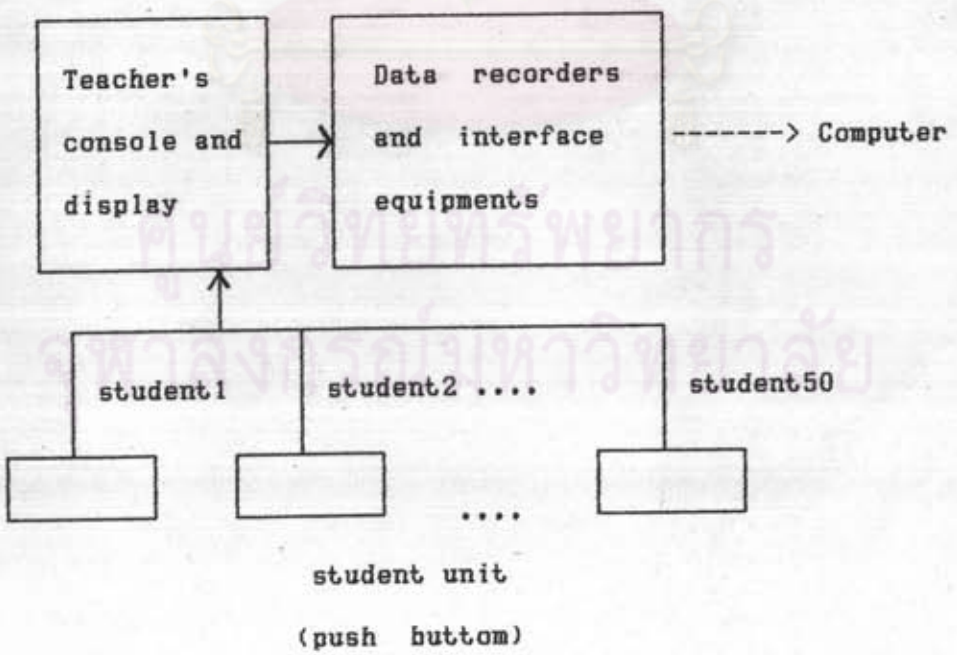
บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบโดยใช้สูตรดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงโดยอาร์นิสและลินน์ ผู้วิจัยได้สรุปเนื้อหาเสนอดังต่อไปนี้

ความเป็นมาของแผนภูมิเอส - พี (S - P chart)

ในปี ค.ศ. 1963 ทากาฮิโร ซาโตะ (Takahiro Sato , 1980) นักการศึกษาชาวญี่ปุ่น ได้สร้างเครื่องกลชนิดหนึ่งขึ้นเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการตอบคำถามของนักเรียน เรียกว่า เครื่องวิเคราะห์การตอบคำถาม (The Response Analysis : RA) ลักษณะของเครื่องกลจะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ เครื่องรับและเครื่องส่งจะอยู่ที่โต๊ะนักเรียน โดยจะประกอบไปด้วยแป้นกด(keyboard) สำหรับนักเรียนกดเพื่อตอบคำถามและมีเครื่องรับคำตอบของนักเรียนอยู่ที่โต๊ะครู ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 แสดงระบบการทำงานของเครื่องกลในการวิเคราะห์การตอบของนักเรียน

การตอบข้อสอบของนักเรียน เครื่องวิเคราะห์ข้อสอบจะเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ว่า นักเรียนแต่ละคนเลือกตอบข้อสอบข้อใด ตัวเลือกแต่ละตัวมีจำนวนนักเรียนเลือกตอบเป็นจำนวนเท่าไร โดยเครื่องมือวิเคราะห์ผลการสอบจะเอาข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบของนักเรียนแต่ละคนมาแจกแจงความถี่ว่า จะมีการแจกแจงของเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบเป็นรูปแบบใด ต่อมาศาสตราจารย์อิโรอิชิ ฟุจิตา แห่งมหาวิทยาลัยไคโอะ(Keio University) ร่วมกับทากาอิโร ชาโตะ ได้ร่วมกันพัฒนาการวิเคราะห์เวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบหรือเรียกว่า การแจกแจงแบบไวบุล ได้พัฒนาเป็นการวิเคราะห์คะแนนผลการสอบ โดยได้คิดค้นการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบแบบใหม่โดยใช้สถิตินอนพาราเมตริก (Non - parametric) เรียกว่า แผนภูมิเอส - พี (S - P chart)

การวิเคราะห์ผลการสอบด้วยแผนภูมิเอส - พี ต่อมาได้ถูกเสนอให้เป็นทฤษฎีทางการวัด และชาโตะได้ศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะเบื้องต้นของแผนภูมิเอส - พี และได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี ในการปรับปรุงคุณภาพทางการศึกษาและในปัจจุบันทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี ได้นำไปใช้กันอย่างกว้างขวางในการปรับปรุงการเรียนการสอนนักเรียนในประเทศญี่ปุ่น โดยเฉพาะโรงเรียนประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์ที่สะดวกและเส้นโค้งเอส - พี ที่เสนอก็สามารถเข้าใจได้ง่าย นอกจากนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน เพื่อเป็นใช้ข้อมูลในการสอนซ่อมเสริมนักเรียน ปรับปรุงวิธีสอนของครูและปรับปรุงหลักสูตรให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการ

<u>ทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี</u> (S - P Curve Theory)

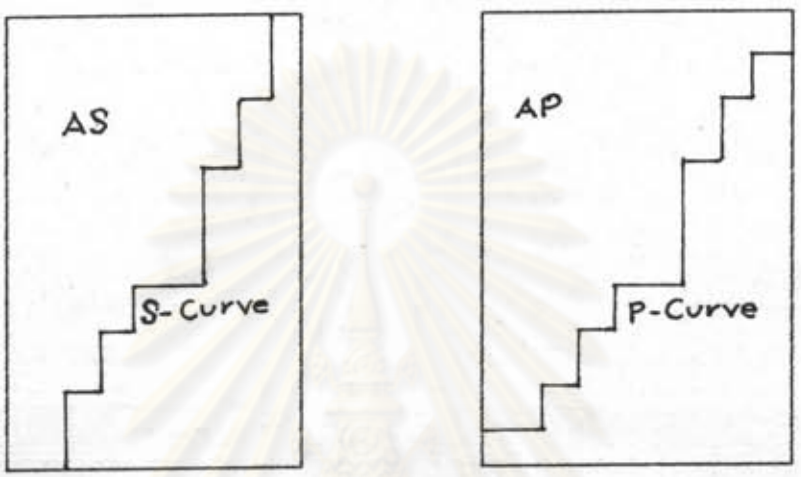
ทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี เป็นทฤษฎีที่แสดงความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอส(S - curve) และเส้นโค้งพี (P - curve) โดยการจัดเรียงข้อมูลหรือแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคลตามแนวคิดของชาโตะคือ การนำคำตอบของนักเรียนที่ตอบถูกหรือผิดมาจัดเรียงในรูปของเมตริกซ์ (Matrix) ของนักเรียนแต่ละคนและของข้อสอบแต่ละข้อ โดยกำหนดให้แนวนอน (row) เกิดจากการเรียงลำดับนักเรียนจากคนที่ได้คะแนนมากไปหาน้อยจากบนลงล่าง ส่วนในแนวดิ่ง(column)เกิดจากการเรียงลำดับข้อสอบจากข้อสอบที่ง่ายไปหาข้อสอบที่ยากโดยเรียงจากซ้ายไปขวา ซึ่งข้อสอบที่ง่ายนั้นก็หมายถึงข้อที่นักเรียนตอบถูกมากจากจำนวนนักเรียนทั้งหมด

018194

1. คุณสมบัติของเส้นโค้งเอส - พี (Properties of S-P curve)

(Sato , 1980)

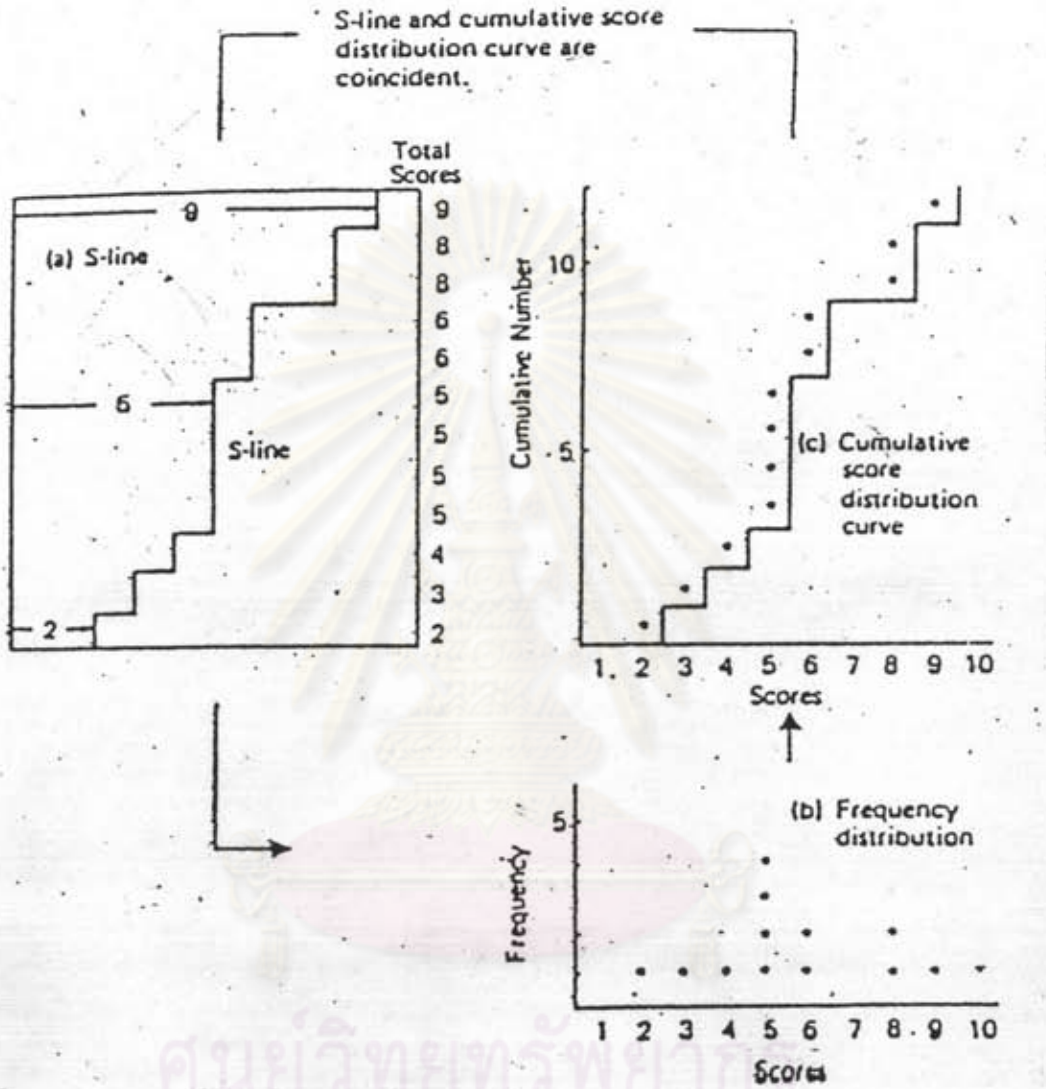
1.1 ขนาดพื้นที่ของเส้นโค้งเอส ซึ่งได้แก่ พื้นที่ทางซ้ายมือของเส้นโค้งเอสจะมีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของเส้นโค้งพี ซึ่งเป็นพื้นที่เหนือเส้นโค้งพีทั้งหมดดังภาพ



AS = AP

1.2 เส้นโค้งเอส (S - curve) เป็นเส้นที่แสดงถึงการแจกแจงความถี่สะสมของคะแนนการสอบ (ดังภาพประกอบที่ 2 หน้า 17) ส่วนเส้นโค้งพี (P-curve) เป็นเส้นที่แสดงถึงจำนวนข้อสอบ

1.3 ถ้าแบบสอบและกลุ่มนักเรียนที่สอบ มีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) เส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพีจะทับกันสนิทหรือเป็นเส้นโค้งเดียวกัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพประกอบที่ 2 ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอสกับเส้นโค้งการแจกแจกความถี่สะสมของคะแนนการสอบ(Cumulative score distribution curve)

จากภาพประกอบที่ 2 แสดงให้เห็นว่าเส้นโค้งเอส (S - curve) กับเส้นโค้งการแจกแจงความถี่สะสมของคะแนนการสอบของนักเรียนจะเป็นเส้นโค้งเดียวกัน ดังภาพประกอบ เส้นทั้งสองจะทับกันสนิท (จำเริญ สุภา , 2531 อ้างจาก Sato and Kurata , 1977)

