

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพคัมขีของชาได้ จากการวิเคราะห์แบบแผน
การตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี

ห้องสมุดบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์
ของ
จำเริญ สุภา

F-4 W.A. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กันยายน 2531
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

178087

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำคณบดี และคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน
(รศ.อังคณา สายยศ)

17-6 174 กรรมการ
(รศ.ดร.เตือนใจ เกตุษา)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รศ.อังคณา สายยศ)

17-6 174 กรรมการ
(รศ.ดร.เตือนใจ เกตุษา)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ.จรินทร์ ประสงค์สม)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ ...14... เดือน ตุลาคม..... พ.ศ. ...2531.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับพระราชทานเงินทุนช่วยเหลือการวิจัยจาก " ทุนภูมิพล " ซึ่งพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้ทรงพระราชทานโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมพระราชทานทุนทรัพย์ส่วนพระองค์ ให้แก่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อพระราชทานแก่นักศึกษาในการทำวิจัยทางการศึกษา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระมหากรุณาธิคุณของล้นเกล้าล้นกระหม่อมอย่างหาที่สุดมิได้

จำเริญ สุภา

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะความกรุณาช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ และรองศาสตราจารย์ ดร. เตือนใจ เกตุษา ซึ่งเป็น กรรมการที่ปรึกษา ได้กรุณาให้แนวคิด คำแนะนำ และข้อเสนอแนะในการดำเนินการทำวิจัยมา โดยตลอดตั้งแต่ต้น จนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยมีความซาบซึ้ง และ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ล้วน สายยศซึ่งได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ ช่วยประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จรินทร์ ประสงค์สม ที่ได้ให้ คำแนะนำเพิ่มเติม และให้ความอนุเคราะห์เป็นกรรมการภายนอกด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรินทร์ ศลโกสุม ที่ได้ให้ แนวคิด คำแนะนำ ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัย และ ดร.สนั่น ประจักษ์จิตร ที่ได้กรุณาตรวจสอบ แก้ไข ปรับปรุงบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ให้มีความ ถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคุณสมกิจ กิจพูนวงศ์ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูล ช่วยพัฒนาโปรแกรมเส้นโค้งเอส-พี และดัชนีของชาได้ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ คุณจักรกฤษ จันทวรรณ ที่ช่วยในการจัดระบบข้อมูลเพื่อสร้างโปรแกรมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ และช่วยอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับ การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ ครูใหญ่ ครูประจำชั้น และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ ที่อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ นิสิตปริญญาโทสาขาวิชาเอกการวัดผลการศึกษา วันที่ 21 , 22 และ 23 ทุกคน คุณพิมพ์ภาภรณ์ นิรมิตเจียรพันธุ์ คุณแสงอรุณ ตันเจริญ คุณจรรยา สิงห์ทองและ คุณสุนทรี ไกรกาบแก้ว ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดระบบข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขออ้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ ที่ได้ให้กำลังใจและให้การ สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา และขอขอบคุณ อาจารย์มะลิ สุภา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนการศึกษา และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีมาตลอดเวลา

จำเริญ สุภา

กันยายน 2531

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา	5
ความสำคัญของการศึกษา	6
ขอบเขตของการศึกษา	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
ความเป็นมาของแผนภูมิเอส - พี	11
ทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี	13
ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้	30
การสร้างเส้นภาพจากทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี	39
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	41
การศึกษาเปรียบเทียบดัชนีบ่งชี้ของชาโต้กับดัชนีอื่น ๆ	41
การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้กับทฤษฎีเส้นโค้ง เอส - พี	44
สมมติฐานของการวิจัย	46
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	47
ประชากร	47
กลุ่มตัวอย่าง	48
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	49
คุณภาพของเครื่องมือ	54
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	55
ลำดับขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล	56
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	57

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	62
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	62
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	63
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	64
การเสนอเส้นภาพหรือโปรไฟล์	69
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	84
จุดมุ่งหมายของการศึกษา	84
สมมติฐานของการวิจัย	84
กลุ่มตัวอย่าง	84
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	85
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	85
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
การอภิปรายผล	88
ข้อเสนอแนะ	90
บรรณานุกรม	92
ภาคผนวก	100

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการสร้างเครื่องมือและคุณภาพของเครื่องมือ ...	47
2 จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา แยกตามโรงเรียน อำเภอ	48
3 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ดัชนีบ่งชี้ของชาได้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ ของชาได้	64
4 คุณภาพของเครื่องมือ ความเชื่อมั่น และสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของ แบบทดสอบกับนักเรียน	65
5 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างคะแนนรวม ดัชนีบ่งชี้ของชาได้ และดัชนี บ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาได้	66
6 ทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมกับดัชนีบ่งชี้ ของชาได้ และคะแนนรวมกับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาได้	67
7 การจำแนกกลุ่มนักเรียนตามความสามารถและ เกณฑ์ของดัชนีบ่งชี้ของชาได้และ ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาได้	68
8 การเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาได้และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาได้	68
9 เส้นภาพแสดงแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี และดัชนีบ่งชี้ของชาได้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 392 คน	70
10 ค่าของ $D_b (M)$ ซึ่งเป็นฟังก์ชันของ $M = [Nn + 0.5]$	101
11 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากมาตรฐานของเครื่องมือ ...	104
12 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบรายข้อกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	106
13 เส้นภาพแสดงการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 392 คน ด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี ดัชนีบ่งชี้ของชาได้ และดัชนีที่ปรับแก้ ของชาได้	109

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงระบบการทำงานของเครื่องกล ในการวิเคราะห์ผลการตอบข้อสอบ....	12
2 แผนภูมิเอส - พี คำนึงถึงของชาโต้ และค่านึงถึงที่ปรับแก้ของชาโต้	14
3 เส้นโค้งเอสอุดมคติ และเส้นโค้งพือุดมคติ	16
4 ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอสกับเส้นโค้งการแจกแจงความถี่สะสมของ คะแนนการสอบ.....	18
5 ลำดับขั้นการสร้างแผนภูมิเอส - พี	20
6 รูปร่างลักษณะของเส้นโค้งเอส เส้นโค้งพี และการแจกแจงความถี่ของ นักเรียนจากเส้นโค้งเอส	21
7 ชนิดของความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพี	22
8 การวินิจฉัยความบกพร่องในด้านสมรรถภาพหรือเนื้อหาของนักเรียน	25
9 ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอส - เส้นโค้งพี และสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง ของแบบทดสอบและกลุ่มนักเรียน	29
10 การวินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียน จากความสัมพันธ์ของค่านึงของชาโต้ กับระดับความสามารถหรือคะแนนรวม	34
11 การวินิจฉัยความบกพร่องของข้อสอบจากความสัมพันธ์ของค่านึงของชาโต้กับ ระดับความยากของข้อสอบ	38
12 เส้นภาพและการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคล ด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี	40
13 แผนภูมิการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	51
14 แผนผังการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ	53

ภูมิหลัง

การวิเคราะห์ผลการสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นกระบวนการตรวจสอบเพื่อที่จะประเมินผลการเรียนของนักเรียน ประสิทธิภาพการสอนของครูว่าสัมฤทธิ์ผลมากน้อยแค่ไหน เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่คาดหวังไว้หรือไม่ และเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพของการศึกษา ในปัจจุบันการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีจุดมุ่งหมายที่แตกต่างกันสองประการ คือ เพื่อจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยยึดเอาปริมาณความสัมฤทธิ์ผลของคะแนนเป็นเกณฑ์ และเพื่อจำแนกนักเรียนว่ามีความรอบรู้-ไม่รอบรู้ในเรื่องที่เรียนมาแล้วหรือยังโดยจะอาศัยเกณฑ์ที่ตั้งเป็นมาตรฐาน (เดอนาเจ เกตุษา. 2529 : 16-17) ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของการศึกษา ดังนั้นการตั้งเกณฑ์จึงมีความสำคัญมาก จะต้องตั้งให้เหมาะสมที่สุดเพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนสองประการคือนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์แต่ไม่รอบรู้ และนักเรียนที่รอบรู้แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ (อังคณา สายยศ. 2525 : 70-71) นอกจากนั้นผลการสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังมีประโยชน์อีกมาก ซึ่งสามารถสรุปเป็นด้าน ๆ ได้ดังนี้ (Brown. 1970 : 256-258 ; Karmel and Karmel. 1978 : 283-291; Mehrens and Lehmann. 1984 : 64) ด้านนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ระดับใด (Lindeman and Merenda. 1979 : 11) มีความรู้ที่พัฒนาขึ้นมากน้อยแค่ไหนทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม (Lenhardt and Seewald. 1981 : 85) ด้านครูผู้สอน ใช้เป็นข้อมูลสำหรับสอนซ่อมเสริม และวินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียน (Hopkins and Antes. 1979 : 150 ; Grounlund. 1981 : 254-256; tatsuoka and tatsuoka. 1982 : 215 ; Linn. 1983 : 179) ซึ่งในปัจจุบันนี้การวินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียนกระทำได้อย่างละเอียดมาก สามารถบอกได้ว่านักเรียนมีความบกพร่องอะไร พฤติกรรมใด และทำไมจึงบกพร่อง (Brown and Burton. 1978 : 155) โดยได้มีการรวบรวมจุดบกพร่องต่าง ๆ เพื่อสรุปเป็นกฎเกณฑ์ สำหรับใช้ในการแปลความหมายความบกพร่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิชาที่มีหลักการ กฎเกณฑ์

และวิธีการคิดที่ค่อนข้างแน่นอนเช่น เลขคณิต เรขาคณิต เป็นต้น (Brown and Van Lehn. 1980 : 380 ; Tatsuoka and Tatsuoka. 1987 :293) โดยความผิดพลาดเป็นผลเนื่องมาจากเด็กมีความบกพร่องด้านความรู้เรื่อง หลักการ กฎเกณฑ์ต่างๆ และจะทำให้การแสดงวิธีหาคำตอบผิดพลาดด้วย (Vinner, Herskowitz and Bruckheimer. 1980:70 citing Ginsburg.1977) นอกจากนั้นคะแนนผลการสอบยังสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงกิจการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ด้านหลักสูตรเป็นการประเมินว่าหลักสูตรมีความเหมาะสม และสอดคล้องกับความต้องการหรือไม่ (Jenkins and Pany. 1977 : 49) กล่าวได้ว่า การวิเคราะห์ผลการสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีความสำคัญและประโยชน์มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับชั้นประถมศึกษา จะเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้นได้เป็นอย่างดี (Bracht and Hopkins. 1972 : 254)

การวิเคราะห์ผลการสอบในปัจจุบันเป็นการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีดั้งเดิม (Classical Test Theory) ซึ่งการประมาณความสามารถของนักเรียนจะพิจารณา จากคะแนนรวมหรือคะแนนการตอบข้อที่ตอบถูกเท่านั้น (Harnisch. 1983 : 191) ยังไม่สามารถบอกความสามารถที่แท้จริงได้ เนื่องจากคะแนนรวมหรือคะแนนดิบ จะประกอบด้วยคะแนนความสามารถจริงรวมกับคะแนนความคลาดเคลื่อน นอกจากนั้นจุดอ่อนของทฤษฎีดั้งเดิมยังมีอีกหลายประการ คือ ประการแรก ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบตามทฤษฎีดั้งเดิมนั้น ไม่สามารถบอกได้ว่าผู้สอบสามารถทำอะไรมากได้บ้าง หรือมีข้อบกพร่องตรงไหนเนื่องจากจะนำผลการสอบไปเปรียบเทียบกับในกลุ่มผู้สอบเท่านั้น (สำเริง บุญเรืองรัตน์. 2529 : 42) ประการที่สอง ความลำเอียงของข้อสอบ อันเนื่องมาจาก ภาษา เพศ ศาสนา วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อมและถิ่นอาศัยที่แตกต่างกัน สิ่งเหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อคะแนนรวมของนักเรียน (สงบ ลักษณะ. 2525 : 49 ; Popham. 1981 : 181 ; Linn and Harnisch. 1981 : 109) ตลอดจนแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนบางคนแตกต่างไปจากนักเรียนคนอื่น (Lord. 1977 : 235) ซึ่งการวิเคราะห์ผลสอบด้วยทฤษฎีดั้งเดิมยังไม่สามารถแก้ปัญหาลำเอียงของข้อสอบได้ (Hambleton and Swaminathan.1985 : 3) ประการที่สาม การวิเคราะห์ผลการสอบจะนำเอาเฉพาะข้อที่นักเรียนตอบถูกมาพิจารณา วิเคราะห์ตัดสิน ไม่ได้นำเอาข้อที่นักเรียนตอบผิดมาร่วมพิจารณา ซึ่งการตอบข้อสอบผิด มีผลต่อการวินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียน (Birenbaum and Tatsuoka. 1981 : 196) ดังนั้นการวิเคราะห์ผลการสอบควรที่จะพิจารณาทั้งข้อที่นักเรียน

ตอบถูก และตอบผิดมาร่วมพิจารณาด้วยจะทำให้เห็นความบกพร่องของนักเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังเช่น การศึกษาของบราวน์ และเบอร์ตัน (Brown and Burton. 1978) ชี้ให้เห็นว่า การวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบทั้งข้อถูก และข้อผิดในวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจะวินิจฉัยความบกพร่องในการตอบข้อสอบได้อย่างดียิ่ง (Webb, Herman and Cabello. 1986 :163) จากจุดย่อดังกล่าวเหล่านี้ นักวัดผล นักการศึกษา จึงได้พยายามหาวิธีการใหม่ เพื่อแก้ปัญหา และพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ผลการสอบโดยการนำเอาแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนแต่ละคน ทั้งข้อที่นักเรียนตอบถูก และตอบผิด มาร่วมพิจารณาวิเคราะห์ด้วย โดยมี ความเชื่อมั่นว่า คะแนนรวมอย่างเดียว ไม่เพียงพอที่จะประมาณความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้ นักเรียนที่ได้คะแนนรวมเท่ากัน ความสามารถอาจจะต่างกันได้ ถ้าแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนแตกต่างกัน (Smith.1986 : 361) ซึ่งสาเหตุที่แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนบางคนมีความบกพร่อง อาจจะมาจากสาเหตุแตกต่างกัน (Levine and Rubin. 1979 : 270 ; Levine and Drasgow. 1982 : 42 ;Hulin, Drasgow and Parsons. n.d. : 7-8)

1. การเก็บข้อสอบถูก (Improperly obtained Items) นักเรียนบางคนจะเก็บข้อสอบและท่องข้อสอบข้อที่ยาก ๆ ไว้ เพื่อใช้ในการตอบข้อสอบ

2. ข้อบกพร่องที่คงที่ (Alignment Errors) เช่น การเฉลยข้อสอบผิด โจทย์ผิด ข้อสอบไม่มีตัวเลือกที่ถูกต้อง สิ่งเหล่านี้จะทำให้แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนบกพร่องได้

3. ความบกพร่องในด้านความคิด หรือความเป็นเจ้าความคิดของนักเรียนผู้สอบบางคน (Exceptional Creativity) เช่น นักเรียนบางคนคิดมากในข้อสอบบางข้อ ทำให้ตอบผิด ทั้งๆที่มีความรู้ (Drasgow. 1982 : 297) ข้อสอบบางข้อมีตัวเลือกถูกมากกว่าหนึ่งข้อ ทำให้นักเรียนบางคนว่างเว้นคำตอบไว้ไม่ตอบ และบางคนจะตอบด้วยการเดา (Aiken.1987 :44)

4. อารมณ์และกลยุทธในการตอบข้อสอบ อาทิ ความสะเพร่า, ความวิตกกังวล,การเดา, การทุจริต, การคัดลอกจากเพื่อน, ไม่เข้าใจคำชี้แจง, บางคนไม่เห็นความสำคัญของการสอบ ดังนั้นจึงทำข้อสอบโดยไม่ดูคำถาม (Wright. 1977 : 110 ; Salvia and Ysseldyke 1981 : 86 ; Wright and Stone. 1979 : 171 ; Harnisch and Cervero. 1982 : Unpaged)

นอกจากนั้น ประสิทธิภาพพื้นฐาน และภูมิหลังที่แตกต่างกันของนักเรียนจะมีอิทธิพลต่อคะแนนและแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนเช่นกัน (Harnisch. 1981 : 1) ซึ่งจำนวนแบบแผนการตอบข้อสอบจะมีกับแบบแผนนั้นขึ้นอยู่กับความยาวของแบบทดสอบหรือจำนวนข้อสอบและคะแนนรวม (Harnisch and Linn. 1982 : 3) เช่นแบบทดสอบมีจำนวน 5 ข้อ และนักเรียนที่ได้คะแนนรวม 3 คะแนนจะมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่แตกต่างกันจำนวน 10 แบบแผน หรือ $5C_3$ กล่าวได้ว่าถ้าพิจารณาความสามารถของนักเรียนจากคะแนนรวมอย่างเดียว โดยไม่ได้นำแบบแผนการตอบข้อสอบมาร่วมพิจารณา จะวินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียนได้ไม่ชัดเจน ไม่ยุติธรรม และอาจจะผิดพลาดได้ (Levine and Drasgow. 1982 : 42) เช่นนักเรียนที่มีความสามารถสูงกลับทำข้อสอบข้อที่ง่าย ๆ ผิด และทำข้อสอบข้อที่ยากถูกต้อง แต่จากการศึกษาของทาทัซูกะและทาทัซูกะ (Tatsuoka and Tatsuoka. 1980) และแฮนนิสและลินน์ (Harnisch and Linn. 1981) ซึ่งได้ศึกษาความบกพร่องของนักเรียนจากการพิจารณาแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน โดยใช้ทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี ทำให้เห็นข้อบกพร่องของนักเรียนในการตอบข้อสอบได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (Tatsuoka and Linn. 1983 : 81; Tatsuoka and Tatsuoka. 1983 : 22)

เทคนิคการวิเคราะห์ผลสอบโดยยึดหลักการพิจารณาแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนมีมากมายหลายเทคนิควิธี แต่โดยสรุปจะมี 2 กลุ่มคือ (Harnisch and Linn. 1981 : 3; Harnisch and Linn. 1981 : 4; Flier. 1982 : 269) กลุ่มแรก กลุ่มที่ใช้หลักการของทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) เช่น ไรท์ (Wright. 1977), ไรท์ และ สโตน (Wright and Stone. 1979), ดราสโกว์ (Drasgow. 1978), เลอวินและรูบิน (Levin and Rubin. 1979), ทราบินและไวสส์ (Trabin and Weiss. 1979), กลุ่มที่สอง กลุ่มที่พิจารณาแบบแผนการตอบข้อสอบทั้งข้อถูก ข้อผิดของนักเรียนเช่น ดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ (Sato. 1975) ดัชนียูของแวน เดอ ฟลิเออร์ (Van de Flier. 1977), ดัชนีของดอนลอนและฟิชเชอร์ (Donlon and Fisher. 1968), ดัชนี Norm-Conformity ของทาทัซูกะและทาทัซูกะ (Tatsuoka and Tatsuoka. 1980), ดัชนีของแคนและเบรแนน (Kane and Brennan. 1980), และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของซาโต้โดยแฮนนิสและลินน์ (Harnisch and Linn. 1981)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้หรือทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พีกับดัชนีที่ใช้หลักการของทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) ซึ่งเห็นว่า ดัชนีใช้หลักการทั้งสองทฤษฎีมีความสัมพันธ์กัน (Tatsuoka and Tatsuoka. 1983 : 194; Tatsuoka.1984: 96) และจากการศึกษาของสุนันท์ คลาโกสม (2530 : 124) ได้สนับสนุนหลักการของ ดัชนีของชาโต้ เพราะค่าของดัชนีจะบ่งบอกถึงความสามารถของนักเรียน ความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียนและข้อสอบ ซึ่งในปัจจุบันนี้ ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ ได้รับความนิยมมากใน การนำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของการศึกษาในประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายสะดวกในการนำไปใช้การคำนวณและการแปลผลความบกพร่องเหมาะสมสำหรับครูทุกท่าน(Sato. 1980 : 3; Tatsuoka and Linn. 1983 : 82)

จากเหตุผลที่กล่าวมา ผู้ศึกษาเห็นว่าควรวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี และดัชนีของชาโต้ เป็นทฤษฎีและดัชนีที่ควรแก่การศึกษาและยังไม่มีเป็นที่รู้จักแพร่หลายในประเทศไทย เห็นควรว่าน่าจะศึกษาถึงประสิทธิภาพของดัชนีของชาโต้ โดยการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของดัชนีของชาโต้ซึ่งมีสองสูตร คือ สูตรดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) นิยมใช้ในประเทศญี่ปุ่น และสูตรดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_2) เป็นสูตรที่ใช้ในอเมริกา โดยแชนิสและลินน์ ว่าสูตรใดจะมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาการวัดผลและประเมินผล ตลอดจนปรับปรุงคุณภาพของการศึกษาภายในประเทศ

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ในการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) กับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_2)
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ในการจำแนกจำนวนนักเรียนที่บกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ จากการวิเคราะห์ผลการสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_2)
3. เพื่อสร้างเส้นภาพ (Profile) วินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียน จากการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี และดัชนีของชาโต้สูตรที่มีประสิทธิภาพสูง

ความสำคัญของการศึกษา

1. ทำให้ทราบว่าดัชนีของชาได้สูตรใด มีประสิทธิภาพในการบ่งชี้ความบกพร่องในแบบแผนการข้อสอบของนักเรียนได้ดีกว่ากัน เพื่อให้ครูประจำชั้น ครูประจำวิชาจะได้เลือกใช้ดัชนีของชาได้สูตรที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า ในการบ่งชี้ความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ถูกต้อง ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. ทำให้ทราบว่าดัชนีของชาได้สูตรใด มีประสิทธิภาพในการจำแนกความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบได้แตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งจะเป็นข้อมูลสนับสนุนในการเลือกใช้ดัชนีของชาได้ให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น และเป็นข้อมูลสำหรับครูประจำวิชา ครูประจำชั้นในการจัดสอนซ่อมเสริมนักเรียนมีข้อบกพร่องเป็นรายบุคคลต่อไป

3. ทำให้ได้เส้นภาพ (Profile) แสดงความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน จากการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี ซึ่งจะประกอบด้วยคะแนนรวม สัดส่วนการตอบข้อสอบถูกต้อง ค่าดัชนีของชาได้สูตรที่มีประสิทธิภาพสูง สัญลักษณ์แสดงความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคล และทำให้ทราบว่าแบบทดสอบฉบับนั้นมีความเหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มนั้นหรือไม่ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับครูและนักเรียนในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนของตนเองต่อไป

ขอบเขตของการศึกษา

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จังหวัดเชียงใหม่ จำนวนนักเรียนชาย 8,355 คน นักเรียนหญิง 7,888 คน รวมนักเรียนทั้งหมด 16,243 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2531 ภาคเรียนที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งผู้ศึกษาเป็นผู้สร้างตามเนื้อหาหลักสูตรคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. เรื่อง จำนวนและตัวเลข และสมการและการแก้สมการ

4. ตัวแปรที่ศึกษา (Variable)

4.1 คะแนนรวม หรือคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.2 ดัชนีบ่งชี้ของชาโดว์ (Caution Index : C_i)

4.3 ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโดว์ (Modified Caution Index : C_i^*)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบแผนการตอบข้อสอบ หมายถึง ลักษณะการตอบข้อสอบเป็นรายข้อของนักเรียนแต่ละคน โดยมีความคาดหวังว่านักเรียนจะตอบข้อสอบข้อที่ง่ายถูก แต่จะตอบข้อสอบผิดในข้อที่ยากกว่าความสามารถ และข้อสอบข้อที่ยากนักเรียนจะตอบถูกน้อยคน ในทำนองเดียวกันข้อสอบข้อที่ง่าย นักเรียนจะตอบถูกมากคน

2. ทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี หมายถึง ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน โดยใช้หลักการเรียงข้อสอบและนักเรียนตามทฤษฎีของกัทแมน (Guttman, 1941) โดยให้แนวนอนแทนนักเรียนแต่ละคนเรียงจากคนที่ได้คะแนนมากตามลำดับลงไปหาผู้ที่ได้คะแนนน้อย แนวตั้งแทนข้อสอบแต่ละข้อ เรียงจากข้อที่ง่ายไปหาข้อที่ยาก โดยเรียงจากซ้ายไปขวา ให้เส้นโค้งเอส (S-Curve) เป็นเส้นที่แสดงการได้คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน และให้เส้นโค้งพี (P-Curve) เป็นเส้นที่แสดงจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้น ๆ ถูกต้อง เป็นทฤษฎีที่พัฒนาขึ้นโดยนักการศึกษาชาวญี่ปุ่นคือ ทากาฮิโร ชาโดว์ ในปี ค.ศ. 1975

3. ดัชนีของชาโดว์ หมายถึง ตัวเลขที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ว่าข้อสอบ และนักเรียนมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบหรือไม่ ดัชนีของชาโดว์มี 2 สูตร คือ สูตรดัชนีบ่งชี้ของชาโดว์ (C_i) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโดว์ (C_i^*)

4. ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (Caution Index : C_i) หมายถึง ตัวเลขที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ค่าดัชนีบ่งชี้ของชาโต้มีค่าระหว่าง -0.5 ถึง 1.5 และค่าของตัวเลขที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการบ่งชี้ความบกพร่องคือ 0.5 ถ้านักเรียนคนไหนหรือข้อสอบข้อใดมีค่าดัชนีของชาโต้มากกว่า 0.5 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบหรือนักเรียนคนนั้นมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้จะมี 2 ชนิดคือ

4.1 ดัชนีบ่งชี้นักเรียนของชาโต้ ใช้สัญลักษณ์ $C(S_i)$ เป็นดัชนีบ่งชี้ความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคล

4.2 ดัชนีบ่งชี้ข้อสอบของชาโต้ ใช้สัญลักษณ์ $C(P_j)$ เป็นดัชนีบ่งชี้ความบกพร่องของข้อสอบเป็นรายข้อ

5. ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (Modified Caution Index : C_i^*) หมายถึง ตัวเลขที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบเป็นรายข้อและนักเรียนเป็นรายบุคคล เช่นเดียวกับดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_i) เป็นสูตรที่ปรับแก้จากดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ เพื่อจัดนักเรียนหรือข้อสอบที่มีความผิดปกติมากที่สุดออก ดังนั้นในการคำนวณสูตรดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้จะปฏิบัติดังนี้

5.1 คัดนักเรียนคนที่ตอบข้อสอบถูกทุกข้อ - และผิดทุกข้อ ออก

5.2 คัดข้อสอบข้อที่นักเรียนทุกคนตอบถูก และตอบผิดทุกคน ออก

5.3 คัดนักเรียนที่ได้คะแนนมากที่สุด แต่ตอบข้อสอบข้อที่ง่ายที่สุดผิด ออก

ค่าของดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และเกณฑ์บ่งชี้ความบกพร่องของนักเรียนและข้อสอบ ของค่าดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้คือ 0.3 ดังนั้น นักเรียนหรือข้อสอบข้อใดมีค่าดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้มากกว่า 0.3 ขึ้นไป แสดงว่า นักเรียนคนนั้นหรือข้อสอบข้อนั้นมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบ จะต้องปรับปรุงแก้ไข ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_i) มี 2 ชนิด

1. ดัชนีบ่งชี้นักเรียนที่ปรับแก้ของชาโต้ ใช้สัญลักษณ์ $C^*(S_i)$

2. ดัชนีบ่งชี้ข้อสอบที่ปรับแก้ของชาโต้ ใช้สัญลักษณ์ $C^*(P_j)$

6. ความบกพร่องของนักเรียน หมายถึง การที่นักเรียนตอบข้อสอบ ไม่เป็นไปตามแบบแผนการตอบข้อสอบตามทฤษฎีของกัทแมน ซึ่งสาเหตุมาจาก การตอบข้อสอบด้วยการเดา ความสะเพร่า ในระหว่างการสอบมีความวิตกกังวล การทูลงใจในการตอบข้อสอบหรือการคัดลอกจากเพื่อน ความเข้าใจผิดบางประการในตัวคำถามหรือคำตอบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นสาเหตุให้นักเรียนได้คะแนนมากหรือน้อยกว่าความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน นักเรียนเหล่านี้จะต้องถูกซ่อมเสริม การศึกษาครั้งนี้ความบกพร่องจะได้จากค่าของดัชนีของชาโดซึ่งจะเป็นตัวบ่งชี้

7. ประสิทธิภาพของดัชนีของชาโด หมายถึง ระดับของตัวเลขที่เกิดจากความสัมพันธ์ของคะแนนรวมกับดัชนีบ่งชี้ของชาโด (C_1) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด (C_1') มีค่าใกล้เคียงหนึ่ง ซึ่งจะสามารถจำแนกความบกพร่องของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น หรือการแจกแจงของกลุ่มตัวอย่างจะมีลักษณะเป็นโค้งปกติมากที่สุด เพราะความเบ้ใกล้เคียงหรือเท่ากับศูนย์

8. สัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Disparity Coefficient : D^*) หมายถึงตัวเลขที่แสดงถึงความเป็นเอกพันธ์กัน (Homogenous) ระหว่างนักเรียนและแบบทดสอบว่าในการสอบครั้งนี้ แบบทดสอบฉบับนี้มีความเหมาะสมกับนักเรียนผู้สอบมากน้อยแค่ไหน ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 เกณฑ์ที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ความสอดคล้องคือ 0.6 ดังนั้นถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของแบบทดสอบมีค่ามากกว่า 0.6 ขึ้นไป แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนั้นไม่เหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มนั้น แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนจะมีความบกพร่องมาก

9. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์เกี่ยวกับการวัดผล การศึกษาจำนวน 5 ท่าน

10. พฤติกรรมด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับทักษะการคำนวณ (Computation) หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว โจทย์แบบฝึกหัดที่เคยทำมาแล้ว ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชั้น

10.1 เกี่ยวกับข้อเท็จจริง

10.2 เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม

10.3 เกี่ยวกับการใช้กระบวนการ

11. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่มีอยู่มาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนความสามารถในการแปลความตีความสรุปความ และขยายความได้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ชั้นคือ

- 11.1 เกี่ยวกับนิยามภาพ
- 11.2 เกี่ยวกับกฎ หลักการและการสรุปอ้างอิง
- 11.3 เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
- 11.4 เกี่ยวกับการแปลงสัญลักษณ์จากแบบหนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง
- 11.5 เกี่ยวกับการดำเนินตามแนวของเหตุผล
- 11.6 เกี่ยวกับการอ่าน การตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

12. พฤติกรรมด้านการนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คล้ายกับที่เรียนมาแล้วโดยอาศัยประสบการณ์เดิมมาใช้ ทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นนั้นจะต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่มีอยู่ในแบบฝึกหัด หรือเคยทำมาแล้ว แบ่งออกเป็น 4 ชั้นคือ

- 12.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาธรรมดา
- 12.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ
- 12.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 12.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน

13. พฤติกรรมด้านการวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน การแก้ปัญหานี้ในระดับนี้ นอกจากจะต้องอาศัยประสบการณ์เดิมแล้ว ยังต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อีกด้วย แบ่งเป็น 5 ชั้นคือ

- 13.1 เกี่ยวกับการแก้ปัญหายากและซับซ้อน
- 13.2 เกี่ยวกับการค้นหาความสัมพันธ์
- 13.3 เกี่ยวกับการสร้างและการพิสูจน์
- 13.4 เกี่ยวกับการวิจารณ์การพิสูจน์
- 13.5 เกี่ยวกับการสร้างสูตร และการทดสอบความถูกต้อง

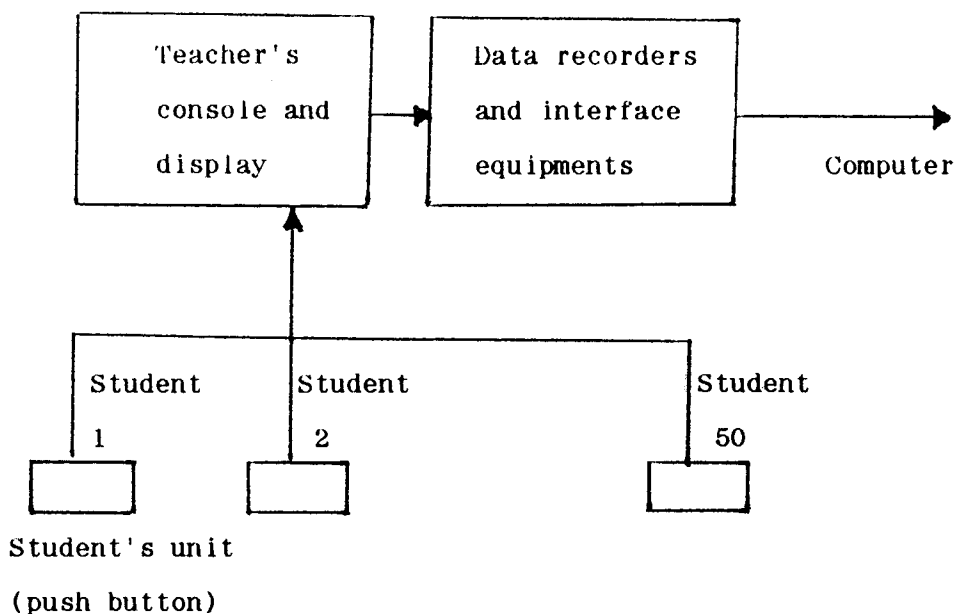
บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย และเสนอเป็นลำดับขั้นดังนี้

1. ความเป็นมาของแผนภูมิเอส - พี (S-P Chart)
2. ทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี (S-P Curve Theory)
 - 2.1 คุณสมบัติของเส้นโค้งเอส - พี
 - 2.2 การสร้างแผนภูมิเอส - พี
 - 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นโค้งเอส และเส้นโค้งพี
 - 2.4 แบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความบกพร่อง
 - 2.5 การวินิจฉัยกลุ่มทักษะของนักเรียนจากทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี
 - 2.6 สัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Disparity Coefficient)
3. ดัชนีเงี่ยงของซาโต้ (Sato's Caution Index)
4. การจัดทำเส้นภาพ (Profile) จากแผนภูมิเอส - พี
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความเป็นมาของแผนภูมิเอส - พี (S-P Chart)

ในปี ค.ศ.1963 ทากาฮิโร ซาโต้ (Takahiro Sato. 1980 : 3) นักการศึกษาชาวญี่ปุ่นได้สร้างเครื่องมือชนิดหนึ่งขึ้นเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการตอบคำถามของนักเรียน เรียกว่า เครื่องวิเคราะห์การตอบคำถาม (The Response Analysis : RA) ลักษณะของเครื่องมือจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ เครื่องรับและเครื่องส่ง เครื่องส่งจะอยู่ที่โต๊ะนักเรียน โดยจะประกอบไปด้วยแป้นกด (Keyboard) สำหรับให้นักเรียนกดเพื่อตอบคำถามของครู และมีเครื่องรับคำตอบของนักเรียนอยู่ที่โต๊ะครูดังภาพประกอบ (Sato. 1980 : 2)



ภาพประกอบ 1 แสดงระบบการทำงานของเครื่องกล ในการวิเคราะห์ผลการตอบข้อสอบ

การตอบข้อสอบของนักเรียน เครื่องวิเคราะห์ข้อสอบจะเก็บรวมข้อมูลไว้นักเรียนแต่ละคนเลือกตอบข้อสอบข้อใด ตัวเลือกแต่ละตัวเลือกมีจำนวนนักเรียนเลือกตอบเป็นจำนวนเท่าไร เวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบแต่ละข้อเป็นจำนวนเท่าไร เครื่องวิเคราะห์ผลการสอบจะเอาข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบของนักเรียนแต่ละคนมาแจกแจงความถี่ว่าจะมีการแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบเป็นรูปแบบใด เรียกว่า การแจกแจงแบบไวบูล (The Weibull distribution) (Tatsuoka and Tatsuoka. 1978 : 157) ต่อมา ศาสตราจารย์โยชิโอะชิ พูจิตา แห่งมหาวิทยาลัยเคโอ (Keio University) ร่วมกับทากาชิโร ซาโต้ ได้ร่วมกันพัฒนาการวิเคราะห์เวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบ หรือการแจกแจงแบบไวบูล ได้พัฒนาเป็นการวิเคราะห์คะแนนผลการสอบโดยได้คิดค้นการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบโดยใช้ สถิติแบบนัพพาราเมตริกแบบใหม่ (Non-Parametric) เรียกว่า แผนภูมิเอส - พี (S-P Chart) (Sato. 1980 : 3)

การวิเคราะห์ผลการสอบด้วยแผนภูมิเอส-พี ต่อมาได้ถูกเสนอให้เป็นทฤษฎีทางการวัด และชาโต้ได้ศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะเบื้องต้นของแผนภูมิเอส-พี และได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีเส้นโค้ง เอส - พี ในการปรับปรุงคุณภาพทางการศึกษา และในปัจจุบันทฤษฎีเส้นโค้ง เอส - พี ได้รับความนิยมมาก ในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนนักเรียนในประเทศญี่ปุ่น โดยเฉพาะโรงเรียนประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากการวิเคราะห์ที่สะดวกและเส้นกราฟที่เสนอก็เข้าใจง่าย นอกจากนี้ยังทำให้สามารถใช้เป็นเครื่องมือวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนเพื่อเป็นข้อมูลในการสอนซ่อมเสริมนักเรียน ปรับปรุงวิธีสอนของครูและปรับปรุงหลักสูตรให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการ

2. ทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี (S-P Curve theory)

เป็นทฤษฎีที่แสดงความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอส(S-Curve)และเส้นโค้งพี(P-Curve) โดยการ จัดเรียงข้อมูลหรือแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคล มากำหนดเป็นเมตริก (Matrix) ว่าข้อใดนักเรียนแต่ละคนตอบถูกตอบผิด และได้คะแนนรวมเท่าไร โดยกำหนดให้แนวนอน (Row) เกิดจากการเรียงลำดับนักเรียนจากคนที่ได้คะแนนมากไปหาคะแนนน้อย โดยเรียงลำดับจากแถวข้างบนเรียงลงมาตามลำดับของคะแนน ส่วนในแนวตั้ง(Column) เกิดจากการเรียงลำดับข้อสอบจากข้อที่ง่ายไปหาข้อที่ยากโดยเรียงจากซ้ายไปขวา ซึ่งข้อสอบที่ง่าย หมายถึง ข้อสอบที่นักเรียนทำถูกจำนวนมากจากจำนวนผู้สอบทั้งหมด

ถ้าให้คะแนนการสอบเป็นระบบ 0, 1 โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน และตอบผิดให้ 0 คะแนน นำผลที่ได้จากการสอบไปแสดงในภาพประกอบที่ 2 สมมุติให้นักเรียน 18 คน ข้อสอบมี 5 ข้อ นำผลจากการสอบมาจัดเป็นเมตริก (Matrix) ดังนี้ (Harnisch and Linn. 1982 : 7)

Examinee 1	Item j					Examinee Total n_1	Sato's Caution Index C_1	Modified Caution Index C_1^*
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	0	4	.00	.00
2	1	1	1	0	1	4	.65	.33
3	1	1	1	0	0	3	.00	.00
4	1	1	0	1	0	3	.16	.08
5	1	1	0	0	1	3	.65	.31
6	1	0	1	0	1	3	1.13	.54
7	1	1	0	0	0	2	.00	.00
8	1	1	0	0	0	2	.00	.00
9	1	0	1	0	0	2	.44	.23
10	1	0	0	1	0	2	.59	.31
11	0	1	1	0	0	2	.74	.39
12	0	1	0	1	0	2	.88	.47
13	1	0	0	0	0	1	.00	.00
14	1	0	0	0	0	1	.00	.00
15	0	1	0	0	0	1	.45	.22
16	0	0	1	0	0	1	1.14	.56
17	0	0	0	1	0	1	1.36	.67
18	0	0	0	1	0	1	1.36	.67
Item Total	n_j	12	10	7	6	3		
Sato's Caution Index	C_j	.13	.28	.42	.95	.21		
Modified Caution Index	C_j^*	.14	.14	.21	.50	.13		

ภาพประกอบ 2 แผนภูมิเอส - พี จำนวนนักเรียน 18 คน ข้อสอบจำนวน 5 ข้อ คำนวณ
 บ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้

เส้นโค้งเอส (S-Curve : Student Curve) เป็นเส้นที่แสดงถึงการตอบข้อสอบของนักเรียน ตามคะแนนรวมที่นักเรียนแต่ละคนได้ เช่น ภาพประกอบ 2 นักเรียนคนที่ 1 และ 2 ได้คะแนนรวม 4 คะแนน การลากเส้นโค้งเอส จะลากตามจำนวนคะแนนรวมของข้อสอบที่เรียงตามลำดับความยากแล้ว จากข้อสอบข้อที่มีความยากเป็นอันดับ 4 ลากลงในแนวตั้ง 2 แล้วตามจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนรวม 4 คะแนนซึ่งมีจำนวน 2 คน นักเรียนคนที่ 3, 4, 5 และ 6 ได้คะแนนรวม 3 คะแนน เส้นโค้งเอสจึงถูกลากจากข้อสอบที่มีความยากเป็นอันดับ 3 หรือคอลัมน์ที่ 3 และแถวบนที่ 3 ลงมาในแนวตั้งตามจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนรวมเท่ากัน ลากเช่นนี้ต่อเนื่องกันไป จากภาพประกอบ เส้นโค้งเอสจะลากด้วยเส้นทึบ (Solid line) และถ้าเป็นไปตามหลักที่ว่า คนที่มีความสามารถเท่ากันควรจะมีแบบแผนการตอบข้อสอบเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันข้อต่อข้อ และถ้าการตอบข้อสอบของนักเรียนเป็นไปตามทฤษฎีของกัทแมน คือ ทางซ้ายของเส้นโค้งเอส นักเรียนจะตอบถูกทุกข้อ จะได้คะแนน 1 ในแต่ละข้อ ส่วนทางขวาของเส้นโค้งเอส จะได้คะแนน 0 คะแนนทุกข้อเช่นกัน เส้นโค้งเอสลักษณะนี้เราเรียกว่า เส้นโค้งเอสอุดมคติ (Ideal) ดังภาพประกอบ 3.1 (Tatsuoka and Linn. 1983 : 84 - 85)

เส้นโค้งพี (P-Curve : Problem Curve) เป็นเส้นที่แสดงถึงจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องเช่น ภาพประกอบ 2 ข้อสอบข้อที่ 1 จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกต้องมีจำนวน 12 คน ข้อที่ 2 ตอบถูกจำนวน 10 คน ดังนั้นเส้นโค้งพี จะลากจากนักเรียนคนที่ 12 (คะแนนรวมเป็นอันดับที่ 12) ในข้อที่ 1 และลากจากนักเรียนคนที่ 10 ในข้อที่ 2 ลากต่อเนื่องกันไป จากภาพประกอบ 2 เส้นโค้งพีจะเป็นเส้นประ (Dotted line) และถ้าเป็นไปตามหลักที่ว่า ข้อสอบข้อที่ง่าย นักเรียนควรตอบถูกเป็นจำนวนมาก และข้อสอบข้อที่ยากนักเรียนจะตอบถูกเป็นจำนวนน้อยคน ดังนั้นทางซ้ายของเส้นโค้งพี นักเรียนจะตอบข้อสอบถูกทุกข้อ ได้คะแนน 1 คะแนนทุกข้อ ทางขวาของเส้นโค้งพี นักเรียนจะตอบข้อสอบผิดทุกข้อ ได้คะแนน 0 คะแนนทุกข้อเช่นกัน เส้นโค้งพีลักษณะนี้ เรียกว่า เส้นโค้งพีอุดมคติ (Ideal) ดังภาพประกอบ 3.2 (Tatsuoka and Linn. 1983 : 84 - 85)

Subject i	Item j										y _{i.}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
6	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	7
7	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6
8	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6
9	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
10	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
11	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
y. _j	13	11	10	9	8	8	6	5	5	4	79

3.1 แสดงเส้นโค้งเอสอุดมคติ (Perfect S - Curve)

Subject i	Item j										y _{i.}
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8
4	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6
5	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6
6	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6
7	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
9	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
10	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
11	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
12	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
13	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
14	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
y. _j	15	14	13	12	10	6	3	3	2	1	79

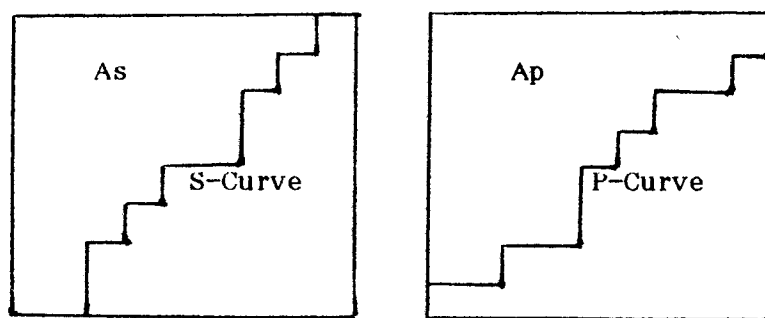
3.2 แสดงเส้นโค้งพีอุดมคติ (Perfect P - Curve)

ภาพประกอบ 3 แสดงเส้นโค้งเอสอุดมคติ และเส้นโค้งพีอุดมคติ

2.1 คุณสมบัติของเส้นโค้ง เอส - พี (Properties of S-P Curve)

(Sato, 1980 : 5)

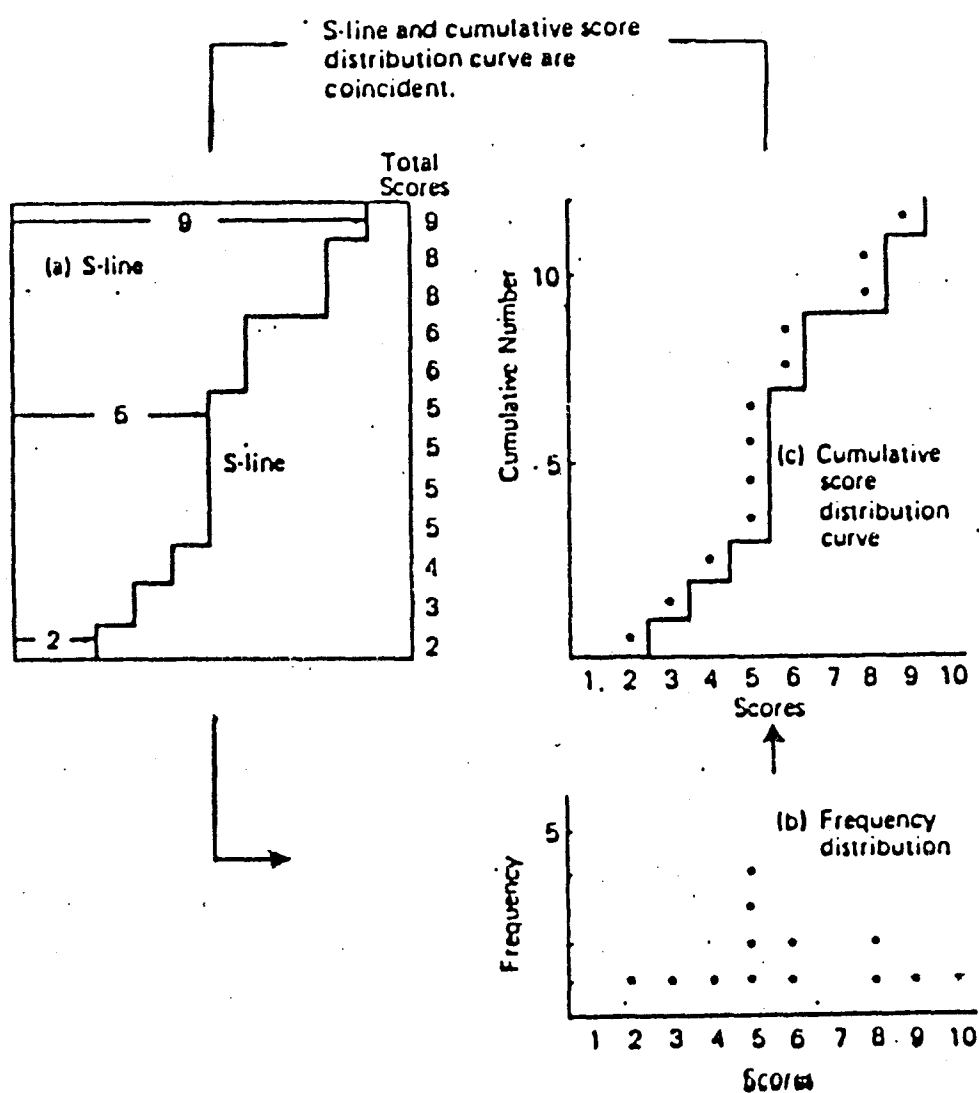
2.1.1 ขนาดพื้นที่ของเส้นโค้งเอส (S-Curve) ซึ่งได้แก่พื้นที่ทางซ้ายมือของเส้นโค้งเอส จะมีขนาดพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของเส้นโค้งพี (P-Curve) ซึ่งเป็นพื้นที่เหนือเส้นเส้นโค้งพีทั้งหมด ดังภาพ



$$A_s = A_p$$

2.1.2 เส้นโค้งเอส เป็นเส้นที่แสดงถึงการแจกแจงความถี่สะสมของคะแนนการสอบ ส่วนเส้นโค้งพี (P-Curve) เป็นเส้นที่แสดงถึงจำนวนข้อสอบ (ภาพประกอบ 4)

2.1.3 ถ้าแบบทดสอบ และกลุ่มนักเรียนที่สอบ ในแผนภูมิเอส - พี มีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) ดังนั้นเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพี จะทับกันสนิทหรือเป็นเส้นโค้งเดียวกัน



ภาพประกอบ 4. ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอสกับเส้นโค้งการแจกแจงความถี่สะสมของคะแนนการสอบ (Cumulative score distribution curve)

จากภาพประกอบ 4 แสดงให้เห็นว่าเส้นโค้งเอส (S-curve) กับเส้นโค้งการแจกแจงความถี่สะสมของคะแนนการสอบของนักเรียนจะเป็นเส้นโค้งเดียวกัน ดังภาพประกอบ เส้นทั้งสองจะทับกันสนิท (Sato and Kurata. 1977 : 64)

