



บทที่ 1

บทนำ

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แบบสอบเลือกตอบ (multiple choice test) เป็นแบบสอบที่มีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เพราะมีจุดเด่นในด้านการตรวจและการให้คะแนนอยู่หลายประการ ได้แก่ ความเป็นปรนัย ความสะดวกรวดเร็ว การประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่าย นอกจากนี้แล้วแบบสอบเลือกตอบยังเป็นแบบสอบที่มีจุดเด่นในด้านการวัดเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรได้อย่างละเอียดและครอบคลุม และถ้าผู้ทำข้อสอบเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในการสร้างข้อสอบแล้วแบบสอบเลือกตอบยังเป็นแบบสอบประเภทปรนัยที่สามารถจะวัดระดับของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ตั้งแต่ขั้นต่ำสุดคือ ขั้นความรู้-ความจำ ไปจนถึงขั้นสูงสุดคือ ขั้นการประเมินผล

แม้ว่าแบบสอบเลือกตอบจะมีข้อดีอยู่หลายประการตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่ก็ยังมีบางประเด็นที่น่าจะนำมาพิจารณาโดยเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวกับคะแนนรวม (total score) กล่าวคือ ผู้สอบที่มีคะแนนรวมเท่ากันไม่ได้หมายความว่าผู้สอบจะมีคะแนนรายข้อเหมือนกันทุกข้อ ตัวอย่างเช่น ผู้สอบที่มีคะแนนรวม 3 คะแนน จากการตอบข้อสอบ 10 ข้อ นั้น คะแนนรวม 3 คะแนนของผู้สอบ อาจจะได้มาจากการตอบข้อสอบข้อที่ 1 ข้อที่ 2 และข้อที่ 6 ได้ถูกต้อง หรือจากการตอบข้อสอบข้อที่ 2 ข้อที่ 3 และข้อที่ 8 ได้ถูกต้อง หรือจากการตอบข้อสอบข้อใดๆจำนวน 3 ข้อ จาก 10 ข้อ ได้ถูกต้อง (รูปแบบของคะแนนรายข้อ (item score patterns) ทั้ง 10 ข้อ ของผู้สอบ ในกรณีที่ตอบข้อสอบข้อที่ 1 ข้อที่ 2 และข้อที่ 6 ได้ถูกต้อง คือ 1100010000 และในกรณีที่ตอบข้อสอบข้อที่ 2 ข้อที่ 3 และข้อที่ 8 ได้ถูกต้อง คือ 0110000100) สำหรับรูปแบบของคะแนนรายข้อที่ได้จากการตอบข้อสอบ 10 ข้อ ของผู้สอบที่มีคะแนนรวม 3 คะแนน จะมีรูปแบบที่เป็นไปได้ทั้งหมด 120 แบบ (รูปแบบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของผู้สอบที่มีคะแนนรวม 3 คะแนน จากการตอบข้อสอบ 10 ข้อ ซึ่งคำนวณโดยหลักการจัดหมู่ (combination) คือ  $10!/(3!7!)$ )

การที่ผู้สอบซึ่งมีคะแนนรวม 3 คะแนน จากการตอบข้อสอบจำนวน 10 ข้อ มีโอกาสที่จะเกิดรูปแบบของคะแนนรายข้อถึง 120 แบบ และผู้ที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง มีได้ถึง 3 ประเภท คือ ผู้ที่ตอบถูกเพราะมีความรู้จริง เพราะมีความรู้เพียงบางส่วน และเพราะเดาถูก

ในการทำงานเดียวกันผู้ที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อผิดก็มีได้ 3 ประเภท คือ ผู้ที่ตอบผิดเพราะไม่มีความรู้ เพราะมีความรู้เพียงบางส่วนแต่เลือกตัวเลือกผิด และเพราะมีความรู้แต่บังเอิญตอบผิดเช่น ทำเครื่องหมายผิดข้อ หรือมองไม่เห็นคำตอบที่ถูกต้อง เป็นต้น เพราะฉะนั้นคะแนนรวมของผู้สอบที่ได้จากการตอบแบบสอบเลือกตอบ จึงอาจจะมีความมากกว่าหรือมีค่าน้อยกว่าความสามารถที่แท้จริงของเขา

ความหลากหลายของรูปแบบของคะแนนรายชื่อของผู้สอบที่มีคะแนนรวมค่าหนึ่งๆจากแบบสอบเลือกตอบเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจจากนักวัดผลกลุ่มหนึ่ง กัทแมน (Guttman 1954) นับว่าเป็นบุคคลแรกที่ทำให้ความสนใจในประเด็นนี้ โดยการนำคะแนนรายชื่อของผู้สอบทุกคนในกลุ่มมาคำนวณหาจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง เพื่อจัดลำดับของข้อสอบจากข้อที่ง่ายที่สุด (ข้อที่มีจำนวนผู้สอบตอบได้ถูกต้องมากที่สุด) ไปจนถึงข้อที่ยากที่สุด (ข้อที่มีจำนวนผู้สอบตอบได้ถูกต้องน้อยที่สุด) จากนั้นนำคะแนนรายชื่อของผู้สอบมาเรียงลำดับตามแนวคอลัมน์จากข้อที่ง่ายที่สุด ไปจนถึงข้อที่ยากที่สุด รูปแบบของคะแนนรายชื่อของผู้สอบที่ถูกนำมาจัดลำดับใหม่ตามความยากของข้อสอบที่เรียกว่าแบบแผนการตอบข้อสอบนั้น จึงเป็นการแสดงแบบแผนของคะแนนรายชื่อตามลำดับความยากของข้อสอบ

ภายใต้เงื่อนไขว่าแบบสอบจะต้องประกอบด้วยข้อสอบที่วัดคุณลักษณะ (trait) เดียวกัน (unidimensionality) และข้อสอบทั้งหมดสามารถนำมาจัดลำดับตามค่าความยากของข้อสอบได้แล้ว (ความยากของข้อสอบในที่นี้ หมายถึงจำนวนผู้สอบภายในกลุ่มที่ตอบข้อสอบข้อนั้นได้ถูกต้องหารด้วยจำนวนผู้สอบทั้งหมด) กัทแมนมีความเชื่อว่าเมื่อผู้สอบตอบข้อสอบที่มีความยากระดับหนึ่งได้ถูกต้องแล้วเขาจะตอบข้อสอบทุกข้อที่ง่ายกว่าข้อดังกล่าวได้ถูกต้องด้วย และเมื่อผู้สอบตอบข้อสอบที่มีความยากระดับหนึ่งผิดแล้วเขาจะตอบข้อสอบทุกข้อที่ยากกว่าข้อดังกล่าวผิดด้วย กัทแมนได้นิยามความคลาดเคลื่อนของคะแนนรายชื่อของผู้สอบไว้เป็น 2 ประเภทคือ ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เกิดจากการที่ผู้สอบตอบข้อสอบที่จัดว่าเป็นข้อที่ง่ายกว่าหรือที่มีความยากเท่ากับความสามารถของเขาผิด และความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 เกิดจากการที่ผู้สอบตอบข้อสอบที่จัดว่าเป็นข้อที่ยากกว่าความสามารถของเขาได้ถูกต้อง (Cudeck 1980: 119)

