุปในภาพรวมของลักษณะการแจกแจงของคะแนนจากแบบสอบยาว 40 และ 20 ข้อ ค่อนข้างคล้ายคลึงในแต่ละจำนวนผู้สอบ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบและการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบจะนำเสนอแยกตามวิธีการวิเคราะห์ ในแต่ละเงื่อนไขของความยาวแบบสอบ 20 และ 40 ข้อ และจำนวนผู้สอบ 100, 200, 500 และ 1,000 คน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม

2.1.1 ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบความยาว 20 ข้อ

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความยากของข้อสอบรายข้อจากจำนวนผู้สอบ 1,000, 500, 200 และ 100 คน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.74, 0.22 ถึง 0.84, 0.27 ถึง 0.89 และ 0.27 ถึง 0.95 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยความยากของข้อสอบทั้งฉบับในจำนวนผู้สอบ 200 และ 100 คน มีค่าเท่ากัน และมีค่ามากที่สุดคือ 0.70 รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 500 และ 1,000 คน (มีค่า 0.69 และ 0.63 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความสามารถพบว่าผู้สอบจำนวน 100 คน มีค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบสูงที่สุดคือ 14.10 รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 200, 500 และ 1,000 คน (มีค่า 13.66, 13.43 และ 12.24 ตามลำดับ) รายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าความยากของข้อสอบและค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ จำแนกตามจำนวนผู้สอบ

ข้อที่	จำนวนผู้สอบ				ข้อที่	จำนวนผู้สอบ			
	1,000	500	200	100		1,000	500	200	100
1	0.72	0.80	0.82	0.95	11	0.69	0.76	0.76	0.34
2	0.66	0.73	0.76	0.49	12	0.55	0.61	0.59	0.73
3	0.65	0.72	0.71	0.79	13	0.61	0.65	0.64	0.79
4	0.63	0.66	0.66	0.79	14	0.58	0.66	0.67	0.89
5	0.67	0.74	0.76	0.81	15	0.23	0.24	0.27	0.27
6	0.63	0.68	0.67	0.75	16	0.66	0.73	0.78	0.77
7	0.71	0.77	0.79	0.34	17	0.70	0.76	0.74	0.87
8	0.51	0.54	0.48	0.74	18	0.74	0.79	0.81	0.80
9	0.77	0.84	0.89	0.78	19	0.61	0.64	0.61	0.85
10	0.57	0.62	0.63	0.55	20	0.78	0.84	0.89	0.77
ค่าความยากเฉลี่ยทั้งแบบสอบ						0.63	0.69	0.70	0.70
ค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบ						12.24	13.43	13.66	14.10
(SD)						4.28	3.41	2.15	2.71

2.1.2 ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถามความยาว 40 ข้อ .

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความยากของข้อสอบรายข้อจากแต่ละจำนวนผู้สอบ 1,000, 500, 200 และ 100 คน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.79, 0.22 ถึง 0.88, 0.23 ถึง 0.90 และ 0.25 ถึง 0.90 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยความยากของข้อสอบทั้งแบบสอบจากผู้สอบจำนวน 100 คน มีค่ามากที่สุด คือ 0.74 รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 200, 500 และ 1,000 คน (มีค่า 0.68, 0.66 และ 0.58 ตามลำดับ) ซึ่งให้เห็นว่าผู้สอบจำนวน 100 คน ส่วนใหญ่ทำข้อสอบได้ถูกมากที่สุดหากเทียบกับกลุ่มอื่น โดยที่ผู้สอบจากผู้สอบจำนวน 1,000 คน ส่วนใหญ่ทำข้อสอบได้ถูกน้อยที่สุดหากเทียบกับกลุ่มอื่น (ยากที่สุด) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบพบว่าผู้สอบจำนวน 100 คน มีค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบสูงที่สุด คือ 29.00 (SD=5.76) รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 200, 500 และ 1,000 คน (มีค่า 27.24, 26.14 และ 23.02 ตามลำดับ) รายละเอียดดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าความยากของข้อสอบและค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ตาม ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมจากแบบสอบถามความยาว 40 ข้อ จำแนกตามจำนวนผู้สอบ

ข้อที่	จำนวนผู้สอบ				ข้อที่	จำนวนผู้สอบ			
	1,000	500	200	100		1,000	500	200	100
1	0.72	0.80	0.80	0.88	21	0.69	0.79	0.82	0.90
2	0.70	0.82	0.80	0.84	22	0.29	0.31	0.29	0.33
3	0.66	0.75	0.78	0.87	23	0.56	0.64	0.68	0.70
4	0.37	0.37	0.48	0.48	24	0.51	0.56	0.60	0.62
5	0.66	0.76	0.80	0.85	25	0.61	0.70	0.69	0.79
6	0.53	0.68	0.69	0.82	26	0.59	0.68	0.66	0.72
7	0.63	0.70	0.73	0.80	27	0.58	0.67	0.66	0.76
8	0.52	0.60	0.64	0.76	28	0.64	0.70	0.73	0.80
9	0.67	0.76	0.83	0.86	29	0.23	0.22	0.23	0.25
10	0.61	0.71	0.73	0.77	30	0.26	0.25	0.30	0.35
11	0.63	0.71	0.73	0.83	31	0.66	0.76	0.78	0.83
12	0.58	0.64	0.75	0.72	32	0.52	0.61	0.69	0.72
13	0.71	0.81	0.83	0.88	33	0.70	0.80	0.78	0.82
14	0.29	0.31	0.34	0.41	34	0.63	0.72	0.76	0.79
15	0.51	0.56	0.69	0.72	35	0.74	0.84	0.82	0.90
16	0.45	0.52	0.55	0.60	36	0.70	0.76	0.82	0.83
17	0.77	0.87	0.90	0.94	37	0.61	0.70	0.74	0.81
18	0.55	0.65	0.66	0.71	38	0.53	0.62	0.65	0.76
19	0.57	0.67	0.73	0.78	39	0.79	0.88	0.83	0.90
20	0.48	0.56	0.57	0.52	40	0.60	0.70	0.71	0.81
ค่าความยากเฉลี่ยทั้งแบบสอบ						0.58	0.66	0.68	0.74
ค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบ						23.02	26.14	27.24	29.00
(SD)						7.97	6.69	7.28	5.76

2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

2.2.1 ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบความยาว 20 ข้อ

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความยากของข้อสอบรายข้อจากแต่ละจำนวนผู้สอบ 1,000, 500, 200 และ 100 คน มีค่าอยู่ระหว่าง -0.918 ถึง 3.094, -1.302 ถึง 3.183, -1.830 ถึง 1.750 และ -2.094 ถึง 1.367 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยความยากของข้อสอบทั้งแบบสอบจากผู้สอบจำนวน 1,000 คน มีค่ามากที่สุด คือ -0.063 รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 500, 200 และ 100 คน (มีค่า -0.329, -0.482 และ -0.566 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบพบว่าผู้สอบจำนวน 500 คน มีค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบสูงสุด คือ 0.002 (SD=5.76) รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 200 และ 1,000 คน มีค่าเท่ากัน คือ -0.009 (SD=0.825 และ 0.931 ตามลำดับ) ผู้สอบจำนวน 100 คน มีค่าเฉลี่ยความสามารถน้อยที่สุด มีค่า -0.009 (SD=0.950)

ตารางที่ 4.5 ค่าความยากของข้อสอบและค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบจากแบบสอบความยาว 20 ข้อ จำแนกตามจำนวนผู้สอบ

ข้อที่	จำนวนผู้สอบ				ข้อที่	จำนวนผู้สอบ			
	1,000	500	200	100		1,000	500	200	100
1	-0.555	-1.092	-1.830	-2.094	11	-0.546	-0.916	-1.227	0.933
2	-0.054	-0.558	-0.836	1.367	12	0.250	0.053	0.086	-0.475
3	-0.216	-0.671	-0.586	-0.978	13	0.028	-0.197	-0.193	-0.834
4	-0.192	-0.23	-0.233	-0.808	14	0.075	-0.250	-0.290	-1.414
5	-0.358	-0.643	-1.044	-0.932	15	3.094	3.183	1.750	1.136
6	-0.045	-0.315	-0.462	-0.734	16	-0.252	-0.567	-1.158	-0.840
7	-0.196	-0.505	-0.843	1.157	17	-0.482	-0.716	-0.774	-1.130
8	0.679	0.670	0.855	-0.721	18	-0.622	-0.949	-1.276	-0.910
9	-0.653	-1.126	-1.725	-0.884	19	-0.234	-0.246	0.168	-1.217
10	0.003	-0.195	-0.127	0.723	20	-0.918	-1.302	-1.578	-0.984
ค่าความยากเฉลี่ยทั้งแบบสอบ						-0.063	-0.329	-0.566	-0.482
ค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบ						-0.003	0.002	-0.003	-0.009
SD						0.931	0.902	0.825	0.950