2.2 การสร้างแผนภูมิเอส - พี (S-P Chart)

การสร้างแผนภูมิเอส - พี มีลำดับขั้นตอนการสร้าง สรุปได้ดังนี้

1. นำแบบทดสอบไปสอบนักเรียน และให้คะแนนระบบ 1, 0 ให้คะแนนเป็นรายข้อ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดได้ 0 คะแนน และรวมคะแนนเป็นรายบุคคล
2. นำคะแนนการสอบของนักเรียน มาเรียงเป็นตารางเมตริก (Matrix) ให้แนวนอน (Row) แทนนักเรียนแต่ละคน (S_i) ซึ่งจะมีรายละเอียดการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ และคะแนนรวมแต่ละคน ส่วนในแนวตั้ง (Column) แทนข้อสอบแต่ละข้อ (P_j) เรียงจากข้อ 1 ถึงข้อสุดท้ายจากซ้ายไปขวา ดูภาพประกอบ 5.1
3. จัดเรียงลำดับคะแนนรวมของนักเรียนโดยเรียงจากคนที่ได้คะแนนมากที่สุดไปหาน้อยในตารางเมตริก หรือเรียงจากข้างบนลงล่าง ดูภาพประกอบ 5.2
4. จัดเรียงข้อสอบในเมตริกจากง่ายไปยาก หรือจากซ้ายไปขวา ในตารางข้อสอบง่าย หมายถึง ข้อสอบข้อที่มีนักเรียนตอบถูกจำนวนมาก ดูภาพประกอบ 5.3
5. การลากเส้นโค้งเอส (S-Curve) และเส้นโค้งพี (P-Curve) โดยลากต่อเนื่องกันไปเป็นบันได เส้นโค้งเอส (S-Curve) จะลากตามคะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน ด้วยเส้นทึบ (Solid Line) เส้นโค้งพี (P-Curve) จะลากตามจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในข้อสอบแต่ละข้อ นั่นคือการลากเส้นโค้งพี การลากจะต้องพิจารณาจากค่าจำนวนความถี่ของการตอบถูกข้อสอบแต่ละข้อ ดูภาพประกอบ 3.2 หรือ 5.4

S \ P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	5
2	0	1	1	1	1	0	0	1	0	6	
3	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	3
4	1	1	1	0	1	1	0	1	0	7	
5	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	
6	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	5
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
9	0	1	1	1	1	1	1	1	0	8	
10	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	6
11	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	4
12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
13	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	5
14	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	5
15	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	4
	8	12	11	9	6	7	10	4	8	5	

5.1 การเรียงข้อสอบตามลำดับ
ข้อและเรียงนักเรียนตาม
เลขที่

S \ P	2	3	7	4	1	9	6	5	10	8	
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
9	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8	
4	1	1	1	1	1	1	0	0	0	7	
10	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	6
2	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	6
14	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	5
13	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	5
6	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	5
15	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
11	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	4
3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
8	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	12	11	10	9	8	8	7	6	5	4	

5.4 แสดงแผนภูมิเอส-พี

S \ P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9
9	0	1	1	1	1	1	1	1	0	8	
4	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	7
10	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	6
2	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	6
14	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	5
1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	5
13	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	5
6	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	5
15	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	4
11	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	4
3	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	3
8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	8	12	11	9	6	7	10	4	8	5	

5.2 เรียงค่าแนวมจากคนที่ได้คะแนน
มาก ไปหาคนที่ได้คะแนนน้อย

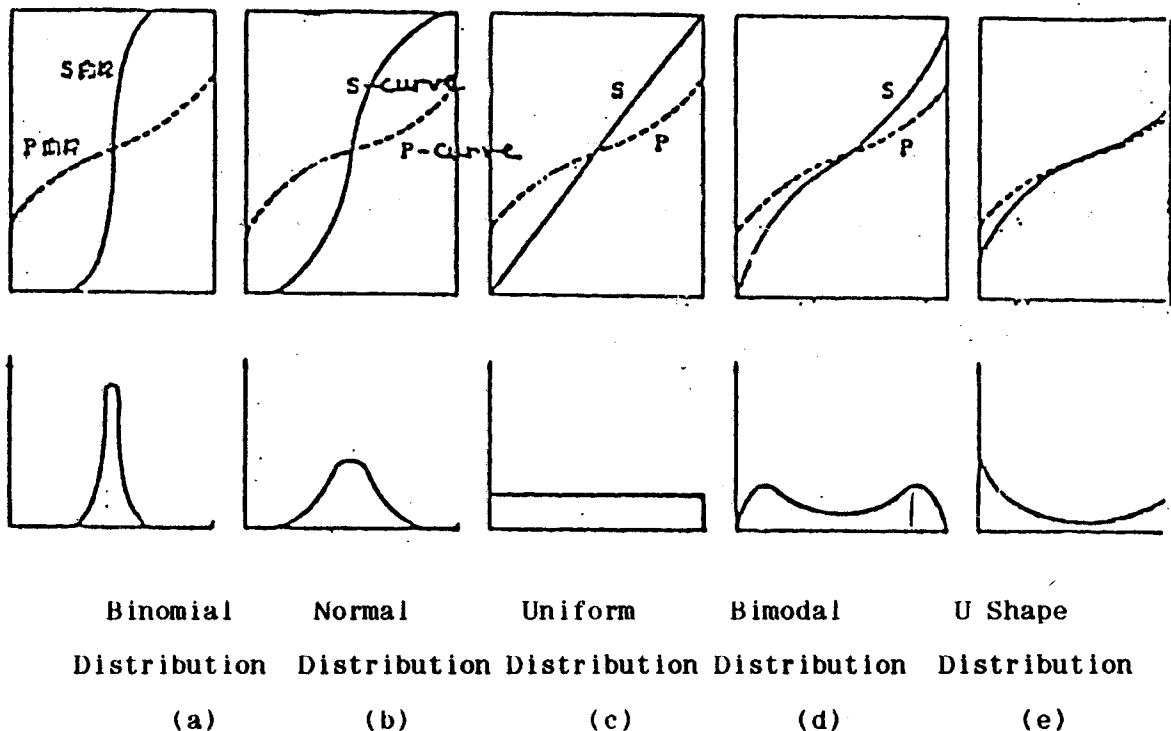
S \ P	2	3	7	4	1	9	6	5	10	8	
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
9	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8	
4	1	1	1	1	1	1	0	0	0	7	
10	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	6
2	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	6
14	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	5
13	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	5
6	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	5
15	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
11	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	4
3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
8	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	12	11	10	9	8	8	7	6	5	4	

5.3 การเรียงข้อสอบจาก
ข้อง่ายไปหายาก

ภาพประกอบ 5 แสดงลำดับขั้นการสร้างแผนภูมิเอส-พี (S-P table) (sato. 1983 : 3)

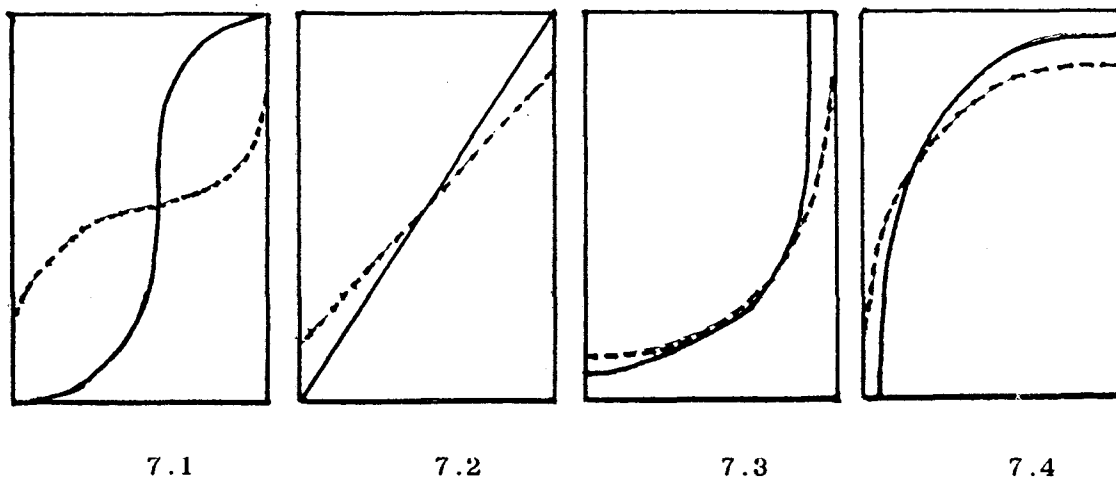
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของเส้นโค้ง S (S-Curve) และความสัมพันธ์ภายในระหว่างข้อสอบ

เนื่องจากรูปร่างลักษณะของเส้นโค้งเอส (S-Curve) จะขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่มข้อสอบ (Set of Problems) ดังนั้นการจะดูลักษณะของกลุ่มข้อสอบว่ามีการแจกแจงเป็นอย่างไร เราก็ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างลักษณะของเส้นโค้งเอสและระดับของความสัมพันธ์ภายในระหว่างข้อสอบหรือคำถาม ความสัมพันธ์อันนี้จะมีหลายลักษณะ ดังรูปภาพประกอบที่ 6 (Sato, 1980 : 9)



Small ← intercorrelations Among problems (items) → Large

ภาพประกอบ 6 แสดงรูปร่างลักษณะของเส้นโค้งเอส (S-Curve) และเส้นโค้งพี (P-Curve) และการแจกแจงความถี่ของนักเรียนจากเส้นโค้งเอส



ภาพประกอบ 7 รูปแบบความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอส และเส้นโค้งพี

จากภาพประกอบ จะแสดงถึงความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอส และเส้นโค้งพีในลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีความหมายที่แตกต่างกันดังนี้

7.1 ลักษณะเช่นนี้ การแจกแจงของคะแนนการสอบจะมีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (Normal Curve) โดยพิจารณาจากเส้นโค้งเอส (S-curve) และลักษณะของข้อสอบจะมีระดับความยากประมาณ 0.50 ซึ่งเป็นระดับความยากของข้อสอบที่ดีมาก

7.2 ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอส และเส้นโค้งพีเกือบจะมีค่าเท่ากับ 1.00 เกือบจะเป็นเส้นโค้งเดียวกัน (Highly Homogeneous) นั่นคือแบบทดสอบกับนักเรียนมีความเหมาะสมกันมาก การแจกแจงความถี่ของคะแนนการสอบจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Uniform distributions)

7.3 ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอส เส้นโค้งพีในลักษณะเช่นนี้ จะแสดงให้เห็นว่าข้อสอบค่อนข้างง่าย การแจกแจงความถี่จะมีลักษณะเบ้ทางลบ (High Negative Skewness) แบบทดสอบลักษณะเช่นนี้ ได้แก่ แบบทดสอบ Post-test, แบบทดสอบวัดจุดประสงค์หรืออิงเกณฑ์

7.4 ความสัมพันธ์ลักษณะนี้ แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบ แบบทดสอบฉบับนั้น ค่อนข้างยาก การแจกแจงความถี่ของคะแนนนักเรียนจะเป็นลักษณะ เบ้ทางบวก ที่มีความเบ้สูงมาก (High Positive Skewness) แบบทดสอบเช่นนี้ ได้แก่ แบบทดสอบ Pre-test หรือแบบทดสอบที่ผู้สอบยังไม่เคยได้เรียนมาก่อน เป็นต้น

2.4 แบบแผนการตอบข้อสอบที่บกพร่อง

แผนภูมิเอส - พี (S-P Chart) เป็นแผนภูมิที่มีประสิทธิภาพมากในการบ่งบอกถึงความบกพร่องในการตอบข้อสอบของนักเรียน

จากการให้คะแนนการสอบของนักเรียน 1 คะแนนถ้าตอบถูก 0 คะแนนถ้าตอบผิด ดังนั้นในแผนภูมิเอส-พี จะบ่งบอกถึงรูปแบบการตอบของนักเรียนเป็นรายบุคคลในแนวนอน (Row) ของตารางเมตริก ถ้าหากการตอบข้อสอบของนักเรียนนั้นมีความบกพร่องจะไม่มี 0 ทางด้านซ้ายของเส้นโค้งเอส ซึ่งแสดงว่า นักเรียนคนนั้นทำข้อสอบข้อง่ายไม่ผิดเลย เช่น ภาพประกอบ 5.4 นักเรียนคนที่ 4 และ 14 ซึ่งไม่มี 0 ในด้านซ้ายของเส้นโค้งเอส (S-Curve) ซึ่งถือว่าเป็นรูปแบบการตอบข้อสอบที่มีความเหมาะสมที่สุดเป็นรูปแบบในอุดมคติ (Ideal) แต่ถ้าหากนักเรียนคนไหนทำข้อสอบที่ง่ายผิด แต่ทำข้อสอบที่ยากถูก ดังภาพประกอบ 5.4 นักเรียนคนที่ 6 มีแบบแผนการตอบข้อสอบที่บกพร่อง

ในทำนองเดียวกัน ถ้าหากพิจารณาข้อสอบในแนวดิ่ง (Column) จะต้องพิจารณาเส้นโค้งพี (P-Curve) เส้นโค้งพีจะเป็นตัวบ่งบอกให้ทราบเกี่ยวกับข้อสอบว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ถ้าเป็นข้อสอบที่เป็นไปตามหลักการหรือข้อสอบในอุดมคติ จะไม่มี 0 เหนือเส้นโค้งพีของข้อสอบแต่ละข้อ นั่นคือเหนือเส้นโค้งพี จะมีเลข 1 ทุกข้อ แต่ถ้าเหนือเส้นโค้งพีมีเลข 0 หรือให้เส้นโค้งพีมีเลข 1 แสดงว่าเกิดความบกพร่องในข้อสอบข้อนั้น เช่นคนที่มีความสามารถสูงตอบผิดแต่คนมีความสามารถต่ำกว่าตอบข้อนั้นถูก อาจจะเป็นข้อสอบที่ไม่ดี ข้อสอบอาจจะมีลักษณะแตกต่างจากข้ออื่น ๆ หรือวัดองค์ประกอบอื่น เช่นข้อสอบข้อที่ 7 ในภาพประกอบ 5.4

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแผนภูมิเอส-พี (S-P Chart) เป็นวิธีการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน เพื่อพิจารณาถึงความบกพร่องในแบบแผนการตอบของแต่ละคน และความไม่เหมาะสมของกลุ่มตัวอย่างของข้อสอบ

แบบแผนการตอบข้อสอบที่บกพร่องของนักเรียนจะเป็นลักษณะการตอบข้อสอบของนักเรียนแต่ละคน คือ ตอบข้อสอบข้อที่ง่ายผิด แต่ตอบข้อสอบข้อที่ยากบางข้อถูก ซึ่งมีสาเหตุหลายประการที่ทำให้นักเรียนบางคนตอบข้อสอบที่ยากถูก อาทิ การเดา หรือตอบข้อสอบ ที่ง่ายแต่ตอบผิด อาทิ ความสะเพร่า ความวิตกกังวล หรือ ความผิดปกติบางอย่างในขณะที่สอบอาจจะมีสาเหตุมาจากนักเรียนหรือสิ่งแวดล้อม

2.5 การวินิจฉัยกลุ่มทักษะของนักเรียนจากแผนภูมิเอส-พี

การวินิจฉัยนักเรียนแต่ละคนว่ามีความสามารถสูงในทักษะ หรือสมรรถภาพใด สามารถที่จะประยุกต์ใช้ทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี (S-P Curve Theory) จากการพิจารณาแบบแผนการตอบของนักเรียนแต่ละคนมาวินิจฉัยข้อบกพร่องได้ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีที่เหมาะสมมากสำหรับนักเรียนแต่ละชั้นสำหรับครูประจำชั้นเพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนเด่น และบกพร่องในสมรรถภาพใด หรือเนื้อหาใด ซึ่งวิธีการสร้างแผนภูมิเอส-พีเหมือนกันกับการสร้างแผนภูมิเอส-พีที่กล่าวข้างต้น แตกต่างกันตรงที่วินิจฉัยความบกพร่องเป็นสมรรถภาพหรือเนื้อหา วิธีการสร้างดังนี้

1. จัดประเภทของข้อ เป็นการวัดสมรรถภาพแต่ละสมรรถภาพหรือทักษะประกอบด้วยข้อใดบ้าง หรือแต่ละ เนื้อหาประกอบด้วยข้อสอบข้อใดบ้าง
2. จัดเรียงนักเรียนจากคนที่ได้คะแนนรวมมากที่สุดไปหาน้อยเรียงลงมาจากข้างบนสู่ล่าง
3. จัดเรียงสมรรถภาพต่าง ๆ ตามที่จัดไว้(ข้อ 1) การเรียงลำดับให้คิดร้อยละเฉลี่ยของความยากของข้อสอบแต่ละสมรรถภาพ

การพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนมีข้อบกพร่องสมรรถภาพใด ฮาเนียส (Harnisch. 1987 : 12) ได้ใช้เกณฑ์การวินิจฉัยว่านักเรียนบกพร่องหรือไม่ในสมรรถภาพนั้นหรือในเนื้อหานั้นโดยใช้เกณฑ์ 70 เปอร์เซนต์ของเนื้อหาหรือสมรรถภาพนั้น ๆ คือ ถ้าตอบข้อสรุปในแต่ละสมรรถภาพได้น้อยกว่า 70 เปอร์เซนต์ของเนื้อหานั้นหรือสมรรถภาพนั้น แสดงว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องในสมรรถภาพนั้น ๆ (Harnisch. 1983 : 204) ดังภาพประกอบ 8

Categorized S-P Chart

Student Number	Test Score (Raw) (2)		Modified Caution Ind/Sgn	Problem Number		
				136	9570	842
				Category		
				111	3333	222
10018	10	100	.00 A	111	1111	111
10009	9	90	.83 B	111	0111	111
10019	9	90	.17 A	110	1111	111
10020	9	90	.00 A	111	1111	110
10010	8	80	.50 B	110	0111	111
10011	8	80	.40 B	101	1111	011
10003	7	70	.00 A	111	1110	100
10012	7	70	.62 B	000	1111	111
10017	7	70	.08 A	111	1111	000
10001	6	60	.00 A	110	1100	110
10004	6	60	.53 B	111	0000	111
10002	5	50	.06 C	111	1100	000
10008	5	50	.63 D	101	0010	101
10005	4	40	.27 C	100	1001	100
10013	3	30	.62 D	001	1001	000
10014	3	30	.08 C	110	1000	000
10015	3	30	.69 D	000	1000	011
10006	2	20	.10 C	100	0100	000
10016	2	20	.30 D	010	1000	000
10007	1	10	.33 D	000	0100	000
Problem Total				111 520	1111 4300	11 109
Percent Correct by Category				6 2	5 9	5 0

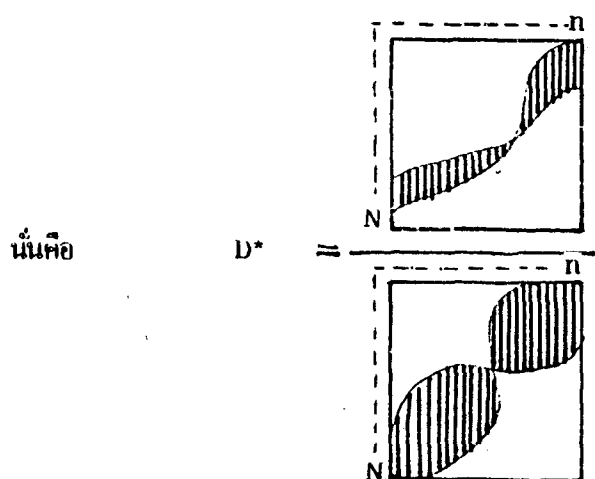
ภาพประกอบ 8 แสดงการวินิจฉัยความบกพร่องในด้านสมรรถภาพหรือด้านเนื้อหาของนักเรียน

2.6 สัมประสิทธิ์ของความสอดคล้อง (Disparity Coefficient : D^*)

จากความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอส (S-Curve) เส้นโค้งพี (P-Curve) จะทำให้ทราบว่าแบบทดสอบกับนักเรียนมีความเหมาะสมกันมากน้อยแค่ไหน ซึ่งตามหลักทฤษฎี เส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพีต้องทับกัน ซึ่งแสดงว่านักเรียนและข้อสอบมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogenous) แต่ถ้าเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพีห่างกันมากเท่าไร ก็แสดงถึงความผิดปกติหรือมีความสอดคล้องกันน้อย ระหว่างแบบทดสอบชุดนั้นกับนักเรียนผู้สอบแบบทดสอบชุดนั้น นั่นคือ แบบทดสอบชุดนั้นไม่เหมาะที่จะนำมาวัดกับเด็กกลุ่มนั้น เพราะแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนแตกต่างกันมาก เราได้เรียกความผิดปกติดังกล่าวนี้อาว่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Disparity Coefficient: D^*)

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องหาได้จากสูตร (Sato. 1980 : 15)

$$D^* = \frac{A(N, n, \bar{P})}{A_B(N, n, \bar{P})}$$



เมื่อ $A(N, n, \bar{P})$ คือ พื้นที่ระหว่างเส้นโค้งเอสกับเส้นโค้งพี ใน S-P Chart

เมื่อมีนักเรียน N คน ข้อสอบ n ข้อ และค่าเฉลี่ยของการตอบข้อสอบถูกต้องของนักเรียนกลุ่มนั้น

และ $A_B(N, n, \bar{P})$ คือ พื้นที่ระหว่างเส้นโค้งเอส กับเส้นโค้งพี ซึ่งมีการแจกแจงแบบไบนอมิเยน (Binomial Distribution) ด้วยค่าพารามิเตอร์ N, n และ $\bar{P}$

เพื่อสะดวกในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Disparity Coefficient)
 ซาโต้ได้เสนอสูตรที่ง่ายต่อการคำนวณดังนี้ (Sato . 1980 : 16)

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

เมื่อ C คือ จำนวนคะแนน (นับทั้ง 1,0) ในระหว่างเส้นโค้งเอส และ
 เส้นโค้งพี

N คือ จำนวนนักเรียน

n คือ จำนวนข้อสอบ

$\bar{P}$ คือ ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนการตอบถูกในแต่ละข้อ คือ

$$\text{เมื่อ } \bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (Y_j/N)$$

$$\text{หรือ } \bar{P} = \frac{1}{Nn} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n X_{ij}$$

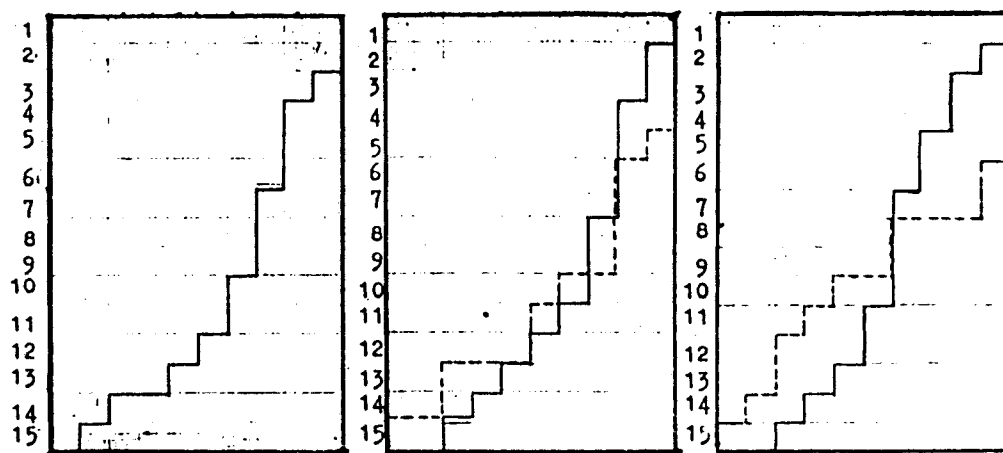
X_{ij} คือ คะแนนของนักเรียนคนที่ i ที่ตอบข้อสอบที่ j ถ้าตอบถูก
 ได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

Y_j คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อ

M คือ ค่าที่หาได้จากสูตร $M = \sqrt{Nn} + .5$ จะต้องทำให้ค่า
 Nn ออกให้เป็นเลขจำนวนเต็ม

$D_B(M)$ คือ ค่าความเกยข้องของ M เป็นค่าที่หาได้จากตารางเปิด
 ตาราง (ตารางภาคผนวก)

ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของข้อสอบกับกลุ่มนักเรียนผู้สอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องจะมีค่ามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความเป็นทวิพันธ์ (Heterogeneous) ของเส้นโค้งเอส และเส้นโค้งพี ถ้าเป็นทวิพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (D^*) จะมีค่ามาก แต่ถ้าค่าความสอดคล้องมีค่าเป็น 0 แสดงว่าเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพีจะมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) เส้นทั้งสองจะทับกันหรือเป็นเส้นเดียวกัน เหมือนกับโมเดลของกัทแมนที่สมบูรณ์ ยิ่งค่า D^* มากก็ยิ่งแสดงถึงความสอดคล้องกันน้อยระหว่างข้อสอบกับผู้สอบ ชาวโตกล่าวว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของข้อสอบกับผู้สอบควรจะมีค่าประมาณ 0.4 แต่ถ้าค่าเกิน 0.6 แสดงว่าข้อสอบกับผู้สอบกลุ่มนั้น ไม่เหมาะสมกัน (Sato, 1980 : 16) ดังนั้นการจะตัดสินว่า ข้อสอบกับผู้สอบมีความสอดคล้องกันหรือไม่ จะต้องใช้ค่า $D^* = .6$ เป็นเกณฑ์ตัดสิน