2. การสร้างแผนภูมิเอส - พี (S - P construction)

การสร้างแผนภูมิเอส-พี มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้(ภาพประกอบที่ 3 หน้า 20)

2.1 นำแบบสอบไปทดสอบแล้วตรวจให้คะแนนแบบ 0 , 1 คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

2.2 นำคะแนน 0 , 1 คะแนน ที่ตรวจเสร็จแล้ว มาจัดเรียงข้อสอบและผู้สอบในรูปของเมตริกซ์ ดังตัวอย่างในภาพ 3.1 เป็นตัวอย่างการจัดเรียงเมตริกซ์ การ่ตอบข้อสอบของนักเรียน 15 คน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ ในแต่ละแถว (row) เป็นเมตริกซ์ การตอบข้อสอบถูกหรือผิดของนักเรียนแต่ละคนส่วนในแนวดิ่ง (column) เป็นเมตริกซ์การตอบข้อสอบถูกหรือผิดในแต่ละข้อ (problem) แล้วรวมคะแนนของนักเรียนที่นักเรียนตอบถูกในแต่ละข้อตามแนวดิ่ง (column) แต่ละข้อ ดังตัวอย่างภาพ 3.1

2.3 ทำการจัดเรียงลำดับนักเรียนในแต่ละแถวใหม่โดยเรียงลำดับตามคะแนนที่ได้จากสูงไปต่ำโดยเรียงจากบนลงล่าง ดังตัวอย่างภาพ 3.2

2.4 ทำการจัดเรียงลำดับข้อสอบใหม่(เมตริกซ์แนวดิ่ง)โดยเรียงจากข้อสอบที่ง่ายไปข้อสอบที่ยากตามลำดับจากซ้ายไปขวา คือเรียงตามลำดับความยากของข้อสอบ ดังตัวอย่างภาพ 3.3

2.5 การสร้างเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพี (s-curve and p-curve)

การสร้างเส้นโค้งเอส (s-curve) กับ เส้นโค้งพี (p-curve)จะทำได้หลังจากที่สร้างแผนภูมิ เอส-พี เสร็จแล้วดังตัวอย่างภาพ 3.4

เส้นโค้งเอส (s-curve) เส้นทึบในภาพ 3.4 เป็นการลากเส้นโค้งในแนวตั้งจากล่างขึ้นบน ตัดขวางกับแถว(row)ตามจำนวนคะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน โดยเริ่มลากจากมุมล่างซ้าย(นักเรียนที่ได้คะแนนต่ำสุด) โดยลากเส้นในแนวตั้งหลังคอลัมน์ที่ 1 (ข้อที่ง่ายที่สุด) เพราะว่านักเรียนเลขที่ 12 ได้คะแนน 1 คะแนน และลากเส้นในแนวตั้งหลังคอลัมน์ที่ 2 เพราะว่านักเรียนเลขที่ 8 ได้คะแนน 2 คะแนน แล้วลากเส้นระหว่างสองเส้นให้ต่อเชื่อมกันเป็นรูปขั้นบันได ทำเช่นเดียวกันนี้ในแถวถัดขึ้นไปเรื่อย ๆ จนถึงแถวแรก(นักเรียนคนที่ได้คะแนนสูงสุด)ก็จะได้เส้นโค้งเอสดังแสดงในภาพ 3.4

เส้นโค้งพี (p- curve) แสดงเส้นประในภาพ 3.4 มีวิธีการลากเป็นเส้นประในลักษณะเป็นขั้นบันไดทำนองเดียวกันกับการลากเส้นโค้งเอส (s-curve) แต่การลากเส้นโค้งพี เป็นการลากในแนวนอนจากมุมล่างซ้ายไปขวาโดยลากเส้นประในแนวขวางตัดกับ คอลัมน์

(ข้อสอบแต่ละข้อ) ใต้แถวตามจำนวนของจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก โดยเริ่มลากจากมุมล่างด้านซ้าย(คอลัมน์ที่ 1)โดยลากเส้นประที่ใต้แถวที่ 12 เพราะเป็นข้อง่ายที่สุด นักเรียนตอบถูกจำนวน 12 คน (ดังภาพ 3.4) และในคอลัมน์ที่ 2 (ข้อถัดไปทางขวามือ) นักเรียนตอบถูกจำนวน 11 คน ก็ลากเส้นประใต้แถวที่ 11 แล้วลากเส้นประในแนวตั้งเชื่อมสองเส้นให้ต่อกันในลักษณะขั้นบันไดและในข้อสอบข้อถัดไปก็ลากเส้นประในทำนองเดียวกันนี้ไปเรื่อย ๆจนหมดทุกข้อ ก็จะได้เส้นโค้งพี ดังตัวอย่างในภาพ 3.4

3. แผนภูมิเอส-พี ที่สมบูรณ์แบบหรือเป็นแผนภูมิอุดมคติ (ideal)

แผนภูมิเอส-พี ที่สมบูรณ์แบบหรือเป็นแผนภูมิอุดมคติ (ideal) ตามแนวคิดทฤษฎีของกัตแมนนั้น เส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพี จะทับกันสนิทเป็นเส้นเดียวกัน ดังภาพ 4.1

เส้นโค้งเอส (s-curve) บนแผนภูมเอส-พี นี้จะเป็นตัวบอกให้เราทราบในเบื้องต้นว่าแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนแต่ละคนเป็นไปตามอุดมคติ (ideal)หรือไม่ โดยสามารถดูได้จากคะแนน 0 , 1 ถ้านักเรียนคนใดมีคะแนนที่อยู่ในทางด้าานซ้ายของเส้นโค้งเอสเป็น 1 ทั้งหมดและคะแนนที่อยู่ด้านขวาของเส้นโค้งเอสเป็น 0 ทั้งหมด ก็แสดงว่านักเรียนคนนั้นมีแบบแผนการตอบเป็นไปตามอุดมคติ (ideal) นั่นคือนักเรียนทำข้อสอบยากได้ข้อสอบที่ง่ายกว่าก็ทำได้ถูกต้องหมดทุกข้อ แต่ถ้าด้านซ้ายหรือขวาของเส้นโค้งมีเลข 0 หรือ 1 สลับกันไปมาแสดงว่าการตอบข้อสอบไม่เป็นไปตามอุดมคติ ดังตัวอย่างในภาพ 4.2 และภาพ 4.3

เส้นโค้งพี (p-curve) บนแผนภูมิเอส-พี เป็นเส้นโค้งที่แสดงให้ทราบว่าข้อสอบเรียงตามลำดับความยากจากง่ายไปหายาก และบ่งชี้ให้ทราบว่าข้อสอบแต่ละข้อเป็นข้อสอบในอุดมคติหรือไม่ คือถ้าข้อสอบเป็นไปตามอุดมคติจะไม่มีคะแนน 0 เหนือเส้นโค้งพี นั่นคือนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนที่ได้คะแนนสูงกว่าก็ต้องตอบข้อสอบข้อเดียวกันนี้ถูกต้องหมดทุกคน ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของกัตแมน แต่ถ้าข้อสอบข้อใดมีคะแนน 0 , 1 สลับกับไปมาแสดงว่าข้อสอบอาจจะไม่ดี อาจจะต้องปรับปรุงแก้ไขใหม่ หรือไม่ก็ข้อสอบข้อนั้นอาจจะวัดองค์ประกอบที่แตกต่างกับข้ออื่นๆ

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	1	0	0	1	0	6
3	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	3
4	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	7
5	1	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	1	10
8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
9	0	1	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	

Test scores

Number of students getting correct

ภาพ 3.1 การเรียงข้อสอบตามลำดับข้อ และเรียงนักเรียนตามเลขที่

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	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	

Student number

Test scores

Number of students getting correct

ภาพ 3.2 การเรียงคะแนนรวมจากคนที่ได้คะแนนมากไปหาคนที่ได้คะแนนน้อย

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	1	0	1	1	1	0	1	8
4	1	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	11	10	9	8	8	7	6	5	4

Problem number

S-curve

P-curve

Student number

Test scores

Number of students getting correct

ภาพ 3.4 การสร้างเส้นโค้งเอส - พี

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	1	0	1	1	1	0	1	8
4	1	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	11	10	9	8	8	7	6	5	4

Problem number

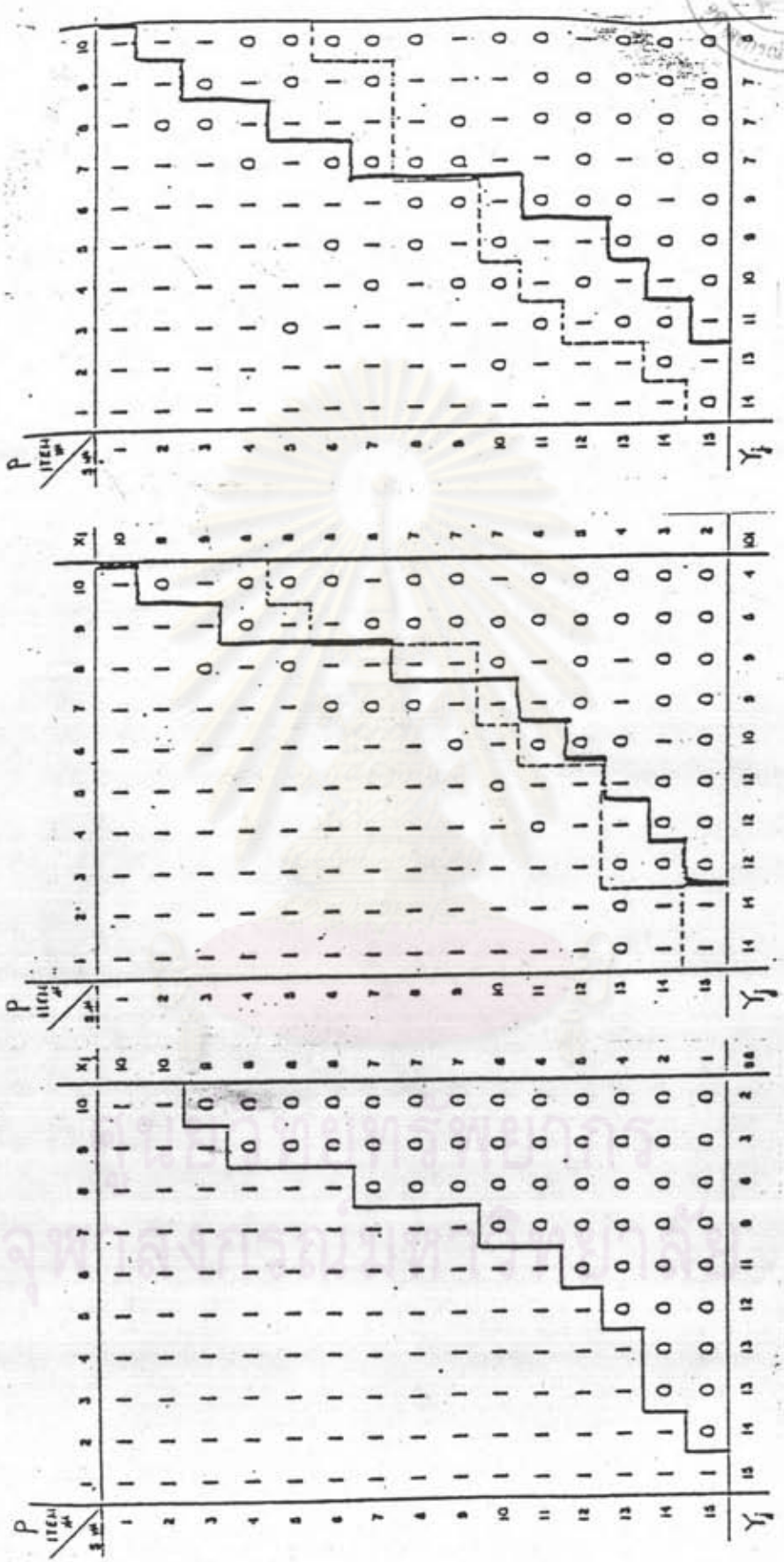
Student number

Test scores

Number of students getting correct

ภาพ 3.3 การเรียงข้อสอบจากข้อง่ายไปข้อยาก

ภาพประกอบที่ 3 แสดงลำดับขั้นการสร้างแผนภูมิเอส - พี (S - P chart)(Sato , 1986)