2.2.2 ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบความยาว 40 ข้อ

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความยากของข้อสอบรายข้อจากแต่ละจำนวนผู้สอบ 1,000, 500, 200 และ 100 คน มีค่าอยู่ระหว่าง -0.920 ถึง 3.537, -1.847 ถึง 3.635, -1.847 ถึง 2.816 และ -2.526 ถึง 2.059 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยความยากทั้งแบบสอบจากผู้สอบจำนวน 1,000 คน มี

ค่ามากที่สุด คือ 0.265 รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 500, 200 และ 100 คน (มีค่า -0.111, -0.313 และ -0.689 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบ พบว่าผู้สอบจำนวน 100 คน มีค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบสูงที่สุด คือ 0.011 รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 200, 500 และ 1,000 คน มีค่า 0.001, -0.003 และ -0.004 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ค่าความยากของข้อสอบและค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ตาม ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ จำแนกตามจำนวนผู้สอบ

ข้อที่	จำนวนผู้สอบ				ข้อที่	จำนวนผู้สอบ			
	1,000	500	200	100		1,000	500	200	100
1	-0.580	-0.994	-0.910	-1.346	21	-0.516	-0.999	-1.235	-1.798
2	-0.373	-0.913	-0.791	-1.148	22	1.899	1.730	1.670	1.965
3	-0.073	-0.484	-0.740	-1.344	23	0.196	-0.126	-0.418	-0.523
4	1.906	1.950	1.010	1.651	24	0.722	0.418	0.016	-0.103
5	-0.123	-0.737	-0.805	-1.300	25	0.047	-0.367	-0.197	-0.900
6	0.128	-0.283	-0.559	-1.377	26	0.225	-0.204	-0.049	-0.554
7	-0.211	-0.595	-0.700	-1.194	27	0.019	-0.284	-0.207	-1.008
8	0.261	0.027	-0.220	-0.598	28	0.004	-0.373	-0.510	-0.779
9	-0.295	-0.709	-1.093	-1.250	29	3.045	2.994	2.037	2.059
10	-0.006	-0.332	-0.565	-0.701	30	3.537	3.635	2.816	1.933
11	0.073	-0.436	-0.535	-1.453	31	-0.211	-0.595	-0.786	-1.097
12	0.358	-0.079	-0.842	-0.629	32	0.278	-0.158	-0.199	-0.614
13	-0.158	-0.570	-0.779	-1.324	33	-0.509	-0.993	-0.882	-1.389
14	1.529	1.383	1.160	0.982	34	-0.126	-0.450	-0.656	-0.867
15	0.678	0.344	-0.439	-0.562	35	-0.588	-1.334	-1.073	-2.037
16	0.727	0.480	0.183	0.015	36	-0.547	-1.015	-1.216	-1.333
17	-0.658	-1.234	-1.847	-2.526	37	-0.186	-0.581	-0.685	-1.218
18	0.269	-0.235	-0.215	-0.533	38	0.434	0.108	-0.284	-0.896
19	-0.014	-0.377	-0.624	-1.024	39	-0.920	-1.606	-1.153	-2.240
20	0.579	0.216	0.446	0.795	40	-0.201	-0.671	-0.659	-1.275
ค่าความยากเฉลี่ยทั้งแบบสอบ						0.265	-0.111	-0.313	-0.689
ค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบ						-0.004	-0.003	0.001	0.011
SD						0.974	0.957	0.965	0.940

2.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบตามการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ ซึ่งการวิเคราะห์ความยากของข้อสอบใช้วิธี generalized least squares และการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบสามารถทำได้ 2 คือ วิธี empirical Bayes estimate และวิธี ordinary least square estimate เพื่อให้เห็นสารสนเทศที่หลากหลาย ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอผลการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากทั้ง 2 วิธี การวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ ประกอบด้วย ระดับที่ 1 ระดับข้อสอบ เป็นการวิเคราะห์โดยใช้โมเดลของสมการโครงสร้างการทำนายเชิงเส้นตรง เพื่อวิเคราะห์ผลของข้อสอบรายข้อต่อค่า logit ของโอกาสตอบข้อสอบถูกของผู้สอบแต่ละคน เนื่องจากข้อสอบเป็นตัวแทนทวิภาค เพื่อให้เมตริกการคำนวณบรรลุผลการวิเคราะห์ที่เป็นเอกลักษณ์ ผู้วิจัยจึงกำหนดให้ข้อสุดท้ายของแบบสอบ คือข้อที่ 20 สำหรับแบบสอบความยาว 20 ข้อ และข้อที่ 40 สำหรับแบบสอบความยาว 40 ข้อ เป็นข้ออ้างอิง แล้ววิเคราะห์ผลของข้อสอบที่เหลือ 19 ข้อ และ 39 ข้อ ในเชิงสัมพันธ์กับข้ออ้างอิง สำหรับระดับที่ 2 ระดับผู้สอบ เป็นการวิเคราะห์ค่าความสามารถของผู้สอบถือว่าเป็นอิทธิพลสุ่ม และค่าความยากของข้อสอบถือว่าเป็นค่าคงที่ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2549) ซึ่งผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบความยาว 20 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ พบว่า สำหรับแบบสอบความยาว 20 ข้อ พบว่า ค่าความยากของข้อสอบรายข้อในแต่ละจำนวนผู้สอบ 1,000, 500, 200 และ 100 คน มีค่าอยู่ระหว่าง -0.75 ถึง 0.85, -0.95 ถึง 2.34, -0.95 ถึง 2.24 และ -0.71 ถึง 2.32 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความยากของข้อสอบของผู้สอบจำนวน 200 คน มีค่ามากที่สุด รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 1,000, 500 และ 100 คน (มีค่า 0.268, 0.182, 0.021 และ -1.946 ตามลำดับ) ส่วนค่าความสามารถของผู้สอบที่ประมาณด้วยวิธี empirical Bayes estimate มีค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบทุกจำนวนผู้สอบเป็น 0.00 ซึ่ง วิธี ordinary least square estimate มีค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบทุกจำนวนผู้สอบอยู่ระหว่าง 0.069 -0.187 โดยจำนวนผู้สอบ 100 คน มีค่าเฉลี่ยความสามารถมากที่สุด รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 500, 1,000 และ 200 คน (มีค่า 0.187, 0.085, 0.077 และ 0.069 ตามลำดับ) จะเห็นว่าส่วนความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบ พบว่า ผู้สอบจำนวน 1,000 คนมีความแปรปรวนมากที่สุด รองลงมา 100, 500 และ 100 คน (มีค่า 1.407, 1.237, 0.978 และ 0.517 ตามลำดับ) เพื่อพิจารณาผู้สอบจำนวน 100 คน จากค่าความสามารถเฉลี่ยจะเห็นได้ว่าเป็นกลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถสูงสุดและจากค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบทั้งฉบับจะมีค่าต่ำสุด และผู้สอบจำนวน

200 คน มีค่าเฉลี่ยความสามารถต่ำสุดจัดเป็นกลุ่มที่มีความสามารถต่ำจะเห็นว่าค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบทั้งฉบับจะมีค่าสูงสุด (รายละเอียดดังตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 ค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพระระดับของแบบสอบความยาว 20 ข้อ จำแนกตามจำนวนผู้สอบ