ก. $D^* = 0$

ข. $D^* = 0.36$

ค. $D^* = 0.63$

ภาพประกอบ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นโค้งเอส เส้นโค้งพี และสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับกลุ่มนักเรียน

ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอส เส้นโค้งพี จะแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมหรือความสอดคล้องระหว่างนักเรียนกับแบบทดสอบได้อย่างชัดเจน ดังนี้

ก. เส้นโค้งเอส และเส้นโค้งพีทับกัน ซึ่งจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องมีค่าเป็นศูนย์ ($D^* = 0$) หมายความว่า แบบทดสอบฉบับนั้นมีความเหมาะสมที่จะวัดนักเรียนกลุ่มนั้นได้ดีที่สุด เป็นความสัมพันธ์กับแบบอุดมคติ ซึ่งเป็นไปได้อย่างมากในการปฏิบัติจริง

ข. ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอส เส้นโค้งพี มีค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องเท่ากับ 0.36 หมายความว่า แบบทดสอบฉบับนั้นกับนักเรียนกลุ่มที่สอบมีความเหมาะสม อยู่ในเกณฑ์ปกติ เพราะน้อยกว่า 0.6 หรือเกณฑ์ แบบทดสอบฉบับนั้นนำไปใช้วัดนักเรียนกลุ่มนั้นได้ การแปลผลประเมินผล และตัดสินนักเรียนได้อย่างมั่นใจ

ค. ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอส-พี มีค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องเกิน 0.6 ซึ่งหมายความว่า แบบทดสอบฉบับนั้นไม่เหมาะสมที่จะนำมาวัดนักเรียนกลุ่มนั้น การแปลผล หรือการตัดสินนักเรียนจากผลการสอบแบบทดสอบฉบับนั้นมีความคลาดเคลื่อนมาก เป็นการไม่ยุติธรรมแก่นักเรียน ซึ่งอาจจะเห็นผลมาจากความลำเอียงของข้อสอบก็เป็นได้

3. ดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ (Sato's Caution Index)

ดัชนีบ่งชี้ (Caution Index) เป็นดัชนีที่จะบอกให้ทราบถึง ความบกพร่องในแบบแผนการตอบของนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม ทากาฮิโร ซาโต้ (Sato, 1975) นักการศึกษาชาวญี่ปุ่น ได้เสนอดัชนีตัวหนึ่งซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ผลการสอบ โดยมีแนวความคิดว่าคนที่มีความสามารถเท่ากัน จะต้องทำข้อสอบได้คะแนนรวมเท่ากัน และควรมีแบบแผนการตอบถูก หรือผิดในข้อที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน นักเรียนที่มีความสามารถสูงหรือคะแนนรวมสูงควรทำข้อสอบถูกต้องในข้อที่ง่าย และคนที่มีความสามารถต่ำหรือคะแนนรวมต่ำ ควรตอบข้อสอบผิดในข้อที่ยากจากแนวคิดดังกล่าว เขาได้จัดเรียงข้อมูลในลักษณะเมตริกของกัทแมน (Guttman, 1941) และใช้ทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี (S-P Curve Theory) ในการพิจารณาความบกพร่องในแบบแผนการตอบของนักเรียนเป็นรายบุคคล และใช้ค่าสถิติตัวหนึ่ง ช่วยในการตัดสินความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ เรียกว่า ดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ (Sato's Caution Index) จะเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความบกพร่องของนักเรียนรายบุคคล ซึ่งคะแนนรวมจากการวัดผลสัมฤทธิ์บอกไม่ได้ (Harnisch and Linn, 1982 : 9)

ดัชนีบ่งชี้ของซาโต้มี 2 ชนิด คือ ดัชนีบ่งชี้ของนักเรียนของซาโต้ ในการศึกษารายนี้ใช้สัญลักษณ์ คือ $C(S_i)$ และดัชนีบ่งชี้ข้อสอบของซาโต้ ใช้สัญลักษณ์ คือ $C(P_j)$

3.1 ดัชนีบ่งชี้ของนักเรียนของซาโต้ ใช้สัญลักษณ์ คือ $C(S_i)$ คำนวณได้จากค่าผลต่างของ 1 กับอัตราส่วนความแปรปรวนของเวกเตอร์การตอบข้อสอบของนักเรียน 2 ประเภท คือ ความแปรปรวนร่วมของเวกเตอร์ของคะแนนที่ได้จากการตอบข้อสอบ (Observer Score) แต่ละข้อ กับจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกเป็นตัวเลข และความแปรปรวนร่วมของคะแนนของนักเรียนเมื่อข้อสอบเป็นไปตามเมตริกของกัทแมนที่สมบูรณ์ (Guttman, 1941) กับจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกเป็นตัวเลข เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้ (Sato, 1980 : 18)

$$C(S_i) = 1 - \frac{\text{COV}(X_{ij}, Y_j)}{\text{COV}(U_{ij}, Y_j)}$$

เมื่อ X_{ij}	คือ คะแนนของนักเรียน (0, 1) ข้อที่ j คนที่ i
Y_j	คือ ความถี่หรือจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อที่ j ถูก
U_{ij}	คือ คะแนนในอุดมคติเมื่อข้อสอบเป็นไปตามเมตริกของกัทแมน (U_{ij} จะเท่ากับ 1 ถ้า $j < X_i$ และ $U_{ij} = 0$ เมื่อ $j > X_i$)

X_i	คือ	คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ i
j	คือ	ข้อสอบข้อที่ j
$C(S_i)$	คือ	ดัชนีบ่งชี้นักเรียนของชาติ ของนักเรียนคนที่ i

$$\begin{aligned} \text{COV}(X_{ij}, Y_j) &= \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \frac{X_{i.}}{n})(Y_j - \mu') \\ &= \frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n X_{ij} Y_j - X_{i.} \mu' \right) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{COV}(U_{ij}, Y_j) &= \frac{1}{n} \left\{ \sum_{j=1}^{X_{i.}} \left(1 - \frac{X_{i.}}{n}\right) (Y_j - \mu') + \sum_{j=X_{i.}+1}^n \left(0 - \frac{X_{i.}}{n}\right) (Y_j - \mu') \right\} \\ &= \frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^{X_{i.}} Y_{ij} - X_{i.} \mu' \right) \end{aligned} \quad (3)$$

เมื่อ μ' คือ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบข้อสอบทุก มีค่า

$$\mu' = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Y_j$$

ดังนั้น

$$C(S_i) = \frac{\frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n X_{ij} Y_j - X_{i.} \mu' \right)}{\frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^{X_{i.}} Y_j - X_{i.} \mu' \right)}$$

ในการคำนวณหาค่า $C(S_i)$ เพื่อความสะดวกใช้สูตรคำนวณคือ

$$C(S_i) = \frac{\sum_{j=1}^{X_{i.}} (1 - \frac{X_{i.}}{n}) Y_j - \sum_{j=X_{i.}+1}^n \frac{X_{i.}}{n} Y_j}{\sum_{j=1}^{X_{i.}} Y_j \ominus X_{i.} \mu'}$$

สูตรการคำนวณหาค่าดัชนีของนักเรียนรายบุคคล ได้มีการปรับปรุงเพื่อสะดวกในการคำนวณมากขึ้น ปัจจุบันยังสะดวกมากขึ้นเนื่องจากสามารถคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ (Harnisch and Linn. 1981 : 135)

$$C(S_i) = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} (1 - U_{ij}) \cdot n_j - \sum_{j=n_i+1}^j U_{ij} \cdot n_j}{\sum_{j=1}^{n_i} n_j - n_i \cdot \left[\frac{\sum_{j=1}^j n_j}{j} \right]}$$

เมื่อ i คือ นักเรียนคนที่ $1, 2, 3, \dots, I$

j คือ ข้อสอบข้อที่ $1, 2, 3, \dots, J$

$U_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{คะแนนแก่นักเรียนคนที่ } i \text{ ตอบคำถามข้อที่ } j \text{ ได้ถูกต้อง} \\ 0 & \text{คะแนนแก่นักเรียนคนที่ } i \text{ ตอบคำถามข้อที่ } j \text{ ผิด} \end{cases}$

n_i คือ คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ i

n_j คือ คะแนนรวมของการตอบข้อสอบข้อที่ j ได้ถูกต้องของนักเรียนกลุ่มนั้น

$C(S_i)$ คือ ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ของนักเรียนคนที่ i

ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (Sato's Caution Index) จะมีค่าตั้งแต่ -0.5 ถึง $+1.5$ ถ้า $C(S_i) = 0$ แสดงว่าสัดส่วนความแปรปรวนร่วมของแบบแผนการตอบของนักเรียนเป็นไปตามทฤษฎี ที่คาดหวังไว้ ดังนั้นความแปรปรวนร่วมของสิ่งที่สังเกตจะเท่ากับทฤษฎี

ค่าของดัชนีบ่งชี้ของนักเรียนของชาโต้ ยิ่งใกล้ 1.00 มากเท่าไร จะแสดงถึงความบกพร่องมากขึ้นทวีคูณ ชาโต้ได้กำหนดเกณฑ์ตัดสินความบกพร่องของดัชนีไว้ว่า ถ้านักเรียนทำข้อสอบมีค่าดัชนีบ่งชี้มากกว่า 0.5 แสดงว่า นักเรียนคนนั้นมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ (Sato. 1980 : 20)

ในปี 1981 แทนิส และลินน์ ได้ปรับปรุงสูตรการคำนวณของชาโต้ โดยการตัดข้อสอบบางข้อที่นักเรียนทุกคนตอบถูกและตอบผิด คัดนักเรียนคนที่ตอบข้อสอบถูกทุกข้อ และคนที่ตอบผิดทุกข้อออก และปรับปรุงสูตรดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ ดังนี้ (Harnisch and Linn. 1981 : 135)

$$C^*(S_i) = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} (1 - U_{ij}) \cdot n_j - \sum_{j=n_i+1}^J U_{ij} \cdot n_j}{\sum_{j=1}^{n_i} n_j - \left[\sum_{j=j+1-n_i}^J n_j \right]}$$

เมื่อ	i	คือ	นักเรียนคนที่ 1, 2, 3, ..., I
	j	คือ	ข้อสอบข้อที่ 1, 2, 3, ..., J
	U_{ij}	คือ	คะแนนที่นักเรียนคนที่ i ตอบข้อสอบข้อที่ j ถ้าตอบถูกได้ 1 ถ้าผิดได้ 0
	n_i	คือ	คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ i
	n_j	คือ	คะแนนรวมของการตอบข้อสอบข้อที่ j ถูกของนักเรียนทุกคน
	$C^*(S_i)$	คือ	ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ ของนักเรียนคนที่ i

การแปลความหมายของดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (Modified Caution Index : $C^*(S_i)$) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 การแปลความหมายของดัชนีจะแปลเช่นเดียวกับดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (Caution Index) คือ ถ้าค่าของดัชนีมีค่าใกล้ 1.00 ความบกพร่องของนักเรียนผู้นั้นในการตอบข้อสอบก็จะยิ่งมากขึ้น แชนิสได้กำหนดจุดตัด สำหรับเป็นเกณฑ์ตัดสินความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (Modified Caution Index) โดยกำหนดให้ 0.3 เป็นจุดตัด ถ้าดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ ($C^*(S_i)$) มีค่ามากกว่า 0.3 แสดงว่าแบบแผนการตอบของนักเรียนผู้นั้นบกพร่อง (Harnisch. 1987: 11)

การแปลความหมายความบกพร่องของดัชนีบ่งชี้

จากการที่ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ ซึ่งทั้งสองดัชนีบ่งชี้จะมีเกณฑ์สำหรับบ่งชี้ถึงความบกพร่องในแบบแผนการตอบของนักเรียนว่ามีความบกพร่อง แต่ไม่ทราบว่าสาเหตุของความบกพร่องคืออะไร ดังนั้นชาโต้จึงได้เสนอตาราง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบของนักเรียน หรือคะแนนรวมกับดัชนีบ่งชี้ ($C(S_i)$) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินและวินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียน ตารางความสัมพันธ์จะเป็นตาราง 2x2 ดังภาพประกอบ 10 (Harnisch and Staff. nd : 16, Harnisch. 1983 : 202)

		Student Performance	Student Cell	Percent Correct	Modified Caution Index
HIGH	A	100%	A	> 50%	≤ 0.30
			B	> 50%	≤ 0.50 ของชาโต้
LOW	C	50%	C	$\leq 50\%$	≤ 0.30
			D	$\leq 50\%$	≤ 0.50 ของชาโต้
	0.30				
	0.50				

Modified Caution Index

ภาพประกอบ 10 แสดงตารางการวินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียน จากความสัมพันธ์ของดัชนี บ่งชี้ของชาโต้ ดัชนีชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ กับคะแนนผลการสอบ

การวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบของนักเรียนจาก ตาราง 2x2 จาก ภาพประกอบ 10 สามารถแปลผลได้ดังนี้

- เครื่องหมาย A หมายถึง ช่องที่นักเรียนตอบข้อสอบถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50 และ ค่าดัชนีบ่งชี้ ($C(S_1)$) น้อยกว่าหรือเท่ากับ .50
- B หมายถึง ช่องที่นักเรียนตอบข้อสอบถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50 และค่าดัชนีบ่งชี้ ($C(S_1)$) มากกว่า .50
- C หมายถึง ช่องที่นักเรียนตอบข้อสอบถูกต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 และค่าดัชนีบ่งชี้ ($C(S_1)$) น้อยกว่าหรือเท่ากับ .50
- D หมายถึง ช่องที่นักเรียนตอบข้อสอบถูกต้องน้อยกว่า หรือเท่ากับ ร้อยละ 50 และค่าดัชนีบ่งชี้ ($C(S_1)$) มากกว่า .50

การแปลความหมายความบกพร่อง (Sato. 1975; citing Harnisch. 1983:198)

- A หมายความว่า นักเรียนเป็นผู้มีความรู้จริง ทำข้อสอบด้วยความรู้จริง
ไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ
- B หมายความว่า นักเรียนเป็นผู้มีความรู้จริง แต่มีความบกพร่องในแบบแผน
การตอบข้อสอบ เพราะตอบข้อสอบด้วยความสะเพร่า
- C หมายความว่า นักเรียนยังไม่มีความรู้ในเรื่องที่เรียนเพียงพอ ต้องเรียน
เนื้อเรื่องนั้นใหม่อีกครั้งหนึ่ง
- D หมายความว่า นักเรียนยังไม่มีความรู้ในเรื่องที่เรียนเพียงพอ ต้องเรียน
เนื้อหาใหม่อีกครั้งหนึ่ง

ในปี ค.ศ. 1981 แฮร์นิช และลินน์ (Harnisch and Linn. 1981 : 135) ได้ปรับปรุงสูตรดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ และได้ปรับปรุงเกณฑ์ความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนจาก .5 เป็น .3 ดังนั้นการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบของนักเรียนจึงเปลี่ยนไปด้วย ความหมายของสัญลักษณ์ A, B, C และ D แปลเช่นเดียวกับของซาโต้

3.2 ดัชนีบ่งชี้ข้อสอบของซาโต้ สัญลักษณ์ที่ใช้คือ $C(P_j)$ คำนวณได้จากสูตรดังนี้ (Sato. 1980 : 20)

$$C(P_j) = 1 - \frac{\text{COV}(X_{ij}, X_i)}{\text{COV}(V_{ij}, X_i)}$$

เมื่อ X_{ij}	คือ คะแนนนักเรียนคนที่ i ข้อสอบข้อที่ j
V_{ij}	คือ คะแนนของข้อสอบข้อที่ j ของนักเรียนคนที่ i เมื่อการตอบของนักเรียนเป็นไปตามเมตริกของกัทแมนเช่น $V_{ij} = 1$ ถ้า $i < Y_j$ และ $V_{ij} = 0$ ถ้า $i > Y_j$
$X_{i.}$	คือ คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ i
$C(P_j)$	คือ ดัชนีบ่งชี้ข้อสอบของซาโต้ ข้อที่ j
i	คือ นักเรียนคนที่ i

ในการคำนวณหาค่าความบกพร่องของข้อสอบใช้สูตร (Sato. 1980 : 22)

$$C(P_j) = 1 - \frac{\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^N X_{ij} X_{i.} - Y_j \mu \right)}{\frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N X_{i.} - Y_j \mu \right)}$$

เพื่อความสะดวกและง่ายในการคำนวณมากขึ้น ใช้สูตร

$$C(P_j) = \frac{\sum_{i=1}^{Y_j} X_{i.} - \sum_{i=1}^N X_{ij} X_{i.}}{\sum_{i=1}^{Y_j} X_{i.} - Y_j \mu}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{Y_j} (1 - X_{ij}) X_{i.} - \sum_{i=Y_j+1}^N X_{ij} X_{i.}}{\sum_{i=1}^{Y_j} X_{i.} - Y_j \mu}$$

เมื่อ μ คือ ค่าคะแนนรวมเฉลี่ยของคะแนนการสอบ ซึ่งมีค่า

$$\mu = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N X_{i.} \right)$$

$X_{i.}$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ i

N คือ จำนวนนักเรียนกลุ่มที่สอบ

ในการคำนวณหาค่าดัชนีบ่งชี้ข้อสอบของชา ได้ความบกพร่อง เพื่อสะดวกในการคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

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

เมื่อ i คือ นักเรียนคนที่ $1, 2, 3, \dots, I$

j คือ ข้อสอบข้อที่ $1, 2, 3, \dots, J$

$v_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้า นักเรียนคนที่ } i \text{ ตอบข้อสอบข้อที่ } j \text{ ได้ถูกต้อง} \\ 0 & \text{ถ้า นักเรียนคนที่ } i \text{ ตอบข้อสอบข้อที่ } j \text{ ผิด} \end{cases}$

$n_{i.}$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ i

n_j คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อที่ j ถูกต้อง

และค่าดัชนีบ่งชี้ข้อสอบที่ปรับแก้ของซาโต้ ซึ่งแฮนนิส และลินน์ ได้ปรับปรุงจากสูตร
ดัชนีของซาโต้ (Modified Coughton Index) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$C^*(P_j) = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} (1-v_{ij})n_{i.} - \sum_{i=n_j+1}^I v_{ij}n_{i.}}{\sum_{i=1}^{n_j} n_{i.} - \sum_{i=I+1-n_j}^I n_{i.}}$$

เมื่อ i คือ $1, 2, 3, \dots, I$ ดัชนีของนักเรียน

j คือ $1, 2, 3, \dots, J$ ดัชนีของข้อสอบ

$n_{i.}$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ i

n_j คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อที่ j ถูกต้อง

v_{ij} คือ คะแนนการตอบข้อสอบข้อที่ j ของนักเรียนคนที่ i ถ้าตอบ
ถูกต้อง 1 ถ้าตอบผิดได้ 0

$C^*(P_j)$ คือ ดัชนีบ่งชี้ข้อสอบที่ปรับแก้ของซาโต้

ค่าดัชนีบ่งชี้ข้อสอบที่ปรับแก้ของซาโต้ หรือ $C^*(P_j)$ จะมีค่า อยู่ระหว่าง 0 กับ 1
เช่นเดียวกับดัชนีบ่งชี้นักเรียนที่ปรับแก้ของซาโต้หรือ $C^*(S_i)$ เกณฑ์ใช้ในการตัดสินว่าข้อสอบ
ข้อสอบข้อใดมีความบกพร่องคือ 0.3 สำหรับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของซาโต้ (Modified Caution
Index : C^*) และ 0.5 สำหรับดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ (Sato' Caution Index : C_i)

การพิจารณาความบกพร่องของข้อสอบ แฮนนิสได้เสนอวิธีการพิจารณาความบกพร่องของ
ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยการแสดงความสัมพันธ์ของดัชนีบ่งชี้ข้อสอบที่ปรับแก้ของซาโต้หรือ($C^*(P_j)$)
กับระดับความยากง่ายของข้อสอบ โดยการเสนอเป็นตาราง 2x2 เช่นเดียวกับ การพิจารณา
การแปลผลความบกพร่องของนักเรียน ดังภาพประกอบ 10 (Harnisch. 1983 : 202,
Harnisch and Staff. nd : 16)

	Item Difficulty	Item Cell	Percent Correct	Modified Caution Index
	ไม่บกพร่อง	บกพร่อง		
HARD	W	X	0%	
		W	$\leq 50\%$	≤ 0.30
		X	$\leq 50\%$	> 0.30
EASY	Y	Z	50%	
		Y	$> 50\%$	≤ 0.30
		Z	$> 50\%$	> 0.30
	0.3			
Modified Caution Index				

ภาพประกอบ 11 แสดงการวินิจฉัยความบกพร่องของข้อสอบจากความสัมพันธ์ของดัชนีบ่งชี้ข้อสอบที่ปรับแก้ของซาโต้ หรือ $C^* (P_j)$ กับความยากง่ายของข้อสอบ

ในการพิจารณาความบกพร่องจากตาราง 2x2 ในภาพประกอบ 11 แต่ละสัญลักษณ์ในตารางดังนี้ (Harnisch, 1983 : 200)

สัญลักษณ์	W	หมายถึง	นักเรียนตอบข้อสอบนั้นถูกต้อง มีจำนวนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 เปอร์เซนต์ และมีค่าดัชนีประจำข้อน้อยกว่าหรือเท่ากับ .30
	X	หมายถึง	นักเรียนตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องมีจำนวนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 เปอร์เซนต์ และมีค่าดัชนีประจำข้อมากกว่า .30
	Y	หมายถึง	นักเรียนตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องมีจำนวนมากกว่า 50 เปอร์เซนต์ (ง่าย) และค่าดัชนีประจำข้อสอบน้อยกว่าหรือเท่ากับ .30
	Z	หมายถึง	นักเรียนตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้องมีจำนวนมากกว่า 50 เปอร์เซนต์ (ง่าย) และค่าดัชนีประจำข้อสอบมีค่ามากกว่า .30

การแปลความหมายของสัญลักษณ์ซึ่ง แฮร์นิช (Harnisch. 1983 : 203) ได้แปลความหมายสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

สัญลักษณ์	W	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก มีค่าอำนาจจำแนกสูง สามารถแยกนักเรียนได้
	X	หมายถึง	ข้อสอบที่มีการใช้คำไม่เป็นปรนัย หรือตัวลวงเด่นกว่าตัวเลือก หรือเป็นข้อสอบที่วัดที่วัดเนื้อหาแตกต่างจากเนื้อหาที่จะวัด
	Y	หมายถึง	ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกนักเรียนต่ำและข้อความบางคำจะแนะคำตอบ
	Z	หมายถึง	ข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไข หรือบางข้ออาจจะต้องตัดทิ้งเพราะง่ายเกินไป นักเรียนทุกคนตอบถูก

4. การสร้างเส้นภาพ (Profile) จากทฤษฎีเส้นโค้ง เอส-พี

การวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน เป็นสิ่งสามารถนำไปใช้ในการจัดการศึกษาได้เป็นอย่างดีและมีประโยชน์ โดยเฉพาะครูประจำชั้น สามารถนำไปพิจารณาการเรียนการสอนของห้องเรียนตนเองได้ โดยการสร้างเส้นกราฟแสดงความวิเคราะห์แบบแผนการสอบข้อสอบของนักเรียนว่ามีความบกพร่องตรงไหน สมรรถภาพใด โดยจะมีดัชนีเป็นตัวบ่งบอกความบกพร่องได้แก่ ดัชนีบ่งชี้ของซาโต้ซึ่งใช้หลักการของทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี (Sato. 1975; ceting Harnisch. 1983 : 196) ซึ่งเป็นดัชนีที่กำลังเป็นที่นิยมใช้ในสถานศึกษาต่าง ๆ ในประเทศญี่ปุ่น เพื่อความเข้าใจจึงเสนอตารางเส้นภาพ แสดงการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนจำนวน 18 คน และจำนวนข้อสอบ 32 ข้อ ดังภาพประกอบ 12 (Harnisch. 1987 : 8)

STUDENT	SKILL SCORE		MODIFIED CAUTION	IND/SGN	SKILL NUMBER																														
	(RAW)	(%)			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
SUE	30	94	.24	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ANDREW	28	88	.17	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
DOUG	27	84	.19	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CAROL	23	72	.14	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MARK	21	66	.20	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PEBBIE	18	56	.22	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
HAROLD	18	56	.19	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
DAVE	18	56	.10	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ROBERT	15	47	.36	B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
JERRY	12	38	.35	B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
EDRIE	12	38	.29	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MARY	11	34	.22	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
FRED	11	34	.19	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
DIANA	10	31	.25	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SANDRA	9	28	.26	C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
LILLIAN	3	9	.50	D	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
DOHIA	3	9	.30	C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MIKE	0	0	.00	C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SKILL TOTAL					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ภาพประกอบ 12 แสดงเส้นภาพ (Profile) และการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบ
ของนักเรียนเป็นรายบุคคล