ภาพ 4.1 $D^* = 0$

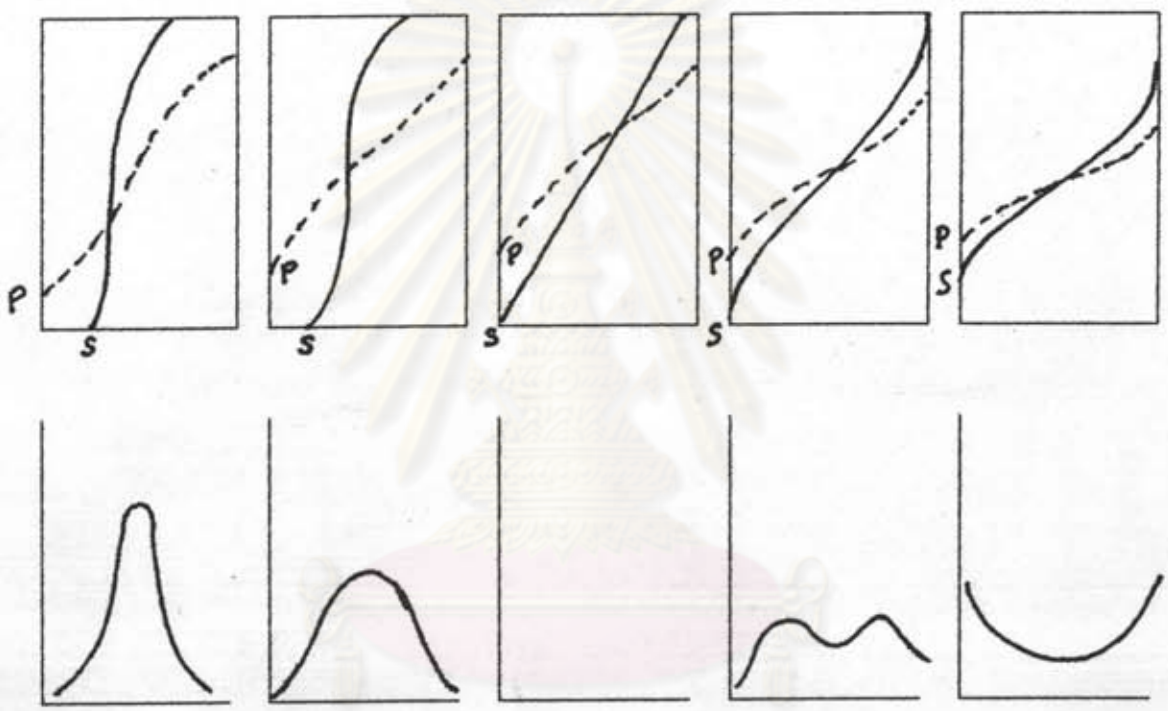
ภาพ 4.2 $D^* = 0.33$

ภาพ 4.3 $D^* = 0.63$

ภาพประกอบที่ 4 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นโค้งเอสกับเส้นโค้งพี และค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่าง (D^*)

4. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของเส้นโค้งเอส (S - curve) และความสัมพันธ์ภายในระหว่างข้อสอบ

เนื่องจากรูปร่างลักษณะของเส้นโค้งเอส จะขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่มข้อสอบ (set of problems) ดังนั้นการจะดูลักษณะของกลุ่มผู้สอบว่ามีการแจกแจงเป็นอย่างไร ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างลักษณะของเส้นโค้งเอสและระดับความสัมพันธ์ภายในระหว่างข้อสอบ ความสัมพันธ์นี้จะมีหลายลักษณะ ดังภาพประกอบที่ 5 (Sato , 1980)



Binomial Distribution (a) | Normal Distribution (b) | Uniform Distribution (c) | Bimodol Distribution (d) | U Shape Distribution (e)

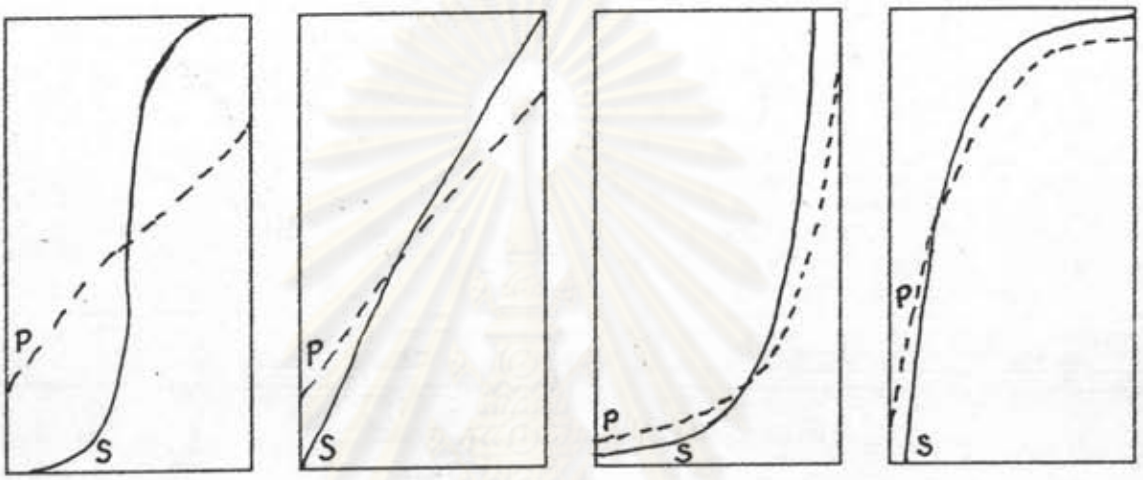
Small <----- Intercorrelations among problem (items) ------> Large

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ภาพประกอบที่ 5</u> แสดงรูปร่างลักษณะของเส้นโค้งเอส(S - curve) และเส้นโค้งพี (P - curve) และการแจกแจงความถี่ของนักเรียนจากเส้นโค้งเอส

ตัวอย่างรูปแบบของแผนภูมิเอส – พี (Typical Examples of S - P charts)

ลักษณะโดยทั่วไปจะเป็นผลให้เกิดลักษณะตำแหน่งและความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพี ซึ่งรูปแบบของแผนภูมิที่แตกต่างกันก็จะมีความหมายที่แตกต่างดังตัวอย่างรูปแบบต่างๆในภาพประกอบที่ 6 (Sato , 1986)



ภาพ 6.1 ภาพ 6.2 ภาพ 6.3 ภาพ 6.4

<u>ภาพประกอบที่ 6</u> แสดงรูปแบบความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพี

ความสัมพันธ์รูปแบบต่างๆมีความดังนี้

ภาพ 6.1 ลักษณะเช่นนี้ แสดงว่าการแจกแจงของคะแนนสอบจะมีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (Normal curve) ลักษณะของข้อสอบควรเป็นแบบสอบอิงกลุ่ม (Norm Reference Test) และแบบสอบมีความยากเฉลี่ยประมาณ 0.5

ภาพ 6.2 ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอสกับเส้นโค้งพี เกือบจะมีค่าเท่ากับ 1.0 เกือบจะเป็นเส้นโค้งเดียวกัน (Highly Homogeneous) นั่นคือแบบสอบกับนักเรียนมีความเหมาะสมกันมาก คะแนนมีการแจกแจงในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า(Uniform distribution)ลักษณะของแบบสอบเป็นแบบอิงกลุ่ม (Norm Reference Test)

ภาพ 6.3 ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพี ในลักษณะเช่นนี้แสดงว่า ข้อสอบค่อนข้างง่าย การแจกแจงความถี่ของคะแนนจะเบ้ทางลบสูง (High negative skewness)

แบบทดสอบลักษณะนี้ ได้แก่ แบบสอบอิงเกณฑ์ (Criterial Reference Test) แบบสอบเพื่อบรรลุจุดประสงค์ (Mastery Test) แบบสอบ Post - test หรือแบบฝึกหัด

ภาพ 6.4 ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งในลักษณะนี้ แสดงให้เห็นว่าแบบสอบค่อนข้างยาก การแจกแจงของคะแนนนักเรียนจะมีลักษณะเบ้ทางบวกสูงมาก (High positive skewness) แบบสอบเช่นนี้ได้แก่ แบบสอบ Pre - test หรือเป็นข้อสอบที่นักเรียนยังไม่เคยได้เรียนเนื้อหานั้นมาก่อน เป็นต้น

5. แบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความบกพร่อง

แผนภูมิเอส - พี (S - P curve) เป็นแผนภูมิที่มีประสิทธิภาพมากในการชี้เตือนความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนรายคน

จากการทดสอบนักเรียนและตรวจให้คะแนนผลการสอบของนักเรียนดังนี้ ให้ 1 คะแนนถ้าตอบถูก และให้ 0 คะแนนถ้าตอบผิด ดังนั้นในแผนภูมิเอส - พี จะบ่งบอกถึงรูปแบบการตอบของนักเรียนเป็นรายบุคคลตามเมตริกซ์ของคะแนนในแนวนอน (row) ถ้าหากนักเรียนคนนั้นไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบจะไม่มีคะแนน 0 ทางด้านซ้ายของเส้นโค้งเอส ซึ่งแสดงว่า นักเรียนคนนั้นทำข้อสอบที่ง่ายไม่ผิดเลย ตัวอย่างเช่น ในภาพ 3.4 (หน้า 20) นักเรียนเลขที่ 4 , 5 และ 14 ไม่มีคะแนนเป็น 0 ในทางด้านซ้ายของของเส้นโค้งเอส ซึ่งถือว่าเป็นรูปแบบของการตอบข้อสอบที่เหมาะสมที่สุดเป็นรูปแบบในอุดมคติ(Ideal) แต่ถ้าหากนักเรียนคนใดที่มีคะแนน 0 และ 1 สลับกันไปมา คือ ทำข้อสอบที่ง่ายๆผิด แต่ทำข้อสอบข้อยากกว่าถูก แสดงว่ามีแบบแผนการตอบข้อสอบบกพร่อง ตัวอย่างเช่น นักเรียนเลขที่ 6 และ 11 ในภาพ 3.4

ในทำนองเดียวกัน ถ้าหากพิจารณาข้อสอบรายข้อในแนวดิ่ง(Column) จะต้องพิจารณาที่เส้นโค้งพี (P - curve) เส้นโค้งพีจะเป็นค่าที่ชี้เตือนให้ทราบเกี่ยวกับข้อสอบว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ถ้าเป็นข้อสอบที่เป็นไปตามอุดมคติ(Ideal) ในแผนภูมิเอส - พี จะไม่มีคะแนน 0 เหนือเส้นโค้งพี ของข้อสอบแต่ละข้อ แต่ถ้าข้อสอบข้อใดมีเลข 0 เหนือเส้นโค้งพี หรือมีเลข 1 ใต้เส้นโค้งพี แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความบกพร่อง ตัวอย่างเช่น นักเรียนที่มีความสามารถสูง (ได้คะแนนสูง) ตอบข้อสอบผิด แต่คนที่มีความสามารถต่ำ (ได้คะแนนต่ำกว่า) ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้อง อาจจะเป็นข้อสอบไม่ดีหรืออาจจะมีข้อบกพร่อง ข้อสอบข้อนั้นอาจจะมีลักษณะแตกต่างจากข้ออื่นๆ หรือวัดองค์ประกอบอื่น เช่นข้อสอบข้อ 7 ในภาพ 3.4

ดังนั้นจะเห็นว่าแผนภูมิเอส - พี และการวิเคราะห์เป็นวิธีการตรวจสอบแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนรายคนและของข้อสอบรายข้อ แบบแผนการตอบข้อสอบประกอบด้วยคำตอบทั้งถูกและผิดของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละข้อบนแผนภูมิเอส - พี และการวิเคราะห์แบบแผนจะเป็นการดูว่าแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนมีความบกพร่องมากน้อยเพียงใด แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนที่บกพร่องนั้นอาจจะเกิดมาจากสาเหตุหลายอย่าง อาทิเช่น การเดา ความสะเพร่า ความวิตกกังวลในขณะสอบ การจัดการเรียนการสอนไม่เหมาะสม หรือประสบการณ์พื้นฐานของนักเรียนไม่ดีพอ เป็นต้น (Sato , 1986)

6. การวินิจฉัยความสามารถของนักเรียนตามกลุ่มทักษะย่อยจากแผนภูมิเอส - พี (Categorized S - P Chart)

การที่จะวินิจฉัยว่านักเรียนแต่ละคนมีความสามารถเด่น(Strengths) หรือจุดอ่อน(Weaknesses)ในกลุ่มทักษะหรือกลุ่มเนื้อหาย่อยใดนั้น สามารถที่จะประยุกต์ใช้ทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี (S - P Curve Theory)โดยการพิจารณาจากแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน แต่ละคนมาวินิจฉัยข้อบกพร่องได้ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีที่เหมาะสมมากกับนักเรียนแต่ละชั้น สำหรับครูประจำชั้น เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีจุดเด่นหรือจุดอ่อนในกลุ่มทักษะย่อยหรือกลุ่มเนื้อหาย่อยใดส่วนวิธีการสร้างแผนภูมิเอส - พี ที่แบ่งตามกลุ่มทักษะย่อย (Categorized S - P Chart) ก็จะมีวิธีการสร้างเหมือนกันกับวิธีการสร้างแผนภูมิเอส - พี ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น หลังจากนั้นจึงทำการแบ่งกลุ่มข้อสอบตามเนื้อหาย่อหรือกลุ่มทักษะย่อย ซึ่งมีวิธีการสร้างดังนี้