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ข้อที่					ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ข้อที่				
	1,000	500	200	100		1,000	500	200	100
1	-0.236	-0.557	-0.402	-3.182	11	-0.147	-0.361	-0.077	-2.028
2	0.056	-0.169	0.039	-2.244	12	0.610	0.454	0.802	-1.085
3	0.084	-0.123	0.306	-2.637	13	0.304	0.274	0.620	-1.581
4	0.241	0.202	0.503	-2.028	14	0.456	0.223	0.455	-0.900
5	-0.016	-0.251	-0.077	-2.975	15	2.324	2.240	2.339	0.845
6	0.219	0.108	0.479	-1.428	16	0.073	-0.134	0.039	-2.028
7	-0.182	-0.361	-0.169	-2.975	17	-0.153	-0.300	0.010	-2.028
8	0.812	0.789	1.303	-2.132	18	-0.387	-0.516	-0.265	-2.244
9	-0.601	-0.881	-0.898	-2.637	19	0.320	0.294	0.712	-1.581
10	0.559	0.434	0.597	-1.929	20	-0.705	-0.946	-0.948	-2.132
ค่าความยากเฉลี่ยทั้งแบบสอบ					$\bar{\theta}_{1-20}$	0.182	0.021	0.268	-1.946
ค่าความสามารถของผู้สอบ					$\bar{\theta}_{EB}$	0	0	0	0
					(SD)	1.074	0.862	0.578	0.919
					τ	1.407	0.978	0.517	1.237
					$\bar{\theta}_{OL}$	0.077	0.085	0.069	0.187
					(SD)	1.382	1.189	0.946	1.320

หมายเหตุ $\bar{\theta}_{EB}$: ค่าความสามารถผู้สอบประมาณด้วยวิธี empirical Bayes estimate, $\bar{\theta}_{OL}$: ค่าความสามารถผู้สอบประมาณด้วยวิธี ordinary least square estimate และ τ : ความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบ (variance of U_{oj})

2.3.2 ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบความยาว 40 ข้อ

สำหรับแบบสอบความยาว 40 ข้อ ค่าความยากรายข้อในแต่ละจำนวนผู้สอบ 1,000, 500, 200 และ 100 คน มีค่าอยู่ระหว่าง -1.36 ถึง 2.28, -2.10 ถึง 1.60, -2.07 ถึง 1.23 และ -2.45 ถึง 1.18 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความยากของแบบสอบจากผู้สอบจำนวน 1,000 คน มีค่ามากที่สุด โดยที่ค่าเฉลี่ยค่าความยากของแบบสอบจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนผู้สอบมากขึ้น (มีค่าระหว่าง -0.89 ถึง -0.161) ส่วนค่าความสามารถของผู้สอบที่ประมาณด้วยวิธี empirical Bayes estimate มีค่าเฉลี่ยทุกจำนวนผู้สอบเป็น 0.00 และการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธี ordinary least square estimate มีค่าเฉลี่ยทุกจำนวนผู้สอบอยู่ระหว่าง 0.040 ถึง 0.210 โดยผู้สอบจำนวน 100 คน มีค่าเฉลี่ย

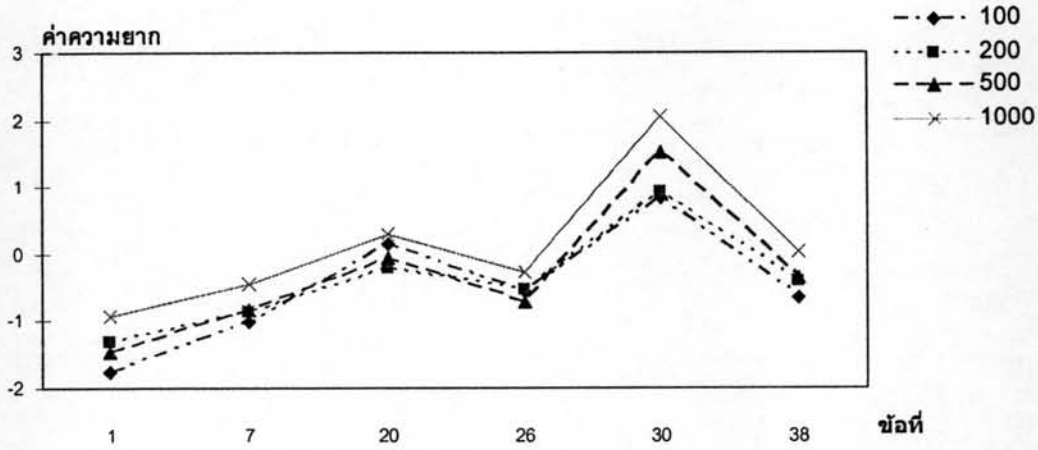
ความสามารถของผู้สอบมากที่สุด (0.210) รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 1,000, 500 และ 200 คน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบพบว่าผู้สอบจำนวน 200 คน มีความแปรปรวนมากที่สุด รองลงมาเป็นผู้สอบจำนวน 100, 500 และ 1,000 คน (มีค่า 1.230, 0.992, 0.990 และ 0.986 ตามลำดับ) (รายละเอียดดังตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 ค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบ แบบพหุระดับของแบบสอบความยาว 40 ข้อ จำแนกตามจำนวนผู้สอบ

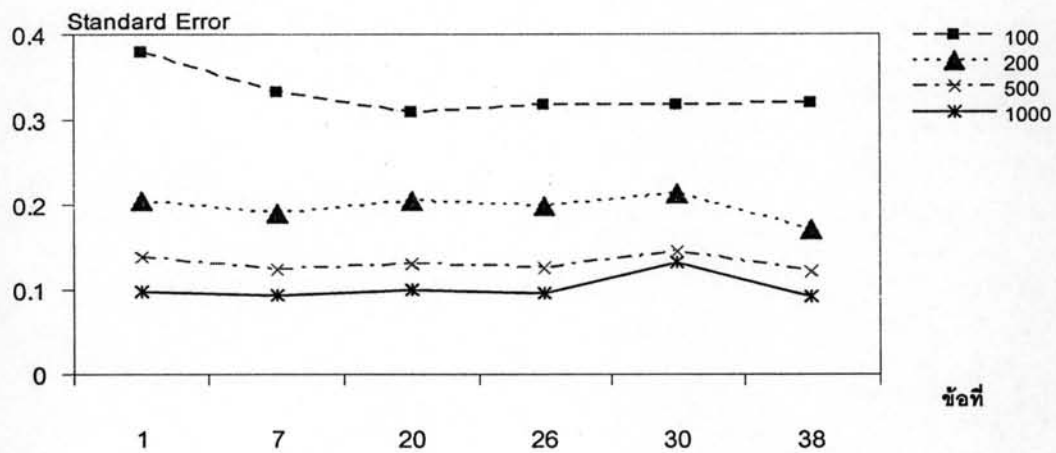
ขนาดกลุ่ม ตัวอย่าง ข้อที่	ขนาดกลุ่ม				ขนาดกลุ่ม ตัวอย่าง ข้อที่	ขนาดกลุ่ม			
	1,000	500	200	100		1,000	500	200	100
1	-0.933	-1.473	-1.307	-1.770	21	-0.788	-1.361	-1.400	-1.770
2	-0.854	-1.606	-1.277	-1.385	22	1.945	1.162	0.962	0.931
3	-0.627	-1.103	-1.219	-1.770	23	-0.096	-0.483	-0.668	-0.622
4	0.779	0.804	-0.002	0.011	24	0.120	-0.078	-0.346	-0.233
5	-0.611	-1.140	-1.248	-1.319	25	-0.376	-0.802	-0.691	-0.967
6	0.015	-0.661	-0.691	-1.134	26	-0.257	-0.714	-0.536	-0.577
7	-0.462	-0.835	-0.878	-1.021	27	-0.233	-0.65	-0.536	-0.813
8	0.053	-0.303	-0.515	-0.967	28	-0.503	-0.857	-0.977	-1.255
9	-0.680	-1.203	-1.604	-1.684	29	2.276	1.601	1.226	1.177
10	-0.381	-0.891	-0.927	-0.915	30	2.038	1.512	0.913	0.839
11	-0.462	-0.891	-0.854	-1.134	31	-0.643	-1.190	-1.219	-1.385
12	-0.194	-0.535	-1.191	-1.021	32	0.067	-0.303	-0.601	-0.488
13	-0.910	-1.546	-1.465	-1.603	33	-0.837	-1.430	-1.163	-1.255
14	1.208	1.173	0.703	0.579	34	-0.437	-0.972	-1.163	-1.255
15	0.125	-0.126	-0.759	-0.764	35	-1.085	-1.701	-1.307	-1.527
16	0.409	0.133	-0.103	-0.110	36	-0.826	-1.140	-1.568	-1.527
17	-1.279	-1.999	-2.073	-2.453	37	-0.371	-0.791	-0.977	-1.194
18	-0.087	-0.545	-0.536	-0.577	38	0.024	-0.372	-0.430	-0.669
19	-0.169	-0.639	-0.927	-1.021	39	-1.358	-2.098	-1.604	-2.065
20	0.283	-0.058	-0.224	0.131	40	-0.328	-0.802	-0.766	-1.021
ค่าความยากเฉลี่ยทั้งแบบสอบ					$\bar{\delta}_{1-40}$	-0.161	-0.623	-0.749	-0.890
ค่าความสามารถของผู้สอบ					$\bar{\theta}_{EB}$	0	0	0	0
					(SD)	0.917	1.040	0.925	0.929
					τ	0.986	0.990	1.230	0.992
					$\bar{\theta}_{OL}$	0.062	0.048	0.041	0.021
					(SD)	1.117	1.220	1.099	1.083

