



การศึกษาผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน
โดยใช้ดัชนีบ่งชี้ของซาโต้

A Study of the Results of Item Analysis of the Mathematics and Statistics in Everyday Life
Subject Using the Sato's Caution Index

ศิริวรรณ วาสุกกรี

Siriwan Wasukree

ภาควิชาคณิตศาสตร์ วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี ประเทศไทย

Department of Mathematics, College of Digital Innovation and Information Technology, Rangsit University, Pathum Thani, Thailand

E-mail: siriwan.w@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลการวิเคราะห์ข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน โดยใช้ดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาจำนวนผู้สอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ 2) ศึกษาจำนวนข้อสอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ และ 3) เปรียบเทียบความแตกต่างในรูปสัดส่วนระหว่างดัชนีบ่งชี้ผู้สอบและข้อสอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ลงทะเบียนเรียนหมวดวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาที่ S ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1266 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน จำนวน 629 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติการวิเคราะห์แบบแผนการตอบด้วยดัชนีบ่งชี้ผู้สอบและข้อสอบของซาโต้ ค่าสัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้อง และค่าการแจกแจงของ Z – Proportion ผลการวิจัย พบว่า ค่าดัชนีบ่งชี้ผู้สอบที่มีความบกพร่องอยู่ระหว่าง 0.12 – 1.06 และบกพร่องเป็นจำนวน 352 คน จากผู้เข้าสอบทั้งหมด 629 คน สำหรับค่าดัชนีบ่งชี้ข้อสอบที่มีความบกพร่องอยู่ระหว่าง 0.15 – 0.80 และบกพร่องเป็นจำนวน 21 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 50 ข้อ ค่าสัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้องระหว่างผู้สอบและข้อสอบเท่ากับ 0.49 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.60 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบฉบับนี้มีความเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนที่บกพร่อง จะได้ว่าผู้เข้าสอบมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมากกว่าตัวข้อสอบ

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ข้อสอบ สัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้อง ดัชนีบ่งชี้ของซาโต้



Abstract

This research studied the results of item analysis of the Mathematics and Statistics in Everyday Life Subject using the Sato's caution index. The objectives were 1) to study the number of examinees who were defective in the response forms with the Sato's caution index 2) to study the number of examination papers that were defective in the response forms with the Sato's caution index and 3) to compare the differences in the proportion between the examinees' indicators from the examination papers and the defect in the response forms with the Sato's caution index. The population was 1266 undergraduate students who enrolled in semester S of the academic year 2018 with the Mathematics Department, Rangsit University. The sample group was 629 undergraduate students who enrolled in the Mathematics and Statistics in Everyday Life subject using the simple random sampling. The research instrument was the learning achievement test from the Mathematics and Statistics in Everyday Life Subject. The test comprised fifty multiple-choice questions with four alternatives. The data were analyzed using were means and; standard deviations, disparity Coefficient; and the distribution value of Z – Proportion. The study also applied the analysis of response patterns between the examinees' indicators of the examination papers and the defects in the response forms with the Sato's caution index. The finding indicated that the examinees' defective index values were between 0.12 and 1.06 and 352 out of 629 were defective. The defective index values in the response forms were between 0.15 and 0.80; and 21 out of 50 items were defective. The coefficient of inconsistency between the examinees and the examination papers was 0.49, which was less than 0.60 indicating that this test was appropriate for the examinees. When considering the proportion of defects, it was possible that the examinees were more defective in the response forms compared with the examination papers.

Keywords: Item Analysis, Disparity Coefficient, Sato's Caution Index

1. บทนำ

กระบวนการตรวจสอบเพื่อประเมินผลด้านความรู้ ความเข้าใจ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ในระดับใด เก่งหรืออ่อนในเรื่องใด จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมามีเครื่องมือมาช่วยพัฒนาคุณภาพการศึกษา โดยเฉพาะผู้สอนจะได้แนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการสอนให้เกิดสัมฤทธิ์ผลมากขึ้น ซึ่งเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากในวงการศึกษาคือการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากการใช้แบบทดสอบมีความสะดวก ผู้สอนสามารถใช้เวลาในการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน หรือหลังเรียนเสร็จสิ้น ไม่เสียเวลามากและถ้าการทดสอบมีมาตรฐานที่ดี ยังช่วยให้ผู้สอนได้แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นสูงและมีความเที่ยงตรงมากกว่าการวัดและประเมินผลด้วยวิธีอื่นๆ (เอนก เพ็ชรอนุกุลบุตร, 2524) นอกจากนี้คุณภาพของแบบทดสอบที่ควรคำนึงถึงได้แก่ความเป็นปรนัย หมายความว่าแบบทดสอบฉบับเดียวกันไม่ว่าจะให้ใครตรวจจะได้คะแนนเหมือนกัน ตลอดจนข้อคำถามไม่ว่าจะให้ใครอ่าน ก็จะเข้าใจคำถามตรงกัน รวมถึงการแปลคะแนนจะทำได้