1) จัดประเภทของข้อสอบเป็นการวัดตามสมรรถภาพหรือกลุ่มทักษะหรือกลุ่มเนื้อหาย่อย ว่าประกอบไปด้วยข้อสอบข้อใดบ้าง
2) จัดเรียงนักเรียนจากคนที่ได้คะแนนสูงสุดไปต่ำสุดโดยเรียงจากบนลงล่าง
3) จัดเรียงกลุ่มสมรรถภาพหรือทักษะย่อยที่จัดเตรียมไว้(ตามข้อ 1)โดยเรียงลำดับกลุ่มทักษะตามความยากเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทักษะ โดยเรียงจากกลุ่มง่ายไปยากจากซ้ายไปขวา
4) จัดเรียงข้อสอบภายในแต่ละกลุ่มทักษะย่อย โดยเรียงจากข้อสอบง่ายไปยังข้อสอบยากจากซ้ายไปขวา

รูปแบบของแผนภูมิเอส - พี ที่แบ่งตามกลุ่มทักษะย่อยนี้ จะมีรูปแบบดังตัวอย่าง

ภาพประกอบที่ 7 ซึ่งเป็นตัวอย่างของแผนภูมิที่แบ่งตามกลุ่มทักษะย่อย ที่มีจำนวนผู้สอบ 20 คน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ และแบ่งเป็นกลุ่มทักษะย่อย 3 กลุ่ม

สารสนเทศใหม่ที่ได้เพิ่มขึ้นจากการสร้างแผนภูมิเอส - พี ที่แบ่งตามกลุ่มทักษะย่อยนี้ จะช่วยให้สามารถวินิจฉัยถึงความบกพร่องหรือจุดเด่นจุดอ่อน(Strengths and weaknesses)ของนักเรียนแต่ละคนได้ ตัวอย่างเช่น ในภาพประกอบที่ 7 นักเรียนคนที่ 10012 ได้คะแนนรวม 7 สามารถบรรลุ (Mastery) กลุ่มทักษะที่ 2 และ 3 แต่ไม่บรรลุในกลุ่มทักษะที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มทักษะที่ง่ายที่สุด ในทางตรงกันข้าม นักเรียนคนที่ 10017 ซึ่งมีคะแนนรวมเท่ากับ 7 เช่นเดียวกัน สามารถบรรลุในกลุ่มทักษะที่ 1 และ 2 แต่ไม่บรรลุในกลุ่มทักษะที่ 3 ความแตกต่างระหว่างนักเรียนทั้งสองคนนี้เป็นสิ่งที่น่าสนใจมาก นั่นคือ ทั้งสองคนได้คะแนนเท่ากัน แต่มีแบบแผนการตอบข้อสอบที่แตกต่างกัน ซึ่งหมายความว่านักเรียนสองคนมีความเข้าใจในเนื้อหาหรือมีความบกพร่องในเนื้อหาที่แตกต่างกัน นั่นจะเห็นว่านักเรียนทั้งสองมีค่าดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุง (Modified Caution Index : MCI) ต่างกันคือ คนที่ 10012 มีค่า MCI เท่ากับ 0.62 แต่นักเรียนคนที่ 10017 มีค่า MCI เท่ากับ 0.08

ดังนั้นจะเห็นว่าสารสนเทศที่ได้เพิ่มขึ้นนี้ ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงการเรียนจการสอนหรือสอนซ่อมเสริมนักเรียนได้ตรงจุดยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Categorized S-P Chart

Student Number	Test Score (Raw)	(%)	Modified Caution Ind/Sgn		Problem Number 1 136	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

ภาพประกอบที่ 7 แสดงแผนภูมิเอส - พี ที่แบ่งข้อสอบตามกลุ่มทักษะย่อย ที่มีจำนวนผู้สอบ 20 คน ข้อสอบ 10 ข้อ และแบ่งกลุ่มทักษะย่อยออกเป็น 3 กลุ่ม

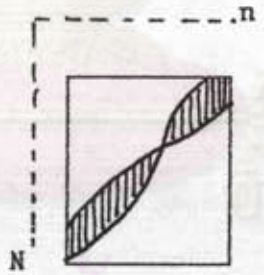
7. สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง (Disparity Coefficient : D^*)

รูปแบบความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอส (S-curve) กับ เส้นโค้งพี (P-curve) จะทำให้ทราบว่าแบบสอบกับนักเรียนที่สอบกลุ่มนั้นมีความเหมาะสม(fit)กันมากน้อยเพียงใด ซึ่งตามหลักทฤษฎี เส้นโค้งเอสกับเส้นโค้งพีจะต้องทับกันสนิทหรือเป็นเส้นโค้งเดียวกัน นั่นคือนักเรียนและข้อสอบมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogeneuos) แต่ถ้าเส้นโค้งเอสกับเส้นโค้งพี ห่างกันหรือมีพื้นที่ระหว่างเส้นโค้งทั้งสองมากเท่าไร ก็แสดงถึงความผิดปรกติ หรือมีความเหมาะสมกันน้อยระหว่างแบบสอบชุดนั้นกับกลุ่มนักเรียนที่ทดสอบแบบสอบนั้น หมายความว่าแบบสอบชุดนั้นไม่เหมาะที่จะนำมาวัดกับนักเรียนกลุ่มนั้น เพราะแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนแตกต่างกันมาก ชาโตะเรียกความผิดปรกติดังกล่าวนี้ว่า สัมประสิทธิความแตกต่าง(Disparity Coefficient)

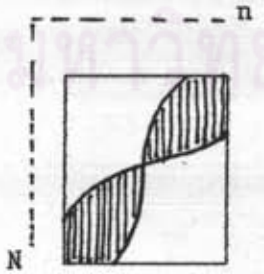
การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างคำนวณได้จากสูตรดังนี้(Sato,1980)

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

นั่นคือ



$D^* =$



เมื่อ $A\ (N\ ,\ n\ ,\ \bar{P})$ คือ พื้นที่ระหว่างเส้นโค้งเอสกับเส้นโค้งพี ในแผนภูมิเอส - พี เมื่อมีนักเรียน N คน

ข้อสอบ n ข้อ และค่าเฉลี่ย (P) ของการตอบข้อสอบถูกของนักเรียนกลุ่มนั้น

$A_B (N , n , \bar{P})$ คือ พื้นที่ระหว่างเส้นโค้งเอสกับเส้นโค้งพี ซึ่งมีการแจกแจงแบบไบโนเมียล (Binomail Distribution) ด้วยค่าพารามิเตอร์ $N , n , \bar{P}$

เพื่อความสะดวกในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่าง(D^*) ซาโตะได้เสนอสูตรที่ง่ายต่อการคำนวณดังนี้ (Sato , 1980)

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

เมื่อ

C คือ จำนวนคะแนน (นับทั้ง 1,0) ในระหว่างเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพี

N คือ จำนวนนักเรียน

n คือ จำนวนข้อสอบ

$\bar{P}$ คือ ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนของการตอบถูกในแต่ละข้อ

เมื่อ $$\bar{P} = {}^1/_n \sum_{j=1}^{n} ({}^Y/_M)$$

หรือ $$\bar{P} = {}^1/_{Mn} \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{n} X_{ij}$$

เมื่อ X_{ij} คือ คะแนนของนักเรียนคนที่ i ที่ตอบข้อสอบข้อที่ j ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Y_j คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อ

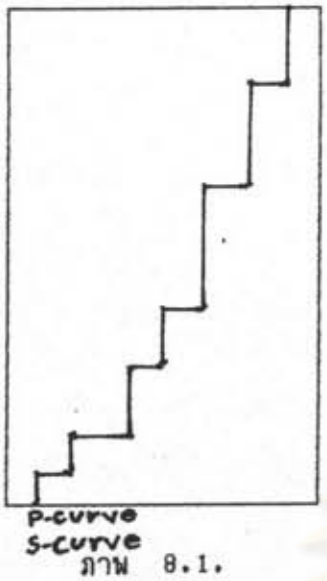
M คือ ค่าที่หาได้จากสูตร

$M = \sqrt{Nn} + 0.5$ จะต้องทำให้ค่า Nn ให้เป็นเลขจำนวนเต็ม

$D_s(M)$ คือ ค่าความเกี่ยวข้องของ M เป็นค่าที่หาได้จากการเปิดตาราง(ตารางในภาคผนวก)

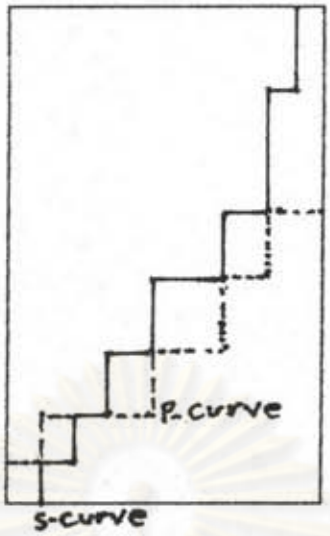
ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างระหว่างแบบสอบกับกลุ่มนักเรียนจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเป็นทวิพันธ์ (Homogeneuos)ของเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพี ถ้าเป็นทวิพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่าง(D^*) จะมีค่ามาก แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างมีค่าเป็น 0 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพีมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogeneuos) นั่นคือเส้นโค้งทั้งสองจะทับกันสนิทหรือเป็นเส้นโค้งเดียวกัน ซึ่งเป็นไปตามโมเดลของกัตแมนที่สมบูรณ์(Perfect Guttman Scale) ถ้าค่า D^* ยิ่งมีค่ามากก็แสดงว่า ความไม่เหมาะสมระหว่างผู้สอบกับข้อสอบก็ยิ่งมีมากขึ้น ซาโตะ(Sato) ได้กล่าวไว้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างโดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 0.4 แต่ถ้าหากค่าสัมประสิทธิ์ที่ความแตกต่างที่ได้มีค่าเกิน 0.6 แสดงว่าแบบสอบและผู้สอบกลุ่มนั้นไม่เหมาะสมกัน (Sato , 1980) ดังนั้นการที่จะตัดสินว่าข้อสอบกับผู้สอบมีความเหมาะสม(fit) กันหรือไม่ จะต้องใช้ค่า $D^* = 0.6$ เป็นเกณฑ์ตัดสิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



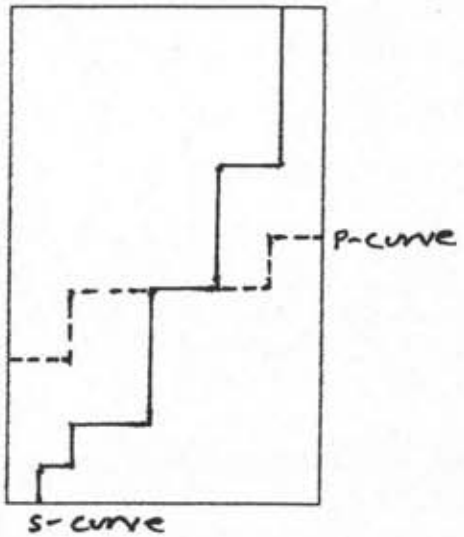
ภาพ 8.1.