เมื่อนำความเชื่อของกัทแมนและเงื่อนไขของข้อสอบที่กล่าวมาข้างต้น มาอธิบายความหมายของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคล หลังจากที่ได้มีการเรียงลำดับข้อสอบจากข้อที่ง่ายที่สุดไปจนถึงข้อที่ยากที่สุดแล้ว จะกล่าวได้ว่าผู้สอบจะมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกัทแมนสมบูรณ์ (perfectly Guttman) ถ้าเขาตอบข้อสอบข้อที่ง่ายที่สุดไปจนถึงข้อที่มีลำดับที่เท่ากับ

ความสามารถของเขา (ตามความหมายนี้คือ ข้อสอบที่มีลำดับที่เท่ากับคะแนนรวมของเขา) ได้ถูก  
 ต้องทุกข้อ และตอบข้อสอบที่ยากกว่าความสามารถของเขา (ตามความหมายนี้คือ ข้อสอบที่มีลำดับ  
 ที่สูงกว่าคะแนนรวม) ผิดทุกข้อ ยกตัวอย่างเช่น ผู้สอบที่มีคะแนนรวม 3 คะแนน จากการตอบข้อ  
 สอบ 10 ข้อ จะมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะ เป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์เมื่อเขาตอบข้อสอบลำดับที่  
 1 จนถึงลำดับที่ 3 ได้ถูกต้อง และตอบข้อสอบตั้งแต่ลำดับที่ 4 เป็นต้นไป ผิดทุกข้อ (แบบแผนการ  
 ตอบข้อสอบของผู้สอบคนนี้เป็นคือ 1110000000)

ต่อมาได้มีผู้นำแนวคิดเกี่ยวกับแบบแผนการตอบข้อสอบของกัณฑ์แมน มาใช้ในการพิจารณา  
 แบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบแต่ละคน เพื่อจะตัดสินว่าคะแนนรวมของผู้สอบที่ได้มาจากการ  
 ตอบแบบสอบเลือกตอบนั้น จะนำมาใช้เป็นตัวแทนความสามารถในการสอบครั้งนั้นของผู้สอบได้มาก  
 น้อยเพียงใด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าคะแนนรวมที่ผู้สอบทำได้นั้นมีความถูกต้องเพียงใด (Rudner  
 1983: 207) โดยที่กลุ่มนักวิจัยดังกล่าวมีความเชื่อว่าเมื่อผู้สอบตอบแบบสอบซึ่งประกอบด้วยข้อ  
 สอบที่วัดคุณลักษณะเดียวกันและข้อสอบดังกล่าวสามารถนำมาจัดเรียงลำดับจากข้อที่ง่ายที่สุด (ข้อที่  
 ผู้สอบภายในกลุ่มตอบได้ถูกต้องมากที่สุด) ไปจนถึงข้อที่ยากที่สุด (ข้อที่ผู้สอบภายในกลุ่มตอบได้ถูก  
 ต้องน้อยที่สุด) ได้แล้ว คะแนนรวมของผู้สอบจะมีความถูกต้องสูงสุดถ้าคะแนนรวมที่ทำได้นั้นมา  
 จากการตอบข้อสอบข้อที่ง่ายที่สุดไปจนถึงข้อที่มีความยากเท่ากับความสามารถของเขาได้ถูกต้องทุก  
 ข้อ ซึ่งหมายความว่าผู้สอบจะต้องมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะ เป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์นั่นเอง

สำหรับแนวทางการพิจารณาความถูกต้องของคะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคนก็คือ การนำ  
 แบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคล มาหาความสัมพันธ์กับแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะ เป็น  
 กัณฑ์แมนสมบูรณ์ โดยมีการกำหนดแนวคิดในการหาความสัมพันธ์และการนำตัวประกอบต่างๆ เช่น  
 ค่าความยากของข้อสอบหรือคะแนนรายข้อมาใช้ในการกำหนดความสัมพันธ์ดังกล่าวเพื่อประมาณ  
 ค่าของดัชนีที่บ่งชี้ความสัมพันธ์ของแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้กับแบบแผนการตอบข้อ  
 สอบที่มีลักษณะ เป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์ ค่าของดัชนีที่คำนวณได้นี้จะนำมาใช้อธิบายว่าคะแนนรวมที่ผู้สอบ  
 ทำได้มีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด (ความถูกต้องหมายถึงความเป็นตัวแทนของความสามารถใน  
 การสอบครั้งนั้น ยิ่งค่าของดัชนีบ่งชี้ว่าคะแนนรวมของผู้สอบมีความถูกต้องมากก็ยิ่งมั่นใจได้ว่า  
 คะแนนรวมที่ผู้สอบทำได้มีความเป็นตัวแทนความสามารถในการสอบครั้งนั้นของเขา)

สำหรับดัชนีที่บ่งชี้ความสัมพันธ์ของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลเท่าที่มีอยู่ มีแนว  
 คิด และตัวประกอบในการกำหนดความสัมพันธ์ของแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้กับแบบ  
 แผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะ เป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์ สรุปได้เป็น 4 กลุ่มดังนี้คือ

กลุ่มที่ 1 กำหนดความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้ กับ แบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะ เป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างคะแนนรายชื่อกับความยากของข้อสอบ ดัชนีในกลุ่มนี้ได้แก่ ดัชนีไบซีเรียลของแต่ละบุคคล (Personal Biserial Index) พัฒนาโดย ดอนลอนและฟิสเชอร์ (Donlon and Fischer 1968) และดัชนีพอยท์ไบซีเรียลของแต่ละบุคคล (Personal Point Biserial Index) พัฒนาโดย เบรนนัน (Brennan 1980) ค่าของดัชนีทั้งสองจะมีค่าสูงเมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะใกล้เคียงกับกัณฑ์แมนสมบูรณ์ และจะมีค่าสูงสุดเมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะ เป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์

แต่การกำหนดความสอดคล้องดังกล่าว โดยใช้ความสัมพันธ์แบบไบซีเรียลหรือแบบพอยท์ไบซีเรียลทำให้ค่าของดัชนีที่คำนวณได้ขึ้นอยู่กับคะแนนรวมที่ผู้สอบทำได้ ยกตัวอย่างเช่น ข้อสอบ 5 ข้อ มีค่าความยากเท่ากับ 0.67 0.56 0.39 0.33 และ 0.17 ในกรณีที่ผู้สอบ 4 คน มีแบบแผนการตอบข้อสอบเป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์เหมือนกันแต่มีคะแนนรวมต่างกันเป็น 4 คะแนน 3 คะแนน 2 คะแนน และ 1 คะแนน (แบบแผนการตอบข้อสอบ 5 ข้อ ของผู้สอบ 4 คนนี้ คือ 11110 11100 11000 และ 10000) จะมีค่าของดัชนีไบซีเรียลของแต่ละบุคคลเท่ากับ 1.05 1.02 1.12 และ 1.00 ตามลำดับ (Harnisch and Linn 1981: 137)

จากตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าผู้สอบทั้ง 4 คน ซึ่งมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะ เป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์เหมือนกันแต่กลับมีค่าดัชนีไบซีเรียลของแต่ละบุคคลแตกต่างกันเมื่อผู้สอบมีคะแนนรวมต่างกัน ถือว่าเป็นจุดอ่อนที่สำคัญของดัชนีไบซีเรียลของแต่ละบุคคลและดัชนีพอยท์ไบซีเรียลของแต่ละบุคคลเพราะดัชนีจะต้องมีค่าเท่ากันเสมอเมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบเป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์ เพราะฉะนั้นดัชนีที่ดีจึงต้องมีค่าคงที่เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบเป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์

กลุ่มที่ 2 กำหนดความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้ กับแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะ เป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์จากค่าผลรวมของค่าความยากของข้อสอบที่ผู้สอบตอบได้ถูกต้อง แนวคิดนี้พัฒนาขึ้นโดย เคนและเบรนนัน (Kane and Brennan 1980) ดัชนีในกลุ่มนี้ได้แก่ ดัชนีความสอดคล้อง (Agreement Index) ดัชนีความไม่สอดคล้อง (Disagreement Index) ดัชนีความเชื่อถือได้ (Dependability Index) และดัชนีความเชื่อถือได้ที่ปรับแก้การเดา (Dependability Corrected for Chance Index)

ดัชนีความสอดคล้อง คำนวณมาจากผลรวมของค่าความยากของข้อสอบที่ผู้สอบ

ตอบได้ถูกต้อง ดัชนีความสอดคล้องจะมีค่าสูงเมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกักตมนสมบูรณ์ และจะมีค่าสูงสุดเมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะเป็นกักตมนสมบูรณ์

แต่การประมาณค่าของดัชนีความสอดคล้องตามแนวคิดนี้ทำให้ดัชนีมีค่ามากขึ้นตามคะแนนรวม จากตัวอย่างเดิมของผู้สอบ 4 คนที่มีแบบแผนการตอบข้อสอบเป็นกักตมนสมบูรณ์เหมือนกันแต่มีคะแนนรวมต่างกันเป็น 4 คะแนน 3 คะแนน 2 คะแนน และ 1 คะแนน จะมีค่าของดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.94 1.61 1.22 และ 0.67 ตามลำดับ

ตามตัวอย่างข้างต้นผู้สอบทั้ง 4 คนมีแบบแผนการตอบข้อสอบเป็นกักตมนสมบูรณ์เหมือนกันแต่กลับมีค่าของดัชนีความสอดคล้องแตกต่างกันเมื่อมีคะแนนรวมต่างกัน ทำให้ดัชนีความสอดคล้องมีจุดอ่อนเช่นเดียวกับดัชนีไบบีเรียลของแต่ละบุคคลและดัชนีนอยท์ไบบีเรียลของแต่ละบุคคลด้วยเหตุนี้ เคนและเบรนนัน จึงได้ปรับแก้จุดอ่อนดังกล่าวโดยพัฒนา ดัชนีความไม่สอดคล้อง ดัชนีความเชื่อถือได้ และดัชนีความเชื่อถือได้ที่ปรับแก้การเดาขึ้น โดยออกแบบให้ดัชนีทั้ง 3 มีค่าคงที่เสมอเมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบเป็นกักตมนสมบูรณ์ ซึ่งดัชนีที่พัฒนาขึ้นใหม่มีรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ

ดัชนีความไม่สอดคล้อง เป็นดัชนีที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขจุดอ่อนของดัชนีความสอดคล้อง โดยกำหนดให้ดัชนีมีค่าเท่ากับ 0 เสมอ เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบเป็นกักตมนสมบูรณ์ ทั้งนี้เพราะดัชนีความไม่สอดคล้องคำนวณมาจากผลต่างระหว่างค่าสูงสุดของดัชนีความสอดคล้องกับค่าของดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณมาจากแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้ (ค่าสูงสุดของดัชนีความสอดคล้องคำนวณได้โดยการกำหนดให้ผู้สอบที่มีคะแนนรวมดังกล่าวมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกักตมนสมบูรณ์)

ดัชนีความเชื่อถือได้ พัฒนาการขึ้นเพื่อแก้ไขจุดอ่อนของดัชนีความสอดคล้อง โดยกำหนดให้ดัชนีมีค่าเท่ากับ 1.0 เสมอ เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกักตมนสมบูรณ์ ทั้งนี้เพราะดัชนีความเชื่อถือได้คำนวณมาจากค่าของดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้ หาดด้วยค่าสูงสุดของดัชนีความสอดคล้อง

ดัชนีความเชื่อถือได้ที่ปรับแก้การเดา เป็นดัชนีที่พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของดัชนีความเชื่อถือได้ โดยการนำค่าโอกาสการเดาของผู้สอบมาลบออกจากค่าของดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้และออกจากค่าสูงสุดของดัชนีความสอดคล้องที่อยู่ในสูตรคำนวณของดัชนีความเชื่อถือได้ (ค่าโอกาสการเดาของผู้สอบคำนวณมาจากผลรวมของ

ค่าความยากของข้อสอบทุกข้อหารด้วยจำนวนข้อสอบทั้งหมด แล้วนำค่าสัดส่วนที่ได้นี้มาคูณกับค่าคะแนนรวมของผู้สอบ) ค่าของดัชนีความเชื่อถือได้ที่ปรับแก้การเดามีความหมายเช่นเดียวกับของดัชนีความเชื่อถือได้คือมีค่าสูง (ค่าเข้าใกล้ 1.0) เมื่อผู้สอบที่มีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกฏแมนสมบูรณ์ และจะมีค่าสูงสุดคือ มีค่าเท่ากับ 1.0 เมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะเป็นกฏแมนสมบูรณ์

กลุ่มที่ 3 กำหนดความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้ กับ แบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกฏแมนสมบูรณ์ จากค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนรายชื่อของผู้สอบกับค่าความยากของข้อสอบ หารด้วยค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนรายชื่อที่มีลักษณะตามกฏแมนสมบูรณ์กับค่าความยากของข้อสอบ (คะแนนรายชื่อที่มีลักษณะตามกฏแมนสมบูรณ์หมายถึงคะแนนรายชื่อที่มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อข้อสอบมีลำดับที่น้อยกว่าหรือเท่ากับคะแนนรวม และที่มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อข้อสอบมีลำดับที่มากกว่าคะแนนรวม) ดัชนีในกลุ่มนี้คือ ดัชนีชี้เตือนของซาโต (Sato's Caution Index) พัฒนาโดย ซาโต (Sato 1975) ดัชนีชี้เตือนที่ปรับแก้แล้ว (Modified Caution Index) พัฒนาโดย ฮาร์นิชและลินน์ (Harnisch and Linn 1980) และดัชนีดีเอฟซี (DFC Index) พัฒนาโดยสำราญ มิแจ้ง (2534)