ง่ายด้วย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539) ดังนั้นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่นิยมเลือกใช้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบเพราะมีความเป็นปรนัยด้านการตรวจให้คะแนนตรงกันทั้งฉบับ

วิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน เป็นวิชาหมวดศึกษาทั่วไปที่มีผู้เรียนมาจากหลายคณะ หลายชั้นปี ทั้งสายวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ ซึ่งมีพื้นฐานความรู้แตกต่างกัน รวมถึงวิชานี้มีอาจารย์ร่วมสอนหลายคน ที่ผ่านมารออกข้อสอบขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้สอนจึงทำให้เกิดข้อสงสัยในกลุ่มอาจารย์ด้วยกันว่า ข้อสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวันจะเหมาะสมกับผู้เรียนที่มาจากหลากหลายคณะและหลายชั้นปีหรือไม่ ผู้สอนเริ่มต้นด้วยการประมาณความรู้ ความสามารถของผู้เรียนจากคะแนนรวมที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายบุคคล และทำการวิเคราะห์ผลการสอบเป็นรายข้อ ที่เรียกกันว่า การวิเคราะห์ข้อสอบ (Item Analysis) จุดประสงค์หลักของการวิเคราะห์ข้อสอบ คือ เพื่อประเมินผลการเรียนของผู้เรียนในด้านการพัฒนาความสามารถเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด ทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม (Lienhardt and Sweewald, 1981) พบว่าข้อสอบหลายข้อมีค่าอำนาจจำแนกต่ำ กลุ่มเก่งตอบไม่ถูก แต่กลุ่มอ่อนตอบข้อนั้นได้ แม้มีการปรับแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพมากขึ้นแล้วก็ตาม จึงเป็นเหตุให้ผู้สอนอยากรู้ว่าข้อสอบจะเหมาะสมกับผู้เรียนมากน้อยเพียงใด จะได้ใช้เป็นแนวทางในการวินิจฉัยความบกพร่องของผู้เรียน และประเมินประสิทธิภาพการสอนของผู้สอนว่า เป็นไปตามจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่คาดหวังไว้หรือไม่ รวมถึงใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง พัฒนาวิธีการสอน วางแผนพัฒนาอันเป็นประโยชน์อย่างสมเหตุสมผลเพื่อยกระดับคุณภาพของสถาบันการศึกษา แต่การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม (Classical Test Theory) จะเป็นการประมาณความสามารถของผู้เรียนที่ได้จากคะแนนรวมของข้อที่ตอบถูกเท่านั้น (Harnisch, 1983) วิธีนี้จึงไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้ ความจริงแล้วคะแนนรวมทั้งคะแนนความสามารถจริง กับคะแนนความคลาดเคลื่อน และข้อที่ตอบผิดต้องนำมาพิจารณาร่วมกับข้อที่ตอบถูก การตอบผิดก็มีผลต่อการวินิจฉัยความบกพร่องของผู้สอบ (Birbaum and Tatsuoaka, 1981) เนื่องจากคนที่ได้คะแนนเท่ากันอาจจะได้คะแนนข้อที่ถูกหรือผิดต่างกันก็ได้ ดังนั้นผลการวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมยังไม่เพียงพอสำหรับการวัดและประเมินผลทางการศึกษา

ในปัจจุบันมีเทคนิคการวิเคราะห์ข้อสอบที่สามารถแก้ปัญหาจุดอ่อนของทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมอย่างแท้จริง ซึ่งทฤษฎีเหล่านี้พัฒนาขึ้นมาใช้แก้ไขจุดอ่อนให้การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผู้วิจัยเริ่มศึกษาทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี (S – P Curve Theory) ร่วมกับดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ (Sato Caution Index) พบว่า ทฤษฎีนี้เป็นการวิเคราะห์แบบแผนการตอบทั้งของผู้สอบและตัวข้อสอบเอง มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวินิจฉัยความบกพร่องของผู้สอบและข้อสอบ เป็นวิธีที่คำนวณและแปลผลความบกพร่องของผู้สอบได้สะดวก ไม่ว่าจำนวนข้อสอบและผู้เข้าสอบจะมีมากหรือน้อย เหมาะสำหรับผู้สอนทุกคน (จำเริญ สุภา, 2531) ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ของจำนวนผู้สอบและข้อสอบ และเปรียบเทียบระหว่างดัชนีบ่งชี้ผู้สอบและข้อสอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาจำนวนผู้สอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของซาโต้
2. เพื่อศึกษาจำนวนข้อสอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของซาโต้



3. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในรูปสัดส่วนระหว่างดัชนีบ่งชี้ผู้สอบและข้อสอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้

3. อุปกรณ์และวิธีการ / วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ลงทะเบียนเรียนหมวดวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๑ จำนวน ๑๒๖๖ คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๑ จำนวน ๖๒๙ คน โดยไม่น้อยกว่าการคำนวณจากสูตรของยามานะ ด้วยความเชื่อมั่น ๙๕% ได้เท่ากับ ๓๐๔ คน จึงถือว่าจำนวน ๖๒๙ คน มีความเหมาะสมที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากวิธีสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลาก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน เป็นวิชาหมวดศึกษาทั่วไป ลักษณะของข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด ๔ ตัวเลือก จำนวน ๕๐ ข้อ คะแนนเต็ม ๕๐ คะแนน มีขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบร่วมกับผู้สอนอีก ๔ ท่าน ซึ่งมีประสบการณ์การสอนมากกว่า ๑๐ ปีทุกท่าน โดยศึกษาหลักสูตร เนื้อหา จุดมุ่งหมายการสอน และสร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.2.2 นำไปเข้าที่ประชุมคณะกรรมการกำกับมาตรฐานวิชาการของภาควิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยกรรมการจากภายนอก ๓ ท่าน และภายในอีก ๒ ท่าน ทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ไข่มติที่ประชุมเป็นเกณฑ์พิจารณาว่าข้อสอบวัดได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.2.3 เมื่อได้แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการกำกับมาตรฐานวิชาการแล้วนำไปทดสอบกับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๐ จำนวน ๓๑๙ คน ได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง ๐.๓๒ - ๐.๘๗ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง ๐.๒๑ - ๐.๖๔ และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR 20 เท่ากับ ๐.๘๑

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

3.3.1 นำผลการสอบไปตรวจด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ แสดงผลข้อมูลตอบถูกได้ ๑ คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือก ได้ ๐ คะแนน

3.3.2 เรียงลำดับข้อสอบจะเรียงตามระดับความยากง่ายจากซ้ายไปขวา และเรียงลำดับผู้สอบจะเรียงตามคะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคนจากบนลงล่าง เพื่อให้เข้าใจง่าย ผู้วิจัยแสดงเป็นตัวอย่างผู้สอบจำนวน ๑๐ คน ข้อสอบ ๒๐ ข้อ ดังรูปที่ ๑

3.3.3 จัดทำแผนภูมิ S – P Curve โดยลากเส้นที่บแสดงคะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน เรียกว่าเส้นโค้งเอส (Student Curve) และลากเส้นประแสดงจำนวนการตอบถูกแต่ละข้อ เรียกว่าเส้นโค้งพี (Problem Curve) ดังรูปที่ ๑



ผู้สอบ คนที่	ข้อสอบข้อที่																				คะแนน รวม
	12	13	15	9	18	19	6	1	8	17	2	3	20	5	16	10	4	11	7	14	
6	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	17
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	16
10	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	14
2	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	12
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	12
9	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	12
4	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	10
7	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	10
8	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	9
3	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8
รวมผู้ ตอบถูก	10	10	9	8	8	8	7	6	6	6	6	6	6	5	5	4	3	3	2	2	

รูปที่ 1 แผนภูมิ S – P Curve ของผู้สอบ 10 คนและข้อสอบ 20 ข้อ

จากรูปที่ 1 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบจำนวน 20 ข้อ มีผู้เข้าสอบ 10 คน ด้วยทฤษฎี S – P Curve กำหนดให้แนวนอนแทนผลการตอบข้อสอบรายข้อของแต่ละคนเรียงจากคนที่ได้คะแนนมากลงไปถึงคนที่ได้คะแนนน้อยตามลำดับจากบนลงล่าง แนวตั้งแทนคะแนนแต่ละข้อเรียงจากข้อที่ง่ายไปหาข้อที่ยากจากซ้ายไปขวา ลากเส้นโค้งเอส (S Curve) ด้วยเส้นทึบที่แสดงคะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน และลากเส้นโค้งพี (P Curve) ด้วยเส้นประที่แสดงจำนวนการตอบถูกแต่ละข้อของผู้สอบแต่ละคน