$D^* = 0$



ภาพ 8.2

$D^* = 0.36$



ภาพ 8.3

$D^* = 0.63$

<u>ภาพประกอบที่ 8</u> ตัวอย่างแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นโค้งเอสกับเส้นโค้งพีและค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่าง (D^*)

จากรูปจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นโค้งเอสกับเส้นโค้งพี และค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่าง (D^*) จะเห็นว่าพื้นที่ระหว่างเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพียิ่งมากขึ้น ค่า D^* ก็จะมากขึ้น แต่ละรูปมีความหมายดังนี้

ภาพ 8.1 เส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพีทับกันสนิท ซึ่งทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างมีค่าเป็น 0 หมายความว่า แบบสอบฉบับนั้นมีความเหมาะสมที่จะวัดนักเรียนกลุ่มนั้นได้ดีที่สุด เป็นความสัมพันธ์กันแบบอุดมคติ ซึ่งเป็นไปได้ยากมากในทางปฏิบัติ

ภาพ 8.2 ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพี มีค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างเท่ากับ 0.36 หมายความว่า แบบสอบฉบับนั้นกับนักเรียนกลุ่มที่ทดสอบมีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ปรกติเพราะค่า D^* น้อยกว่า 0.6 แบบสอบฉบับนั้นสามารถนำไปวัดกับนักเรียนกลุ่มนั้นได้ และการแปรผลการประเมินผลสามารถทำได้อย่างมั่นใจ

ภาพ 8.3 ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งเอสและเส้นโค้งพี มีค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างเกิน 0.6 หมายความว่าแบบสอบฉบับนั้นไม่เหมาะที่จะนำมาวัดกับนักเรียนกลุ่มนั้น จะทำให้การแปลผลหรือการตัดสินผลการสอบจากแบบสอบฉบับนั้นมีความคลาดเคลื่อนมาก เป็นการไม่ยุติธรรมต่อนักเรียน ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากข้อสอบไม่ดีหรือความลำเอียงของข้อสอบก็ได้

ดัชนีชี้เตือนของซาโตะ (Sato's Caution Index)

ดัชนีชี้เตือน (Catuion Index) เป็นดัชนีที่จะบอกให้ทราบถึง ความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม ทากาอิโร ซาโตะ (Sato,1975) นักการศึกษาชาวญี่ปุ่น ได้เสนอเสนอดัชนีตัวหนึ่งเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลการสอบ โดยมีแนวความคิดว่าคนที่มีความสามารถเท่ากัน จะต้องทำข้อสอบได้เท่ากันและมีแบบแผนการถูกรือผิดในข้อที่เหมือนก้อหรือใกล้เคียงกัน นักเรียนที่มีความสามารถสูงหรือคะแนนรวมสูงควรทำข้อสอบข้อง่ายๆถูก และคนที่มีความสามารถต่ำหรือคะแนนรวมต่ำควรตอบข้อสอบผิดในข้อที่ยาก จากแนวความคิดดังกล่าว เขาได้จัดเรียงข้อมูลในลักษณะเมตริกซ์ของกัตแมน(Guttman,1941) และใช้ทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี (S - P Curve Theory) ในการพิจารณาความบกพร่องในแบบแผนการตอบของนักเรียนเป็นรายบุคคลและใช้ค่าสถิติตัวหนึ่งเป็นตัวช่วยในการตัดสินความบกพร่อง ในแบบแผนการตอบข้อสอบ เรียกว่า ดัชนีชี้เตือนของซาโตะ(Sato's Caution Index : C) จะเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล แต่คะแนนรวมจากการทดสอบเพียงอย่างเดียวไม่สามารถบอกได้ (Harnisch and Linn , 1982)

ดัชนีชี้เตือนจะมี 2 ชนิดคือ ดัชนีชี้เตือนของนักเรียน (Caution Index for student) และดัชนีชี้เตือนของข้อสอบ(Caution Index for item)

1. **ดัชนีชี้เตือนของนักเรียน** (Caution Index for student) คำนวณได้จากค่าผลต่างของ 1 กับอัตราส่วนความแปรปรวนของเวคเตอร์การตอบข้อสอบของนักเรียน 2 ประเภท คือความแปรปรวนร่วมของเวคเตอร์ของคะแนนที่ได้จากการตอบข้อสอบ(Observer score) แต่ละข้อ กับจำนวนที่นักเรียนตอบข้อสอบข้อนั้นถูกเป็นตัวเศษ และความแปรปรวนร่วมของคะแนนของนักเรียนที่เป็นไปตามเมตริกซ์ของกัตแมนที่สมบูรณ์ กับจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกเป็นตัวส่วน ดังสูตร (Sato , 1980)

$$C_i = 1 - \frac{COV\ (X_{ij}\ ,\ Y_j)}{COV\ (U_{ij}\ ,\ Y_j)} \qquad \ldots\ldots(1)$$

เมื่อ C_i คือ ดัชนีชี้เตือนของนักเรียนคนที่ i

X_{ij} คือ คะแนนของนักเรียนคนที่ i ในข้อที่ j (ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน)

Y_j คือ ความถี่หรือจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อที่ j ถูก

U_{ij} คือ คะแนนในอุดมคติเมื่อข้อสอบเป็นไปตามเมตริกซ์ของกัทแมน (U_{ij} จะเท่ากับ 1 ถ้า $j < X_i$ และ $U_{ij} = 0$ ถ้า $j > X_i$)

X_i คือ คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ i

$$COV(X_{ij}, Y_j) = 1/n \sum_{j=1}^{n} (X_{ij} - X_{i.}/n)(Y_j - U)$$

$$= 1/n \sum_{j=1}^{n} (X_{ij} Y_j - X_{i.} U) \qquad \ldots\ldots(2)$$

$$COV(U_{ij}, Y_j) = 1/n \left[\sum_{j=1}^{X_{i.}} (1 - X_{i.}/n)(Y_j - U) + \sum_{j=X_{i.}+1}^{n} (0 - X_{i.}/n)(Y_j - U) \right]$$

$$= 1/n \left(\sum_{j=1}^{X_{i.}} Y_{ij} - X_{i.} U \right) \qquad \ldots\ldots(3)$$

เมื่อ U คือ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูก

$$U = 1/n \sum_{j=1}^{n} Y_j$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\text{ดังนั้น} \quad C_t = \frac{1/n \sum_{j=1}^{n} (X_{tj} Y_j - X_{t.} U)}{\frac{X_{t.}}{1/n \left(\sum_{j=1} Y_{tj} - X_{t.} U \right)}}$$

ในการคำนวณหาค่า C_t สูตรที่สะดวกในการใช้คำนวณคือ

$$C_t = \frac{\sum_{j=1}^{X_{t.}} (1 - X_{t.}) Y_j - \sum_{j=X_{t.}+1}^{n} X_{tj} Y_j}{\sum_{j=1}^{X_{t.}} Y_j - X_{t.} U}$$

สูตรการคำนวณหาค่าดัชนีชี้เตือนของนักเรียนรายบุคคล ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้สะดวกในการคำนวณมากขึ้นและสูตรที่ใช้ในการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ที่สะดวกคือ(Harnisch and Linn , 1981)

$$C_t = \frac{\sum_{j=1}^{n_{t.}} (1 - U_{t.}) n_{.j} - \sum_{j=n_{t.}+1}^{J} U_{tj} n_{.j}}{\sum_{j=1}^{n_{t.}} n_{.j} - n_{t.} \left[\frac{\sum_{j=1}^{J} n_{.j}}{J} \right]}$$

เมื่อ C_i คือ ดัชนีชี้เตือนของชาโตะของนักเรียนคนที่ i

i คือ นักเรียนคนที่ 1,2,3, ... ,I

j คือ ข้อสอบข้อที่ 1,2,3, ... ,J

U_{ij} = { 1 คะแนนถ้านักเรียนคนที่ i ตอบข้อสอบข้อที่ j ได้ถูกต้อง
0 คะแนนถ้านักเรียนคนที่ i ตอบข้อสอบข้อที่ j ผิด

$n_{i.}$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ i

$n_{.j}$ คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อที่ j ถูกต้อง

ค่าของดัชนีชี้เตือนของชาโตะของนักเรียนจะมีค่าอยู่ระหว่าง – 0.5 ถึง +1.5 ถ้าค่า $C_i = 0$ แสดงว่าสัดส่วนความแปรปรวนร่วมของแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียนเป็นไปตามทฤษฎีที่คาดหวังไว้ ดังนั้นความแปรปรวนร่วมของสิ่งที่สังเกตจะเท่ากับทฤษฎี

ถ้าค่าดัชนีชี้เตือนของชาโตะยิ่งมีค่าใกล้ 1.5 เท่าไร แสดงว่านักเรียนยิ่งมีแบบแผนการตอบที่บกพร่องมากขึ้น ชาโตะได้กำหนดเกณฑ์ตัดสินความบกพร่องไว้ว่า ถ้านักเรียนคนใดมีค่าดัชนีชี้เตือนมากกว่า 0.5 แสดงว่า นักเรียนคนนั้นมีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ(Sato , 1980)

2. **ดัชนีชี้เตือนข้อสอบรายข้อของชาโตะ** (Sato's Caution Index for item) คำนวณได้จากสูตรดังนี้ (Sato , 1980)

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

เมื่อ C_j คือ ค่าดัชนีชี้เตือนข้อสอบของชาโตะของข้อสอบข้อที่ j

X_{ij} คือ คะแนนของนักเรียนคนที่ i ในข้อที่ j

V_{ij} คือ คะแนนของข้อสอบข้อที่ j ของนักเรียนคนที่ i เมื่อการตอบข้อสอบของนักเรียนเป็นไปตามเมตริกซ์ของกัตแมน คือ

$V_{ij} = 1$ ถ้า $i < Y_i$ และ $V_i = 0$ ถ้า $i_j > Y_i$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I15221982

X_i คือ คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ i

i คือ นักเรียนคนที่ i

ในการคำนวณหาค่าดัชนีชี้เตือนข้อสอบรายข้อของชาโตะใช้สูตร

$$C_j = 1 - \frac{{}^{1}/_{n} \sum_{i=1}^{N} X_{ij} X_{i.} - Y_j U}{{}^{1}/_{N} \left(\sum_{i=1}^{Y_j} X_{i.} - Y_j U \right)}$$

สูตรที่คำนวณง่ายและสะดวกมากขึ้นคือ

$$C_j = \frac{\sum_{i=1}^{Y_j} X_{i.} - \sum_{i=1}^{N} X_{ij} X_{i.}}{\sum_{i=1}^{Y_j} X_{i.} - Y_j U}$$

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

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อ U คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมของผลการสอบ

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

$X_{i.}$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ i

N คือ จำนวนนักเรียนที่สอบ

สูตรที่ดัชนีชี้เตือนข้อสอบที่คำนวณง่ายและสะดวกในการคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ

$$C_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_{.j}} (1 - V_{ij}) n_{i.} - \sum_{i=n_{.j}+1}^{I} V_{ij} n_{i.}}{\sum_{j=1}^{n_{.j}} n_{i.} - n_{.j} \left(\sum_{i=1}^{I} n_{i.}/i \right)}$$

เมื่อ C_j คือ ดัชนีชี้เตือนข้อสอบของชาโตะของข้อสอบข้อที่ j

i คือ นักเรียนคนที่ 1,2,3, ... ,I

j คือ ข้อสอบข้อที่ 1,2,3, ... ,J

$$V_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{คะแนนถ้านักเรียนคนที่ i ตอบข้อสอบข้อที่ j ได้ถูกต้อง} \\ 0 & \text{คะแนนถ้านักเรียนคนที่ i ตอบข้อสอบข้อที่ j ผิด} \end{cases}$$

$n_{i.}$ คือ คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ i

$n_{.j}$ คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อที่ j ถูกต้อง

<u>ดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุง</u> (Modified Caution Index : C*)

ในปี ค.ศ. 1981 ฮาร์นิสและลินน์ (Harnisch and Linn , 1981) ได้ทำการปรับปรุงสูตรดัชนีชี้เตือนของชาโตะ(Sato's Caution Index) ขึ้นเรียกว่า ดัชนีชี้เตือนที่

ปรับปรุง (Modified Caution Index) โดยค่าดัชนีชี้เตือนจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงจะตัดข้อสอบบางข้อที่นักเรียนทุกคนตอบถูกหรือตอบผิด และตัดนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกทุกข้อและคนที่ตอบผิดทุกข้อออกในการคำนวณ สูตรดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของข้อสอบและของผู้สอบมีดังนี้ (Harnisch and Linn , 1981)

1. **ดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของนักเรียนรายบุคคล** (Modified Caution Index for Student: C_i^*) ซึ่งฮาร์นิสและลินน์ได้ปรับมาจากสูตรดัชนีชี้เตือนของซาโตะ (Sato's Caution Index : c_i)เป็นดัชนีที่ชี้เตือนว่านักเรียนมีแบบแผนการตอบผิดปกติหรือไม่ หรือมีแบบแผนการตอบเป็นไปตามแบบแผนการตอบข้อสอบตามแนวคิดของซาโตะหรือไม่ ดัชนีชี้เตือนจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ModifiedCaution Index (IND) และ Modified Caution Signal (SGN) ค่าดัชนีชี้เตือนของผู้สอบรายบุคคลจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

ดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของนักเรียนรายบุคคล คำนวณโดยใช้สูตรดังนี้ (Harnisch and Linn,1982)

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

เมื่อ C_i^* คือ ดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของผู้สอบคนที่ i

i คือ ผู้สอบคนที่ 1, 2, 3, ..., I

j คือ ข้อสอบข้อที่ 1, 2, 3, ...,J

U_{ij} คือ 1 คะแนน ถ้าผู้สอบคนที่ i ตอบข้อสอบข้อที่ j ถูกต้อง
0 คะแนน ถ้าผู้สอบคนที่ i ตอบข้อสอบข้อที่ j ผิด