ดัชนีชี้เตือนของซาโต คำนวณมาจากค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนรายชื่อของผู้สอบกับค่าความยากของข้อสอบหารด้วยค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนรายชื่อที่มีลักษณะตามกฏแมนสมบูรณ์กับค่าความยากของข้อสอบ แล้วนำค่าสัดส่วนที่คำนวณได้นี้มาลบออกจาก 1.0 ดัชนีชี้เตือนของซาโตจะมีค่าต่ำ (ค่าเข้าใกล้ 0) เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกฏแมนสมบูรณ์ และจะมีค่าต่ำสุด คือมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะเป็นกฏแมนสมบูรณ์

จากสูตรคำนวณของดัชนีชี้เตือนของซาโต จะเห็นได้ว่าดัชนีจะมีค่าต่ำสุดคงที่คือมีค่าเท่ากับ 0 เสมอ เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกฏแมนสมบูรณ์ แต่ถ้าผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่แตกต่างไปจากกฏแมนสมบูรณ์มากเท่าใด ก็จะทำให้ดัชนีมีค่าสูงมากขึ้น (ค่าเข้าใกล้  $\infty$ ) เพราะฉะนั้นดัชนีชี้เตือนของซาโตจึงมีนิลล์อยู่ระหว่าง 0 ถึง

ดัชนีชี้เตือนที่ปรับแก้แล้ว เป็นดัชนีที่ ฮาร์นิช พัฒนาขึ้น โดยการปรับแก้สูตรคำนวณของดัชนีชี้เตือนของซาโต เพื่อให้ดัชนีมีนิลล์อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.0 โดยที่ดัชนีชี้เตือนที่ปรับแก้แล้วจะมีค่าเข้าใกล้ค่าต่ำสุด (เข้าใกล้ 0) เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกฏแมนสมบูรณ์ และจะมีค่าต่ำสุดคือมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของ

ผู้สอบมีลักษณะเป็นกัตแมนสมบูรณ์ ในทางตรงกันข้ามดัชนีจะมีค่าเข้าใกล้ค่าสูงสุด (เข้าใกล้ 1.0) เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่แตกต่างจากกัตแมนสมบูรณ์ และจะมีค่าสูงสุดคือมีค่าเท่ากับ 1.0 เมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะที่ตรงกันข้ามกัตแมนสมบูรณ์ ยกตัวอย่างเช่น ผู้สอบที่มีคะแนนรวม 2 คะแนนจากการตอบข้อสอบ 5 ข้อ และมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกัตแมนสมบูรณ์ คือ 11000 จะมีค่าของดัชนีชี้เดือนที่ปรับแก้แล้วเท่ากับ 0 แต่ถ้าผู้สอบคนนี้มีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะที่ตรงกันข้ามกัตแมนสมบูรณ์ คือ 00011 ผู้สอบคนนี้จะมีความหมายของดัชนีชี้เดือนที่ปรับแก้แล้วเท่ากับ 1.0

แม้ว่าดัชนีในกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 จะได้ออกแบบให้มีค่าคงที่เสมอเมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบเป็นกัตแมนสมบูรณ์ซึ่งถือว่าเป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของดัชนีก็ตาม แต่การที่ดัชนีทั้ง 2 กลุ่มนี้ ยังใช้ค่าความยากของข้อสอบมาเป็นตัวประกอบตัวหนึ่งในการกำหนดความสอดคล้องดังกล่าว (ค่าความยากของข้อสอบในที่นี้หมายถึง จำนวนผู้สอบที่ตอบข้อสอบข้อนั้นๆ ได้ถูกต้องหารด้วยจำนวนผู้สอบทั้งหมด) ทำให้เกิดจุดอ่อนคือค่าของดัชนีขึ้นอยู่กับกลุ่มผู้สอบ ถ้าจำนวนผู้สอบที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้องของข้อสอบข้อหนึ่งมีค่าเปลี่ยนไป จะมีผลให้ค่าของดัชนีเปลี่ยนไปด้วย ยกตัวอย่างเช่นข้อสอบ 5 ข้อ มีความยากเท่ากับ 0.67 0.56 0.39 0.33 และ 0.17 ถ้าผู้สอบคนหนึ่ง มีคะแนนรวม 4 คะแนน และมีแบบแผนการตอบข้อสอบเป็น 11101 จะมีค่าดัชนีชี้เดือนของซาโตเท่ากับ 0.65 แต่ถ้าค่าความยากของข้อสอบลำดับที่ 5 มีค่าเปลี่ยนแปลงจาก 0.17 เป็น 0.28 ค่าดัชนีชี้เดือนของซาโตของผู้สอบคนนี้จะเปลี่ยนเป็น 0.33 ทั้งๆที่แบบแผนการตอบข้อสอบของเขา และลำดับที่ของข้อสอบทั้ง 5 ข้อก็ยังคงมีลักษณะเช่นเดิม (สำราญ มีแจ้ง 2534: 72)

การเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีของผู้สอบทั้งๆที่แบบแผนการตอบข้อสอบของเขา และลำดับที่ของข้อสอบยังคงมีลักษณะเช่นเดิม นับเป็นจุดอ่อนที่สำคัญอีกประการหนึ่งของดัชนีเพราะจะมีผลต่อการแปลความหมายของดัชนี ตามตัวอย่างข้างต้นเมื่อผู้สอบมีค่าของดัชนีชี้เดือนของซาโตเท่ากับ 0.65 หมายความว่าแบบแผนการตอบข้อสอบของเขามีความบกพร่องสูงคะแนนรวมที่เขาทำได้จึงไม่สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนความสามารถของเขา แต่เมื่อค่าความยากของข้อสอบลำดับที่ 5 เปลี่ยนไป ค่าดัชนีของเขาจึงเปลี่ยนเป็น 0.33 ซึ่งหมายความว่าแบบแผนการตอบข้อสอบของเขามีความคลาดเคลื่อนในระดับที่ยอมรับได้ คะแนนรวมของเขาจึงมีความเป็นตัวแทนความสามารถของเขา (ซาโตกำหนดว่าผู้สอบที่มีค่าดัชนีชี้เดือนของซาโตตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป หมายความว่าแบบแผนการตอบข้อสอบของเขามีความคลาดเคลื่อนสูง)

การที่ข้อสอบมีค่าความยากเปลี่ยนไปก็เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบภายในกลุ่ม เพราะฉะนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าดัชนีที่อยู่ในกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีจุดอ่อน คือ ค่าของดัชนีขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงของแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบคนอื่นๆภายในกลุ่ม