หมายเหตุ $\bar{\theta}_{EB}$: ค่าความสามารถผู้สอบประมาณด้วยวิธี empirical Bayes estimate, $\bar{\theta}_{OL}$: ค่าความสามารถผู้สอบประมาณด้วยวิธี ordinary least square estimate และ τ : ความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบ (variance of Uoij)

จากผลการวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบรายข้อที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ เมื่อพิจารณาค่าความยากรายข้อในแต่ละจำนวนผู้สอบ พบว่า ค่าความยากรายข้อของจำนวนผู้สอบ 100, 200 และ 500 คน จะมีค่าเข้าใกล้ค่าความยากของข้อสอบรายข้อที่ได้จากการวิเคราะห์ของจำนวนผู้สอบ 1,000 คน เมื่อจำนวนผู้สอบมีจำนวนเพิ่มขึ้น ทั้ง 40 ข้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังกล่าวผู้วิจัยได้นำเสนอตัวอย่างของค่าความยากของข้อสอบรายข้อและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าความยากของข้อสอบรายข้อ (ดังแผนภาพที่ 4.3 และ 4.4)



แผนภาพที่ 4.3 ค่าความยากของข้อที่ 1, 7, 20, 26, 30 และ 38 จากแบบสอบความยาว 40 ข้อในแต่ละขนาดกลุ่มตัวอย่าง



แผนภาพที่ 4.4 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าความยากข้อสอบข้อที่ 1, 7, 20, 26, 30 และ 38 จากแบบสอบความยาว 40 ข้อ ในแต่ละจำนวนผู้สอบ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของค่าความยากและค่าความสามารถของผู้สอบ

ผลการวิเคราะห์ในตอนนี้เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความยากของข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับเพื่อวิเคราะห์ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสอดคล้องของค่าความยากและค่าความสามารถผู้สอบที่ได้จากทั้ง 3 แบบ ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีที่ต่างกัน ซึ่งในการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ผู้วิจัยประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยโมเดลโลจิสติก 1 พารามิเตอร์ ส่วนที่สองเป็นผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างทั้ง 3 แบบ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับผู้วิจัยจะประมาณค่าความสามารถของผู้สอบด้วยวิธี empirical Bayes estimate ตามคำแนะนำของ Kamata (2001) ซึ่งมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังนี้

3.1. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีที่ต่างกัน

เมื่อพิจารณาระหว่างค่าความเที่ยงของแบบสอบความยาว 20 ข้อ กับ 40 ข้อ ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ พบว่าแบบสอบความยาว 20 ข้อ มีค่าความเที่ยงของแบบสอบอยู่ระหว่าง 0.648 ถึง 0.871 และแบบสอบความยาว 40 ข้อ มีค่าความเที่ยงของแบบสอบอยู่ระหว่าง 0.772 ถึง 0.908 เมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงของแบบสอบในแต่ละจำนวนผู้สอบพบว่าทุกจำนวนผู้สอบแบบสอบความยาว 40 ข้อจะมีค่าความเที่ยงสูงกว่าค่าความเที่ยงของแบบสอบความยาว 20 ข้อ ซึ่งให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มความยาวแบบสอบโดยเพิ่มข้อสอบที่เพิ่มนั้นครอบคลุมเนื้อหาเดียวกันและวัดคุณลักษณะเดิมจะส่งผลให้ความเที่ยงของแบบสอบมีค่าสูงขึ้นทุกจำนวนผู้สอบ กล่าวคือจะได้แบบสอบที่สามารถวัดผลให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยลง (รายละเอียดดังตารางที่ 4.8 และ 4.9) เมื่อพิจารณาแยกตามความยาวแบบสอบมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 แบบสอบความยาว 20 ข้อ

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมพบว่าค่าความยากของข้อสอบมีความสัมพันธ์กันทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีความสัมพันธ์ในระดับสูง (มีค่า -0.782 ถึง -0.998) ในทุกจำนวนผู้สอบ ยกเว้นกรณีของผู้สอบจำนวน 100 คน ซึ่งพบว่าค่าความยากของข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับค่าความยากของข้อสอบสอบที่ได้

จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับในทุกจำนวนผู้สอบมีความสัมพันธ์กันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากความสัมพันธ์ทางลบชี้ให้เห็นว่าถ้าค่าความยากตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมมีค่าสูง (ง่าย) มีแนวโน้มที่ค่าความยากที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับมีค่าน้อยลงด้วย (ง่าย) (รายละเอียดดังตารางที่ 4.8)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อสอบระหว่างการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบพบว่าค่าความยากของข้อสอบมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีความสัมพันธ์ในระดับสูง (มีค่า 0.760 ถึง 0.971) ในทุกจำนวนผู้สอบชี้ให้เห็นว่าถ้าค่าความยากตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีค่าสูงก็มีแนวโน้มที่ค่าความยากที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับมีค่าสูงขึ้นไปด้วย ยกเว้นกรณีของผู้สอบจำนวน 100 คน ซึ่งพบว่าค่าความยากของข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบกับค่าความยากของข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับทุกจำนวนผู้สอบมีความสัมพันธ์กันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (รายละเอียดดังตารางที่ 4.9)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อสอบระหว่างทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบพบว่าค่าความยากที่ได้จากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีความสัมพันธ์กันทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง (มีค่า -0.907 ถึง -0.980) ทุกจำนวนผู้สอบ ชี้ให้เห็นว่าถ้าค่าความยากตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมมีค่าสูง (ง่าย) ก็มีแนวโน้มที่ค่าความยากที่ได้จากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีค่าน้อยลง (ง่าย) ยกเว้นกรณีของผู้สอบจำนวน 100 คน ที่ค่าความยากของข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมมีความสัมพันธ์อย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าความยากของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในทุกจำนวนผู้สอบ และค่าความยากของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในกรณีผู้สอบจำนวน 100 คน มีความสัมพันธ์อย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าความยากของข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมในทุกจำนวนผู้สอบ (รายละเอียดดังตารางที่ 4.9)

3.1.2 แบบสอบความยาว 40 ข้อ

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยากที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม พบว่ามีความสัมพันธ์กันทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ในระดับสูง (มีค่า -0.949 ถึง -0.996) ในทุกจำนวนผู้สอบ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าถ้าค่าความยากตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมมีค่าสูง (ง่าย) ก็มีแนวโน้มที่ค่าความยากที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับมีค่าน้อยลงตามไปด้วย (ง่าย) (รายละเอียดดังตารางที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยากที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพระดัดกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบพบว่าค่าความยากของข้อสอบมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง (0.900-0.961) ทุกจำนวนผู้สอบ ซึ่งให้เห็นว่าถ้าค่าความยากตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีค่าสูงก็มีแนวโน้มที่ค่าความยากที่ได้จากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีค่าสูงขึ้นไปด้วย (รายละเอียดดังตารางที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อสอบระหว่างทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบพบว่าค่าความยากของข้อสอบมีความสัมพันธ์กันทางลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง (มีค่า -0.936 ถึง -0.976) ทุกจำนวนผู้สอบซึ่งให้เห็นว่าถ้าค่าความยากตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมมีค่าสูง (ง่าย) ก็มีแนวโน้มที่ค่าความยากที่ได้จากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีค่าน้อยลงตามไปด้วย (ง่าย) (รายละเอียดดังตารางที่ 4.10)