3.3.4 คำนวณหาจำนวนผู้สอบและจำนวนข้อสอบที่มีความบกพร่องจากการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ และหาค่าสัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้องของผู้สอบกับข้อสอบ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.3.5 เปรียบเทียบความแตกต่างในรูปสัดส่วนระหว่างดัชนีบ่งชี้ผู้สอบและข้อสอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของซาโต้

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งสถิติที่ใช้ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

3.4.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.4.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าความยาก อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR 20

3.4.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบ ได้แก่

ดัชนีบ่งชี้ผู้สอบของซาโต้ (Hamisch and Linn, 1982)

$$C(S_i) = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} (1 - U_{ij})n_{.j} - \sum_{j=n_i+1}^J U_{ij}n_{.j}}{\sum_{j=1}^{n_i} n_{.j} - n_i \left(\frac{\sum_{j=1}^J n_{.j}}{J} \right)}$$



โดยที่	$C(S_i)$	แทน คำนับงชี้ผู้สอบของชาได้คนที่ i
	i	แทน ผู้สอบคนที่ 1,2,3,...,I
	j	แทน ข้อสอบข้อที่ 1,2,3,...,J
	U_{ij}	แทน 1 คะแนน ถ้าผู้สอบคนที่ i ตอบข้อที่ j ถูก 0 คะแนน ถ้าผู้สอบคนที่ i ตอบข้อที่ j ผิด
	n_i	แทน คะแนนรวมของผู้สอบคนที่ i
	n_j	แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบข้อสอบข้อที่ j ได้ถูกต้อง

คำนับงชี้ข้อสอบของชาได้ (Harnisch and Linn, 1982)

$$C(P_j) = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} (1 - V_{ij})n_i - \sum_{i=n_j+1}^I V_{ij}n_i}{\sum_{j=1}^{n_j} n_i - n_j \left(\frac{\sum_{i=1}^I n_i}{I} \right)}$$

โดยที่	$C(P_j)$	แทน คำนับงชี้ข้อสอบของชาได้ข้อที่ j
	i	แทน ผู้สอบคนที่ 1,2,3,...,I
	j	แทน ข้อสอบข้อที่ 1,2,3,...,J
	V_{ij}	แทน 1 คะแนน ถ้าผู้สอบคนที่ i ตอบข้อที่ j ถูก 0 คะแนน ถ้าผู้สอบคนที่ i ตอบข้อที่ j ผิด
	n_i	แทน คะแนนรวมของผู้สอบคนที่ i
	n_j	แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบข้อสอบข้อที่ j ได้ถูกต้อง

หาค่าสัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้องของผู้สอบกับข้อสอบ (บุญชม ศรีสะอาด, 2540)

$$D^* = \frac{C}{4Nn\bar{P}(1-\bar{P})D_B(M)}$$

โดยที่	D^*	แทน สัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้อง
	C	แทน จำนวนของคะแนน 1 และ 0 อยู่ระหว่างเส้น โคน์เอส-พี
	N	แทน จำนวนผู้สอบ
	n	แทน จำนวนข้อสอบ
	\bar{P}	แทน ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนการตอบถูกในแต่ละข้อ
	M	แทน ค่าที่หาได้จากสูตร $M = \sqrt{Nn + 0.5}$



$D_B(M)$ แทน ค่าที่ได้จากการเปิดตารางสำเร็จรูป

ทดสอบความแตกต่างในรูปสัดส่วนระหว่างดัชนีบ่งชี้ผู้สอบและข้อสอบ โดยใช้สูตร Z - Proportion (สุรศักดิ์อมรรัตนศักดิ์, เดือนใจเกตุษา และบุญมี พันธุ์ไทย, 2539)

$$Z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{p(1-p)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

โดยที่	Z	แทน ค่าการแจกแจงของ Z
	p_1	แทน สัดส่วนของผู้สอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ
	p_2	แทน สัดส่วนของข้อสอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ
	n_1	แทน จำนวนผู้สอบ
	n_2	แทน จำนวนข้อสอบ
	p	แทน สัดส่วนรวมทั้งสองกลุ่ม หาได้จาก $p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2}$