สำราญ มีแจ้ง (2534) ได้พยายามแก้ไขจุดอ่อนดังกล่าวโดยการพัฒนาดัชนี ดีเอฟซี (DFC) ขึ้น เพื่อให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ คือ มีค่าที่เป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงของแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบคนอื่นๆภายในกลุ่ม ดัชนีดีเอฟซีที่เขานำมาขึ้นเป็นการปรับขยายดัชนีดีเทือนของซาโต โดยการนำค่าโอกาสการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของผู้สอบแต่ละคนมา เป็นตัวประกอบในการคำนวณค่าของดัชนีแทนค่าความยากของข้อสอบที่อยู่ในสูตรคำนวณของดัชนีดีเทือนของซาโต เพื่อให้ค่าของดัชนีที่คำนวณได้เป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงของแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบคนอื่นๆภายในกลุ่ม (ค่าโอกาสการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของผู้สอบแต่ละคนคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้คือ  $\text{EXP}(\theta_i - b_j) / (1 + \text{EXP}(\theta_i - b_j))$  เมื่อ  $\theta_i$  และ  $b_j$  คือ ค่าพารามิเตอร์ของความสามารถของผู้สอบคนที่  $i$  และค่าความยากของข้อสอบข้อที่  $j$  ตามลำดับ โดยที่ค่าทั้งสองคำนวณได้จากราล์ชโมเดล (Rasch Model) ของทฤษฎีการตอบสนองรายข้อ (Item Response Theory) สำหรับค่าของดัชนีดีเอฟซี จะมีความหมายเช่นเดียวกับดัชนีดีเทือนของซาโต นั่นคือจะมีค่าเข้าใกล้ค่าต่ำสุด (เข้าใกล้ 0) เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกัตแมนสมบูรณ์ และจะมีค่าต่ำสุดคือมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะเป็นกัตแมนสมบูรณ์ ในทางตรงกันข้ามดัชนีจะมีค่าสูงเมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่แตกต่างจากกัตแมนสมบูรณ์ และจะมีค่าสูงสุดเมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะที่ตรงกันข้ามกัตแมนสมบูรณ์

ดัชนีดีเอฟซีที่ สำราญ มีแจ้ง พัฒนาค้นมี 2 สูตร คือ ดัชนีดีเอฟซี 1 (DFC1 Index) และดัชนีดีเอฟซี 2 (DFC2 Index) ซึ่งทั้ง 2 สูตรเป็นการปรับขยายจากสูตรคำนวณของดัชนีดีเทือนของซาโต โดยที่ดัชนีดีเอฟซี 1 คำนวณมาจากค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนรายข้อกับค่าโอกาสการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของผู้สอบ หาคด้วยค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนรายข้อที่มีลักษณะตามกัตแมนสมบูรณ์ กับค่าโอกาสการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของผู้สอบ แล้วนำค่าสัดส่วนที่คำนวณได้มาลบออกจาก 1.0 ส่วนดัชนีดีเอฟซี 2 คำนวณมาจากค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนรายข้อกับค่าเฉลี่ยของค่าโอกาสการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของผู้สอบทุกคนในกลุ่ม หาคด้วยค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนรายข้อที่มีลักษณะ



ตามกัตแมนสมบรูณ์ กับค่าเฉลี่ยของค่าโอกาสการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของผู้สอบทุกคนในกลุ่ม แล้วนำค่าสัดส่วนที่คำนวณได้มาลบออกจาก 1.0

แม้ว่าดัชนีดีเอฟซีจะมีคุณลักษณะที่หนึ่งประสงค์ คือค่าของดัชนีเป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงของแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบคนอื่นๆภายในกลุ่มก็ตาม แต่การนำดัชนีดีเอฟซีมาใช้จะต้องมีจำนวนผู้สอบและจำนวนข้อสอบมากพอจึงจะสามารถคำนวณค่าโอกาสการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของผู้สอบแต่ละคนได้ และค่าของดัชนีดีเอฟซีจะมีอิสระจากการเปลี่ยนแปลงของแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบคนอื่นๆภายในกลุ่มได้ ถ้าการเปลี่ยนแปลงนั้นไม่มีผลให้ลำดับที่ของข้อสอบเปลี่ยนไป ทั้งนี้เพราะแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบแต่ละคนที่นำมาคำนวณค่าดัชนีดีเอฟซียังคงจัดเรียงลำดับที่ข้อสอบตามจำนวนผู้สอบภายในกลุ่มที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง

กลุ่มที่ 4 กำหนดความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้ กับแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกัตแมนสมบรูณ์ โดยการจับคู่คะแนนรายชื่อของข้อสอบทุกๆข้อ (all possible pairs) แล้วนำจำนวนคู่ของคะแนนรายชื่อที่มีลักษณะตามกัตแมน หรือจำนวนคู่ของคะแนนรายชื่อที่มีลักษณะตรงกันข้ามกัตแมนมาเป็นตัวประกอบในการกำหนดความสอดคล้องดังกล่าว ในกรณีที่เรียงลำดับที่ของข้อสอบจากข้อที่ง่ายที่สุดไปจนถึงข้อที่ยากที่สุด ลักษณะคู่ของคะแนนรายชื่อที่มีลักษณะตามกัตแมนคือ 1,0 ซึ่งหมายความว่าผู้สอบตอบข้อง่ายถูกและตอบข้อถัดไปซึ่งเป็นข้อที่ยากมากขึ้นผิด และลักษณะคู่ของคะแนนรายชื่อที่มีลักษณะตรงกันข้ามกัตแมนคือ 0,1 ซึ่งหมายความว่าผู้สอบตอบข้อง่ายผิดและตอบข้อถัดไปซึ่งเป็นข้อที่ยากมากขึ้นได้ถูกต้อง ดัชนีในกลุ่มนี้คือ ดัชนียูโรม (U' Index) พัฒนาโดย แวน เดอร์ ฟลิเออร์ (van der Flier 1977) และ ดัชนีการคล้อยตามกลุ่ม (Norm Conformity Index) พัฒนาโดย ทาทซูกะและทาทซูกะ (Tatsuoka and Tatsuoka 1980)

ดัชนียูโรม มีสูตรคำนวณมาจากจำนวนคู่ของคะแนนรายชื่อที่มีลักษณะตรงกันข้ามกัตแมนหารด้วยผลคูณของจำนวนข้อสอบที่ผู้สอบตอบได้ถูกต้องกับจำนวนข้อสอบที่ผู้สอบตอบผิด ดัชนียูโรมจะมีค่าเข้าใกล้ค่าต่ำสุด (เข้าใกล้ 0) เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกัตแมนสมบรูณ์ และจะมีค่าต่ำสุดคือมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะเป็นกัตแมนสมบรูณ์ ในทางตรงกันข้ามดัชนีจะมีค่าเข้าใกล้ค่าสูงสุด (เข้าใกล้ 1.0) เมื่อจำนวนคู่ของคะแนนรายชื่อเกือบทุกคู่มีลักษณะตรงกันข้ามกับกัตแมนสมบรูณ์ และจะมีค่าสูงสุดคือ เท่ากับ 1.0 เมื่อจำนวนคู่ของคะแนนรายชื่อทุกคู่มีลักษณะที่ตรงกันข้ามกัตแมนสมบรูณ์

ดัชนีการคล้อยตามกลุ่ม มีสูตรคำนวณมาจาก 2 เท่าของจำนวนคู่ของคะแนน

รายชื่อที่มีลักษณะตรงกันข้ามกัณฑ์แมนหารด้วยผลคูณของจำนวนข้อสอบที่ผู้สอบตอบได้ถูกต้องกับที่ผู้สอบตอบผิด แล้วนำค่าสัดส่วนดังกล่าวไปลบออกจาก 1.0 ดัชนีการคล้อยตามกลุ่มจะมีค่าเข้าใกล้ค่าสูงสุด (เข้าใกล้ 1.0) เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกัณฑ์แมนสมบูรณ์ และจะมีค่าสูงสุดคือมีค่าเท่ากับ 1.0 เมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะเป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์ ในทางตรงกันข้ามดัชนีจะมีค่าเข้าใกล้ค่าต่ำสุด (เข้าใกล้ 0) เมื่อจำนวนคู่ของคะแนนรายชื่อเกือบทุกคู่มีลักษณะตรงกันข้ามกับกัณฑ์แมนสมบูรณ์ และจะมีค่าต่ำสุดคือเท่ากับ 0 เมื่อจำนวนคู่ของคะแนนรายชื่อทุกคู่มีลักษณะที่ตรงกันข้ามกับกัณฑ์แมนสมบูรณ์