กล่าวโดยสรุปคือ ค่าความยากของข้อสอบที่ได้จากทั้ง 3 แบบ นั้นมีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกจำนวนผู้สอบ ทั้งแบบสอบความยาว 40 และ 20 ข้อ ยกเว้นในกรณีผู้สอบจำนวน 100 คน ของแบบสอบความยาว 20 ข้อ ที่ความสัมพันธ์ของค่าความยากระหว่างทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพระดัด ค่าความยากของข้อสอบระหว่างทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบกับการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพระดัด และค่าความยากของข้อสอบระหว่างทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ ซึ่งค่าความยากของข้อสอบระหว่างการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพระดัดกับทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม และค่าความยากของข้อสอบระหว่างทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีความสัมพันธ์ทางลบ ส่วนความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อสอบระหว่างการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพระดัดกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ มีความสัมพันธ์ทางบวกเมื่อพิจารณาเงื่อนไขความยาวแบบสอบพบว่าความยาวของแบบสอบต่างกันส่งผลต่อความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อสอบในกรณีผู้สอบจำนวนเล็ก โดยผู้สอบจำนวน 100 คน จากแบบสอบความยาว 20 ข้อ พบค่าความยากของข้อสอบที่ได้จากทั้ง 3 แบบ มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ แต่เมื่อเพิ่มความยาวแบบสอบเป็น 40 ข้อ พบว่าค่าความยากของข้อสอบที่ได้จากทั้ง 3 แบบมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวสรุปคือลักษณะแบบสอบที่มีจำนวนข้อน้อย (20 ข้อ) และผู้สอบจำนวนเล็ก (100 คน) ส่งผลให้ค่าความยากที่ได้จากทั้ง 3 แบบไม่สอดคล้องกัน แต่ถ้าในกรณีของกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ (ตั้งแต่ 200 คนขึ้นไป) พบว่าความยาวแบบสอบไม่ส่งผลให้ความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อสอบที่ได้จากทั้ง 3 แบบ

ตารางที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อสอบความยาวแบบสอบ 20 ข้อ ระหว่างวิธี และจำนวนผู้สอบต่างกัน

	H_2_1000	H_2_500	H_2_200	H_2_100	I_2_1000	I_2_500	I_2_200	I_2_100	C_2_1000	C_2_500	C_2_200	C_2_100
H_2_1000	1											
H_2_500	0.994**	1										
H_2_200	0.967**	0.984**	1									
H_2_100	0.813**	0.811**	0.765**	1								
I_2_1000	0.959**	0.943**	0.888**	0.795**	1							
I_2_500	0.970**	0.966**	0.921**	0.808**	0.990**	1						
I_2_200	0.929**	0.956**	0.971**	0.760**	0.859**	0.906**	1					
I_2_100	0.349	0.337	0.284	0.252	0.417	0.388	0.300	1				
C_2_1000	-0.998**	-0.992**	-0.962**	-0.826**	-0.963**	-0.974**	-0.930**	-0.344	1			
C_2_500	-0.992**	-0.996**	-0.969**	-0.826**	-0.959**	-0.980**	-0.949**	-0.340	0.994**	1		
C_2_200	-0.971**	-0.986**	-0.991**	-0.782**	-0.907**	-0.941**	-0.978**	-0.281	0.971**	0.982	1	
C_2_100	-0.374	-0.354	-0.292	-0.429	-0.455	-0.415	-0.255	-0.713	0.384	0.379	0.311	1
Reliability	-	-	-	-	0.842	0.806	0.719	0.871	0.854	0.801	0.648	0.772

หมายเหตุ : Reliability_CTT = Reliability(KR 20) , Reliability_IRT = Empirical Reliability ; * p<0.01 ** p< 0.05

ตารางที่ 4.10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อสอบความยาวแบบสอบ 40 ข้อ ระหว่างวิธี และจำนวนผู้สอบต่างกัน

	H_4_1000	H_4_500	H_4_200	H_4_100	I_4_1000	I_4_500	I_4_200	I_4_100	C_4_1000	C_4_500	C_4_200	C_4_100
H_4_1000	1											
H_4_500	0.981**	1										
H_4_200	0.966**	0.957**	1									
H_4_100	0.954**	0.957**	0.974**	1								
I_4_1000	0.961**	0.946**	0.913**	0.903**	1							
I_4_500	0.961**	0.952**	0.912**	0.900**	0.997**	1						
I_4_200	0.955**	0.936**	0.960**	0.941**	0.963**	0.961**	1					
I_4_100	0.944**	0.948**	0.920**	0.947**	0.934**	0.941**	0.949**	1				
C_4_1000	-0.986**	-0.993**	-0.965**	-0.959**	-0.941**	-0.946**	-0.936**	-0.940**	1			
C_4_500	-0.983**	-0.996**	-0.956**	-0.952**	-0.959**	-0.963**	-0.945**	-0.955**	0.991**	1		
C_4_200	-0.977**	-0.965**	-0.989**	-0.964**	-0.939**	-0.938**	-0.969**	-0.944**	0.970**	0.973**	1	
C_4_100	-0.963**	-0.958**	-0.949**	-0.969**	-0.938**	-0.936**	-0.950**	-0.976**	0.956**	0.969**	0.975**	1
Reliability	-	-	-	-	0.898	0.891	0.908	0.868	0.906	0.883	0.903	0.772

หมายเหตุ : Reliability_CTT = Reliability(KR 20) , Reliability_IRT = Empirical Reliability ; * p<0.01 ** p< 0.05

3.2. ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างทั้ง 3 แบบ

3.2.1 แบบสอบความยาว 20 ข้อ

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับพบว่า ค่าความสามารถของผู้สอบมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และมีความสัมพันธ์กันระดับสูงในผู้สอบจำนวน 1,000 และ 500 คน (0.957 และ 0.841 ตามลำดับ) ส่วนผู้สอบจำนวน 200 และ 100 คน มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และมีความสัมพันธ์กันในระดับ ปานกลาง (0.553 และ 0.484 ตามลำดับ) จากความสัมพันธ์ทางบวกชี้ให้เห็นว่าถ้าค่าความสามารถของผู้สอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมมีค่าสูง (เก่ง) ก็มีแนวโน้มที่ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับมีค่าสูงขึ้นด้วย (เก่ง) โดยที่ระดับความสัมพันธ์จะสูงขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น (รายละเอียดดังตารางที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบพบว่า ค่าความสามารถของผู้สอบมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ในระดับสูง ในผู้สอบจำนวน 1,000, 500, 200 และ 100 คน (0.942, 0.948, 0.915 และ 0.798 ตามลำดับ) สรุปคือค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบกับการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับสูง จากความสัมพันธ์ทางบวกชี้ให้เห็นว่าถ้าค่าความสามารถตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีค่าสูง (เก่ง) ก็มีแนวโน้มที่ค่าความสามารถที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับมีค่าสูงขึ้นด้วย (เก่ง) โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าลดลงอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก (100 คน หรือน้อยกว่า 100 คน) (รายละเอียดดังตารางที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบพบว่าค่าความสามารถของผู้สอบมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และมีความสัมพันธ์กันระดับสูง ในผู้สอบจำนวน 1,000, 500, 200 และ 100 คน (0.977, 0.978, 0.973 และ 0.960 ตามลำดับ)

สรุปในภาพรวมความสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่าง 3 แบบ พบค่าความสามารถของผู้สอบจากทั้ง 3 แบบ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกันในทุกจำนวนผู้สอบ ยกเว้นความสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับทฤษฎีการทดสอบแบบ

ดั้งเดิม ในกรณีผู้สอบจำนวน 200 และ 100 คน ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้น (รายละเอียดดังตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างวิธีวิเคราะห์จำแนกตามความยาวแบบสอบและจำนวนผู้สอบ

วิธีวิเคราะห์	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง				แบบสอบความยาว 20 ข้อ				แบบสอบความยาว 40 ข้อ			
	100	200	500	1,000	100	200	500	1,000	100	200	500	1,000
HLM – CTT	0.484**	0.553**	0.841**	0.957**	0.866**	0.928**	0.954**	0.912**				
HLM – IRT	0.798**	0.915**	0.948**	0.942**	0.870**	0.923**	0.934**	0.909**				
CTT – IRT	0.960**	0.973**	0.978**	0.977**	0.971**	0.970**	0.975**	0.964**				