จากภาพประกอบ 12 แสดงการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบ ด้วยทฤษฎีเส้นโค้ง
เอส-พี ในคอลัมน์ที่ 1 เป็นชื่อนักเรียน ในคอลัมน์ที่ 2 คือคะแนนดิบหรือคะแนนรวมที่นักเรียนได้
ซึ่งเรียงจากนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดเรียงตามลำดับไป คอลัมน์ที่ 3 แสดงร้อยละของการตอบ
ข้อสอบถูก เช่น Sue ได้คะแนน 30 (คอลัมน์ 2) จากข้อสอบทั้งฉบับ 32 ข้อ ดังนั้นร้อยละของ
การทำข้อสอบถูกของ Sue คือ $30/32 = .94$ หรือ 94 เปอร์เซ็นต์ คอลัมน์ที่ 4 เป็นค่าดัชนี
บ่งชี้ที่ปรับแก้ของซาโต้ (Modified Caution Index) ซึ่งจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความบกพร่อง
ในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน สัญลักษณ์ที่ใช้คือ C_i การหาค่าสถิติได้จากสูตรของ
ซาโต้ (Sato, 1980) หรือของ แฮนนิช และลินน์ (Harnisch and Linn, 1986)
ซึ่งเกณฑ์การบ่งชี้ว่านักเรียนมีความบกพร่องในการตอบข้อสอบคือ ถ้าค่า C_i มากกว่า 0.30
แสดงว่าการทำข้อสอบของนักเรียนมีความบกพร่อง ถ้าค่า C_i เท่ากับ หรือน้อยกว่า 0.30

แสดงว่าการทำข้อสอบของนักเรียนไม่บกพร่อง ทำด้วยความรู้ ความสามารถจริง (Harnisch, 1987 : 10 - 11) ในคอลัมน์ที่ 5 แสดงสัญลักษณ์ของการวินิจฉัยว่าการทำข้อสอบของนักเรียนแต่ละคนมีจุดเด่นหรือบกพร่องตรงไหน เช่น Robert ได้คะแนน 15 คะแนน แต่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบเช่นข้อสอบข้อที่ 24, 29 และ 5 เป็นข้อสอบข้อที่ค่อนข้างยากแต่เขากลับตอบถูก แต่ข้อสอบข้อที่ 16, 26 เป็นข้อสอบที่ง่ายแต่เขาตอบผิด สำหรับสัญลักษณ์ A, B, C และ D ได้กล่าวไว้ในเรื่องการแปลความหมายค่าความบกพร่องของดัชนีบ่งชี้นักเรียนของชาโต้

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเปรียบเทียบดัชนีบ่งชี้ของชาโต้กับดัชนีอื่น ๆ

แฮนิส และลินน์ (Harnisch and Linn, 1981 : 141) ได้ศึกษาแบบแผนการตอบข้อสอบที่บกพร่องของนักเรียน ปี 1981 โดยใช้ข้อมูล จากการประเมินคุณภาพการศึกษาในปี 1978 ได้ศึกษาเปรียบเทียบดัชนีบ่งชี้ถึงความบกพร่องในการตอบข้อสอบ โดยการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคลไป ดัชนีที่ศึกษาใช้หลักการเดียวกันทั้ง 8 ดัชนี คือ ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_i) ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_i') ดัชนีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละข้อกับคะแนนรวม (r_i) ดัชนีความสัมพันธ์ของคะแนนแต่ละคนกับคะแนนรวม (r_i) ดัชนีการเห็นด้วยของเคน และเบรนนัน (A) ดัชนีความไม่เห็นด้วยของ เคน และเบรนนัน (D) ดัชนีความสามารถที่สัมพันธ์กับการตอบผิด (O) ดัชนีของเวนเดอร์ไฟเออ (U_i) และดัชนีความสามารถของบุคคลของทาทชูโอกะ (NCI) เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสำรวจความก้าวหน้าทางการศึกษา วิชาคณิตศาสตร์ 40 ข้อ การอ่าน 28 ข้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนเกรด 4, 8 และ 11 ซึ่งสุ่มจากโรงเรียน 110 โรงเรียน สุ่มนักเรียนแต่ละระดับชั้นในโรงเรียนต่าง ๆ มา 18 - 22 คน ได้แก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างแต่ละระดับชั้น 2,100 คน 3 ระดับชั้น คือ ระดับประถมศึกษา หรือเกรด 4 มัธยมศึกษาตอนต้นหรือเกรด 8 และมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเกรด 11 รวม 6,300 คนเครื่องมือ นอกจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และการอ่าน ยังประกอบด้วย แบบสำรวจข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับตัวนักเรียน และตัวแปรอื่น ๆ ด้านอารมณ์ของนักเรียน ในการศึกษาความสัมพันธ์ของดัชนีทั้ง 8 ดัชนีได้วิเคราะห์โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับประถมศึกษา หรือเกรด 4 จำนวน 2,094 คน ผลการศึกษาพบว่าดัชนีที่ถูกคัดเลือกกว่ามีประสิทธิภาพมากคือ ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ หรือ C_i'

รัดเนอร์ (Rudner, 1983 : 207 - 219) ได้ประเมินความเที่ยงตรง ของดัชนีที่ยึดหลักการพิจารณาแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน ที่พิจารณาการตอบถูกและผิดของนักเรียน และคะแนนรวมกับดัชนีที่ยึดหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) เครื่องมือที่ใช้วัดคือ แบบทดสอบ 2 ฉบับคือ แบบทดสอบความถนัดด้านภาษา 80 ข้อ ได้รับคะแนนการสอบโดยใช้หลักการของ ลอด (Load, 1968) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ วิชาชีววิทยาทั่วไปจำนวน 45 ข้อ ได้รับคะแนนนักเรียนในห้องเรียนโดยครู ตามหลักของ บิจา ไวลส์ และคิงบรี (Bijar, Weiss and Kingsbary, 1977) 3 วิธี คือ ดัชนีที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบครั้งนี้มี 9 ดัชนีที่ใช้หลักการของบิเรนบอม (birnbaum, 1968) 3 วิธี คือ ดัชนีการให้น้ำหนักคะแนนของบิเรนบอม (W_3) ดัชนีการให้น้ำหนักของคะแนน (U_3) และแบบแผนการตอบ Likelihood โดยใช้โมเดลของบิเรนบอม ดัชนีที่ใช้หลักการของราซส์โมเดล 2 วิธี (Rasch, 1960) ดัชนีการให้น้ำหนักคะแนนของราซส์โมเดลที่เหมาะสมกับความแปรปรวน (MS) คือ W_i และดัชนีการให้น้ำหนักคะแนนของราซส์โมเดล (U_i) ดัชนีที่ใช้วิธีการสัมพันธ์ 2 วิธี คือ สหสัมพันธ์แบบพรอยไบซีเรียล (r_i) และดัชนีสหสัมพันธ์แบบไบซีเรียลของบุคคล (r_b) และดัชนีความต่อเนื่องของทาทัชไอเกะ 2 วิธีคือ ดัชนีของทาทัชไอเกะ และทาทัชไอเกะ (NCI), ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_i^*) ของแซนนิสและลินน์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาแบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวน 2,800 คน แบบทดสอบฉบับที่ 2 จำนวน 2,600 คน ผลการศึกษา พบว่าดัชนีความสัมพันธ์แบบไบซีเรียล (r_i) พรอยไบซีเรียล (r_b), ดัชนีทาทัชไอเกะ คือ NCI, ดัชนีที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_i^*) และดัชนีการให้น้ำหนักคะแนนของราซส์ (W_i) มีความเหมาะสมกับค่าสถิติ จากค่าสหสัมพันธ์ของดัชนีแต่ละดัชนีในแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ พบว่าดัชนีบางตัวมีความสอดคล้อง และสัมพันธ์กับแบบทดสอบบางฉบับ แต่ไม่สอดคล้องหรือเหมาะสมกับแบบทดสอบบางฉบับ มีเพียงดัชนีทาทัชไอเกะและทาทัชไอเกะ (NCI) ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_i^*) เป็นค่าดัชนีที่มีความคงที่ ไม่แปรเปลี่ยนไปตามแบบทดสอบ เป็นดัชนีที่มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กับแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ หรือทุกสถานการณ์ ให้ค่าสถิติที่มีความมั่นคงหรือคงที่กว่าดัชนีอื่น ๆ ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของรัดเนอร์ (Rudner, 1982) ceting Harnisch, 1983:194) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบดัชนีบ่งชี้ที่นักเรียนที่ปรับแก้ของชาโต้หรือ ($C^*(S_i)$) โดยหลักการพิจารณาความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบกับดัชนีที่ใช้หลักการของทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแบบมอนติคาโร ซึ่งผลปรากฏว่าดัชนีที่ใช้หลักการของทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันกับดัชนีที่

ใช้หลักการพิจารณาแบบแผนการตอบสนองของนักเรียนของข้อถูกข้อผิด แต่ดัชนีที่ใช้หลักการทฤษฎีการตอบข้อสนองข้อสอบ มีจำกัดที่ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวนมาก ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในห้องเรียนหนึ่ง ๆ สอดคล้องกับการศึกษาของ ทาซุโอะและลินน์ (Tatsuoka and linn. 1983 : 81- 96) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของดัชนีที่จะวินิจฉัยแบบแผนการตอบข้อสอบที่บกพร่องของนักเรียน 2 ทฤษฎี คือทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี(S-P Curve Theory) กับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) โดยได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อสอบ หรือมีลักษณะเช่นเดียวกันอย่างแน่นอระหว่างเส้นโค้งของข้อสอบ (Item Response Curve : IRC) กับเส้นโค้งของนักเรียน (The Person Response Curve : PRC) และเส้นโค้งของแบบทดสอบ (Test Response Curve : TRC) กับเส้นโค้งของกลุ่มนักเรียนที่สอบ (Group Response Curve : GRC) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ทฤษฎี แต่ข้อจำกัดอาจจะต่างกันเพียงเล็กน้อย

บิเรนบอม (Birenbaum. 1985 : 523 - 534) ได้ศึกษาเปรียบเทียบดัชนีบ่งชี้ความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบนักเรียนที่พิจารณาข้อถูก ข้อผิด คะแนนรวมซึ่งใช้หลักการของทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบในการศึกษาได้แบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มนักเรียนที่ตั้งใจทำข้อสอบ (Coperative examines) กลุ่มที่ไม่ให้ความร่วมมือ (Uncooperative examines) และกลุ่มที่สับสนทั่ว ๆ ไป เกณฑ์การตัดสินว่านักเรียนตั้งใจสอบหรือไม่โดยการวิเคราะห์จากการเขียนชื่อบนกระดาษคำตอบข้อสอบของนักเรียน ถ้าเขียนชื่อแสดงว่านักเรียนตั้งใจสอบหรือไม่ให้ความร่วมมือ ถ้าไม่เขียนแสดงว่าไม่ตั้งใจสอบ เครื่องมือที่ใช้วัดคือ แบบทดสอบวัดทักษะในการอ่านวิชาภาษาอังกฤษและภาษาที่ 2 ของมหาวิทยาลัยเทละอะวีฟ เป็นข้อสอบคู่ขนาน ฉบับละ 20 ข้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนระดับเกรด 10 ใน 77 โรงเรียน รวมจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 1,864 คน ดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบทั้งหมด 9 ดัชนีคือดัชนีของทาซุโอะซึ่งยังไม่ได้มาตรฐานได้แก่ดัชนีบ่งชี้ที่ขยายออกไป (The Extended Caution Index :ECI)คือ ECI_1 , ECI_2 , ECI_4 และดัชนีที่ปรับขยายของทาซุโอะที่ได้มาตรฐานคือ ECI_{1z} , ECI_{2z} , ECI_{4z} ดัชนีของเลวิน และรูบิน (L_o) ดัชนีของเลวิน และดราสโกว์(L_z) และดัชนีที่เสนอโดยไวท์ (U_z) ผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์พบว่าดัชนีของเลวินและดราสโกว์ (L_z) มีความสัมพันธ์กับดัชนีอื่น ๆ สูงมากที่สุด และเป็นดัชนีที่มีความสัมพันธ์กับคะแนนรวมน้อยที่สุด และผลจากการเปรียบเทียบพบว่าแบบแผนการตอบข้อสอบแตกต่างกันหรือไม่ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มกับดัชนีทั้ง 9 ดัชนีพบว่าดัชนีของไวท์ (U_z) เพียงดัชนีเดียวที่พบว่ากลุ่มที่ตั้งใจสอบ ไม่ตั้งใจสอบและกลุ่มที่สับสนโดยทั่ว ๆ ไปทั้ง 3 กลุ่มมีแบบแผนการตอบไม่แตกต่างกัน

ในปี 1982 แฮนนิส (Harnisch. 1982 : 194) ได้ศึกษาเปรียบเทียบดัชนีที่บ่งบอกถึงข้อบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน ซึ่งเป็นดัชนีที่พัฒนาขึ้นโดยทาทซุโอกะ คือดัชนีความสามารถของบุคคล (NCI) กับดัชนีความเสถียรของแต่ละบุคคล (ICI) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ได้แก่นักเรียนระดับเกรด 3, 6 และ เกรด 7 กับ 8 จำนวน 357, 396 และ 643 ตามลำดับ เครื่องมือที่ใช้วัดเป็นแบบทดสอบวัดทักษะพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าดัชนีทั้ง 2 มีความสัมพันธ์ทางบวกสูงมาก และทั้ง 3 ระดับชั้นคือ 3, 6 และ 7 กับ 8 คะแนนรวมมีความสัมพันธ์กันสูงมากเช่นกัน

การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้และทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี

แฮนนิส (Harnisch. 1983 : 191 - 206) ได้ศึกษาแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนโดยใช้ทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี (S-P Curve Theory) กับดัชนีของชาโต้เป็นเกณฑ์ตัดสินข้อบกพร่องในการตอบแบบทดสอบของนักเรียนรายบุคคล วิเคราะห์ความบกพร่องของข้อสอบด้วยดัชนีของชาโต้ (C_i^*) เช่นกัน พิจารณาความเหมาะสมของนักเรียน กับแบบทดสอบ (D^*) ตลอดจนการแปลผลความบกพร่องโดยเสนอในรูปแบบเส้นกราฟ (Profile) ของนักเรียนและข้อสอบ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ยกตัวอย่าง เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้ ตัวอย่างที่ใช้บรรยายเป็นจำนวนนักเรียน 24 คน ระดับชั้นเกรด 4 และจำนวนข้อสอบ 44 ข้อ ได้เสนอในรูปแบบของเส้นภาพ โดยใช้ทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี ซึ่งประกอบด้วยเลขที่นักเรียน คะแนนรวม ดัชนีของชาโต้ สัญลักษณ์ของการแปลผลข้อบกพร่องของชาโต้เป็นรายบุคคล และ ได้แสดงให้เห็นถึงวิธีการแปลผลข้อสอบและข้อบกพร่องของนักเรียน ตลอดจนความ สอดคล้องของข้อสอบกับกลุ่มนักเรียนโดยใช้การคำนวณจากค่าของสถิติมาช่วยในการตัดสินใจเรียก ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของนักเรียนและข้อสอบ (Diparity Coefficient) การแปลผลความบกพร่องของนักเรียนรายบุคคล จะแปลผลด้วยสัญลักษณ์ A, B, C และ D ส่วนการแปลผลของความบกพร่องของข้อสอบ จะแปลผลโดยใช้สัญลักษณ์ W, X, Y และ Z และในปี 1987 แฮนนิส (Harnisch. 1987 : 840) ได้พัฒนารูปแบบของเส้นภาพ (Profile) ที่ประยุกต์ใช้ในการศึกษา จากการพิจารณาความบกพร่องในการตอบข้อสอบของนักเรียน โดยจะเขียนทั้งข้อที่นักเรียนตอบผิด ในข้อสอบแต่ละข้อลงในเส้นภาพ (profile) ด้วยเป็นรายบุคคลเพื่อสะดวกในการวินิจฉัยนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนฝึกหัดครูจาก 303 ห้อง จำนวน 5,954 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสำรวจทักษะพื้นฐาน ในการเสนอรูปกราฟจะใช้สัญลักษณ์ในรูปแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน 3 สัญลักษณ์ ด้วยกัน คือ เครื่องหมายบวก (+) หมายถึงข้อสอบข้อนั้นนักเรียนตอบถูก M, L เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงถึงทักษะใน

สมรรถภาพด้านนั้น ๆ มีปานกลาง (Middle) และต่ำ เพื่อสะดวก และง่ายในการแปลผลหรือ วินิจฉัยนักเรียนรายบุคคล นอกจากนั้นยังแยกทักษะเป็นกลุ่มทักษะ เพื่อบ่งบอกถึงความบกพร่องหรือ ความเด่น ในแต่ละสมรรถภาพของนักศึกษาเป็นรายบุคคล ในการคำนวณหาค่าของดัชนีต่าง ๆ ตลอดจนการแปลผล และค่าสถิติต่าง ๆ แฮนิส และคณะ (Harnisch and Staff. n.d : 1 -18) ได้พัฒนาการคำนวณค่าดัชนี ค่าสถิติต่าง ๆ การเขียนแผนภูมิเอส-พี ด้วยเครื่อง คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความเหมาะสมสำหรับสถานศึกษาต่าง ๆ แบ่งเป็น 2 โปรแกรมคือ โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ผลการสอบ (Test Analysis Package : TAP) ซึ่งโปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นโดยแฮนิส ฮอวิทซ์ และแวง (Harnisch, Horwitz and Wang. 1984) สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลการสอบของนักเรียน และโปรแกรมสำเร็จรูปการเขียน แผนภูมิเอส-พี (Student - Package : SPP) เป็นโปรแกรมที่แฮนิส และโรมี ได้พัฒนาขึ้นในปี 1985 (Harnisch and Romy.1985) ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM-PC SPPเป็นโปรแกรม ที่มีประโยชน์ในการศึกษามาก สะดวกรวดเร็วในการสร้างแผนภูมิเอส-พี และสร้างเส้นภาพ (Profile) ประจักษ์ได้ดีมาก ตลอดจนวิเคราะห์ความบกพร่องของนักเรียนเป็นรายสมรรถภาพ รายบุคคลได้เช่นกัน นอกจากนั้น โปรแกรม SPP ยังบ่งบอกความบกพร่อง ของนักเรียนโดยใช้ สัญลักษณ์ A, B, C และ D และความบกพร่องของข้อสอบโดยใช้สัญลักษณ์ W, X, Y และ Z

สุนันท์ ศล โสุม (2530 : 122 - 124) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการวิเคราะห์ผลการสอบ ด้วยทฤษฎีคังเคิม ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้และดัชนีของทาพุโอเกะ ใช้กลุ่ม ตัวอย่างที่ศึกษานักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 6 วิชาภาษาไทย ในโครงการประเมินคุณภาพการศึกษา ปีการศึกษา 2528 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ นักเรียนเขตการศึกษา 9, 10 และ 11 จำนวน 17 โรงเรียน จำนวน 5,774 คน ในการแปลผลดัชนีของชาโต้ในการวิจัย จะแปลผล ควบคู่ไปกับค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเพื่อให้เกิดความชัดเจนขึ้น โดยการแปลผลวินิจฉัยจะแปลผลใน 3 ลักษณะคือ ลักษณะที่หนึ่งค่า $\bar{X}$ ต่ำ และค่า C^* น้อยกว่า .30 แสดงว่านักเรียนมีความ สามารถต่ำจริง เพราะการตอบข้อสอบจะตอบได้เฉพาะข้อสอบข้อที่ง่าย ๆ เท่านั้น ต้องปรับปรุง การเรียนการสอนเพื่อให้ทั้งกลุ่มมีความสามารถเพิ่มขึ้น ถ้าค่า $\bar{X}$ สูง แสดงว่านักเรียนมีความ สามารถสูงจริง การปรับปรุงการเรียนการสอนต้องปรับปรุงเป็นรายบุคคล เพราะสภาพการเรียน การสอนไม่บกพร่อง ลักษณะที่ 2 ค่า C^* มากกว่า .30 แสดงว่า มีความผิดปกติในการ เรียนการสอนต้องพิจารณาค่า $\bar{X}$ สูงหรือต่ำ ถ้าค่า $\bar{X}$ ต่ำ แสดงว่า อาจจะมีมีความผิดปกติใน การเรียนการสอน หรือข้อสอบไม่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง ถ้าค่า $\bar{X}$ สูง และค่า C^* มากกว่า .30 ต้องพิจารณาว่าบกพร่องในเนื้อหาใด ลักษณะที่ 3 โรงเรียนใดมีความผิดปกติในการทำ

ข้อสอบมากกว่ากัน โดยพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ก่อน แล้วพิจารณาค่า $\bar{X}$ ถ้า $\bar{X}$ สูง แต่ค่าดัชนีผิดปกติก็แสดงว่าต้องพิจารณาว่า บทพร่องด้านใดโดยการวิเคราะห์หาค่า Weighted Standardized mean residual ประกอบด้วย

มิลเลอร์ (Miller. 1986 : 147 - 156) ได้ศึกษาแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนโดยใช้ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ ในการหาความสัมพันธ์ของแบบแผนการตอบข้อสอบ กับเวลาที่กำหนดให้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของเนื้อหาที่สอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนระดับชั้น เกรด 2 และ 5 จำนวน 123 คน สุ่มมาจาก 21 ห้องเรียนเครื่องมือที่ใช้วัดคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 101 ข้อ เนื้อหาทั้งหมด 11 เนื้อหา กำหนดเวลาในการสอน 17 สัปดาห์ การหาค่าความสัมพันธ์ใช้ตาราง 2x2 Contingency โดยใช้ค่าดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ ซึ่งใช้เกณฑ์ .50 กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งใช้เกณฑ์ตัดสินคือ 2.0 ค่าสหสัมพันธ์ของการกำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับแบบแผนการตอบข้อสอบมีค่า $r = .44$ หมายความว่ารูปแบบแบบแผนในการตอบข้อสอบของนักเรียน มีความสัมพันธ์กับการกำหนดเวลาในการเรียนการสอนในแต่ละห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เจเกอร์ และบัสช์ (Jager and Busch. 1986 : 193 -194) ได้ศึกษาสำรวจความบกพร่องของนักเรียน โดยใช้ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้เป็นตัวบ่งบอกถึงความสามารถของนักเรียน ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้มาจากโครงการประเมินสมรรถภาพความสามารถมาตรฐาน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบความสามารถ (Competency Test) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาการอ่าน จำนวน 120 ข้อ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 83 คน และวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 120 ข้อ กลุ่มตัวอย่าง 84 คน จัดเรียงผลเป็นรูปเมตริกซ์ข้อต่อข้อ ด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี และค่าดัชนีบ่งชี้ชาโต้ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ดัชนีของชาโต้มีประสิทธิภาพในการบ่งบอกความบกพร่องของการสอบ ได้ดีกว่าการจะพิจารณาความสามารถจากคะแนนรวมแต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้นกล่าวได้ว่า ดัชนีของชาโต้มีประโยชน์ในการคัดเลือก ตัดสิน ความสามารถของนักเรียนได้ดีกว่า และชี้ให้เห็นว่าการคัดเลือกนักเรียนควรจะใช้ดัชนีของชาโต้เพราะเป็นดัชนีที่สามารถแยกแยะความบกพร่องได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

สมมติฐานของการวิจัย

1. ประสิทธิภาพในการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) กับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้แตกต่างกัน
2. จำนวนนักเรียนที่บกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ จากการจำแนกโดยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ กับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ จะมีจำนวนที่แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2531 ภาคเรียนที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จังหวัดเชียงใหม่ จำนวนนักเรียนทั้งหมด 16,243 คน

กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชาย หญิงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จังหวัดเชียงใหม่ จำนวนนักเรียน 392 คน ซึ่งเลือกกลุ่มมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ให้นักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) มีลำดับขั้นการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ หรือ $\alpha = 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ควรเลือกจากประชากรแล้ว จะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวนอย่างต่ำ 392 คน (Mercado. 1977 : 54)

ขั้นที่ 2 สุ่มตัวอย่างนักเรียน จำนวน 392 คน จากโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยมีรายละเอียดการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจำนวน 542 คน

ตอนที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา จำนวนนักเรียน 392 คน มีรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 1 แสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

โรงเรียน	อำเภอ	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
วัดข่วงสิงห์	เมือง	30	-
วัดกองทราย	สารภี	11	-
วัดทรายมูล	หางดง	-	95
บ้านวังจ้อม	เชียงดาว	27	-
บ้านแม่กะ	เชียงดาว	-	14
บ้านสันมหาพน	แม่แตง	-	31
บ้านแม่สาว	แม่ฮ่าย	41	-
บ้านดง	แม่ฮ่าย	14	-
บ้านสันตันเหมือ	แม่ฮ่าย	-	35
บ้านแม่ใจ	ฝาง	21	-
บ้านเด่นหาราม	ฝาง	-	40
บ้านท่ามะแกง	แม่ฮ่าย	-	14
บ้านห้วยป่าซาง	แม่ฮ่าย	15	-
ไทยรัฐวิทยา 12	แม่ฮ่าย	50	-
บ้านแม่สุ่นหลวง	ฝาง	34	-
บ้านเวียงฝาง	ฝาง	-	70
รวม		243	299

ตาราง 2 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

โรงเรียน	อำเภอ	จำนวนนักเรียน
พุทธวิไลภณ	เมือง	40
บ้านปากทอง	สารภี	29
วัดหนองผึ้ง	สารภี	25
บ้านสันโค้ง	สันกำแพง	19
บ้านบ่อสร้าง	สันกำแพง	20
บ้านสันป่าสัก	แม่แตง	19
บ้านร่ำเปิง	แม่แตง	24
บ้านเชียงดาว	เชียงดาว	46
บ้านสบคาบ	เชียงดาว	20
บ้านคอน	เชียงดาว	21
บ้านปางสัก	ฝาง	32
บ้านหนองตุ้ม	ฝาง	21
บ้านสันบ่อธง	แม่ฮ่าย	15
บ้านแม่ฮ่าง	แม่ฮ่าย	18
บ้านท่าคอน	แม่ฮ่าย	42
รวม		392

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 กระทรวงศึกษาธิการ ของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. ซึ่งผู้ศึกษาสร้างขึ้น ดังมีรายละเอียดการสร้างดังนี้

1. พฤติกรรมที่ต้องการวัด

ผู้ศึกษาได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 โดยกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) ซึ่งวิลสัน ได้แบ่งออกเป็น 4 ระดับคือ (Bloom, 1971 ; citing Wilson, 1971 : 642 - 696)

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ

1.2 ความเข้าใจ

1.3 การนำไปใช้

1.4 การวิเคราะห์

2. เนื้อหาแบบทดสอบที่ต้องการวัด

การสร้างเครื่องมือวัดในการศึกษาค้างนี้ ผู้ศึกษาได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบไปด้วยเนื้อหาที่ต้องการวัดดังนี้

2.1 จำนวน และตัวเลข

2.2 สมการ และการแก้สมการ

3. ลักษณะของเครื่องมือวัด

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งจะมีตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว รายละเอียดลักษณะของแบบทดสอบมีดังนี้

3.1 ตัวอย่างข้อสอบ

3.1.1 ตัวอย่างแบบทดสอบ วัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิด

คำนวณ

(0) จำนวนในข้อใดมีค่ามากที่สุด ?