จากแนวคิดและสูตรคำนวณของดัชนียูนิโรมและดัชนีการคล้อยตามกลุ่ม ทำให้ดัชนีทั้งสอง มีค่าที่เป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงของแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบคนอื่นๆภายในกลุ่ม ถ้าการเปลี่ยนแปลงนั้นไม่มีผลให้ลำดับที่ของข้อสอบเปลี่ยนไป และดัชนีทั้งสองยังมีค่าที่คงที่เสมอเมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์

แต่การคำนวณค่าของดัชนียูนิโรมและดัชนีการคล้อยตามกลุ่ม จากจำนวนคู่ของคะแนนรายชื่อที่มีลักษณะตามกัณฑ์แมนและมีลักษณะตรงกันข้ามกัณฑ์แมนนั้น ไม่ได้คำนึงถึงลำดับที่ของคะแนนรายชื่อนำมาจับคู่กันจึงทำให้ดัชนีทั้งสองมีจุดอ่อนที่แตกต่างไปจากดัชนีทั้ง 3 กลุ่มที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยเฉพาะในกรณีของผู้สอบที่มีคะแนนรวมมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนข้อสอบทั้งหมด และได้คะแนนรวม  $\times$  คะแนน จากการตอบข้อสอบจำนวน  $\times$  ข้อสอบทำยได้ถูกต้องนั้น จะพบว่าดัชนีทั้งสองมีค่าที่แสดงความคลาดเคลื่อนของแบบแผนการตอบข้อสอบสูงสุด ทั้งๆที่แบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบไม่ได้มีความหมายเช่นนั้น ยกตัวอย่างเช่น แบบสอบฉบับหนึ่ง ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 10 ข้อ ผู้สอบที่ได้คะแนนรวม 8 คะแนน จากการตอบข้อสอบลำดับที่ 3 จนถึงลำดับที่ 10 ได้ถูกต้อง (แบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบคนนี้เป็น 0011111111) จะมีค่าของดัชนียูนิโรม และดัชนีการคล้อยตามกลุ่มเท่ากับ 1.0 และ -1.0 ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวจะมีความหมายว่าแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบคนนี้มี ความคลาดเคลื่อนสูงสุด ทั้งๆที่เมื่อนำนิยามความคลาดเคลื่อนของคะแนนรายชื่อของกัณฑ์แมนมาพิจารณา จะเห็นได้ว่าคะแนนรายชื่อของข้อสอบลำดับที่ 3 จนถึงลำดับที่ 8 ไม่ใช่คะแนนรายชื่อที่มีความคลาดเคลื่อน และการที่ผู้สอบตอบข้อดังกล่าวได้ถูกต้องนับว่ามีความสมเหตุสมผลตามนิยามเพราะข้อสอบลำดับที่ 3 จนถึงลำดับที่ 8 จัดว่าเป็นข้อง่ายหรือข้อที่มีความยากเท่ากับความสามารถของผู้สอบ เพราะฉะนั้นผู้สอบคนนี้ก็จึงไม่ควรจะมีค่าของดัชนีที่แสดงว่าแบบแผนการตอบข้อสอบของเขามีความคลาดเคลื่อนสูงสุด

จากจุดอ่อนของดัชนียูนิโรมและดัชนีการคล้อยตามกลุ่มที่กล่าวมาข้างต้น จึงสรุปลักษณะที่

ฟังประสงค์ของดัชนีได้อีกประการหนึ่งคือ ดัชนีจะต้องมีค่าที่ตรงกับความหมายที่แท้จริงของแบบแผนการตอบข้อสอบในทุกกรณี

และจากการวิเคราะห์คุณลักษณะของดัชนีทั้ง 4 กลุ่มนี้จึงสรุปเป็นคุณลักษณะที่ฟังประสงค์ของดัชนีได้ 5 ประการ คือ

ประการที่ 1 ดัชนีต้องมีค่าคงที่เสมอ เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบเป็นกัณฑ์สมบูรณ์

ประการที่ 2 ดัชนีต้องมีค่าเป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงของแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบคนอื่นๆภายในกลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่การเปลี่ยนแปลงนั้นไม่มีผลให้ลำดับที่ของข้อสอบเปลี่ยนไป

ประการที่ 3 ดัชนีต้องมีค่าที่ตรงกับความหมายที่แท้จริงของแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบในทุกกรณี

ประการที่ 4 ดัชนีต้องมีช่วงนิสัยที่แน่นอนไม่ขึ้นอยู่กับค่าความยากของข้อสอบ และ/หรือ จำนวนข้อสอบ

ประการที่ 5 ดัชนีต้องมีความไวต่อความคลาดเคลื่อน (ความไวต่อความคลาดเคลื่อน หมายถึงการที่ผู้สอบตอบข้อสอบที่จัดว่าเป็นข้อที่ง่ายมากๆผิดจะมีความคลาดเคลื่อนที่รุนแรงกว่าการที่ผู้สอบตอบข้อสอบที่จัดว่ามีความยากใกล้เคียงกับความสามารถของเขาผิด และการที่ผู้สอบตอบข้อสอบที่จัดว่าเป็นข้อที่ยากมากๆได้ถูกต้องจะมีความคลาดเคลื่อนที่รุนแรงกว่าการที่ผู้สอบตอบข้อสอบที่จัดว่ามีความยากมากกว่าความสามารถของเขาเล็กน้อยได้ถูกต้อง)

สำหรับดัชนีบ่งชี้ความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลทั้ง 4 กลุ่มที่กล่าวมานี้ ดัชนีในกลุ่มที่ 4 คือดัชนียูโรมและดัชนีการคล้อยตามกลุ่มนี้ว่ามีคุณลักษณะที่ฟังประสงค์มากกว่าดัชนีในกลุ่มอื่นๆ แต่ก็ยังขาดคุณลักษณะที่ฟังประสงค์ข้อที่ 3 ในขณะที่ดัชนีดีเอฟวีจะมีคุณลักษณะที่ฟังประสงค์ครบทั้ง 5 ประการ ถ้าไม่มีความแตกต่างระหว่างลำดับที่ของข้อสอบที่จัดเรียงตามจำนวนผู้สอบภายในกลุ่มที่ตอบข้อสอบข้อนั้นๆได้ถูกต้องกับลำดับที่ของข้อสอบที่จัดเรียงตามค่าโอกาสการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของผู้สอบแต่ละคน และต้องมีจำนวนข้อสอบกับจำนวนผู้สอบมากพอจึงจะนำมาใช้ได้