3.2.2 แบบสอบความยาว 40 ข้อ

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับพบว่าค่าความสามารถของผู้สอบมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และมีความสัมพันธ์กันในระดับสูงในผู้สอบจำนวน 1,000, 500, 200 และ 100 คน (0.912, 0.954, 0.928 และ 0.866 ตามลำดับ) โดยผู้สอบจำนวน 500 คน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด และผู้สอบจำนวน 100 คน จะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำที่สุด สรุปคือ ค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างในระดับสูง และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกันในทุกจำนวนผู้สอบ (รายละเอียดดังตารางที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบพบว่า ค่าความสามารถของผู้สอบมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ในผู้สอบจำนวน 1,000, 500, 200 และ 100 คน (0.909, 0.934, 0.923 และ 0.870 ตามลำดับ) และมี ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกันในทุกจำนวนผู้สอบ ซึ่งให้เห็นว่าถ้าค่าความสามารถตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีค่าสูง (เก่ง) ก็มีแนวโน้มที่ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับจะมีค่าสูงขึ้นด้วย (เก่ง) (รายละเอียดดังตารางที่ 4.11)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบพบว่า ค่าความสามารถของผู้สอบมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 มีความสัมพันธ์ในระดับสูงและมีค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกันในทุกจำนวนผู้สอบ 1,000, 500, 200 และ 100 คน (0.964, 0.975, 0.970 และ 0.971 ตามลำดับ) (ดังตารางที่ 4.11)

กล่าวโดยสรุปคือ ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากทั้ง 3 แบบ นั้นมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับสูงทุกจำนวนผู้สอบ ยกเว้นกรณีของแบบสอบความยาว 20 ข้อ จากผู้สอบจำนวน 200 และ 100 คน ที่ความสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะลดลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กลง สำหรับความสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และระหว่างทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกันในทุกจำนวนผู้สอบ และมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อกลุ่มตัวอย่างกลุ่มอย่างมีขนาด 100 คน ทั้งแบบสอบความยาว 20 และ 40 ข้อ เมื่อในเงื่อนไขของความยาวแบบสอบพบว่าสำหรับความสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ในกรณีผู้สอบจำนวน 100 และ 200 คน จากแบบสอบความยาว 20 ข้อ นั้นมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับปานกลาง แต่เมื่อเพิ่มความยาวแบบสอบเป็น 40 ข้อ ทำให้ความสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมมีความสัมพันธ์ในระดับสูง ซึ่งให้เห็นถึงการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบในสถานการณ์ที่ความยาวแบบสอบสั้น (20 ข้อ) และผู้สอบจำนวนเล็ก (100 คน) และในการประมาณค่าคะแนนจริง (true score) ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมจะต้องใช้แบบสอบยาว (30-50 ข้อ) หรือจำนวนข้อค่อนข้างมาก เมื่อมีจำนวนผู้สอบน้อยจึงจะประมาณค่าความสามารถที่แท้จริงได้ดีเทียบเท่าการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบและการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ แต่เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และระหว่างทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบกับทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกันเมื่อเพิ่มความยาวแบบสอบในทุกจำนวนผู้สอบ

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความแปรปรวนของค่าความยากของข้อสอบรายข้อและค่าความสามารถผู้สอบ

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแยกตามสังกัด

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาการศึกษาความแปรปรวนของค่าความยากของข้อสอบรายข้อระหว่างโรงเรียน และสังกัด รวมทั้งความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างผู้เรียนภายในโรงเรียนเดียวกัน ระหว่างโรงเรียน และสังกัด เพื่อให้เห็นภาพรวมลักษณะการกระจายของคะแนนของผู้เข้ารับการทดสอบทั้งหมดจากแบบสอบ แยกตามสังกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้เฉพาะข้อมูลคะแนนสอบของผู้เข้ารับการทดสอบทั้งหมดจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ ในวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน มีรายละเอียดดังนี้

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยและการกระจายของคะแนนในแต่ละสังกัด พบว่ากลุ่มผู้เรียนในโรงเรียนสังกัด สพฐ. และ สช. มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบในระดับปานกลาง โดยคะแนนสอบของผู้สอบทั้งสองสังกัดมีค่าใกล้เคียงกัน (24.967 และ 25.963 ตามลำดับ) โดยคะแนนสอบของผู้สอบในสังกัด สช. มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนสอบของผู้สอบสังกัด สพฐ. ส่วนคะแนนสอบของผู้สอบในสังกัด กทม. มีค่าเฉลี่ยอยู่ระดับค่อนข้างน้อย มีค่าเท่ากับ 15.271 ซึ่งเห็นว่าโดยภาพรวมส่วนใหญ่เป็นผู้เรียนจากโรงเรียนในสังกัด สพฐ. และ สช. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ใกล้เคียงกันและสูงกว่าผู้เรียนในโรงเรียนสังกัด กทม. เมื่อเทียบกับคะแนนสูงสุดและต่ำสุด แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนในสังกัด สพฐ. และ สช. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างคนเก่งและอ่อนแตกต่างกันน้อยกว่าหากเทียบกับผู้เรียนในสังกัด กทม. ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันมากระหว่างคนเก่งกับคนอ่อน และเมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์การกระจายในแต่ละสังกัด พบว่าผู้เรียนทั้งสามสังกัดมีผลสัมฤทธิ์ที่แตกต่างกันค่อนข้างสูงมากโดยมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตั้งแต่ร้อยละ 27 ถึง 45 โดยสังกัด กทม. มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายสูงสุด

เมื่อพิจารณาการแจกแจงของคะแนนสอบในส่วนค่าความเบ้และค่าความโด่ง ของทั้งสามสังกัด พบว่าคะแนนสอบของผู้สอบในสังกัด สพฐ. และ สช. มีลักษณะเบ้ซ้าย โดยเฉพาะสังกัด สช. มีลักษณะเบ้ซ้ายค่อนข้างสูง แสดงว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีคะแนนสูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ย แต่คะแนนสอบของผู้สอบในสังกัด กทม. มีลักษณะเบ้ขวา แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีคะแนนต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ย ในส่วนค่าความโด่ง พบว่าคะแนนสอบของผู้สอบในสังกัด สพฐ. และ สช. มีลักษณะความโด่งต่ำกว่าโค้งปกติ ซึ่งเห็นว่าลักษณะคะแนนค่อนข้างกระจายตัวสูง ส่วนคะแนนสอบของผู้สอบสังกัด กทม.

มีลักษณะความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ ซึ่งให้เห็นว่าลักษณะคะแนนค่อนข้างกระจุกตัวและเกาะกลุ่มกัน (รายละเอียดดังตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนดิบแยกตามความยาวแบบสอบและสังกัด

ค่าสถิติ		N	Min	Max	Mean	SD	Sk	Ku'	CV
	สปฐ.	370	9	38	24.967	6.762	-0.149	-0.951	27.085
สังกัด	สช.	341	7	36	25.963	7.048	-0.643	-0.419	27.146
	กทม.	291	5	36	15.271	6.919	1.126	0.625	45.306

หมายเหตุ สปฐ. หมายถึงสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สช. หมายถึงสังกัดคณะกรรมการการศึกษาเอกชน และ กทม. หมายถึงสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร

ผลการวิเคราะห์ในตอนนี้เป็นการวิเคราะห์พหุระดับด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นด้วยโมเดลศูนย์ (null model) เป็นการวิเคราะห์ขั้นแรกสุด เพื่อให้เห็นภาพรวมของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยไม่นำตัวแปรอิสระใดๆ มาวิเคราะห์ร่วมและเพื่อตรวจสอบเบื้องต้นว่าค่าความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมีความผันแปรระหว่างผู้เรียนระหว่างโรงเรียนและระหว่างสังกัด มากเพียงพอที่จะทำการวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อค่าความสามารถทางคณิตศาสตร์ในขั้นต่อไปหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบ t-test ทดสอบ fix effect: $H_0 : \gamma_{00} = 0$ และใช้สถิติทดสอบ $\chi^2 - test$ ทดสอบ random effect: $H_0 : Var(e_{ij}) = 0, Var(R_{0j}) = 0, Var(U_{00}) = 0$ โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสามารถผู้สอบ ระหว่างผู้สอบภายในโรงเรียน ระหว่างโรงเรียนภายในสังกัด และระหว่างสังกัด จำแนกตามจำนวนผู้สอบ โดยนำค่าความสามารถที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ มาศึกษาขนาดความแปรปรวน และใช้ค่าความยากของข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ มาศึกษาขนาดความแปรปรวนของค่าความยากรายข้อระหว่างโรงเรียนภายในสังกัด และระหว่างสังกัด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของค่าความยากของข้อสอบ