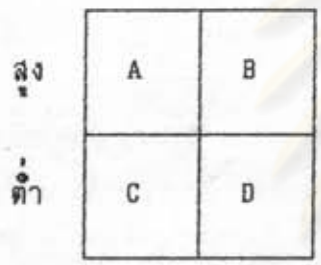
$n_{i.}$ คือ คะแนนรวมของผู้สอบคนที่ i

$n_{.j}$ คือ จำนวนคนที่ตอบข้อสอบที่ j ถูก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การแปลความหมายของดัชนีนี้ ค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 คือถ้าค่าดัชนีมีค่าเข้าใกล้ 1 ความบกพร่องของนักเรียนผู้นั้นในแบบแผนการตอบข้อสอบก็ยิ่งจะมากขึ้น อาร์นิสได้กำหนดจุดตัดสำหรับเป็นเกณฑ์ตัดสินความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบของดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุง (Modified Caution Index) โดยกำหนดให้ 0.3 เป็นจุดตัดที่เหมาะสม ถ้าค่าดัชนีที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.3 แสดงว่านักเรียนคนนั้นมีแบบแผนการตอบข้อสอบบกพร่อง

การแปลความหมายความบกพร่องของนักเรียนสามารถแปลความหมายได้จาก ตารางความสัมพันธ์แบบ 2x2 ดังภาพประกอบที่ 9 (Harnisch, 1983)



Student Performance	Student Cell	Student Correct	Modified Caution Index (C_t^*)
100 %	A	> 50 %	<= 0.30
50 %	B	> 50 %	> 0.30
0 %	C	<=50 %	<= 0.30
	D	<=50 %	> 0.30

<u>ภาพประกอบที่ 9</u> แสดงตาราง 2 x 2 จำแนกจำนวนนักเรียนตามความบกพร่องของนักเรียนจากตารางความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนร้อยละที่นักเรียนตอบถูกกับดัชนีชี้เตือนนักเรียนเมื่อ

A หมายถึง นักเรียนตอบข้อสอบถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50 และค่าดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของผู้สอบ (C_t^*) น้อยกว่าหรือเท่ากับ .30

B หมายถึง นักเรียนตอบข้อสอบถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50 และค่าดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของผู้สอบ(C_t^*) มากกว่า .30

C หมายถึง นักเรียนตอบข้อสอบถูกต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 และค่าดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของผู้สอบ(C_t^*) น้อยกว่าหรือเท่ากับ .30

D หมายถึง นักเรียนตอบข้อสอบถูกต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 และค่าดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุง(C_t^*) มากกว่า .30

การแปลความหมายความบกพร่อง

A หมายถึง นักเรียนมีความสามารถสูงจริง คือ ตอบได้ถูกมากกว่า 50 % และไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ

B หมายถึง นักเรียนมีความสามารถสูง คือ ตอบถูกมากกว่า 50 % แต่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบ แสดงว่านักเรียนอาจตอบข้อสอบที่ง่ายๆผิด แต่ตอบข้อยากๆถูก ครูควรให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงเพราะนักเรียนอาจละเพร่าได้

C หมายถึง นักเรียนมีความสามารถต่ำ แต่ไม่มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบซึ่งครูต้องซ่อมเสริม ปรับปรุงให้ผลการเรียนดีขึ้น

D หมายถึง นักเรียนมีความสามารถต่ำ ไม่มีความรู้เรื่องที่เรียนเพียงพอ มีความบกพร่องในแบบแผนการตอบข้อสอบต้องเรียนเนื้อหานั้นใหม่ หรือจัดสอนซ่อมเสริมเพื่อปรับปรุงผลการเรียนให้ดีขึ้น

2. **ดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของข้อสอบรายข้อ** (Modified Caution Index for Item : C_j^*) เป็นดัชนีที่เตือนว่าข้อสอบข้อนั้นๆ นักเรียนตอบถูกเป็นไปตามแนวคิดของชาโตะหรือไม่ คือ ข้อที่คนได้คะแนนรวมน้อยกว่าตอบถูกต้อง คนที่ได้คะแนนมากกว่าต้องทำได้ถูกต้องด้วย ซึ่งมีดัชนีชี้เตือนสองส่วน คือ ดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของข้อสอบ(IND) กับสัญลักษณ์ชี้เตือนความบกพร่องของข้อสอบ(SGN) ค่าดัชนีชี้ที่ปรับปรุงของข้อสอบรายข้อจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เช่นเดียวกับดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของนักเรียนรายคน เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินว่าข้อสอบข้อใดมีความบกพร่องหรือไม่คือ 0.3 ในการพิจารณาความบกพร่องของข้อสอบ โดยฮาร์นิสและลินน์ได้ปรับปรุงมาจากสูตรของชาโตะ ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$C_j^* = \frac{\sum_{i=1}^{n_{.j}} (1 - V_{ij})\, n_{i.} \;-\; \sum_{i=n_{.j}+1}^{I} V_{ij}\, n_{i.}}{\sum_{i=1}^{n_{.j}} n_{i.} \;-\; \sum_{j=I+1-n_{.j}}^{I} n_{i.}}$$

เมื่อ C_j^* คือ ดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของข้อสอบข้อที่ j

i คือ ผู้สอบคนที่ 1, 2, 3, ..., I

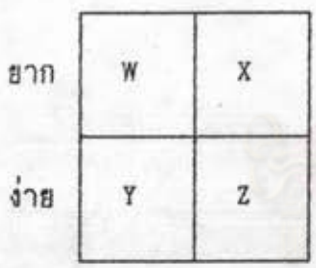
j คือ ข้อสอบข้อที่ 1, 2, 3, ...,J

V_{ij} คือ 1 คะแนน ถ้าผู้สอบคนที่ i ตอบข้อสอบข้อที่ j ถูกต้อง
0 คะแนน ถ้าผู้สอบคนที่ i ตอบข้อสอบข้อที่ j ผิด

$n_{i.}$ คือ คะแนนรวมของผู้สอบคนที่ i

$n_{.j}$ คือ จำนวนคนที่ตอบข้อสอบที่ j ถูก

อาร์นิสได้เสนอวิธีการพิจารณาความบกพร่องของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยเสนอเป็นตาราง 2x2 ดังภาพประกอบที่ 10



Item Difficulty	Item Cell	Percent Correct	Modified Caution Index (C_j^*)
0 %	W	<= 50 %	<= 0.30
50 %	X	<= 50 %	> 0.30
100 %	Y	> 50 %	<= 0.30
	Z	> 50 %	> 0.30

<u>ภาพประกอบที่ 10</u> แสดงตาราง 2 x 2 แสดงจำนวนข้อสอบที่จำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่างความยากของข้อสอบกับดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของข้อสอบรายข้อ

เมื่อ W หมายถึง นักเรียนตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้อง มีจำนวนน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 และค่าดัชนีชี้เตือนของข้อสอบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3

X หมายถึง นักเรียนตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้อง มีจำนวนน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 และค่าดัชนีชี้เตือนของข้อสอบมากกว่า 0.3

Y หมายถึง นักเรียนตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้อง มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 และค่าดัชนีชี้เดือนของข้อสอบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3

Z หมายถึง นักเรียนตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้อง มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 และค่าดัชนีชี้เดือนของข้อสอบมากกว่า 0.3

การแปลความหมายของสัญลักษณ์ ฮาร์นิส (Henisch 1983) ได้แปลความหมายไว้ดังนี้

W หมายถึง ข้อสอบที่ผู้สอบตอบถูกน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 % และค่าดัชนีต่ำกว่าเกณฑ์ เป็นข้อสอบที่มีความยากอยู่ในเกณฑ์ปานกลางไปหาข้อสอบที่ค่อนข้างยาก มีอำนาจจำแนกสูงสามารถแยกนักเรียนได้ดี

X หมายถึง ข้อสอบที่มีการใช้คำไม่เป็นปรนัย หรือตัวลวงเด่นกว่าตัวเลือกหรือเป็นข้อสอบที่วัดเนื้อหาแตกต่าง จากเนื้อหาที่จะวัด

Y หมายถึง ข้อสอบที่ช่วยในการจำแนกนักเรียนในกลุ่มที่มีความสามารถต่ำ และอาจเป็นไปได้ที่ข้อความบางคำจะแนะนำคำตอบ

Z หมายถึง ข้อสอบที่ต้องปรับปรุงแก้ไข หรือบางข้ออาจจะต้องตัดทิ้งเพราะง่ายเกินไป นักเรียนทุกคนตอบถูก

ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนาโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา

จากการศึกษาเทคนิคการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากเอกสารต่างๆ เช่น "คอมพิวเตอร์เบื้องต้นและเทคนิคการพัฒนาโปรแกรม" เขียนโดย วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์(2528) "คอมพิวเตอร์เบื้องต้นและการพัฒนาโปรแกรม" เขียนโดย วันพร ปั้นเก่า และธนาวรรณ จันทรัตนไพบูลย์ (2528) "เทคนิคการออกแบบโปรแกรม" เขียนโดย ถาวร อานุภาพไตรรงค์ (2528) "เทคนิคการวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์" เขียนโดย ปรานี ธรรมรักษ์ และ ลมศักดิ์ เกรอต (2530) งานวิจัยเรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดเก็บข้อสอบโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์" ของ พลากร กรพิทักษ์ (2533) และงานวิจัยเรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่องานประเมินผลการศึกษาของโรงเรียนอัสสัมชัญคอนแวนต์" ของ ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมได้ดังนี้

การวิจัยและพัฒนา(Research & Development) เป็นระเบียบวิธีวิจัยวิธีหนึ่งที่แตกต่างจากระเบียบวิธีวิจัยแบบอื่นๆที่ใช้ในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ การวิจัยและพัฒนาเป็น

งานที่มุ่งคิดค้น พัฒนาประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ เพื่อใช้กับสังคม ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะทางด้านคอมพิวเตอร์ หน่วยงานต่างๆได้เริ่มนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้กันอย่างแพร่หลาย และในทางการศึกษาก็ได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เป็นสื่อทางการศึกษา ทำให้เกิดงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนโปรแกรมด้วยคอมพิวเตอร์ และงานด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา เช่น การวิเคราะห์ข้อสอบ คลังข้อสอบ(Items Bank) ซึ่งการวิจัยดังกล่าวมีรูปแบบที่แตกต่างกันไป แต่โดยสรุปแล้วขั้นตอนการดำเนินการพัฒนาโปรแกรมจะคล้ายๆกัน ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. กำหนดปัญหา
2. วิเคราะห์ปัญหาและสิ่งที่ต้องการ
3. ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์
4. เลือกภาษาคอมพิวเตอร์และเขียนโปรแกรม
5. ทดสอบและปรับปรุงโปรแกรม
6. ประเมินคุณภาพโปรแกรม
7. จัดทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรม

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. <u>กำหนดปัญหา</u> (วันพร ปั้นเก่า และธนาวรรณ จันทร์ตนไพบูลย์ , 2528)

เป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยจะต้องระบุอย่างชัดเจนว่า มีความประสงค์ที่จะศึกษาอะไร เมื่อได้ปัญหาที่จะทำการวิจัยแล้วผู้วิจัยต้องกำหนดประเด็นที่จะศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการวิจัยนั้นให้ชัดเจน

2. <u>การวิเคราะห์ปัญหาและสิ่งที่ต้องการ</u> (วันพร ปั้นเก่า และธนาวรรณ จันทร์ตนไพบูลย์ , 2528)

เป็นขั้นตอนแรกของการพัฒนาโปรแกรม คือ เมื่อได้ปัญหามาแล้วผู้วิจัยจะต้องทำการวิเคราะห์หรือศึกษาปัญหานั้นๆให้ชัดเจนก่อนว่า จะให้ทำอะไร ทำอย่างไร ซึ่งมีส่วนที่สำคัญที่จะต้องวิเคราะห์และแจกแจงดังนี้

2.1 วิเคราะห์ว่าข้อมูลที่จะใช้ในการประมวลผลนั้นๆมีอะไรบ้าง มีรูปแบบเป็นอย่างไร จำนวนเท่าไร

2.2 วิเคราะห์ว่าผลลัพธ์ที่ต้องการมีอะไรบ้าง

2.3 สูตรหรือทฤษฎีที่จะใช้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ดังกล่าว มีหลักการคำนวณอย่างไร

2.4 เงื่อนไขในการประมวลผลหรือข้อจำกัดบางอย่าง(ถ้ามี)

3. <u>การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์</u> (วันพร ปั้นเก่า และธนาวรรณ จันทร์ดนไพบูลย์ , 2528)