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาดัชนีขึ้นมาใหม่เพื่อให้มีคุณลักษณะที่ฟังประสงค์ครบถ้วนทั้ง 5 ประการ โดยที่ดัชนีตัวใหม่นี้ยังคงยึดนิยามความคลาดเคลื่อนของคะแนนรายข้อตามกัณฑ์สมบูรณ์และมีหลักในการเรียงลำดับที่ของข้อสอบเช่นเดียวกับดัชนีทั้ง 4 กลุ่ม คือเป็นการนำคะแนนรายข้อ

ของผู้สอบมาเรียงลำดับตามจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบข้อนั้นๆ ได้ถูกต้องจากค่ามากไปน้อย (เรียงลำดับที่ของข้อสอบจากข้อที่ง่ายที่สุดไปจนถึงข้อที่ยากที่สุด) ทั้งนี้ในระนาบทางตั้งกล่าว ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนผู้สอบและจำนวนข้อสอบ ในขณะที่ดัชนีที่ยึดตามแนวทฤษฎีการตอบสนองรายข้อจะต้องมีจำนวนผู้สอบและจำนวนข้อสอบที่มากพอ จึงจะสามารถคำนวณหาค่าโอกาสการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องของผู้สอบแต่ละคนได้

สำหรับดัชนีที่ผู้วิจัยจะพัฒนาขึ้น มีรายละเอียดของแนวคิดและตัวประกอบในการกำหนดความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้ กับแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกิตแมนสมบรูณ์ดังต่อไปนี้ คือ

1. มีการนำลำดับที่ของข้อสอบ (กำหนดให้ข้อสอบข้อที่ง่ายที่สุดมีลำดับที่เท่ากับ 1 และข้อสอบข้อที่ยากที่สุดมีลำดับที่เท่ากับ J) รวมทั้งคะแนนรวม และคะแนนรายข้อของผู้สอบ มาเป็นตัวประกอบในการกำหนดค่าประจำข้อของข้อสอบแต่ละข้อ เพื่อนำมาใช้ในการหาความสอดคล้องดังกล่าว
2. กำหนดให้คะแนนรายข้อที่มีลักษณะตามกิตแมน หมายถึงคะแนนที่มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อข้อสอบข้อนั้นมีลำดับที่น้อยกว่าหรือเท่ากับคะแนนรวม และคะแนนที่มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อข้อสอบข้อนั้นมีลำดับที่มากกว่าคะแนนรวม
3. กำหนดให้คะแนนรายข้อที่มีความคลาดเคลื่อน หมายถึงคะแนนที่มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อข้อสอบข้อนั้นมีลำดับที่น้อยกว่าหรือเท่ากับคะแนนรวม และเรียกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการตอบข้อสอบที่จัดว่าเป็นข้อที่ง่ายกว่าหรือที่มีความยากเท่ากับความสามารถของผู้สอบผิด) และคะแนนที่มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อข้อสอบข้อนั้นมีลำดับที่มากกว่าคะแนนรวม และเรียกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 (ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการตอบข้อสอบที่จัดว่าเป็นข้อที่ยากกว่าความสามารถของผู้สอบได้ถูกต้อง)
4. กำหนดให้ความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของคะแนนรายข้อ เป็นผลรวมของความคลาดเคลื่อนของคะแนนรายข้อประเภทที่ 1 กับความคลาดเคลื่อนของคะแนนรายข้อประเภทที่ 2
5. กำหนดนิยามของความสอดคล้องฯ คือ ผลรวมของค่าประจำข้อของข้อสอบซึ่งคะแนนรายข้อมีลักษณะตามกิตแมนหารด้วยผลรวมของค่าประจำข้อของข้อสอบทุกข้อ
6. สูตรคำนวณค่าความสอดคล้องฯ ของดัชนี ได้มาจากผลรวมของค่าประจำข้อของข้อสอบซึ่งมีคะแนนรายข้อที่มีความคลาดเคลื่อนหารด้วยผลรวมของค่าประจำข้อของข้อสอบทุกข้อ แล้วนำค่าสัดส่วนดังกล่าวไปลบออกจาก 1.0

7. นิสัยของดัชนีที่ผู้วิจัยจะพัฒนาขึ้น มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.0 โดยที่ดัชนีจะมีค่าเข้าใกล้ค่าสูงสุด (เข้าใกล้ 1.0) เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกัณฑ์แมนสมบูรณ์ และจะมีค่าสูงสุดคือมีค่าเท่ากับ 1.0 เมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะเป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์ ในทางตรงกันข้ามดัชนีจะมีค่าเข้าใกล้ค่าต่ำสุด (เข้าใกล้ 0) เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบที่มีลักษณะตรงกันข้ามกับกัณฑ์แมนสมบูรณ์ และจะมีค่าต่ำสุดคือเท่ากับ 0 เมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะที่ตรงกันข้ามกับกัณฑ์แมนสมบูรณ์

แม้ว่าผู้วิจัยจะได้ออกแบบดัชนีที่พัฒนาขึ้นให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ครบทั้ง 5 ประการ และได้มีการตรวจสอบคุณภาพด้านความคงที่ของดัชนีเมื่อจำนวนข้อสอบเพิ่มขึ้น ด้วยข้อมูลเชิงทฤษฎีแล้วก็ตาม แต่การนำดัชนีที่พัฒนาขึ้นมาใช้เพื่อตัดสินความถูกต้องของคะแนนรวมที่ผู้สอบทำได้นั้นเป็นเรื่องสำคัญ จึงจำเป็นจะต้องตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงของดัชนีโดยเฉพาะในด้านความถูกต้องของการแปลผล กล่าวคือเมื่อดัชนีมีค่าสูงแสดงว่าคะแนนรวมที่ผู้สอบทำได้นั้นมีความถูกต้องสูง (คะแนนรวมเป็นตัวแทนความสามารถของผู้สอบได้) ซึ่งผู้วิจัยเรียกว่าความตรงในการบ่งชี้ความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้กับแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์ และในการตัดสินความถูกต้องของคะแนนรวมนั้นจะต้องมีการจำแนกว่าแบบแผนการตอบของผู้สอบมีลักษณะที่สอดคล้องกับลักษณะกัณฑ์แมนสมบูรณ์มากน้อยเพียงใด ซึ่งผู้วิจัยเรียกความตรงประเภทหลังนี้ว่า ความตรงในการจำแนกแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับลักษณะกัณฑ์แมนสมบูรณ์สูงและต่ำ