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากของข้อสอบรายข้อที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ ในระดับโรงเรียนและระดับสังกัด เมื่อพิจารณาอิทธิพลคงที่พบว่าข้อสอบทั้ง 40 มีค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงถือว่าเป็นค่าที่ไม่ต่างจากศูนย์ ซึ่งให้เห็นถึงความยากของข้อสอบทั้งฉบับเฉลี่ยมีความยากปานกลาง

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า ข้อที่ 14, 22 และ 29 มีส่วนประกอบความแปรปรวนของค่าส่วนที่เหลือของค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบ ($\text{var}(e_{ij})$) ในระดับสังกัด มีค่าเท่ากับ 1.317, 1.153 และ 1.173 ตามลำดับ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบข้อที่ 14, 22 และ 29 มีความผันแปรระหว่างสังกัด ด้วยความเชื่อมั่น 99 % ส่วนข้อที่ 33, 35, 37, 39 และ 40 มีส่วนประกอบความแปรปรวนของค่าส่วนที่เหลือของค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบ ($\text{var}(e_{ij})$) ในระดับสังกัด มีค่าเท่ากับ 2.382, 1.938, 2.504, 1.576 และ 1.517 ตามลำดับ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบข้อที่ 33, 35, 37 และ 40 มีความผันแปรระหว่างสังกัด ด้วยความเชื่อมั่น 95 % ส่วนข้อที่เหลือ ข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 36 และ 38 มีค่าส่วนประกอบความแปรปรวนของค่าส่วนที่เหลือของค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบ ($\text{var}(e_{ij})$) ซึ่งไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 36 และ 38 ไม่มีความผันแปรระหว่างสังกัด

สรุปในภาพพบว่าค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบ 40 ข้อ เป็นค่าที่ไม่ต่างจากศูนย์ โดยค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบจำนวน 32 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ ไม่มีความผันแปรหรือความแตกต่างในระหว่างสังกัด (ร้อยละ 80) และมีข้อสอบจำนวน 8 ข้อมีความผันแปรหรือความแตกต่างกันระหว่างสังกัด (ร้อยละ 20) จากการเปรียบเทียบขนาดของส่วนประกอบความแปรปรวนพบว่า มีความแตกต่างระหว่างสังกัด (ร้อยละ 56 ถึง 100) มากกว่าความแตกต่างระหว่างโรงเรียนภายในสังกัด (ร้อยละ 0 ถึง 49) รายละเอียดดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและร้อยละของส่วนประกอบความแปรปรวนของค่าความยากของข้อสอบรายข้อจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ ระดับโรงเรียนและสังกัด

ข้อที่	อิทธิพลคงที่	อิทธิพลสุ่ม	ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน		ความแปรปรวนระหว่างสังกัด	
			ความแปรปรวน	ร้อยละ	ความแปรปรวน	ร้อยละ
1	ns	ns	0.39	9.41	3.76	90.59
2	ns	ns	2.53	7.65	30.58	92.35
3	ns	ns	0.40	6.62	5.70	93.38
4	ns	ns	0.58	6.51	8.39	93.49
5	ns	ns	0.09	5.25	1.66	94.75
6	ns	ns	0.65	29.11	1.59	70.89
7	ns	ns	0.64	27.42	1.71	72.58
8	ns	ns	0.00	0.07	4.20	99.93
9	ns	ns	1.65	5.19	30.12	94.81
10	ns	ns	0.04	1.43	2.70	98.57
11	ns	ns	0.13	6.29	1.95	93.71
12	ns	ns	0.00	0.00	2.39	100.00
13	ns	ns	2.25	6.82	30.70	93.18
14	ns	**	0.86	39.61	1.32	60.39
15	ns	ns	1.76	5.09	32.88	94.91
16	ns	ns	0.00	0.00	2.33	100.00
17	ns	ns	0.79	33.04	1.61	66.96
18	ns	ns	0.00	0.17	2.39	99.83
19	ns	ns	0.55	20.32	2.15	79.68
20	ns	ns	0.25	9.55	2.35	90.45
21	ns	ns	0.18	5.97	2.90	94.03
22	ns	**	0.91	44.06	1.15	55.94
23	ns	ns	0.00	0.05	2.05	99.95
24	ns	ns	0.00	0.00	2.43	100.00
25	ns	ns	1.99	5.81	32.29	94.19
26	ns	ns	0.20	6.72	2.79	93.28
27	ns	ns	0.23	11.50	1.77	88.50
28	ns	ns	1.98	6.26	29.58	93.74
29	ns	**	1.13	49.13	1.17	50.87
30	ns	ns	1.80	2.17	81.24	97.83
31	ns	ns	0.14	4.67	2.78	95.33
32	ns	ns	0.00	0.00	2.33	100.00
33	ns	*	1.49	38.42	2.38	61.58
34	ns	ns	0.49	14.85	2.80	85.15
35	ns	*	0.65	25.00	1.94	75.00
36	ns	ns	0.07	3.43	1.89	96.57
37	ns	*	1.08	30.15	2.50	69.85
38	ns	ns	0.23	9.11	2.30	90.89
39	ns	*	0.95	37.68	1.58	62.32
40	ns	*	0.52	25.45	1.52	74.55

* หมายถึงค่าสถิติแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

** หมายถึงค่าสถิติแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

NS หมายถึงค่าสถิติแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ

4.2 ผลการศึกษาความแปรปรวนของค่าความสามารถผู้สอบ

ผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนผู้สอบแยกตามเงื่อนไขจำนวนผู้สอบ

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยในศึกษาความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างผู้เรียน ระหว่างโรงเรียน และระหว่างสังกัด ในแต่ละเงื่อนไขของจำนวนผู้สอบซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย สุ่มผู้สอบเพื่อให้ได้จำนวนผู้สอบตามเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อให้เห็นภาพรวมของจำนวนของผู้สอบในแต่ละเงื่อนไขจำนวนผู้สอบ ว่าในแต่ละจำนวนผู้สอบที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์มีจำนวนผู้เรียนในแต่ละโรงเรียน และจำนวนผู้เรียนในแต่ละสังกัดมีลักษณะการกระจายเช่นไร ดังนั้นในส่วนนี้ผู้วิจัยใช้เฉพาะข้อมูลผลการตอบจากแบบความยาว 40 ข้อ ในการวิเคราะห์จำนวนและร้อยละของผู้สอบในแต่ละจำนวนผู้สอบมีรายละเอียดดังนี้

สำหรับเงื่อนไขจำนวนผู้สอบ 1,000 คน จำนวนผู้สอบทั้ง 3 สังกัด มีสัดส่วนใกล้เคียงกัน โดยเป็นผู้สอบที่มาจากสังกัด สพฐ.มากที่สุด รองลงเป็นสังกัด สช. และ กทม. (ร้อยละ 36.80, 34.10 และ 29.10 ตามลำดับ) สำหรับเงื่อนไขจำนวนผู้สอบ 500 คน พบว่า เป็นผู้สอบที่มาจากสังกัด สพฐ.และสังกัด สช.ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน และมาจากสังกัด กทม.น้อยที่สุด (ร้อยละ 40.40, 36.60 และ 23.00 ตามลำดับ) สำหรับเงื่อนไขจำนวนผู้สอบ 200 คน พบว่า เป็นผู้สอบที่มาจากสังกัด สพฐ.และสังกัด สช.ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน และมาจากสังกัด กทม.น้อยที่สุด (ร้อยละ 40.50, 38.00 และ 29.00 ตามลำดับ) สำหรับเงื่อนไขจำนวนผู้สอบ 100 คน พบว่า เป็นผู้สอบที่มาจากสังกัด สพฐ.ในสัดส่วนที่มากที่สุด รองลงมาเป็นสังกัด สช. และสังกัด กทม.น้อยที่สุด (ร้อยละ 51.00, 31.00 และ 18.00 ตามลำดับ) จะเห็นเงื่อนไขจำนวนผู้สอบ 100 คน ผู้วิจัยสุ่มได้ผู้สอบส่วนใหญ่มาจากสังกัด สพฐ. และส่วนน้อยมาจากสังกัด กทม. (รายละเอียดดังตารางที่ 4.14)