ก. $28.5 + 7$

ข. $37 - 0.40$

ค. 7×5.2

ง. $724 \div 20$

จ. $2.5 + 33$

3.1.2 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจ

(0) ถ้ามุมสองมุมรวมกันเท่ากับหนึ่งมุมฉาก มุมทั้งสองจะมีลักษณะใด ?

- ก. มุมป้าน
- ข. มุมฉาก
- ค. มุมแหลม
- ง. มุมที่เท่ากัน
- จ. มุมที่คล้ายกัน

3.1.3 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้

(0) ทำงานได้ค่าจ้างวันละ 30 บาท จ่ายเป็นค่าอาหารวันละ 18 บาท

ถ้าทำงาน 1 สัปดาห์ จะเหลือเงินเท่าไร ?

- ก. 12 บาท
- ข. 48 บาท
- ค. 84 บาท
- ง. 85 บาท
- จ. 332 บาท

3.1.4 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านการวิเคราะห์

(0) ถ้า $ก = ส$ และ $ก$ มีค่าเท่ากับ 3 จงหาค่าของ $ก + ส = ?$

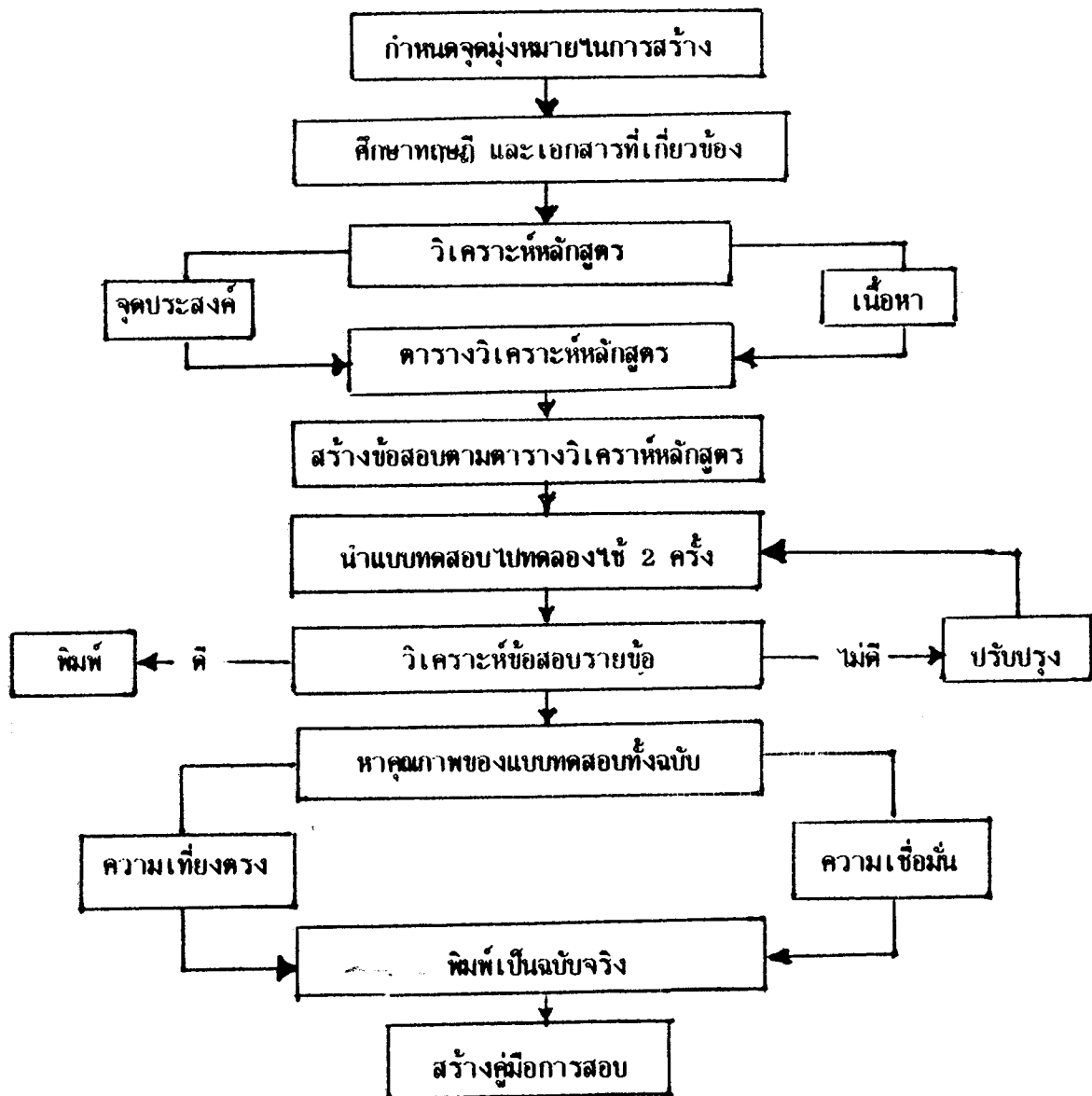
- ก. 2
- ข. 3
- ค. 4
- ง. 5
- จ. 6

3.2 จำนวนของแบบทดสอบ และข้อสอบ

จำนวนของข้อสอบและแบบทดสอบที่ใช้ในการศึกษา เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 วิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ จำนวนข้อสอบ 60 ข้อ

4. การสร้างเครื่องมือ

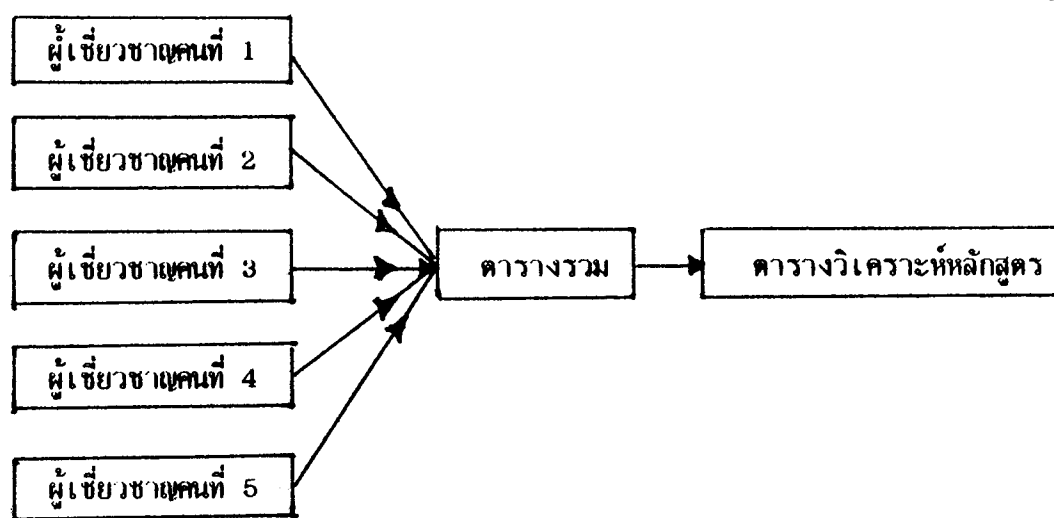
ผู้ศึกษาได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งผู้ศึกษาได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังแสดงในภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 แสดงแผนภูมิการสร้างเครื่องมือวัด

จากภาพประกอบ 13 เป็นการแสดงขั้นตอนวิธีการสร้าง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชา
คณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้าง เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วัดพฤติกรรมทาง
คณิตศาสตร์ 4 ทักษะ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาหาข้อบกพร่องในแบบแผนการตอบ
ข้อสอบของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวินิจฉัยว่านักเรียนมีความบกพร่องด้านใด และ
สมรรถภาพใด และใช้เป็นเครื่องมือในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของดัชนีของชาได้ ตลอดจน
ประสิทธิภาพในการจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่อง ในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนโดย
ดัชนีของชาได้
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถม
ศึกษาปีที่ 6 หลักสูตร แบบเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช
2521 เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาในการสร้าง ตลอดจนศึกษาทฤษฎี หลักการสร้างแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. การสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร ดำเนินการสร้างดังนี้
 - 3.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดมุ่งหมายทั่วไปของวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อ
วิเคราะห์จุดมุ่งหมายทั่วไป เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective) ซึ่งเป็น
จุดประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมใด หรือมีสมรรถภาพด้านใดบ้าง หลังจากเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ โดยพิจารณาพร้อมกับคณะกรรมการวิเคราะห์หลักสูตรจำนวน 5 คน
 - 3.2 คณะกรรมการวิเคราะห์หลักสูตร หรือผู้เชี่ยวชาญร่วมกันวิเคราะห์หลักสูตรด้าน
เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ต้องการจะวัด ว่าแต่ละเนื้อหาจะวัดพฤติกรรมด้านใด และเป็นจำนวนเท่าไร
เพื่อให้ชัดเจน ดูภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 แสดงแผนผังการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

4. เขียนข้อสอบถามเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ซึ่งจะวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ด้านการคิดคำนวณ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้และด้านการวิเคราะห์ สร้างเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกจำนวน 102 ข้อเพื่อคัดเลือกให้เหลือ 60 ข้อ

5. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผล พิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อว่าวัดตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ เป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ ซึ่งความเที่ยงตรงนี้ถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดของแบบทดสอบ (Lazarus, 1981:40) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อ

6. นำแบบทดสอบไปทดลองสอบ (Try Out) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 542 คน เพื่อคัดเลือกข้อสอบจากที่สร้างขึ้นทั้งหมดจำนวน 102 ข้อ และคัดเลือก ปรับปรุง หรือตัดทิ้งในข้อสอบบางข้อ หรือตัวเลือกบางตัว ข้อที่ไม่น่ามีคุณภาพก็ต้องตัดทิ้ง (Henrysson, 1971:30) และดำเนินการหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ตามลำดับขั้นดังนี้

6.1 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ โดยให้คะแนนระบบ 1 และ 0 ถ้านักเรียนตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

6.2 วิเคราะห์ข้อสอบด้วยเทคนิค 27 เปอร์เซนต์ของกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความยากมาตรฐานของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ตารางของจุง เต ฟาน (Chung Teh Fan. 1952: 1-32)

6.3 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย พิสัยอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80, และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถือว่าเป็นแบบทดสอบที่ดี มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการศึกษาได้ (Ebel 1972:399)

6.4 คัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้จำนวน 60 ข้อ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษา

6.5 นำแบบทดสอบไปหาค่าความเชื่อมั่น

7. พิมพ์แบบทดสอบตามจำนวนที่ต้องการ

8. สร้างคู่มือดำเนินการสอบ

คุณภาพเครื่องมือ

คุณภาพของแบบทดสอบที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องจำนวนและตัวเลข และสมการ การแก้สมการ ที่ผู้ศึกษาได้สร้างขึ้นเองจำนวน 60 ข้อ ได้นำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 542 คนซึ่งปรากฏผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. พิสัยความยากง่ายของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.80 (ภาคผนวก)
2. พิสัยค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.72(ภาคผนวก)
3. พิสัยความยากมาตรฐาน (Δ) ของแบบทดสอบมีค่าระหว่าง 9.6 ถึง 16.00 (ภาคผนวก)

4. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ด้านเนื้อหาและโครงสร้าง โดยใช้วิธีการหาความเที่ยงตรงเชิงพื้นผิว (Face Validity) หรือการหาโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าพิสัยระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 (ภาคผนวก)

5. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยใช้สูตรของคูเคอร์และริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (KR-20) มีค่าความเชื่อมั่น 0.8837 ถือว่ามีคุณภาพ ซึ่งปกติแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .80 ขึ้นไป (Bloom. 1981 : 78)

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

เพื่อให้การเก็บข้อมูลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ศึกษาจึงดำเนินการเก็บข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมตัวก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 1.1 ทำหนังสือถึงผู้บริหารโรงเรียนที่จะใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง พร้อมขอความร่วมมือ แจ้งวัตถุประสงค์ ทั้งกำหนดวัน เวลา วิชาที่จะสอบ และชั้นที่จะสอบ
 - 1.2 ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้วัดคือแบบทดสอบดูความเรียบร้อย
 - 1.3 การเตรียมอุปกรณ์ เช่น จำนวนแบบทดสอบ ต้องเตรียมให้มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่จะสอบ 5 เปอร์เซ็นต์เสมอ ตลอดจนจัดเตรียมปากกา ดินสอ สำรองให้นักเรียนด้วย
 - 1.4 ทำความเข้าใจกับผู้ช่วยดำเนินการสอบให้เข้าใจตรงกัน
2. ระหว่างการเก็บข้อมูล
 - 2.1 ไปถึงสถานที่สอบในวันที่สอบ และก่อนเวลาสอบ
 - 2.2 แจ้งวัตถุประสงค์การสอบและพูดให้นักนำใจผู้สอบ
 - 2.3 อธิบายคำชี้แจงในการสอบให้นักเรียนเข้าใจทุกคน
3. หลังการสอบ
 - 3.1 เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนส่งกระดาษคำตอบพร้อมข้อสอบ
 - 3.2 ก่อนให้นักเรียนออกจากห้องสอบ ควรกล่าวคำชมเชยและขอบคุณนักเรียนที่ตั้งใจทำข้อสอบเป็นอย่างดี ซึ่งจะเป็นการสร้างทัศนคติที่ดีในการสอบให้นักเรียน
 - 3.3 นำผลการสอบมาวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ ตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา และสมมติฐานของการศึกษา

ลำดับขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษา มีลำดับขั้นตอนดังนี้

- 2.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน คือค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการสอบของนักเรียน
- 2.2 หาค่าดัชนีของชาโต้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้สูตรของดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และสูตรดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C^*_i)
- 2.3 หาค่าดัชนีของชาโต้ของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_i) และสูตรดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C^*_i)
- 2.4 หาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของข้อสอบกับนักเรียน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของชาโต้ (Disparity Coefficient : D^*)
- 2.5 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของข้อสอบโดยใช้สูตร KR-20
- 2.6 หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้กับคะแนนรวม และระหว่างดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้กับคะแนนรวม โดยใช้สูตรของเพียร์สัน โพรดัคัมเมนต์ (Pearson Product Moment)
- 2.7 ทดสอบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพของดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_i) กับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C^*_i) โดยใช้สูตรของ ฮอทเทลลิง (Hotelling :1940)
- 2.8 ทดสอบความแตกต่างระหว่างจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบจากสูตรดัชนีบ่งชี้ของชาโต้และสูตรดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ ใช้สูตร Z-Proportions.

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. ค่าสถิติพื้นฐาน คือคะแนนเฉลี่ย ค่าขึ้นเฉลี่ย ความยากเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 60 และ 64)

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum fx}{\sum f}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum fx$ แทน ผลรวมทั้งหมดของความถี่คะแนน
 $\sum f$ แทน ผลรวมทั้งหมดของความถี่มีค่าเท่ากับจำนวนข้อมูลทั้งหมด

$$\text{สูตร} \quad S = \sqrt{\frac{N \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\bar{X}$ แทน คะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum fx$ แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
 $\sum fx^2$ แทน ผลรวมของคะแนนกำลังสองของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
 $(N-1)$ แทน จำนวนตัวแปรอิสระ (Degree of Freedom)
 N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2. วิเคราะห์เครื่องมือวัดหรือแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ เปิดค่าตารางหาค่า P , r และ Δ ของ จงูเต ฟาน

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร 20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (KR-20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 168)

$$r_{tt'} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ $r_{tt'}$ คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n คือ จำนวนข้อสอบที่ใช้วัด
 S_t^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบฉบับนั้น
 p คือ สัดส่วนของคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
 q คือ สัดส่วนของคนที่ตอบผิดในแต่ละข้อ มีค่า $(1-p)$

4. หาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับนักเรียน (Disparity Coefficient : D^*) (Sato. 1980 : 16)

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

- เมื่อ D^* คือ สัมประสิทธิ์ความไม่สอดคล้องของแบบทดสอบกับนักเรียน
 N คือ จำนวนนักเรียน
 n คือ จำนวนข้อสอบ
 $\bar{p}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ

$$\frac{1}{Nn} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n x_{ij}$$

- x_{ij} คือ คะแนนการสอบของนักเรียนคนที่ 1 ข้อสอบข้อที่ j
 M คือ $\sqrt{Nn} + .5$
 $D_B(M)$ คือ จำนวนความเป็นอิสระของ M ซึ่งหาได้จากการเปิดค่าตารางสำเร็จ (ภาคผนวก)

5. ดัชนีบ่งชี้นักเรียนของชาโต้ (Caution Index) (Harnisch and Linn. 1982 : 8)

$$C(S_1) = \frac{\sum_{j=1}^{n_1} (1 - U_{1j})n_{.j} - \sum_{j=n_1+1}^J U_{1j}n_{.j}}{\sum_{j=1}^{n_1} n_{.j} - n_{1.} \left(\sum_{j=1}^J \frac{n_{.j}}{J} \right)}$$

- เมื่อ i คือ 1, 2, 3, ... , I ดัชนีของนักเรียน
 j คือ 1, 2, 3, ... , J ดัชนีของข้อสอบ
 U_{ij} คือ $\begin{cases} 1 \text{ คะแนน ถ้านักเรียนคนที่ } i \text{ ตอบข้อสอบข้อที่ } j \text{ ถูก} \\ 0 \text{ คะแนน ถ้านักเรียนคนที่ } i \text{ ตอบข้อสอบข้อที่ } j \text{ ผิด} \end{cases}$
 $n_{1.}$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ 1
 $n_{.j}$ คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อที่ j ถูก
 $C(S_1)$ คือ ดัชนีบ่งชี้นักเรียนของชาโต้

6. ดัชนีบ่งชี้นักเรียนที่ปรับแก้ของชาโต้ (Modified Caution Index) หรือ $C^*(S_i)$
(Harnisch and Linn. 1982 : 9)

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

เมื่อ	i	คือ	1, 2, 3, ..., I	ดัชนีของผู้สอบ
	j	คือ	1, 2, 3, ..., J	ดัชนีของข้อสอบ
	U_{ij}	คือ	$\begin{cases} 1 & \text{ถ้า นักเรียนคนที่ } i \text{ ตอบข้อสอบข้อที่ } j \text{ ถูก} \\ 0 & \text{ถ้า นักเรียนคนที่ } i \text{ ตอบข้อสอบข้อที่ } j \text{ ผิด} \end{cases}$	
	$n_{.j}$	คือ	จำนวนการตอบถูกของนักเรียนในข้อสอบข้อที่ j ของคนในกลุ่ม	
	$n_{i.}$	คือ	คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ i	

7. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวม ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1)
และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_i) โดยใช้สูตร (Ferguson. 1981 : 112 - 114)

$$r = \frac{N \sum XY - X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r	คือ	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	คือ	คะแนนรวม หรือดัชนีของชาโต้ในชุดที่ 1
	$\sum Y$	คือ	คะแนนรวม หรือดัชนีของชาโต้ในชุดที่ 2
	$\sum X^2$	คือ	ผลรวมของคะแนนรวม หรือดัชนีของชาโต้ชุดที่ 1 แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	คือ	ผลรวมของคะแนนรวม หรือดัชนีของชาโต้ชุดที่ 2 แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	คือ	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
	N	คือ	จำนวนนักเรียน

8. ทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนรวม และดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ กับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนรวมและดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ โดยใช้สูตรของชอทเทลลิง (Guildford 1965 : 190; Citing Hotelling : 1940)

$$t_{d_r} = (r_{12} - r_{13}) \sqrt{\frac{(N-3)(1+r_{23})}{2(1-r_{23}^2 - r_{12}^2 - r_{13}^2 + 2r_{23}r_{12}r_{13})}}$$

เมื่อ	r_{12}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมกับดัชนีบ่งชี้ของชาโต้
	r_{13}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมกับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้
	r_{23}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้กับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้
	$(N-3)$	แทน	ขั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)
	N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

9. ทดสอบความแตกต่างระหว่างจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ จากสูตรดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และสูตรดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ โดยใช้สูตร Z-Proportions. (Ferguson. 1981 : 186)

$$Z = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{Pq [(1/N_1) + (1/N_2)]}}$$

$$\text{เมื่อ } P = \frac{F_1 + F_2}{N_1 + N_2}$$

$$q = (1 - P)$$

- P_1 คือ สัดส่วนของนักเรียนที่บกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ
จากการคำนวณโดยสูตรดัชนีบ่งชี้ของซาโต้
- P_2 คือ สัดส่วนของนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบ
ข้อสอบ จากการคำนวณโดยสูตรดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของซาโต้
- F_1 คือ จำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ
จากการคำนวณด้วยสูตรดัชนีบ่งชี้ของซาโต้
- F_2 คือ จำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ
จากการคำนวณด้วยสูตรดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของซาโต้
- N คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่สอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อจะเปรียบเทียบประสิทธิภาพของดัชนีสองดัชนี ซึ่งเป็นดัชนีที่เป็นผลเนื่องมาจาก การวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน ด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี คือ ดัชนีบ่งชี้ของชาโดและดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด ว่าดัชนีใดมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบได้ดีกว่ากัน ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
$\bar{x}$	แทน ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์
SD	แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
C_i	แทน ดัชนีบ่งชี้ของชาโดของนักเรียนแต่ละคน
$\bar{C}_i$	แทน ค่าเฉลี่ยของดัชนีบ่งชี้ของชาโด
C_i^*	แทน ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด
$\bar{C}_i^*$	แทน ค่าเฉลี่ยดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด
D^*	แทน สัมประสิทธิ์ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับนักเรียน
$D_B(M)$	แทน จำนวนความเป็นอิสระของ M (เปิดตารางภาคผนวก)
r_{xy}	แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
r_{tt}	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
IOC	แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
r_{xc}^*	แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมกับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด
r_{xc}	แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมกับดัชนีบ่งชี้ของชาโด
r_{cc}^*	แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโดกับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด

- A แทน กลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนรวมมากกว่าร้อยละ 50 และไม่มีควมบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ
- B แทน กลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนรวมมากกว่าร้อยละ 50 และมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ
- C แทน กลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนรวมไม่เกินร้อยละ 50 และไม่มีควมบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ
- D แทน กลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนรวมไม่เกินร้อยละ 50 และมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ
- T_i แทน คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน
- % แทน ร้อยละของการตอบข้อสอบถูกของนักเรียนแต่ละคน
- SGN แทน สัญลักษณ์ในการแปลความหมายการวินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียน ซึ่งแบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ A, B, C และ D

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจะเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมายและสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน

- 1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนรวม หรือคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์
- 1.2 ค่าดัชนีบ่งชี้ของชาได้ (C_i)
- 1.3 ค่าดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาได้ (C^*_i)

2. เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาได้ (C_i) กับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาได้ (C^*)

2.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างคะแนน, ดัชนีบ่งชี้ของชาได้ (C_i) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาได้

2.2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนกับดัชนีบ่งชี้ของชาได้ (r_{xc}) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนกับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาได้ (r_{xc^*})

3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่อง ในแบบแผนการตอบข้อสอบ ระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้

3.1 วินิจัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน โดยอาศัยค่าของดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) เป็นเกณฑ์ในการจำแนกนักเรียน