การกำหนดลำดับและความครบถ้วนของขั้นตอนของโปรแกรมให้มีความถูกต้องนั้น ถ้าหากไม่มีการออกแบบไว้ล่วงหน้าจะมีโอกาสผิดพลาดมาก ดังนั้นในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบว่าในโปรแกรมจะต้องมีขั้นตอนตั้งแต่ต้นจนจบโปรแกรมมีอะไรบ้าง มีลำดับก่อนหลังอย่างไร วิธีการออกแบบขั้นตอนนี้มีผู้คิดไว้หลายวิธี เช่น

3.1 การเขียนเป็นอัลกอริทึม(algorithms) ซึ่งจะอธิบายการทำงานของแต่ละขั้นตอนด้วยคำหรือประโยคที่จะสื่อความหมายให้คนเข้าใจง่ายหรืออาจจะมีรูปประโยคคล้ายกับคำสั่งของภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งเรียกว่า Pseudo Code หรือการเขียนผังงาน (Flowchart) ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ที่เป็นรูปแทนขั้นตอนต่างๆ เป็นต้น

3.2 HIPO Chart (ถาวร อานุภาพไตรรงค์ , 2528)

Hierachy Plus Input Process and Output Chart หรือเรียกสั้นๆว่า HIPO Chart เป็นแผนภาพที่ช่วยในการออกแบบหรือแสดงรายละเอียดของโปรแกรมอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งบริษัท IBM เป็นผู้ริเริ่มใช้ขึ้นและเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน HIPO Chart ที่ช่วยในการแสดงรายละเอียดหรือออกแบบโปรแกรม โดยปกติจะประกอบด้วยแผนภาพ 3 ระดับ คือ

3.2.1 แผนภาพส่วนประกอบของโปรแกรม (Visual Table of Contents)เป็นแผนภูมิแสดงโครงสร้างหรือส่วนประกอบของโปรแกรม ซึ่งการแบ่งส่วนประกอบของโปรแกรมนั้นจะคำนึงถึงหน้าที่ (Function) ของส่วนประกอบเป็นหลัก หลักการแบ่งส่วนประกอบของโปรแกรมนั้นจะใช้หลักการแบ่งที่เรียกว่า Top Down Design นั่นเอง Visual Table of Contents บางทีจะเรียกว่า VTOC ซึ่งในส่วนนี้จะแบ่งโดยคำนึงถึงหน้าที่ของแต่ละโปรแกรมเป็นหลัก โดยไม่แสดงถึงรายละเอียดว่าแต่ละส่วนจะทำงานอย่างไร

3.2.2 Overview Diagram เป็นแผนภาพแสดงหน้าที่หลัก(Main

Function) ของโปรแกรม โดยการอ้างถึง Diagram หรือส่วนประกอบที่อยู่ต่ำกว่าลงมา โดยจะให้รายละเอียดอย่างคร่าวๆกับส่วน Input , Process , Output ของโปรแกรม

3.2.3 Detail Diagram ส่วนนี้จะมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับ Overview Diagram คือ Input , Process และ Output แต่ Detial Diagram นี้จะแสดงรายละเอียดเฉพาะเจาะจงลงไปในแต่ละ Process จะแสดงถึงส่วน Output ว่ามีอะไรบ้างและการ Process จะต้องทำอย่างไรบ้างและแสดงถึงว่าแต่ละ Module นี้จะถูกเรียกใช้หรือเป็นส่วนประกอบของ Module ไหน และจะเรียกใช้ Module ไหนบ้าง ซึ่งรายละเอียดดังกล่าวอาจจะแสดงโดย Flowchart ประกอบด้วยก็ได้

4. <u>การเลือกภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์และการเขียนโปรแกรม</u> (วันพร ปั้นเก่า และธนาวรรณ จันทรัตนไพบูลย์ , 2528)

ขั้นตอนนี้เป็นการเขียนคำสั่งด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ การที่จะเลือกภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะและประเภทของงานนั้นๆว่าเป็นงานที่ควรใช้ภาษาใด เช่น ถ้าเป็นงานด้านธุรกิจก็ควรเลือกใช้ภาษาโคบอล ถ้าเป็นด้านการคำนวณก็ควรใช้ภาษาฟอร์แทรน ถ้าเป็นงานเกี่ยวกับฐานข้อมูลก็ควรใช้ ดีเบส หรือใช้ภาษาฟ็อกซ์โปร นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงขีดจำกัดของเครื่องและตัวแปลภาษาของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ และการเลือกใช้ภาษายังต้องคำนึงถึงความถนัดและความชำนาญของผู้เขียนโปรแกรมว่าสามารถใช้ภาษาที่เลือกนั้นได้หรือไม่ ในการเขียนคำสั่งด้วยภาษาคอมพิวเตอร์นั้นต้องคำนึงถึงกฎเกณฑ์และหลักของภาษาที่ใช้ให้ถูกต้อง เพราะถ้ามีข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นซึ่งเรียกว่า Syntax Error โปรแกรมแปลภาษาจะไม่สามารถแปลความหมายของคำสั่งนั้นได้ ขั้นตอนการปฏิบัติการของโปรแกรมก็ไม่เกิดขึ้น โปรแกรมแปลภาษาส่วนมากจะรายงานหรือแสดงข้อความเตือนให้ทราบว่ามีข้อผิดพลาดตรงไหน เพราะอะไร เพื่อที่จะได้สะดวกต่อการแก้ไขต่อไป

5. <u>การทดสอบโปรแกรม</u> (วันพร ปั้นเก่า และธนาวรรณ จันทรัตนไพบูลย์ , 2528)

เมื่อโปรแกรมที่เขียนขึ้นผ่านขั้นตอนการแปลได้เป็น Object program แล้ว จากการปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์ตามคำสั่งของโปรแกรมนั้นมิได้หมายความว่า เราจะได้

ผลลัพธ์ที่ถูกต้องตามที่ต้องการเสมอไป เพราะว่าโปรแกรมนั้นๆอาจจะมีขั้นตอนที่ไม่ถูกต้องหรือมีการกำหนดการทำงานไม่ตรงกับที่ต้องการ ฉะนั้นเพื่อให้ได้โปรแกรมไว้ใช้งานอย่างมั่นใจหรือเชื่อถือได้ก็จะต้องมีการทดสอบโปรแกรมเสียก่อน วิธีการทดสอบนี้กระทำได้โดยการสั่งให้เครื่องปฏิบัติตามคำสั่งในโปรแกรม ถ้าในโปรแกรมนั้นมีการกำหนดให้เครื่องรับข้อมูลเข้าไปประมวลผลก็จะต้องนำตัวอย่างหรือข้อมูลจริงส่งเข้าไป แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาตรวจสอบกับผลลัพธ์ที่ถูกต้องซึ่งจัดกระทำโดยวิธีอื่น ควรทำการทดสอบหลายๆครั้ง เช่น ส่งข้อมูลเข้าไปหลายๆชุด ถ้าเปรียบเทียบแล้วได้ผลตรงกัน จึงจะยอมรับว่าโปรแกรมนั้นใช้ได้ แต่ถ้าผลลัพธ์ไม่ตรงกันจะต้องพิจารณาว่าความผิดพลาดนี้เกิดขึ้นจากข้อมูลหรือโปรแกรม ถ้าข้อมูลผิดก็แก้ไขและส่งเข้าไปประมวลผลใหม่แล้วเปรียบเทียบเช่นเดิมอีก แต่ถ้าโปรแกรมผิดก็จะต้องค้นหาว่าผิดพลาดที่ใด อย่างไรซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นอาจจะเกิดจากการกำหนดการคำนวณหรือการเปรียบเทียบผิด การอ้างชื่อข้อมูลหรือผลลัพธ์ผิด มีการสลับขั้นตอนหรือขั้นตอนไม่ครบถ้วน เป็นต้น เรียกข้อผิดพลาดประเภทนี้ว่า Logical error การค้นหาข้อผิดพลาดเหล่านี้จะค้นหาจากขั้นตอนการออกแบบไว้ประกอบไปกับตัวโปรแกรมที่เครื่องแสดงออกมาให้ด้วยก็จะทำให้สะดวกรวดเร็วกว่าการค้นหาจากตัวโปรแกรมโดยตรง

6. <u>การประเมินคุณภาพของโปรแกรม</u> (ปราณี ธรรมรักษ์ และสมสัก เกรอต , 2530)

การประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา เป็นการประเมินระบบการทำงานภายในของโปรแกรม (Systematic Internal Review) โดยประเมินในด้านต่างๆดังนี้

6.1 ความถูกต้องของโปรแกรม (Correctness) หมายถึง การที่โปรแกรมสั่งงานได้ตรงตามข้อกำหนดตามลักษณะที่ระบุไว้

6.2 ความแม่นยำถูกต้อง(Accuracy)ของผลลัพธ์ หมายถึง การที่ผลลัพธ์ของค่าที่คำนวณได้มีความถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น

6.3 การสั่งงานได้ตรงตามที่ต้องการ (Validity) ได้แก่การที่โปรแกรมสั่งงานได้ตรงตามที่ต้องการในทุกส่วนของระบบการประมวลผล ไม่ใช่เฉพาะเพียงส่วนใดส่วนหนึ่ง

6.4 ความเชื่อถือได้ (Reliability) หมายถึง การที่ทุกส่วนทำหน้าที่ได้เหมือนกันทุกครั้ง

6.5 ความสมบูรณ์ หมายถึง การที่โปรแกรมมีความครบถ้วนทุกส่วนภายในโปรแกรม เช่น การรับข้อมูล ลบ เพิ่ม แก้ไข รายงายผลทางจอภาพ พิมพ์ และมีส่วนของการป้องกันความผิดพลาดจากผู้ใช้ และใช้ได้กับข้อมูลทุกชุดที่เป็นไปได้

6.6 ความทนทานต่อความผิดพลาดในระบบ (Robustness) ได้แก่ความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่ต่อไปของโปรแกรม แม้จะพบข้อผิดพลาดบางประการในระบบก็ตาม

6.7 ความเร็วในการทำงานของโปรแกรม

7. <u>จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม</u> (วันพร ปั้นเก่า และธนาวรรณ จันทรัตนไพบูลย์)

เนื่องจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยประมวลผลข้อมูลต่างๆ ส่วนจะเป็นการใช้ทำงานต่อเนื่องหรือเป็นช่วงระยะเวลานาน ฉะนั้นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นก็จะถูกใช้ต่อไปตามระยะเวลาที่ต้องการนั้นด้วย แต่เมื่อมีการใช้สักระยะเวลาหนึ่งอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เช่น งาน คนหรือระบบเครื่องอาจจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมซึ่งทำให้โปรแกรมที่มีอยู่ไม่เหมาะสมซึ่งอาจจะต้องมีการพัฒนาขึ้นมาใหม่หรืออาจจะแก้ไขโปรแกรมที่มีอยู่ ฉะนั้นถ้าได้มีการทำเอกสารประกอบการพัฒนาประกอบการพัฒนาโปรแกรมไว้ ก็จะเป็นแนวทางในการแก้ไขหรือศึกษาวิธีการใช้โปรแกรมได้สะดวก ในการจัดทำเอกสารนี้ควรจะเริ่มทำและรวบรวมตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการพัฒนาโปรแกรมมาตามลำดับ มิเช่นนั้นอาจจะไม่อยากย้อนกลับไปทำ ในเอกสารประกอบโปรแกรมหรือคู่มือการใช้โปรแกรมนี้ควรประกอบไปด้วย เนื้อหาของปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา สูตรหรือทฤษฎีที่ใช้ ขั้นตอนของโปรแกรมรูปแบบของข้อมูลและผลลัพธ์ เนื้อหาโปรแกรม รายละเอียดขั้นตอนของการใช้โปรแกรมและข้อจำกัดของโปรแกรม ตลอดจนตัวอย่างผลการทำงานของโปรแกรมนั้นๆ

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

อาร์นิสและคณะ (อัดลำเนา) ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อใช้ประเมินแบบสอบและการปฏิบัติงานของนักเรียนดังนี้

ในปี ค.ศ. 1984 อาร์นิส ฮอร์วิทช์ และแวง (Harnisch , Horwitz , and Wang , 1984) ได้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อวิเคราะห์แบบสอบขึ้น (Test Analysis Package : TAP) โปรแกรมจะประกอบไปด้วยโปรแกรมหลักๆ 3 ส่วน คือ การแก้ไข

ข้อมูล การตรวจให้คะแนน และการสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบของนักเรียน และโปรแกรมในระบบต่างๆที่สำคัญมีดังนี้