ตารางที่ 4.14 จำนวนและร้อยละของผู้สอบในแต่ละโรงเรียน จำแนกตามขนาดจำนวนผู้สอบ

สังกัด	โรงเรียนที่	จำนวนผู้สอบ (คน)			
		100	200	500	1,000
สพฐ.	1	12	9	28	54
	2	8	10	27	49
	3	3	12	21	49
	4	4	13	21	46
	5	2	12	22	46
	6	8	10	17	45
	7	9	11	24	40
	8	5	4	23	39
	รวม		51	81	183
	ร้อยละ	51.00	40.50	36.60	36.80
สช.	1	4	11	31	55
	2	5	9	37	52
	3	4	6	27	49
	4	6	15	21	48
	5	3	5	28	36
	6	4	12	20	35
	7	0	5	21	34
	8	5	13	17	32
	รวม		31	76	202
	ร้อยละ	31.00	38.00	40.40	34.10
กทม.	1	2	11	23	45
	2	6	7	17	40
	3	0	5	18	40
	4	2	8	14	38
	5	2	10	11	36
	6	3	2	9	35
	7	0	5	12	32
	8	3	10	11	25
	รวม		18	58	115
	ร้อยละ	18.00	29.00	23.00	29.10

ผลการวิเคราะห์ในตอนนี้เป็นการวิเคราะห์พหุระดับด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นด้วยโมเดลศูนย์ (null model) เพื่อให้เห็นภาพรวมของตัวแปรความสามารถของผู้สอบ โดยไม่นำตัวแปรอิสระใดๆ มาวิเคราะห์ร่วมและเพื่อตรวจสอบเบื้องต้นว่าค่าความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมีความผันแปรระหว่างผู้เรียน ระหว่างโรงเรียนและระหว่างสังกัด มีขนาดเท่าใดและมาจาก

แหล่งใดมากที่สุด โดยนำค่าความสามารถที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับจากแบบสอบความยาว 40 ข้อ มาศึกษาขนาดความแปรปรวน โดยมีรายละเอียดดังนี้

จากผลการวิเคราะห์ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับมาศึกษาความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับผู้สอบ ระดับโรงเรียน และระดับสังกัด เมื่อพิจารณาอิทธิพลคงที่ พบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบในผู้สอบจำนวน 100, 200, 500 และ 1,000 คน มีค่าเท่ากับ -0.187, -0.159, -0.078 และ -0.121 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 4 กลุ่ม แสดงว่าค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบทุกโรงเรียนเป็นค่าที่ไม่ต่างจากศูนย์ทางสถิติ

เมื่อพิจารณาอิทธิพลสุ่ม (random effect) ซึ่งประกอบด้วยค่าส่วนที่เหลือของค่าเฉลี่ยความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้สอบระหว่างโรงเรียนในระดับที่ 2 (R_0) และระหว่างสังกัดในระดับที่ 3 (U_{00}) มีรายละเอียดดังนี้

ส่วนประกอบความแปรปรวนของ R_0 มีค่าเท่ากับ 0.498, 0.589, 0.473 และ 0.426 ตามลำดับ (สำหรับผู้สอบจำนวน 100, 200, 500 และ 1,000 ตามลำดับ) ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบมีความผันแปรระหว่างโรงเรียนทั้ง 4 เงื่อนไขจำนวนผู้สอบ

ส่วนประกอบความแปรปรวนของ U_{00} มีค่าเท่ากับ 0.016, 0.294 และ 0.005 ตามลำดับ (สำหรับผู้สอบจำนวน 100, 200 และ 500 ตามลำดับ) ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบไม่มีความผันแปรระหว่างสังกัด ส่วนผู้สอบจำนวน 1,000 คน มีส่วนประกอบความแปรปรวนเท่ากับ 0.476 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าสำหรับผู้สอบจำนวน 1,000 คน ค่าเฉลี่ยความสามารถของผู้สอบมีความผันแปรระหว่างสังกัด

เมื่อพิจารณาส่วนประกอบความแปรปรวนแสดงให้เห็นว่า ค่าความสามารถของผู้สอบมีความผันแปรหรือความแตกต่างกันในระดับโรงเรียนทุกจำนวนผู้สอบ แต่มีความผันแปรหรือแตกต่างกันในสังกัดเฉพาะผู้สอบจำนวน 1,000 คน ส่วนผู้สอบจำนวน 100, 200 และ 500 คนไม่พบความผันแปรในระหว่างสังกัด จากการเปรียบเทียบขนาดของส่วนประกอบความแปรปรวนพบว่า สำหรับผู้สอบจำนวน 100, 200 และ 500 คน มีความแตกต่างระหว่างผู้สอบภายในโรงเรียนมากที่สุด (ร้อยละ 56, 43 และ 62 ตามลำดับ) รองลงมาคือความแตกต่างระหว่างโรงเรียนภายในสังกัด (ร้อยละ 41, 38 และ 36 ตามลำดับ) และน้อยที่สุดเป็นความแตกต่างระหว่างสังกัด (ร้อยละ 1, 18 และ 0.3 ตามลำดับ) แต่สำหรับผู้สอบจำนวน 1,000 คน มีความแตกต่างระหว่างผู้สอบภายในโรงเรียนมากที่สุด (ร้อยละ 55)

รองลงมาคือความแตกต่างระหว่างสังกัด (ร้อยละ 24) และน้อยที่สุดเป็นความแตกต่างระหว่างโรงเรียนภายในสังกัด (ร้อยละ 20) รายละเอียดดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์โมเดลศูนย์ของค่าความสามารถผู้สอบจำแนกตามจำนวนผู้สอบ

จำนวนผู้สอบ	ค่าสถิติ						
	fixed effect	coefficient	SE	df	t	p	
100	Intercept3, Gooo	-0.187	0.142	2	-1.312	0.319	
	random effect	SD	Variance component	df	χ^2	p	
	Level1 E	0.678	0.460				
	Intercept1, Ro	0.498	0.248	12	74.703	0.000	
	Intercept2, Uoo	0.016	0.000	2	2.991	0.222	
	Variance Decomposition (percentage by level)						
	Level1: ผู้สอบ	56.879	Level2: โรงเรียน	41.779	Level3: สังกัด	1.342	
	200	Intercept3, Gooo	-0.159	0.23	2	-0.692	0.560
		random effect	SD	Variance component	df	χ^2	p
		Level1 E	0.667	0.445			
Intercept1, Ro		0.589	0.347	15	185.74	0.000	
Intercept2, Uoo		0.294	0.086	2	6.698	0.054	
Variance Decomposition (percentage by level)							
Level1: ผู้สอบ		43.032	Level2: โรงเรียน	38.000	Level3: สังกัด	18.968	
500		Intercept3, Gooo	-0.078	0.037	2	-2.094	0.135
		random effect	SD	Variance component	df	χ^2	p
		Level1 E	0.801	0.642			
	Intercept1, Ro	0.473	0.224	16	180.356	0.000	
	Intercept2, Uoo	0.005	0.000	2	0.55	>.50	
	Variance Decomposition (percentage by level)						
	Level1: ผู้สอบ	62.627	Level2: โรงเรียน	36.982	Level3: สังกัด	0.391	
	1,000	Intercept3, Gooo	-0.121	0.289	2	-0.417	0.716
		random effect	SD	Variance component	df	χ^2	p
		Level1 E	0.707	0.500			
Intercept1, Ro		0.426	0.182	20	339.470	0.000	
Intercept2, Uoo		0.476	0.226	2	28.719	0.000	
Variance Decomposition (percentage by level)							
Level1: ผู้สอบ		55.066	Level2: โรงเรียน	20.044	Level3: สังกัด	24.890	