3.2 วินิจัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน โดยอาศัยค่าของดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1') เป็นเกณฑ์ในการจำแนกนักเรียน

3.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกจำนวนนักเรียนที่บกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน ระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1') คือ นักเรียนกลุ่ม B และ D

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน

จากการนำคะแนนผลการสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 392 คน แล้วแยกวิเคราะห์ผลตามค่าของคะแนนรวม ค่าดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และค่าดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ ปรากฏผลว่าได้ค่าสถิติ พื้นฐานดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนรวม ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้

แบบทดสอบ	N	n	คะแนนรวม		ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้		ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้	
			$\bar{X}$	SD	$\bar{C}_1$	SD	$\bar{C}_1'$	SD
คณิตศาสตร์	392	60	32.2219	9.3147	0.5103	0.1637	0.2577	0.0822

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า การวิเคราะห์ผลการสอบ โดยการพิจารณาคะแนนรวม นักเรียนจะได้คะแนนเฉลี่ยเกิน 50 % ของคะแนนเต็มคือ ได้คะแนนเฉลี่ย 32.2219 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่าง

กันมากพอสมควร ซึ่งพิจารณาจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 9.1347 แต่ถ้าพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ โดยพิจารณาแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน จะเห็นว่า นักเรียนโดยเฉลี่ยจะมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ เพราะค่าดัชนีบ่งชี้ของชาโต้มีค่า .5163 คือมีค่ามากกว่าเกณฑ์ .50 แต่ถ้าพิจารณาจากค่าดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1^*) จะเห็นว่านักเรียนโดยเฉลี่ยจะ ไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ เพราะค่าดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1^*) มีค่า 0.2577 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์คือ .30 และค่าดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของนักเรียนโดยรายบุคคล ไม่แตกต่างกันมาก เพราะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีเพียง 0.0822

2. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของดัชนีของชาโต้ (C_1) กับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1^*)

ประสิทธิภาพของดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ จะพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละดัชนีกับคะแนนรวม ดังค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation) ระหว่างคะแนนรวม (X_1) ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1^*)

ตัวแปร	C_1	C_1^*	X_1
1. ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1)	--	.9955**	-0.0929
2. ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1^*)		—	-0.1157
3. คะแนนรวม (X_1)			—

**P ระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ มีความสัมพันธ์กันทางบวกสูงมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนดัชนีบ่งชี้ของชาโต้และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ ทั้งสองดัชนีมีความสัมพันธ์กับคะแนนรวมในทางลบและมีค่าน้อยมาก และสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโด้และคะแนนรวมมีค่า -0.0929 ซึ่งเป็นค่าใกล้เคียงศูนย์มากกว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด้กับคะแนนรวม ดังนั้นทำให้ลักษณะการแจกแจงของค่าดัชนีบ่งชี้ของชาโด้ มีลักษณะเป็นโค้งปกติ (Normal curve) มากกว่าการแจกแจงของดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด้ (Walpole. 1983 : 340)

การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของดัชนีบ่งชี้ของชาโด้ (C_i) ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด้ (C_i') กับคะแนนรวม (X_i)

จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโด้ ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด้ และคะแนนรวม ในตาราง 4 ต้องการทราบว่า ความสัมพันธ์ของดัชนีของชาโด้ทั้งสองกับคะแนนรวม มีความแตกต่างกันจริงหรือไม่ทางสถิติ จึงทำการทดสอบความแตกต่างดังตาราง 5

ตาราง 5 ทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คะแนนรวม และดัชนีบ่งชี้ของชาโด้ กับคะแนนรวม และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด้

N	n	r_{xc}	$r_{xc'}$	$r_{cc'}$	t
392	60	-0.0929	-0.1157	0.9955	4.9009^{**}

** ระดับนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 5 แสดงว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของดัชนีบ่งชี้ของชาโด้กับคะแนนรวม (r_{xc}) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด้กับคะแนนรวม ($r_{xc'}$) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือดัชนีของชาโด้ทั้งสองดัชนีมีความสัมพันธ์กับคะแนนรวมแตกต่างกัน หรือค่าฟังก์ชันของความแปรปรวนในการแจกแจงข้อมูลของดัชนีทั้งสองของชาโด้มีความแตกต่างกัน (Harnisch and Linn. 1983 : 13)

3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ โดยใช้ค่าดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้เป็นเกณฑ์

การวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน จะจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้เกณฑ์สองเกณฑ์ในการจำแนก คือ ระดับความสามารถในการตอบข้อสอบของนักเรียน และดัชนีของชาโต้ ซึ่งมี 2 เกณฑ์ ดังตาราง 6, 7

ตาราง 6 การวินิจฉัยกลุ่มนักเรียนที่ความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบโดยใช้เกณฑ์ของดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1)

		ไม่บกพร่อง	บกพร่อง
สูง 50% ต่ำ	สูง	A (121)	B (93)
	ต่ำ	C (84)	D (94)
		0.50	

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้เกณฑ์ความสามารถในการตอบข้อสอบของนักเรียนคือ 50% และดัชนีบ่งชี้ของชาโต้คือ .50 จะสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่ม A มีความสามารถในการตอบข้อสอบสูง และไม่บกพร่องในแบบแผนการตอบ มีจำนวน 121 คน กลุ่ม B เป็นกลุ่มที่มีความสามารถสูง แต่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ นั่นคือ คะแนนที่ได้ของกลุ่ม B อาจจะมีคะแนนที่มีความคลาดเคลื่อนรวมอยู่มาก กลุ่ม B มีจำนวน 93 คน กลุ่ม C กลุ่มที่มีความสามารถต่ำและต่ำจริง ไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ จำนวน 84 คน และกลุ่ม D เป็นกลุ่มที่มีความสามารถต่ำและแบบแผนการตอบข้อสอบยังบกพร่อง มีจำนวน 94 คน

ตาราง 7 การวินิจฉัยนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ โดยใช้เกณฑ์ของดัชนี บ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1^*)

		ไม่บกพร่อง	บกพร่อง
		0.30	
สูง 50%	สูง	A (168)	B (46)
	ต่ำ	C (133)	D (45)

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1^*) เป็นเกณฑ์ในการจำแนกกลุ่มนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ จะจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่ม A, B, C และ D มีจำนวน 168, 46, 133 และ 45 คนตามลำดับ

จากการจำแนกนักเรียนเพื่อวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนโดยใช้ดัชนีทั้งสองของชาโต้ คือ ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ ในตาราง 6 และ 7 จะเห็นว่านักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ได้แก่กลุ่ม B และ D แต่ยังไม่ได้ว่าดัชนีทั้งสองดัชนีจำแนกนักเรียนได้แตกต่างกันจริง ดังนั้นจึงทำการเปรียบเทียบว่าดัชนีทั้งสองมีประสิทธิภาพในการจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบได้จำนวนคนที่แตกต่างกันจริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ดังตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบโดยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1^*)

ดัชนี	N	กลุ่ม B	กลุ่ม D	กลุ่ม (B+D)	Z
ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้	392	93	94	187	7.1912**
ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้	392	46	45	91	
		4.4444**	4.6296**		

**P < .01

จากตาราง 8 แสดงว่า จำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ซึ่งใช้ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือก ได้ค่า $Z = 7.1912$ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าดัชนีทั้งสองมีประสิทธิภาพในการจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ในทำนองเดียวกัน ถ้าเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนรวมสูงกว่า 50 % ของคะแนนรวมคือ กลุ่ม B โดยใช้ดัชนีทั้งสองเป็นเกณฑ์ในการจำแนกกลุ่มนักเรียน พบว่าค่า $Z = 4.4444$ แสดงว่าดัชนีทั้งสองจำแนกจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบได้แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และถ้าเปรียบเทียบกลุ่มที่ได้คะแนนรวมน้อยกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนรวม พบว่าค่า $Z = 4.6296$ แสดงว่าดัชนีทั้งสอง จำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของกลุ่มที่ได้คะแนนรวมต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นกัน ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) มีความสามารถในการจำแนกความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนได้ มากกว่าดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ จึงเป็นเหตุผลหนึ่งในการพิจารณาถึงประสิทธิภาพของดัชนีของชาโต้ทั้งสองดัชนี เพื่อเลือกใช้ดัชนีใดดัชนีหนึ่งในการสร้างโปรไฟล์ สำหรับวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน

การเสนอเส้นภาพหรือโปรไฟล์ (Profile)

ในการเสนอโปรไฟล์ เพื่อวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน ดัชนีของชาโต้ที่ถูกเลือกใช้ในการสร้างโปรไฟล์ คือ ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) ด้วยเหตุผลสองประการ คือ เป็นดัชนีที่มีการแจกแจงของค่าของดัชนีมีลักษณะเป็นโค้งปกติมากกว่า (ตาราง 4) และ เป็นดัชนีที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบได้มากกว่า (ตาราง 8) การเสนอโปรไฟล์จะเสนอในรูปแบบการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคลด้วยทฤษฎีเส้นโค้ง เอส-ที และดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ จะเป็นตัวบ่งชี้ความบกพร่อง ดังตาราง 9

	T	X	C	SGN
221011012125045415054652410003434312255454345342105032332313				
928752517060642337219054664190895845849267518600733871243391				

[illegible]

	T	Z	C	SQN
221011012125045415054652410003434312255454345342105032332313	37	62	0.54	B
928752517060642337219054664190895845849267518600733871243391	36	60	0.40	A
11111010111111101010100111101011101110010000100100101010	36	60	0.53	B
111110000111111011111011100011100001011000010100000	36	60	0.63	B
11110111011100010101111011010011101101100110000010	36	60	0.77	B
111101110111100101010000101011101110110110100001110	36	60	0.45	A
11111110011010111100111110101110110110100000000	36	60	0.60	B
1110110111111010111011010100011010001101011010100	36	60	0.50	A
1101111111111001111000100010100111011101000101000100	36	60	0.65	B
11110101011011101101101111000111001001100100110001000	36	60	0.53	B
1111011111111110010101110010001110110011010011000001	36	60	0.44	A
111111101110111100111010111101000011011001010000010	36	60	0.38	A
1101111111111001111110011001100110100110010000000	36	60	0.36	A
011111111111100110011001111110111000100100000010000	36	60	0.48	A
1101111011111110111011001100110000010001010110001010	36	60	0.33	A
11111111111010111010110100111110000111001000000000	36	60	0.28	A
11111111111111100101110001110001011000011000000100	36	60	0.41	A
111111111010101111101011110001110010010000101001000	36	60	0.53	B
11111110111111111001110110010001110011110010010100000	36	60	0.34	A
101111110111011010101010110110011010100001010000010	35	58	0.57	B
111111111100010100111000110011101101000010011010001	35	58	0.55	B
11101100111111110101000101001101110110011010000100	35	58	0.57	B
1111111111010111001000111111110010100011000110010000	35	58	0.46	A
1110111111011011100100101100110011100110001010000	35	58	0.53	B
111111111101101110010011110000110100100010011000011	35	58	0.45	A
1111111110111101111101010100110000100000010001000	35	58	0.27	A
111111101111101110010101011100001011101101000000	35	58	0.43	A
1111111100101011100111101101110110100001011000000	35	58	0.43	A
11110111111101110111010101110001000100000010000	35	58	0.38	A
11111111111101011100011110001100010001000100000	35	58	0.32	A
11111111111111110011000111100110001000100000000	35	58	0.29	A
110111111011011110111101010101011011010000100000	34	57	0.52	B

ตาราง 9 (ต่อ)

	2	2	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	3	4	3	1	2	2	5	5	4	5	4	3	4	5	3	4	2	1	0	5	0	3	2	3	2	3	1	3	T	X	C	SON																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
225	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	T	%	C	SGN
221011012125045415054652410003434312255454345342105032332313				
928752517060642337219054664190895845849267518600733871243391				

[illegible]

221011012125045415054652410003434312255454345342105032332313	T	%	C	SGN
9287525170606423337219054664190895845849267518600733871243391				

[illegible]

6 JUL 69 (ON)

[illegible]

Disparity Coefficient (D) = 0.5094

Reliability Coefficient (KR-20) = 0.8665

Reliability Coefficient (KR-21) = 0.8421

Reliability Coefficient (Alpha) = 0.8665

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนด้วย เทษฎีเส้นโค้ง เอส-พี โดยวิเคราะห์เป็นรายบุคคล ว่าแต่ละคนมีแบบแผนการตอบเป็นไปตาม แบบแผนของคนทั่วไปหรือไม่ โดยจะมีดัชนีของชาโต้เป็นตัวบ่งชี้ จากโปรไฟล์ จะเห็นได้ว่า คะแนนรวมของนักเรียนทั้งหมด 392 คน มีค่าพิสัยระหว่าง 9 ถึง 56 คะแนน และค่าพิสัยของ ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_I) มีค่าอยู่ระหว่าง .10 ถึง 1.21 จากค่าดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ จะเห็นว่า จำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบ 187 คน กลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนรวมมากกว่าร้อยละ 50 และมีความบกพร่องจำนวน 93 คน กลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนรวมไม่เกินร้อยละ 50 และมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบคือกลุ่ม D มีจำนวน 94 คน การแปลผลใช้สัญลักษณ์ ในการแปลผลการวินิจฉัยโดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ A, B, C และ D กลุ่มที่มีความบกพร่อง คือกลุ่ม B และ D และกลุ่มที่ไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบคือกลุ่ม A และ C

ในการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบและกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนที่ศึกษามีความสัมพันธ์และเหมาะสมกันอยู่ในเกณฑ์ที่ปกติ คือค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง มีค่า 0.5094 ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์คือ 0.60 แสดงว่า แบบทดสอบกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษามีความเหมาะสมกัน

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ในการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1')
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ในการจำแนกจำนวนนักเรียนที่บกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ จากการวิเคราะห์ผลการสอบระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้
3. เพื่อสร้างเส้นภาพ(Profile)วินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียนจากการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบด้วยทฤษฎีเส้นโค้ง เอส-ที และดัชนีของชาโต้ ผู้ตรวจที่มีประสิทธิภาพสูง

สมมติฐานของการวิจัย

1. ประสิทธิภาพในการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบในระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้แตกต่างกัน
2. จำนวนนักเรียนที่บกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ จากการจำแนกโดยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ กับดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ จะมีจำนวนที่แตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชาย และหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จังหวัดเชียงใหม่ จำนวนนักเรียน 392 คน ซึ่งเลือกกลุ่มมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ให้นักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องจำนวนและตัวเลข, สมการและการแก้สมการ หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. ซึ่งผู้ศึกษาสร้างขึ้นเอง พฤติกรรมที่วัดด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) ลักษณะของแบบทดสอบ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้มีดังนี้

1. วางแผนดำเนินการสอบ ติดต่อโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความร่วมมือในการนำเครื่องมือไปสอบ กำหนด วัน เวลา วิชา และชั้นที่สอบ
2. การเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น จำนวนแบบทดสอบต้องให้มากกว่านักเรียน กลุ่มตัวอย่าง 5 % เสมอ
3. ตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบทดสอบทุกฉบับ
4. ดำเนินการสอบ แจ้งวัตถุประสงค์ของการสอบและพูดแนะนำจิตใจผู้สอบ อธิบายคำชี้แจงในการสอบให้นักเรียนเข้าใจทุกคน และดำเนินการสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ เวลาที่ใช้ 80 นาที
5. นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติตามทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจะเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล และผลการวิเคราะห์ตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา และสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_i) และดัชนีที่บ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_i')
 - 1.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมกับดัชนีบ่งชี้ของชาโต้และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้
 - 1.2 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมกับดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (r_{xc}) และคะแนนรวมกับดัชนีที่ปรับแก้ของชาโต้ ($r_{xc'}$)

2. เปรียบเทียบประสิทธิภาพ การวินิจฉัยนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ด้วยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้

2.1 การจำแนกกลุ่มนักเรียนที่มีความบกพร่อง ในแบบแผนการตอบข้อสอบ ด้วยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้

2.2 การจำแนกกลุ่มนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบด้วยดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้

2.3 เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ซึ่งเข้าเกณฑ์ค่าดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ตัดสิน

3. การสร้างเส้นภาพ (Profile) วินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียน โดยวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนด้วยทฤษฎีเส้นโค้ง เอส-พี และดัชนีบ่งชี้ของชาโต้

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ พบว่า ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ทั้งสองดัชนีมีประสิทธิภาพในการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านความสัมพันธ์ของคะแนนรวมกับค่าดัชนีของชาโต้ทั้งสองดัชนี พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางลบ และเป็นความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือไม่มีความสัมพันธ์กัน ระหว่างคะแนนรวมกับดัชนีของชาโต้ทั้งสองดัชนี ด้านค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมกับดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่าใกล้เคียงศูนย์มากที่สุด คือมีค่า -0.0929 นั่นคือ พลังขึ้นของความแม่นยำในการแจกแจงของดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) มีค่าใกล้เคียงศูนย์ หรือมีลักษณะเป็นโค้งปกติ (Normal Curve) ดังนั้น ดัชนีที่ถูกเลือกใช้สำหรับการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน คือ ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1^*) มีค่า .9955 แสดงว่าดัชนีทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หรือดัชนีทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในทางบวก

2. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ในการจำแนกจำนวนนักเรียน ที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน ระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ พบว่าดัชนีทั้งสองมีประสิทธิภาพในการจำแนกและวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) มีประสิทธิภาพในการจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบได้ มากกว่าดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้

ถ้าพิจารณาจากกลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนสูง หรือได้คะแนนรวมมากกว่า 50 % ของคะแนนเต็มคือกลุ่ม B ของทั้งสองดัชนี พบว่า ดัชนีทั้งสองมีประสิทธิภาพ ในการจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่อง ในแบบแผนการตอบข้อสอบได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) มีประสิทธิภาพในการจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบได้มากกว่าดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1')

ในทำนองเดียวกัน ถ้าพิจารณาจากกลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนรวมไม่เกิน 50 % ของคะแนนเต็ม พบว่า ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) มีประสิทธิภาพในการจำแนกจำนวนความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนได้มากกว่าดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกเช่นกัน

3. การเสนอเส้นทาง (Profile) เพื่อวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคล ด้วยทฤษฎีเส้นโค้ง เอส-พี และดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ ซึ่งเป็นสูตรที่ถูกเลือกว่ามีลักษณะการแจกแจงของดัชนีมีความเป็นโค้งปกติมาก และเป็นดัชนีที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนได้ดี จากการศึกษาพบว่าดัชนีของนักเรียนกลุ่มนี้มีค่าระหว่าง .10 ถึง 1.21 นักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบมีทั้งหมด 187 คน นักเรียนที่ได้คะแนนรวมสูงมากกว่า 50 % ของคะแนนเต็มและมีความบกพร่องหรือกลุ่ม B มีจำนวน 93 คน นักเรียนที่ได้คะแนนรวมไม่เกินร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และมีความบกพร่องหรือกลุ่ม D มีจำนวน 94 คน นักเรียนที่ได้คะแนนรวมสูงและไม่บกพร่องหรือกลุ่ม A มีจำนวน 121 คน และนักเรียนที่ได้คะแนนรวมน้อยกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มและไม่บกพร่องหรือกลุ่ม D มีจำนวน 84 คน นั่นคือนักเรียนที่ไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบทั้งหมด มีจำนวน 205 คน

จากการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบและนักเรียน ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Dispority Coefficient) มีค่า .5094 แสดงให้เห็นในการศึกษาครั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้ศึกษามีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา เพราะค่า D^* น้อยกว่า .60 ดังนั้น การแปลผลการศึกษา จึงกล่าวได้อย่างมั่นใจ

การอภิปรายผล

1. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบระหว่างดัชนีบ่งชี้ของชาโดว์ (C_1) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโดว์ (C_1^*) พบว่าดัชนีของชาโดว์ทั้งสองดัชนีมีประสิทธิภาพ ในการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบได้ แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หมายความว่า การแจกแจงของข้อมูลโดยดัชนีบ่งชี้ของชาโดว์ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโดว์ (C_1^*) จะมีลักษณะการแจกแจงของข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยที่ดัชนีบ่งชี้ของชาโดว์ (C_1) จะมีการแจกแจงของข้อมูลมีลักษณะเป็นโค้งปกติ (Normal Curve) มากกว่า การแจกแจงของดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโดว์ (C_1^*) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 1 และสอดคล้องกับการศึกษาของแฮนิสและลินน์ (Harnisch and Linn. 1981 : 13) และ แฮนิสและลินน์ (Harnisch and Linn. 1982 : 12) ซึ่งได้ศึกษาการจำแนกประเภทความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของสถาบันการศึกษาแห่งชาติ ในวิชาคณิตศาสตร์และเลขคณิต พบว่าดัชนีของชาโดว์ทั้งสองมีประสิทธิภาพ ในการวินิจฉัยความบกพร่อง ในแบบแผนการตอบข้อสอบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยดัชนีบ่งชี้ของชาโดว์มีลักษณะการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติมากกว่าเช่นกัน

เนื่องจากดัชนีของชาโดว์ทั้งสองดัชนี มีประสิทธิภาพ ในการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบได้แตกต่างกัน ในการเลือกใช้ดัชนี จะพิจารณาจากดัชนีที่มีความแจกแจงของข้อมูล มีลักษณะเป็นโค้งปกติมากกว่า ดังนั้น ในการสร้างโปรแกรมเพื่อวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบในครั้งนี้ จึงเลือกใช้ดัชนีบ่งชี้ของชาโดว์ เป็นดัชนีบ่งชี้ความบกพร่องของนักเรียน

2. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ด้วยดัชนีบ่งชี้ของชาโด (C₁) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด (C₁') พบว่าดัชนีทั้งสองมีประสิทธิภาพในการจำแนกจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่อง ในแบบแผนการตอบข้อสอบ ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2 โดยที่ดัชนีบ่งชี้ของชาโด มีประสิทธิภาพในการจำแนกจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่อง ในแบบแผนการตอบข้อสอบได้มากกว่า ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด (C₁')

เนื่องจากการศึกษาลักษณะเช่นนี้ ยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน แต่จากการที่ดัชนีบ่งชี้ของชาโด (C₁) มีประสิทธิภาพในการจำแนกจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ มากกว่าดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด (C₁') อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสูตรของดัชนีทั้งสอง มีความแตกต่างกัน ในด้านความแปรปรวนร่วม (COVARIANCE) ที่เป็นตัวส่วนของแต่ละดัชนี โดยที่ ดัชนีบ่งชี้ของชาโดจะนำคะแนนการตอบถูกของข้อสอบทุกข้อมาร่วมพิจารณาคิดเป็นค่าเฉลี่ย แต่ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโดจะนำเอาคะแนนการตอบถูกของข้อสอบเป็นบางข้อ โดยตัดข้อที่ง่าย ๆ ออก โดยไม่คำนึงว่าในข้อนั้น ๆ เด็กคนนั้นจะตอบถูกหรือไม่ และจากการพิจารณาคัดตัดของดัชนีทั้งสอง และพิสัยของดัชนีทั้งสอง จะเห็นว่าดัชนีที่บ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโด (C₁') มีโอกาสที่นักเรียนจะมีความบกพร่อง 70 % แต่ดัชนีบ่งชี้ของชาโดมีโอกาสบกพร่อง 50 % แต่จากผลการศึกษาพบว่า ดัชนีบ่งชี้ของชาโด (C₁) กลับสามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบได้มากกว่า ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ผู้วิจัยของสนับสนุน ดัชนีบ่งชี้ของชาโด (C₁) เพื่อใช้ในการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนต่อไป

3. การสร้างเส้นภาพ (Profile) เพื่อวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอล-ที และดัชนีบ่งชี้ของชาโด พบว่าค่าพิสัยของดัชนีมีค่าระหว่าง .10 ถึง 1.21 ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามีค่า 0.5094 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์คือ 0.60 (Sato. 1980 : 16) แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีความเหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาอย่างยิ่ง การแปลผลของการศึกษาครั้งนี้ จึงกล่าวได้ว่า ถูกต้องและเชื่อถือได้ การที่ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ .60 เป็นเรื่องที่ต้องพิจารณา เนื่องจากเครื่องมือที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ผ่านการทดลองใช้มาแล้ว 2 ครั้ง มีค่าความเชื่อมั่น .88 มีค่าความเที่ยงตรง เนื้อหาและโครงสร้างอยู่ในเกณฑ์ที่ดี การศึกษาครั้งนี้

ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของแฮนิช (Harnisch. 1983 : 201) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน เพื่อประยุกต์ใช้ในการศึกษา พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องมีค่า .67 เพราะเครื่องมือที่เขาใช้เป็นแบบสำรวจสภาพทั่ว ๆ ไป และไม่ใช้เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดผลในห้องเรียน (Harnisch. 1983 : 201) แต่การศึกษาค้างนี้ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ผ่านการทดลองใช้ (try out) มาแล้ว จึงทำให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้างนี้ ทำให้ผู้ศึกษาเห็นข้อจำกัด จุดเด่น จุดบกพร่อง และเกิดแนวคิดบางประการ ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้าง ๆ ไป จึงขอเสนอแนะ โดยจะแยกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการนำไปใช้