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์จำนวนผู้สอบและข้อสอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ด้วยดัชนีบ่งชี้ของซาโด้ ซึ่งค่าดัชนีบ่งชี้ จะมีค่าตั้งแต่ -0.50 ถึง 1.50 โดยตัวเลขที่ซาโด้ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ เท่ากับ 0.50 ดังนั้น ถ้าดัชนีบ่งชี้ผู้สอบคนไหนหรือข้อสอบข้อใด มีค่ามากกว่า 0.50 แสดงว่าผู้สอบหรือข้อสอบนั้นมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีบ่งชี้ผู้สอบและข้อสอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ

ดัชนีบ่งชี้ผู้สอบ			ดัชนีบ่งชี้ข้อสอบ		
จำนวนผู้สอบ	$C(S_i)$	จำนวนผู้สอบบกพร่อง	จำนวนข้อสอบ	$C(P_j)$	จำนวนข้อสอบบกพร่อง
629	$0.12 - 1.06$	352	50	$0.15 - 0.80$	21

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนีบ่งชี้ผู้สอบที่มีความบกพร่องอยู่ระหว่าง $0.12 - 1.06$ และมีผู้สอบที่บกพร่องเป็นจำนวน 352 คน จากจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด 629 คน สำหรับค่าดัชนีบ่งชี้ข้อสอบที่มีความบกพร่องอยู่ระหว่าง $0.15 - 0.80$ และมีข้อสอบที่บกพร่องเป็นจำนวน 21 ข้อ จากจำนวนข้อสอบทั้งหมด 50 ข้อ

4.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้องระหว่างผู้สอบและข้อสอบ ซึ่งเป็นตัวเลขที่แสดงว่าในการสอบครั้งนั้นมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) นั่นคือข้อสอบมีความเหมาะสมกับผู้สอบมากน้อยแค่ไหน ค่าสัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้องมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 เกณฑ์ที่ใช้บ่งชี้ความสอดคล้องมีค่าเท่ากับ 0.60 ดังนั้น ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้องมากกว่า 0.60 แสดงว่าข้อสอบฉบับนั้น ไม่เหมาะสมกับผู้สอบกลุ่มนั้น ปรากฏผลดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้องระหว่างผู้สอบและข้อสอบ

สัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้อง D^*	ค่าดัชนีบ่งชี้ผู้สอบ		ค่าดัชนีบ่งชี้ข้อสอบ	
	ค่าเฉลี่ยของ $C(S_i)$	S.D.	ค่าเฉลี่ยของ $C(P_i)$	S.D.
0.49	0.53	0.17	0.48	0.15

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้องระหว่างผู้สอบและข้อสอบเท่ากับ 0.49 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.60 ดังนั้นข้อสอบฉบับนี้มีความเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของดัชนีบ่งชี้ผู้สอบมีค่าเท่ากับ 0.53 ซึ่งมากกว่า 0.50 พบว่า โดยเฉลี่ยผู้สอบมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ และค่าเฉลี่ยของดัชนีบ่งชี้ข้อสอบมีค่าเท่ากับ 0.48 ซึ่งน้อยกว่า 0.50 พบว่า โดยเฉลี่ยข้อสอบไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ

4.3 ผลการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบ การวิเคราะห์แบบแผนการตอบของผู้สอบและข้อสอบ โดยใช้ทฤษฎี $S - P$ Curve ร่วมกับดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ มีหลักการว่า ถ้าผู้สอบตอบข้อสอบถูกต้องได้ 1 คะแนน และตอบผิดจะได้ 0 คะแนน โดยคาดหวังว่าผู้สอบที่มีแบบแผนการตอบข้อสอบที่ไม่บกพร่องจะต้องตอบข้อสอบข้อที่ง่ายถูกต้อง และตอบข้อที่ยากนอกเหนือความสามารถจะต้องตอบผิด

4.3.1 ผลการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบของผู้สอบ จำแนกผู้สอบออกเป็นกลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ความสามารถในการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้คะแนน 50% และดัชนีบ่งชี้ของผู้สอบคือ 0.50 ปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบของผู้สอบ

กลุ่มความสามารถของผู้สอบ	ไม่บกพร่อง	บกพร่อง	รวม
สูง คะแนน 50%	A(196)	B(204)	400
ต่ำ	C(81)	D(148)	229
รวม	277	352	629

ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ 0.50

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ผลการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบของผู้สอบ จำนวน 629 คน พบว่า มีการจำแนกผู้สอบออกเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่ม A เป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการตอบข้อสอบสูงและไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมีจำนวน 196 คน กลุ่ม B เป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการตอบข้อสอบสูงแต่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมีจำนวน 204 คน กลุ่ม C เป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการตอบข้อสอบต่ำแต่ไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมีจำนวน 81 คน กลุ่ม D เป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการตอบข้อสอบต่ำและมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมีจำนวน 148 คน

4.3.2 ผลการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบของข้อสอบ จำแนกข้อสอบออกเป็นกลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ความยากในการตอบข้อสอบที่มีจำนวนตอบถูก 50% และดัชนีบ่งชี้ของข้อสอบคือ 0.50 ปรากฏผลดังตารางที่ 4



ตารางที่ 4 ผลการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบของข้อสอบ

ระดับของข้อสอบ	ไม่บกพร่อง	บกพร่อง	รวม
ยาก	W(23)	X(15)	38
ตอบแต่ละข้อถูก 50%			
ง่าย	Y(6)	Z(6)	12
รวม	29	21	50

ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ 0.50

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ผลการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบของข้อสอบ จำนวน 50 ข้อ พบว่า มีการจำแนกข้อสอบออกเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่ม W เป็นกลุ่มข้อสอบระดับยากแต่ไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมีจำนวน 23 ข้อ กลุ่ม X เป็นกลุ่มข้อสอบระดับยากและมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมีจำนวน 15 ข้อ กลุ่ม Y เป็นกลุ่มข้อสอบระดับง่ายและไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมีจำนวน 6 ข้อ กลุ่ม Z เป็นกลุ่มข้อสอบระดับง่ายแต่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมีจำนวน 6 ข้อ

4.4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างในรูปสัดส่วนระหว่างจำนวนผู้สอบและข้อสอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างในรูปสัดส่วนระหว่างดัชนีบ่งชี้ผู้สอบและข้อสอบ

รายการ	จำนวน	จำนวนที่บกพร่อง	สัดส่วนที่บกพร่อง	Z
ผู้สอบ(คน)	629	352	0.56	1.91*
ข้อสอบ(ข้อ)	50	21	0.42	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างในรูปสัดส่วน ระหว่างจำนวนผู้สอบและข้อสอบ ที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ ค่า $Z = 1.91$ พบว่า จำนวนผู้สอบและข้อสอบมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนที่บกพร่อง จะได้ว่าผู้เข้าสอบมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมากกว่าตัวข้อสอบ

5. การอภิปรายผล

จากการศึกษาผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน โดยใช้ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ มีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

5.1 จากการตรวจสอบความไม่สอดคล้องระหว่างผู้สอบและข้อสอบ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้องเท่ากับ 0.49 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.60 แสดงให้เห็นว่า ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง อาจเนื่องมาจากวิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวันอยู่ในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป เนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องทั่วไปเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะการใช้สื่อเทคโนโลยีช่วยให้การเรียน



การสอนน่าสนใจมากยิ่งขึ้น และคำถามในข้อสอบจะเรียงจากง่ายไปหายากโดยคำนึงถึงเนื้อหาที่ต่อเนื่องกัน เป็นเรื่องใกล้ตัวที่ผู้สอบมีความคุ้นเคย และเกิดความมั่นใจที่จะตอบ (เขาวลัทธิ พิพัฒน์วัฒนา, 2547)