1. สร้างแฟ้ม(File)เพื่อรับข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์
2. ระบบการตรวจให้คะแนน จำนวนข้อมูลสูงสุด ผู้สอบไม่เกิน 999 คน ข้อสอบไม่เกิน 254 ข้อ
3. ระบบรายงานผลเกี่ยวกับค่าสถิติสำหรับนักเรียน
4. การวิเคราะห์ค่าสถิติต่างๆ
5. ระบบเพื่อให้ผู้ใช้กำหนดจำนวนข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์

โปรแกรมนี้สามารถที่จะพิมพ์รายงานผล ค่าต่างๆที่ได้จากการวิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูลคำตอบของผู้สอบ การแจกแจงความถี่ของคะแนน เมตริกซ์คะแนนการตอบของผู้สอบ เปอร์เซ็นต์การตอบถูก กราฟแสดงการแจกแจงแบบ Quintile ของคะแนนที่ตอบถูก ตารางความสัมพันธ์แบบ Point biserial ของข้อสอบและแบบสอบ ซึ่งข้อมูลต่างๆเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงคุณภาพของข้อสอบในด้านการวัดผลประเมินผล

ในปี ค.ศ. 1985 อาร์นิสและโรมี (Harnisch and Romy , 1985) ได้พัฒนาโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อวิเคราะห์นักเรียนและข้อสอบเรียกว่า(The Student - Problem Package : SPP) ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน (Item response pattern)โดยใช้ทฤษฎีเส้นโค้งเอส - พี(Student - Problem Curve Theory) ผลของการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPP จะได้แผนภูมิเอส - พี และค่าสถิติต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการบ่งชี้ความบกพร่องในแบบแผนการข้อสอบของนักเรียนแต่ละคนและข้อสอบแต่ละข้อ นอกจากนี้โปรแกรมนี้ยังสามารถสร้างแผนภูมิเอส - พี ที่แบ่งตามกลุ่มทักษะย่อยหรือกลุ่มเนื้อหาย่อยได้ซึ่งเรียกว่า Categorized S - P Chart แบบแผนการตอบข้อสอบที่บกพร่องของนักเรียนหมายถึงการที่ นักเรียนคนที่ได้คะแนนสูงแต่ทำข้อสอบข้อง่ายๆผิด อาร์นิสได้กล่าวว่า สาเหตุที่นำไปสู่แบบแผนการตอบข้อสอบที่ผิดปรกติหรือบกพร่องนี้อาจจะเกิดจากปัจจัยต่อไปนี้ การเดา ความสะเพร่า ความวิตกวังวลสูงในขณะสอบ การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาไม่เหมาะสม ประสบการณ์พื้นฐานของเด็กไม่ดี หรือการลอกเพื่อน เป็นต้น โปรแกรมนี้จะให้ค่าสถิติที่สำคัญดังนี้ แผนภูมิเอส - พี ค่าดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุง (Modified Caution Index : MCI) คะแนนรวมแต่ละคน ร้อยละที่ตอบถูก สัญลักษณ์ชี้เตือนที่ปรับปรุงของผู้สอบ (Modified Caution Signal for student) สัญลักษณ์ชี้เตือนที่ปรับปรุงของ

ข้อสอบ (Modified Caution Signal for item) ผลสรุปค่าสถิติของผู้สอบ ข้อสอบ และแบบสอบ ตารางความถี่และการจำแนก แผนภูมิเอส - พี ที่แบ่งตามกลุ่มทักษะย่อย (Categorezed S - P Chart) ข้อมูลต่างๆที่ได้นี้ครูประจำชั้นหรือครูแนะแนวสามารถนำไปวิเคราะห์หาจุดเด่นจุดอ่อนของนักเรียนและทำการปรับปรุงการเรียนการสอนได้ดียิ่งขึ้น

ในปี ค.ศ. 1981 อาร์นิส และลินน์ (Harnisch and Linn , 1981) ได้ศึกษาแบบแผนการตอบข้อสอบของนักเรียน โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพการศึกษาในปี 1978 ได้ศึกษาเปรียบเทียบดัชนีชี้ความบกพร่องในการตอบข้อสอบแบบต่างๆ ดัชนีที่ศึกษานี้เป็นดัชนีที่ใช้หลักการเดียวกันทั้ง 8 ดัชนี คือ ดัชนีชี้เตือนของชาโตะ (C_i) ดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุง (C_i^*) ดัชนีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมแต่ละข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับ (r_i) ดัชนีการเห็นด้วยของเคนและเบรนนัน(A) ดัชนีความไม่เห็นด้วยของเคนและเบรนนัน(D) ดัชนีความสามารถที่สัมพันธ์กับการตอบผิด(O) ดัชนียู ของแวนเดอร์ไฟเออร์ (U_i) และดัชนีความสามารถของบุคคลของทาทซูโอกะ (NCI) เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสำรวจความก้าวหน้าทางการศึกษาเป็นแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 40 ข้อ การอ่าน 28 ข้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนเกรด 4 เกรด 8 และเกรด 11 ซึ่งสุ่มมาจากโรงเรียน 110 โรง สุ่มนักเรียนในแต่ละระดับชั้นในโรงเรียนต่างๆ มา 18 - 20 คน ได้กลุ่มตัวอย่างแต่ละระดับชั้น 2,100 คน 3 ระดับชั้น คือ ระดับประถมศึกษาหรือเกรด 4 มัธยมศึกษาตอนต้นหรือเกรด 8 และ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเกรด 11 รวมทั้งหมด 6,300 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานอกจากจะใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และการอ่านแล้ว ยังประกอบด้วยแบบสำรวจข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับตัวนักเรียน และตัวแปรอื่นๆทางด้านอารมณ์ของนักเรียน ผลของการศึกษาพบว่าดัชนีที่ถูกคัดเลือกว่ามีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ ดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุง(Modified Caution index)

ในปี ค.ศ. 1986 เบอร์นบอม(Birenbaum Menucha, 1986) ได้ทำการศึกษาเรื่อง 'HOW', _BEYOND THE 'WHAT', TOWARDS THE 'WHY' : A RULE-ASSESSMENT APPROARCH TO ACHIEVEMENT TESTING. มีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาวิธีการประเมินเพื่อวินิจฉัย(Rule assessment approach) โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แผนภูมิเอส - พี (S -P Chart) ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการซีมูเลท(Semulate) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเป็นตัวอย่างและครูประจำชั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นเวคเตอร์ของคะแนนการตอบของผู้สอบ 20 คน ข้อสอบ 10 ข้อ ในเรื่องการบวกเศษส่วน ซึ่ง

เป็นแบบสอบที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อวินิจฉัยโดยเฉพาะ ข้อสอบ 10 ข้อ เป็นข้อสอบแบบคู่ขนานโดยการปรับมาจากแบบสอบเต็มฉบับที่พัฒนามาโดยการสร้าง Task Speccification Chart (TSC) ซึ่งมี 40 ข้อ ข้อสอบ 10 ข้อ ประกอบด้วยข้อสอบดังนี้ เป็นการบวกจำนวนคละ 2 คู่ โดยข้อสอบคู่แรกมีส่วนเท่ากัน อีกคู่ส่วนไม่เท่ากัน และเป็นเรื่องการบวกเศษส่วนธรรมดา 3 คู่ โดยข้อสอบคู่แรกมีส่วนเท่ากัน อีก 2 คู่ มีส่วนไม่เท่ากันโดยมีเศษเท่ากัน 1 คู่ การวิเคราะห์หาความบกพร่องของผู้สอบโดยการแปลผลจากคำตอบที่ผิดซึ่งแต่ละตัวเลือกได้มีการ Coding ไว้ว่าตอบผิดเพราะอะไร ผลจากการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้คะแนนเท่ากันได้มาจากแบบแผนการตอบข้อสอบที่แตกต่างกันซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องแตกต่างกันคือมีความคลาดเคลื่อนต่างกันตาม Coding Error ที่กำหนดไว้จากแบบสอบ (TSC) เบอร์นบุม กล่าวว่า วิธีการประเมินเพื่อวินิจฉัยโดยใช้เทคนิค S - P Chart นี้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการแปลผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ เนื่องจากคนที่ได้คะแนนเท่ากันอาจจะมีความบกพร่องที่ต่างกันจึงต้องทำการแก้ไขปรับปรุงให้ตรงจุดที่แต่ละคนบกพร่อง ถึงแม้ว่าความบกพร่องนั้นจริงๆแล้วอาจจะคลาดเคลื่อนมาจากการความสะเพร่า การเปลี่ยนคำตอบ แต่โดยสรุปแล้วเป็นอัตราส่วนที่สามารถวินิจฉัยได้โดยแบบสอบวินิจฉัยถึงร้อยละ 70 - 80 แต่ดูเหมือนว่าความยุ่งยากจะอยู่ที่การสร้างเครื่องมือเพื่อการวินิจฉัย

พลากร กรนิทักษ์ (2533)ได้ทำการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเก็บข้อสอบ โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ จากการวิจัยและพัฒนาทำให้ได้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับจัดเก็บข้อสอบและสะสมข้อสอบได้ และเลือกสรรข้อสอบโดยการสุ่มข้อสอบออกมาจัดพิมพ์เป็นแบบสอบได้โดยให้จัดเรียงรูปแบบของข้อสอบได้ตามต้องการ นอกจากนี้ได้ทำการประเมินผลโปรแกรมโดยผู้ใช้โปรแกรม พบว่า ผู้ใช้มีความเห็นด้วยอย่างยิ่งว่า โปรแกรมนี้ง่ายต่อการใช้งานในขั้นของการจัดเก็บและเพิ่มเติมข้อสอบ โดยที่ผู้สอบไม่จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์ พิมพ์ดีด หรือทางการศึกษา ก็สามารถใช้โปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล (2534) ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่องานประเมินผลการศึกษาของโรงเรียนอัชสัมชัญคอนแวนต์ จากผลการวิจัยและพัฒนาทำให้ได้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้ในงานประเมินผลการศึกษาของโรงเรียนอัชสัมชัญคอนแวนต์ และโรงเรียนอื่นๆ ก็สามารนำไปประยุกต์ใช้ได้ โปรแกรมสามารถสร้างแฟ้มเก็บข้อมูลและจัดเก็บผลการเรียนของนักเรียนได้ และสามารถประมวลผล คำนวณค่าสถิติต่างๆ สามารถรายงานผลทาง

จอภาพและเครื่องพิมพ์ และสามารถพิมพ์เอกสารงานประเมินผลการศึกษาตามรูปแบบที่ต้องการได้ ผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมได้ง่ายและสะดวก จึงเป็นโปรแกรมที่ช่วยประหยัดเวลาในการทำงานด้านการประเมินผลการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว จะเห็นว่าในต่างประเทศได้มีการนำวิธีการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบ(Item Response Patterns) ไปใช้กันอย่างแพร่หลาย ตลอดทั้งมีการพัฒนาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาการวัดผลการศึกษาทำให้สามารถปรับปรุงการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สำหรับในประเทศไทยเรานั้นยังไม่มีการนำการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบมาใช้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเห็นว่าน่าจะได้มีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบโดยใช้สูตรดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงโดยฮาร์นิสและลินน์ และนำเสนอเป็นรูปแบบภาษาไทยทั้งบนจอภาพและการพิมพ์ผลซึ่งจะสามารถสื่อความหมายกับผู้ใช้ได้ดีและนำไปใช้ได้อย่างสะดวกในระดับโรงเรียน โปรแกรมที่ผู้วิจัยจะพัฒนาขึ้นนี้จะได้ค่าสถิติต่างๆดังนี้ แผนภูมิเอส - พี คะแนนผลการสอบ ร้อยละของการตอบถูก ค่าดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของนักเรียนแต่ละคน (Modified Caution Index for student) ค่าดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของข้อสอบรายข้อ (Modified Caution Index for item) สัญลักษณ์ชี้เตือนที่ปรับปรุงของนักเรียนแต่ละคน (Modified Caution Signal for student) สัญลักษณ์ชี้เตือนที่ปรับปรุงของข้อสอบแต่ละข้อ (Modified Caution Signal for item) ค่าความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) ผลสรุปค่าสถิติของนักเรียน ของข้อสอบ และของแบบสอบ ตารางการจำแนกและแจกแจงความถี่ และแผนภูมิเอส - พี ที่แบ่งข้อสอบตามกลุ่มเนื้อหาย่อยหรือกลุ่มทักษะย่อย ซึ่งในส่วนนี้ผู้วิจัยจะพัฒนาให้สามารถรวมคะแนนในแต่ละกลุ่มเนื้อหาได้ และผู้ใช้สามารถกำหนดเกณฑ์การผ่านกลุ่มเนื้อหาเป็นร้อยละ 50 60 70 หรือร้อยละ 80 ได้ด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการบ่งชี้จุดเด่นจุดอ่อนของนักเรียนได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น