1.1 ความนำหลักการและวิธีการ วินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ที่วินิจฉัยโดยใช้ทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พีและดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ไปใช้ในโรงเรียน เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องกับการศึกษา เป็นประโยชน์สำหรับผู้สอน ในการสอนซ่อมเสริมนักเรียนที่มีความบกพร่อง โดยใช้ค่าของดัชนีเป็นเกณฑ์การตัดสินความบกพร่อง

1.2 ความนำค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับนักเรียน ไปใช้ควบคู่กับการสอบทุกครั้งภายในโรงเรียน เพื่อจะทำให้แปลผลมีความเชื่อถือได้ การตัดเกรดจะบังเกิดความยุติธรรมแก่เด็ก การแปลผลคะแนนผลสอบของนักเรียนได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ซึ่งวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ก็เป็นวิธีการหาที่สะดวกไม่ยุ่งยากเหมือนวิธีการอื่น ๆ เหมาะที่จะนำไปใช้ในระดับชั้นเรียนมาก

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ เป็นดัชนีที่มีลักษณะคล้ายกับค่าอำนาจจำแนก เนื่องจากสามารถบ่งชี้และจำแนกคนที่มีความบกพร่อง และจำแนกข้อสอบที่มีความบกพร่อง ดังนั้น น่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับการคัดเลือกข้อสอบ โดยใช้ดัชนีบ่งชี้ข้อสอบของชาโต้ ($C(P_j)$) เปรียบเทียบกับการคัดเลือกข้อสอบโดยดัชนีอื่น ๆ เช่น ไปซีเรียล (r_{bis}), Agreement Statistic หรือ Agreement Coefficient ว่าผลการคัดเลือกข้อสอบจะแตกต่างกันหรือไม่

2.2 ในการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง ก่อนทำการทดลอง จะมีการแบ่งกลุ่มทดลอง เพื่อเป็นการควบคุมตัวแปรบางประการ ถ้าใช้ทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พีและดัชนีของชาโต้ ในการแบ่งกลุ่มนักเรียนก่อนทำการทดลอง โดยนำเฉพาะกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบในเรื่องนั้น ๆ มาศึกษา ซึ่งจะทำให้ได้กลุ่มที่ศึกษามีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จะทำให้ผลการศึกษานั้น ๆ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.3 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความมั่นใจ หรือความเชื่อมั่นเกี่ยวกับทฤษฎี เส้นโค้งเอส-พี และดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ โดยนำทฤษฎี และดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ไปศึกษากับกลุ่มนักเรียนที่เราทราบว่ามีความบกพร่องในแบบแผนการตอบจริง หรือ กลุ่มนักเรียนที่ถูกตัดสินว่ามีความบกพร่องจากแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อเป็นการศึกษาว่า ทฤษฎีเส้นโค้ง เอส-พี และดัชนีของชาโต้ สามารถวินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียนได้จริงหรือไม่

2.4 ควรศึกษาเปรียบเทียบความลำเอียงของข้อสอบ ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับนักเรียน ของทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี และทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) ว่าแตกต่างกันหรือไม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- เดียนใจ เกตุษา. การสร้างแบบทดสอบ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. พิมพ์ครั้งที่ 3.
กรุงเทพฯ : ศูนย์อักษรกิจ, 2529.
- ฉันทน์ สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :
วิศุทธิ์เพาเวอร์พอยท์จำกัด, 2528.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. คู่มือการสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2526.
- สงวน ลักษณะ. "ความสามารถเกี่ยวกับการตอบข้อสอบ", วารสารการวัดผลการศึกษา. 4 :
47 - 54, 88 - 93; พฤษภาคม - สิงหาคม 2525.
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. "การพัฒนาทฤษฎีเลแทนเทรทเพื่อวิเคราะห์ข้อสอบ", วารสาร
การวัดผลการศึกษา. 7 : 41 - 68; มกราคม - เมษายน 2529.
- สุนันท์ ศลโกสม. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์วิชาภาษาไทยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยทฤษฎี
การทดสอบดั้งเดิม คำนวณน้ำหนักของข้อสอบ และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ.
ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2530. อิศสำเนา.
- อังคณา สายยศ. "การกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์",
วารสารการวัดผลการศึกษา. 3(3) : 70 - 84; มกราคม - เมษายน 2525.
- Aiken, Lewis R. "Testing with Multiple-Choice Item," Journal of
Research and Development in Educational and Psychological
Measurement. 45 : 523 - 534; Autumm. 1985.
- Birenbaum, Menucha. "Comparing the Effectiveness of Several IRT
Based Appropriateness Measures in Detecting Unusual Response
Patterns," Educational and Psychological Measurement. 45 :
523 - 534; Authumm. 1985.
- Birenbaum, Menucha and Kikumi K. Tatsuoka. "The use of Information
form Wrong Response in Measuring Students' Achivement,"
Resources in Education. 16(10) : 196; October, 1981.

- Bloom, Benjamin S. and others. Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York : McGraw-Hill, Inc., 1971.
- _____. Evaluation to Improve Learning. New York : McGrawill Book Company, 1981.
- Bracht, Glenn, Kenneth D. Hopkins and Julian C. Stanly Comp. Perspectives in Educational and Psychological Measurement. New Jersey : Pretice-Hall Inc., 1972.
- Brown, Ferderick G. Principles of Educational and Psychological Testing. Illinois, The Dryden Press Inc., 1970.
- Brown, J.S. and Burton. R.R. "Diagnostic model for Procedural Bugs in Basic Mathematical Skill," Cognitive Science. 2 : 115 - 192; 1978.
- Brown, J.S. and Kurt Vanlehn. "Repair Theory : A Generative of Bugs in Procedural Skills," Cognitive Science. 4 : 379 - 426; 1980.
- Drasgow, F. "Choice of Test Model for Appropriateness Measurement," Applied Psychological Measurement. 6 : 297 - 308; 1982.
- Ebel, Robert L. Essentials of Educational Measurement. 2nd (ed.) New Jersey : Prince-Hall, Inc., 1972.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Educational. Tokyo : Kosaido Printing Co., 1981.
- Gronlund, Norman E. Measurement and Evaluation in Teaching. 4th ed., New York : Macmillan Publishing Co., Inc., 1981.
- Guildford, J.P. Fundmental Statistics in Psychology and Education. 4th ed., New York : McGraw-Hill Book Co., 1965.
- Hambleton, Ronald K. and Hariharan Swaminathan. Item Response Theory : Principles and Applications. Boston : Kluwer-Nijhaff Publishing, 1988.
- Harnisch, Delwyn L. "Item Response Patterns : Applications for Education Practice," Journal of Educational Measurement. 20 : 191 - 206; Summer, 1983.

- _____. "Multilevel-Evaluation System Using Student-Problem Chart," Paper Presented at the Annual Meeting of American Educational Research Association, Washington D.C., April, 1987.
 - _____. "Analysis of Item Response Pattern Consistency Indices and their Application to Criterion-Referenced Tests," Paper Presented at the Annual Meeting of American Educational Research Association, Los Angeles, April, 1981.
 - _____. "Analysis of Item Response Pattern Consistency Indices and Their Application to Criterion-Referenced Tests," Resources in Education. 17 : 194; March, 1982.
- Harnisch, D.L. and R.L.Linn. "Analysis of Item Response Patterns: Questionable Test Data and Dissimilar Curriculum Practices," University of Illinois, Urbana Champaign. 1981.
- _____. Identification of Aberrant Response Patterns in the Test of Mathematic. Paper Presented at the Annual Meeting of American Educational Research Association, New York City, March, 1982.
 - _____. Identification of Aberrant Response Patterns National Institute of Education. Education Commission of the States, Denver Colo. National Assessment of Educational Progress, Illinois University, Champaign, 1981.
 - _____. "Analysis of Item Response Patterns : Questionable Test Data and Dissimilar Curriculum Practices," Journal of Education Measurement. 18 : 133 - 146; Fall, 1981.
- Harnisch, Delwyn L. and Ronald M.Cervero. Application of Modern Testing Theories to Problem in Adult Education, Adult Education Research Conference Lincoln, Nebraska, April 2, 1982.
- Harnisch, D.L. and Staff Assisting. "Microcomputer Software to Evaluates Test and Student Performance," Handout Prepared for the First All-Campus Computer fair, March 17 - 18 University of Illinois at Urbana-Champaign Illini Union; n.d.

- Henrysson, Sten. "Gathering Analysis and Using Data on Test Item," in R.L. Thorndike (ed.) : Education Measurement. 2nd, Washington D.C. American Council on Education, 1971.
- Hopkins, Charles D. and Richard L. Antes, Classroom Testing Construction. Illinois : F.E. Peacock Publishers, 1977.
- Hulin, Charles, L., Fritz Drasgow and Charles K. Parsons. Item Response Theory : Application to Psychological Measurement. Dow Jones Irwin Homewood, Illinois. n.d.
- Jaeger, Richard M. and John C. Busch. "The Use and Effect of Caution Indices in Detecting Aberrant Patterns of Stand-Setting Recommendation," Resources in Education. 21 : 193 - 194, September, 1986.
- Jenkins, Joseph. R. and Pany Darlene. "Curriculum Bias in Reading Achievement Tests," Resources in Education (ERIC). 12(7) : 49, July 1977.
- Karmel, Louis J. and Marylin O. Karmel. Measurement and Education in the School. 2nd ed., New York : Macmillan Publishing Co., Inc., 1978.
- Lazarus, Mitchell. Goodbye to Excellence : A Critical at Minimum Completeness Test. Colorado : Westview Press Boulder Colorado, 1981.
- Leinhardt, Gaea and Andrea Mar Sweewald. "Overlap : What's Tested, What's Taught," Journal of Education Measurement. 18 : 85 - 96; Summer, 1981.
- Levine, Michael V. and Drasgow, Fritz, "Appropriateness Measurement Review, Construct and Validity Studies," British Journal of Mathematical Statistical Psychology. 35 : 42 - 56; 1982.

- Levine, M. & Rubin, D. "Measuring the Appropriateness of Multiple Choice," Journal of Educational Statistics. 4 : 269 - 290; 1979.
- Lindeman, R.H. and Perter H. Merenda. Education Measurement. 2nd. Scott, Foreman and Company, 1979.
- Linn, Robert L. and Delwyn L. Harnisch, "Interaction Between Item Content and Group Membership on Achievement Test Item," Journal of Educational Measurement. 18 : 109 - 118; Summer, 1981.
- Lord, Frederic M. "Practice Applications of Item Characteristic Curve Theory," Journal of Educational Measurement. 14(2) : 117,- 138; Summer, 1977.
- Mehrens, William A. and Irvin J. Lehmann. Measurement and Evaluation in Education and Psychology. 3rd, ed., Tokyo : CBS Colledge Publishing, 1984.
- Mehrens, William A. and S.E. Phillips. "Detecting Impacts of Curricular Difference in Achievement Test Data," Journal of Educational Measurement. 23 : 185 - 196; fall 1986.
- Mercado, Cesar M. How to Conduct Social Science Research. Minila, Sinag-Tala Publishers, Inc., 1977.
- Miller, M. Davie. "Time Allocation and Patterns of Item Response," Journal of Educational Measurement. 23 : 147 - 156; Summer, 1986.
- Popham, W. Jame. Modern Educational Measurement. Englewood Cliffs, Printice-Hall, Inc., 1981.
- Rudner, Lawrence M. "Indiviedual Assessment Accuracy," Journal of Educational Measurement. 20 : 207 - 219; fall 1983.
- Sato, Takahiro. "The S-P Chart Analysis," Paper Presented at the Seminar on Computer Uses in Education for Education Officials Organized by the Education Ministry, Kuala Lumper, Malasia May, 1986.
- _____. "The S-P Chart and Caution Index," Tokyo, Nippon Electric, 1980.

- Sato, T. and Kurata, M. "Basic S-P Score Table Characteristic,"
NEC Research & Development. 47 : 64 - 71; September, 1977.
- Salvia, John and James E. Ysseldyke. Assessment in Special and Remedial Education. 2nd, ed., Boston : Houghton Company, 1981.
- Smith, Richard M. "Person Fit in the Rasch Model," Educational and Psychological Measurement. 46 : 359 - 372; 1986.
- Tatsuoka, Kikumi K. "Rule Space : An Approach for Dealing With Misconceptions Base on Item Response Theory," Journal of Educational Measurement. 20 : 345 - 353; Winter, 1983.
- _____. "Caution Indices Base on Item Response Theory,"
Psychometrika. 49 : 95 - 110; March, 1984.
- Tatsuoka, K.K and Maurice M. Tatsuoka. "Detection of Aberrant Response Patterns and their Effect on Dimensionality,"
Journal of Educational Statistics. 7 : 231; 1982.
- _____. "Time-Score Analysis in Criterion-Referenced Test. Final Report," Resources in Education. 13 : 157; October, 1978.
- _____. "Bug Distribution and Statistical Pattern Classification,"
Psychometrika. 52(2) : 193 - 206; June, 1987.
- _____. "Spotting Erroneous Rules of Operation By Individual Consistency Index," Journal of Educational Measurement. 20 : 221 - 230; fall, 1983.
- Tatsuoka, Kikumi K. and Robert L. Linn. "Indices for Detecting Unusual Patterns Link Between Two General Approach and Potential Applications," Applied Psychological Measurement. 7 : 81 - 96; Winter, 1983.
- Van Der Flier. "Deviant Response Patterns and Comparability of Test Score," Journal of Cross-Cultural Psychology. 13 : 267 - 198; September, 1982.

- Vinner, Shlomo, Rina Hershkowitzs and Maxim Bruckheiner. "Some Cognitive Factor as Causes of Mistakes in the Addition of Fraction," Journal for Research in Mathematics Education. 13 : 70 - 76, January, 1981.
- Walpole, Ronald E. Elementary Statistical Concepts. 2nd. ed., New York : Macmillan Publishing Co. INC., 1983.
- Webb, Novee M, Joan L. Herman and Beverly Cabello. "Diagnosing Student Error From Their Response Selections in Language Arts," Journal of Educational Measurement. 23 : 163 - 170; Summer, 1986.
- Wright, Benjamin D. "Solving Measurement Problem with the Rasch Modle," Journal of Educational Measurement. 14 : 97 - 115; 1977.
- Wright, Benjamin D. and Mark H. Stone. Best Test Design. Chicago: Mesa Press, 1979.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางแสดงค่าของ DB(M) ซึ่งเป็น function
ของ $M = \lfloor \sqrt{Nn} + 0.5 \rfloor$

ตาราง 10 ค่าของ $D_B(M)$ ซึ่งเป็น Function ของ $M = \lfloor \sqrt{Nn} + 0.5 \rfloor$

M	$D_B(M)$	M	$D_B(M)$	M	D_B
11	0.278	41	0.377	71	0.406
12	0.285	42	0.378	72	0.408
13	0.291	43	0.380	73	0.408
14	0.296	44	0.381	74	0.408
15	0.302	45	0.382	75	0.409
16	0.307	46	0.383	76	0.409
17	0.312	47	0.384	77	0.410
18	0.317	48	0.385	78	0.410
19	0.321	49	0.386	79	0.411
20	0.326	50	0.387	80	0.411
21	0.330	51	0.388	81	0.412
22	0.334	52	0.389	82	0.412
23	0.337	53	0.390	83	0.413
24	0.341	54	0.391	84	0.413
25	0.344	55	0.392	85	0.414
26	0.347	56	0.393	86	0.414
27	0.350	57	0.394	87	0.415
28	0.353	58	0.395	88	0.415
29	0.355	59	0.396	89	0.416
30	0.358	60	0.397	90	0.416

31	0.360	61	0.398	91	0.417
32	0.362	62	0.399	92	0.417
33	0.364	63	0.400	93	0.418
34	0.366	64	0.401	94	0.418
35	0.367	65	0.402	95	0.419
36	0.369	66	0.403	96	0.419
37	0.370	67	0.404	97	0.419
38	0.372	68	0.404	98	0.420
39	0.373	69	0.405	99	0.420
40	0.375	70	0.405	100	0.420

แหล่งที่มา Sato, Takahiro. เอกสารเรื่อง The S-P Chart and the Caution
Index, หน้า 17, October, 1980 ; 23 หน้า

ภาคผนวก ข

**ตาราง ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความยากมาตรฐาน
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์**

ตารางที่ 11 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานของเครื่องมือวัด

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.45	.45	13.5	21	.32	.26	14.9	41	.36	.59	14.5
2	.52	.64	12.8	22	.77	.70	10.0	42	.53	.25	12.7
3	.30	.38	15.1	23	.34	.22	14.6	43	.63	.32	11.7
4	.56	.52	12.4	24	.35	.43	12.7	44	.77	.56	10.0
5	.71	.40	10.5	25	.43	.52	13.7	45	.58	.33	12.2
6	.61	.61	11.9	26	.70	.63	10.9	46	.70	.48	10.9
7	.77	.65	10.0	27	.74	.20	10.4	47	.45	.55	13.5
8	.37	.40	14.4	28	.38	.60	14.2	48	.48	.33	13.2
9	.46	.46	13.4	29	.77	.28	10.0	49	.51	.24	12.9
10	.70	.51	10.0	30	.41	.30	13.9	50	.59	.30	12.1
11	.71	.72	10.8	31	.28	.25	15.3	51	.53	.58	12.7
12	.75	.60	10.4	32	.33	.40	14.8	52	.57	.73	12.3
13	.65	.46	11.5	33	.23	.45	15.9	53	.26	.50	15.6
14	.52	.49	12.8	34	.25	.48	15.7	54	.49	.50	13.1
15	.79	.57	9.7	35	.40	.20	14.0	55	.45	.40	13.5
16	.48	.57	13.2	36	.23	.65	16.0	56	.40	.36	14.0
17	.38	.67	14.3	37	.24	.47	15.8	57	.56	.48	12.4
18	.80	.66	9.6	38	.48	.23	13.2	58	.39	.52	14.2
19	.23	.36	15.6	39	.53	.53	12.7	59	.46	.55	13.4
20	.48	.69	13.2	40	.35	.45	14.9	60	.68	.47	11.3

ภาคผนวก ค

**ตารางค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบรายข้อ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
ของแบบทดสอบ (Index of Item Objective Congruence : IOC)**

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมที่ต้องการวัดกับข้อสอบ

- คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่า ข้อสอบเหล่านี้วัดได้ครอบคลุม และสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดให้หรือไม่ โดยพิจารณาให้น้ำหนักดังนี้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น ๆ จริง
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตัวอย่าง

พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อสอบ	ความสอดคล้อง		
		1	0	-1
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาธรรมดา	อ่างปลารูปสี่เหลี่ยมมุมฉากวัดภายในยาว 45 เซนติเมตร กว้าง 30 เซนติเมตร อ่างน้ำใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร (1 ลิตรเท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ก. 0.27 ลิตร ข. 2.70 ลิตร ค. 27.0 ลิตร ง. 270 ลิตร จ. 27,000 ลิตร			

ตารางที่ 12 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบรายข้อกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (Index of Item Objective Congruence : IOC)

ข้อที่	IOC	ข้อที่	IOC	ข้อที่	IOC
1	1.00	21	0.80	41	0.80
2	1.00	22	1.00	42	0.80
3	1.00	23	0.60	43	0.60
4	1.00	24	1.00	44	0.80
5	1.00	25	1.00	45	0.60
6	1.00	26	0.60	46	1.00
7	1.00	27	1.00	47	1.00
8	0.80	28	0.80	48	1.00
9	0.80	29	1.00	49	1.00
10	0.60	30	0.60	50	1.00
11	1.00	31	1.00	51	1.00
12	0.80	32	0.60	52	1.00
13	.80	33	0.80	53	0.80
14	.80	34	0.60	54	0.80
15	.60	35	0.80	55	1.00
16	.80	36	1.00	56	1.00
17	.80	37	0.80	57	0.80
18	1.00	38	0.80	58	0.80
19	1.00	39	1.00	59	1.00
20	0.80	40	0.80	60	1.00

ภาคผนวก ง

เส้นภาพแสดงการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่าง 392 คน ด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอส-พี, ดัชนี
บ่งชี้ของชาโดว์ (C_1) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโดว์

[illegible]

ตาราง 13 (ต่อ)

P	22101101215045415054652410003434312255454345342105032332313	T	C _I	C _I
S	928752517060642337219054664190895845649267518600733871243391			
	0111111010010001110000011011110100110000100001010100000000 : 25 0.55 0.27			
	101110011110010111000111000110110000001000000000110001000 : 25 0.45 0.23			
	11101011010010010100011000101011000010000100000101000000 : 25 0.59 0.29			
	1110001110101010100011100111000000100001000001000000000 : 25 0.51 0.25			
	111100011010001000111100101010101010000001000000010000000 : 25 0.58 0.29			
	10111011011101100001001010101001001100000010100000000 : 25 0.47 0.23			
	11111011101010000110111000010010001000000000001010000 : 25 0.42 0.21			
	111110011111001101001000000100100000100000100000001001 : 25 0.45 0.22			
	01101011111001000001110100110010100010000010100000000 : 25 0.55 0.27			
	111110111000011000010001001010100100001001001001000000 : 25 0.55 0.28			
	1111110110101001000000111000001010110000000000000010000 : 25 0.39 0.19			
	1111100101010110101010101010010010000010010010010010000 : 25 0.57 0.28			
	1101110101011000011001010101001010101010010010000000000 : 25 0.42 0.21			
	1111111010100100101100001000100010000100100100010010000 : 25 0.50 0.25			
	111110010100101111000001011000010000100000000111000000 : 25 0.53 0.26			
	11111101011001100110010001000010000100101010100000000 : 25 0.40 0.20			
	11111011100100011010101100010100000000000000000000101000 : 24 0.41 0.21			
	1001101111010010000010001011001001001001001001001000000 : 24 0.70 0.35			
	111110110110100100101010101010101010000000000101000000 : 24 0.34 0.17			
	1111101001101010000001011010010010010000000000100100000 : 24 0.48 0.24			
	111111010101001010010000010001010100000100100100000000 : 24 0.38 0.19			
	11111101111000100100100001000010000100001010000000000 : 24 0.34 0.17			
	1111111010101001000000000000000111100000001000101000 : 24 0.58 0.29			
	1111111010101001001000001001001001001000010000000010000 : 24 0.42 0.21			
	10111010100010101000100001000010000100001000010000100 : 24 0.58 0.29			
	11101010000010100101010010010000000000000000000000000 : 24 0.46 0.23			
	10110110011101001001000010000100000000000000000000000 : 24 0.65 0.33			
	11011110011101010000000000000000000000000000000000000 : 23 0.53 0.26			
	11011111010100000000000000000000000000000000000000000 : 23 0.53 0.26			
	10111010100101000111000000100000000000000000000000000 : 23 0.66 0.33			
	11101010101010010010010000000000000000000000000000000 : 23 0.44 0.22			
	00111110101011101010100010000100000000000000000000100 : 23 0.47 0.24			
	01111010101011100101010000000000000000000000000000000 : 23 0.56 0.28			

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพคัมภีร์ของชาได้ จากการวิเคราะห์แบบแผน
การตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ด้วยทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี

บทคัดย่อ
ของ
จำเริญ สุภา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กันยายน 2531

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้านี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ จากการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 392 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ผลการศึกษาพบว่า

1. ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) และดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1^*) มีประสิทธิภาพในการวินิจฉัย ความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบได้แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) มีประสิทธิภาพในการจำแนก จำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่อง ในแบบแผนการตอบข้อสอบได้ มากกว่า ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดัชนีที่เลือกใช้ในการสร้างเส้นภาพ (Profile) เพื่อวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน คือ ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

1. เป็นดัชนีที่มีความสัมพันธ์กับคะแนนรวมน้อย หรือ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนรวมมีค่าใกล้เคียงศูนย์มากที่สุด

2) เป็นดัชนีที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบนักเรียนได้มากกว่า ดัชนีบ่งชี้ที่ปรับแก้ของชาโต้ (C_1^*)

สรุปได้ว่า ดัชนีบ่งชี้ของชาโต้ (C_1) เป็นดัชนีที่ควรสนับสนุนในการวินิจฉัยความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนอย่างยิ่ง

A COMPARISON OF THE EFFICIENCY OF SATO'S CAUTION INDEX
FROM MATHEMATICS ITEM RESPONSE PATTERNS ANALYSIS
AT PRATHOM SUKSA VI LEVEL BY THE S-P CURVE THEORY

AN ABSTRACT
BY
CHUMREON SUPAR

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
September 1988

The main purpose study was to compare the Efficiency between Sato's Caution Index and Sato's Modified Caution Index used in identifying unusual item response patterns in Mathematics tests based on the S-P Curve theory. The sample of 392 Prathomsuksa six students of academic year 1987 simple randomly selected from elementary school in Chungwat Chiang Mai. These schools were under jurisdiction of the National Elementary Education Authority.

The results of this study were as follows :

1. The efficiency for identifying unusual item response patterns of the Sato's Caution Index and the Modified Caution Index statistical different at the significant level of .01.

2. The Sato's Caution Index was are efficiency in classifying students who had unusual item response patterns than the Sato's Modified Caution Index at the statistical significant level of .01.

It was recommended from the findings of this study that the Sato's Caution Index be selected for use in profile construction and for identifying deviated students based on their item response patterns because of the following reasons :

1. The Sato's Caution Index is the least related to total test score, or least confounded with total score.

2. It was more efficiency for classification the member of students who had unusual item response pattern more than the Modified Caution Index.