5.2 จากการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบของผู้สอบ พบว่า เมื่อใช้ทฤษฎี S – P Curve ร่วมกับดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ และจำแนกผู้สอบออกเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ความสามารถในการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้คะแนน 50% และดัชนีบ่งชี้ของผู้สอบคือ 0.50 ผลปรากฏว่า กลุ่ม A มีความสามารถในการตอบข้อสอบสูงและไม่มี ความบกพร่องในแบบแผนการตอบเป็นจำนวน 196 คน ถือว่าเป็นกลุ่มเก่งมีความรู้จริง มีเสถียรภาพในการทำข้อสอบ ด้วยความรู้จริง กลุ่ม B มีความสามารถในการตอบข้อสอบสูงแต่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบเป็นจำนวน 204 คน ถือว่าเป็นกลุ่มเก่งมีความรู้จริงแต่มีความบกพร่อง อาจเป็นเพราะความผิดปกติบางอย่างหรือหลายอย่างร่วมกัน ควร ทำการศึกษาหาทางแก้ไขเพื่อผลการเรียนดีขึ้นอีก กลุ่ม C มีความสามารถในการตอบข้อสอบต่ำแต่ไม่มีความบกพร่อง ในแบบแผนการตอบเป็นจำนวน 81 คน ถือว่าเป็นกลุ่มอ่อนมีความรู้ไม่เพียงพอแต่ไม่มีความบกพร่อง นับว่ายังมี เสถียรภาพ ต้องได้รับการสอนซ่อมเสริม และกลุ่ม D มีความสามารถในการตอบข้อสอบต่ำและมีความบกพร่องใน แบบแผนการตอบเป็นจำนวน 148 คน ถือว่าเป็นกลุ่มอ่อนมีความรู้ไม่เพียงพอ ความรู้ที่มีไม่ครอบคลุมเนื้อหา หรือมี ความพร้อมในการเรียนน้อย ต้องได้รับการเอาใจใส่ หาวิธีกระตุ้น และสอนซ่อมเสริม (สุรวาท ทองบุ, 2533)

5.3 จากการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบของข้อสอบ พบว่า เมื่อใช้ทฤษฎี S – P Curve ร่วมกับ ดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ และจำแนกข้อสอบออกเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ความยากในการตอบข้อสอบที่มีจำนวนตอบถูก 50% และดัชนีบ่งชี้ของข้อสอบคือ 0.50 ผลปรากฏว่า กลุ่ม W เป็นกลุ่มข้อสอบระดับยากแต่ไม่มีความบกพร่องใน แบบแผนการตอบมีจำนวน 23 ข้อ ถือว่าเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก มีค่าอำนาจจำแนกสูง กลุ่ม X เป็นกลุ่มข้อสอบ ระดับยากและมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมีจำนวน 15 ข้อ ถือว่าเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก และมีความ บกพร่อง เนื่องจากข้อสอบข้อที่ยาก กลุ่มอ่อนกลับตอบถูก กลุ่ม Y เป็นกลุ่มข้อสอบระดับง่ายและไม่มีความบกพร่อง ในแบบแผนการตอบมีจำนวน 6 ข้อ ถือว่าเป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย และไม่บกพร่อง นั่นคือข้อสอบข้อหนึ่งๆจะถูกตอบ ได้ถูกต้องโดยเริ่มจากคนเก่งตามลำดับไปจนถึงคนอ่อน กลุ่ม Z เป็นกลุ่มข้อสอบระดับง่ายแต่มีความบกพร่องในแบบ แผนการตอบมีจำนวน 6 ข้อ ถือว่าเป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีความบกพร่อง เนื่องจากข้อสอบข้อที่ง่ายกลุ่มเก่งกลับ ตอบผิด (สุรวาท ทองบุ, 2533)

5.4 จากการเปรียบเทียบความแตกต่างในรูปสัดส่วนระหว่างจำนวนผู้สอบและข้อสอบที่มีความบกพร่องใน แบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ ผลปรากฏว่า จำนวนผู้สอบและข้อสอบมีความบกพร่องในแบบ แผนการตอบข้อสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนที่บกพร่อง จะได้ว่าผู้เข้าสอบมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมากกว่าตัวข้อสอบ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากผู้เข้าสอบ เป็นนักศึกษาหลายคณะ หลายชั้นปี มีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน การทำข้อสอบต้องใช้ความคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการจำ เข้าใจ และการนำไปใช้ทีละขั้นตอน (เขาวลัทธิ พิพัฒน์วัฒนา, 2547) เมื่อผู้สอบไม่ สามารถปรับลำดับความคิดได้ก็จะทำให้เกิดความสับสนในการทำข้อสอบ สำหรับข้อสอบผ่านการพิจารณาจาก ผู้เชี่ยวชาญ ให้ความสำคัญกับการจัดเรียงจากข้อง่ายไปหาข้อยากตามเนื้อหาของบทเรียน และคัดเลือกข้อสอบที่มี คุณภาพดีมาใช้ จึงทำให้ผู้สอบบกพร่องในแบบแผนการตอบมากกว่าตัวข้อสอบ



6. บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลการวิเคราะห์ข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน โดยใช้ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาจำนวนผู้สอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ 2) ศึกษาจำนวนข้อสอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และ 3) เปรียบเทียบความแตกต่างในรูปสัดส่วนระหว่างดัชนีบ่งชี้ผู้สอบและข้อสอบที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ ผู้วิจัยนำผลการสอบของข้อสอบ 50 ข้อ จากผู้สอบจำนวน 629 คน มาวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี และดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ เพื่อหาจำนวนผู้สอบและจำนวนข้อสอบที่มีความบกพร่อง หาค่าสัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้องของผู้สอบกับข้อสอบ และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างในรูปสัดส่วนระหว่างดัชนีบ่งชี้ผู้สอบและข้อสอบมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง เพราะค่าสัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้องเท่ากับ 0.49 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.60 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในรูปสัดส่วน ระหว่างจำนวนผู้สอบและข้อสอบ ที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ พบว่า จำนวนผู้สอบและข้อสอบมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนที่บกพร่อง จะได้ว่าผู้เข้าสอบมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบมากกว่าตัวข้อสอบ

ทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี และดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ มีวิธีคำนวณที่ไม่ยุ่งยาก ผลการวิเคราะห์เข้าใจง่าย การศึกษาแบบแผนการตอบข้อสอบ สามารถนำไปใช้ในการจัดสอนซ่อมเสริมให้ตรงตามกลุ่มที่ผู้สอบบกพร่อง นอกจากนี้ยังมีประโยชน์อย่างมากในวงการวัดผลการศึกษา เนื่องจากทำให้ทราบว่าผู้สอบและข้อสอบมีความสอดคล้องกันหรือไม่ ค่าดัชนีบ่งชี้ผู้สอบ ($C(S_i)$) เป็นข้อมูลในการวินิจฉัยการเรียนของผู้เรียนได้เป็นรายบุคคลว่าคนใดควรได้รับการแก้ไขหรือสอนซ่อมเสริม รวมทั้งใช้วางแผนปรับปรุงการเรียนการสอนในภาพรวมทั้งกลุ่ม ส่วนค่าดัชนีบ่งชี้ข้อสอบ ($C(P_j)$) เป็นข้อมูลที่ใช้ปรับปรุงข้อสอบเป็นรายข้อและทั้งฉบับ

7. กิตติกรรมประกาศ

ในโอกาสนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผศ.วีรวัฒน์ เหลี่ยมมณิก ที่ช่วยแนะนำวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลจนได้ค่าสถิติที่ถูกต้อง ขอขอบคุณ ผศ.ดร.สุทธิศักดิ์ จันทวงษ์โส เป็นผู้ที่ทำให้ส่วนของภาษาอังกฤษสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยรังสิตที่ให้โอกาสได้เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัยฉบับนี้ในงานประชุมวิชาการระดับชาติ ประจำปี 2562 เพื่อเป็นการเผยแพร่วิชาการที่ทรงคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อวงการศึกษ

8. เอกสารอ้างอิง

จำเริญ สุภา. (2531). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพดัชนีของชาโต้จากการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.



- บุญชม ศรีสะอาด. (2540). การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์นการพิมพ์.
- เยาวลักษณ์ พิพัฒน์วัฒนา. (2547). ผลของการเรียงลำดับข้อสอบ ต่อค่าดัชนีบ่งชี้ของข้อได้จากการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ชั้น ป.5 สังกัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: ชมรมเด็กการพิมพ์.
- สุรวาท ทองบุ. (2533). การใช้ทฤษฎีเส้นโค้ง S-P วิเคราะห์ผลการสอบข้อสอบและผู้สอบ. *วารสารวัดผลการศึกษา*. 1(กรกฎาคม), 23–30.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์, เตือนใจ เกตุษา และบุญมี พันธุ์ไทย. (2539). *การวิเคราะห์ข้อมูลทางการศึกษา 1*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการประเมินและการวิจัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- เอนก เพ็ชรอนุกุลบุตร. (2524). *การวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: วิเคเตอร์การพิมพ์.
- Birrenbaum, Menucha, and Kikumi K. Tatsuoka. (1981). The Use of Information from Wrong Response in Measuring Students' Achievement. *Resources in Education*. 16(10), 196–198.
- Harnisch, Delwyn L. (1983). Item Response Patterns: Applications for Educational Practice. *Journal of Educational Measurement*. 20, 191–206.
- Harnisch, Delwyn L., and Robert L. Linn. (1982). Identification of Aberant Response Patterns in a Test of Mathematics. *Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*. 15(4), 154–156.
- Leinhardt, Gaea, and Andera Mar Sweewald. (1981). Overlap: What's Tests, What's Taught. *Journal of Education Measurement*. 18, 85–96.