ความตรงในการบ่งชี้ความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้ กับ แบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์ โดยทฤษฎีแล้วดัชนีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจะมีค่าสูงเมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกัณฑ์แมนสมบูรณ์คือ ข้อสอบส่วนใหญ่ที่ผู้สอบตอบได้ถูกต้องจะต้องเป็นข้อที่ง่ายกว่าหรือข้อที่มีความยากเท่ากับความสามารถของเขา และข้อสอบส่วนใหญ่ที่ผู้สอบตอบผิดจะต้องเป็นข้อที่ยากกว่าความสามารถของเขา ถ้าค่าของดัชนีสามารถจะบ่งชี้ถึงระดับความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้กับแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์ได้จริงแล้ว ข้อสอบที่ผู้สอบตอบได้ถูกต้อง (โดยเฉพาะข้อที่จัดว่าเป็นข้อที่ง่ายกว่าหรือข้อที่มีความยากเท่ากับความสามารถของเขา) ต้องเป็นข้อที่ผู้สอบตอบได้อย่างผู้ที่มีความรู้ในเรื่องนั้น ซึ่งจะตรวจสอบได้จากการที่ผู้สอบตอบข้อดังกล่าวด้วยความมั่นใจ ตามแนวคิดของการวัดความรู้บางส่วน (partial knowledge) ความมั่นใจในการตอบข้อสอบของผู้สอบจะเป็นข้อมูลเพิ่มเติมที่แสดงถึงระดับความรู้ของผู้สอบได้ละเอียดยิ่งขึ้น (Diamond 1975:129 ;

Hakstain and Kansup 1975: 231) และข้อสอบที่ผู้สอบตอบผิด (โดยเฉพาะข้อที่จัดว่าเป็นข้อที่ยากกว่าความสามารถของเขา) ต้องเป็นข้อที่ผู้สอบตอบอย่างไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ซึ่งจะตรวจสอบได้จากการที่ผู้สอบให้เหตุผลที่สรุปได้ว่า เขาตอบผิดเพราะมีความรู้ไม่เพียงพอ (Blix and Dinero 1985:295)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงในการบ่งชี้ความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้กับแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกัตแมนสมบรูณ์ จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับค่าสัดส่วนของจำนวนข้อสอบที่ผู้สอบตอบได้ถูกต้องด้วยความมั่นใจต่อจำนวนข้อสอบทั้งหมดที่ผู้สอบตอบได้ถูกต้อง และจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับค่าสัดส่วนของจำนวนข้อสอบที่ผู้สอบตอบผิดเพราะมีความรู้ไม่เพียงพอต่อจำนวนข้อสอบทั้งหมดที่ผู้สอบตอบผิด

จากผลการวิจัยของ ฮาร์นิช (Harnisch 1983: 202) พบว่าผู้สอบที่มีคะแนนรวมสูงส่วนใหญ่จะมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องสูง ในขณะที่ผู้สอบที่มีคะแนนรวมต่ำมักจะมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องต่ำ (แบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องสูงหมายถึง แบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับลักษณะกัตแมนสมบรูณ์ และแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องต่ำหมายถึง แบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะแตกต่างไปจากกัตแมนสมบรูณ์) ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำคะแนนรวมของผู้สอบมาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกกลุ่มผู้สอบที่มีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับลักษณะกัตแมนสมบรูณ์สูงและต่ำ

นอกจากการใช้คะแนนรวมมาเป็นเกณฑ์เพื่อจำแนกแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องสูงกับแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องต่ำแล้ว ผู้วิจัยยังได้นำค่าความสามารถของผู้สอบตามแนวทฤษฎีการตอบสนองรายข้อตามโมเดลโลจิสติกแบบ 3 พารามิเตอร์ (3-parameter logistic model) และความมั่นใจในการตอบข้อสอบของผู้สอบมาเป็นเกณฑ์จำแนกกลุ่มผู้สอบที่มีแบบแผนการตอบข้อสอบทั้งสองประเภทด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เพราะค่าความสามารถของผู้สอบตามแนวทฤษฎีการตอบสนองรายข้อตามโมเดลโลจิสติกแบบ 3 พารามิเตอร์ จะให้ความถูกต้องในการประมาณความสามารถของผู้สอบได้ดียิ่งกว่าคะแนนรวม และการใช้ความมั่นใจในการตอบข้อสอบของผู้สอบก็เป็นข้อมูลเพิ่มเติมที่แสดงถึงระดับความรู้ของผู้สอบได้ละเอียดยิ่งขึ้น

ความตรงในการจำแนกแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับลักษณะกัตแมนสมบรูณ์สูงและต่ำ โดยทฤษฎีดัชนีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจะมีค่าสูงเมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีความสอดคล้องสูง และจะมีค่าต่ำเมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีความสอดคล้องต่ำ

การตรวจสอบความตรงดังกล่าวจึงเป็นการตรวจสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยของดัชนีที่ได้จากกลุ่มผู้สอบที่แบบแผนการตอบข้อสอบมีความสอดคล้องกับลักษณะกัตแมนสมบูรณ์สูงและต่ำ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ในการตรวจสอบความตรงในการจำแนกแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับลักษณะกัตแมนสมบูรณ์สูงและต่ำ จากผลต่างของค่าเฉลี่ยของดัชนีที่ได้จากกลุ่มผู้สอบที่แบบแผนการตอบข้อสอบมีความสอดคล้องกับลักษณะกัตแมนสมบูรณ์สูงและต่ำ เมื่อใช้คะแนนรวม ค่าความสามารถของผู้สอบตามแนวทฤษฎีการตอบสนองรายข้อตามโมเดลโลจิสแบบ 3 พารามิเตอร์ และความมั่นใจในการตอบข้อสอบของผู้สอบเป็นค่าพิจารณาว่า แบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีความสอดคล้องกับลักษณะกัตแมนสมบูรณ์สูงหรือต่ำ

จากปัญหาเกี่ยวกับความถูกต้องของคะแนนรวมที่ได้จากแบบสอบเลือกตอบ รวมทั้งความสำคัญของดัชนีความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่จะนำมาใช้เพื่อตัดสินความถูกต้องของคะแนนรวมและจากจุดอ่อนของดัชนีที่มีอยู่ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะพัฒนาดัชนีขึ้นมาใหม่ และจากแนวทางและเหตุผลในการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงของดัชนีที่จะพัฒนามาขึ้นดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้คือ

#### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาดัชนีความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคล
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงของดัชนีความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่ผู้วิจัยพัฒนามาขึ้น ได้แก่
  - 2.1 ความตรงในการบ่งชี้ความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่ผู้สอบทำได้กับที่มีลักษณะ เป็นกัตแมนสมบูรณ์
  - 2.2 ความตรงในการจำแนกแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่มีความสอดคล้องสูงกับที่มีความสอดคล้องต่ำ

#### สมมติฐานการวิจัย

ตามแนวคิดของกัตแมน ผู้สอบจะมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะ เป็นกัตแมนสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อ เขาตอบข้อสอบทุกข้อที่ง่ายกว่าหรือที่มีความยากเท่ากับความสามารถของเขาได้ถูกต้องและตอบข้อสอบทุกข้อที่ยากกว่าความสามารถของเขาผิด ดังนั้นค่าของดัชนีความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลจะต้องมีค่าสูง ถ้าผู้สอบตอบข้อสอบที่ง่ายกว่าความสามารถของเขา

ได้ถูกต้องและตอบข้อสอบที่ยากกว่าความสามารถของเขาผิดเป็นส่วนใหญ่ (Harnisch and Linn 1981: 139 ; Tatsuoka and Tatsuoka 1983: 222)

ดัชนีความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นดัชนีที่บ่งชี้ระดับความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบ เมื่อเทียบกับลักษณะกัณฑ์แมนสมบูรณ์ และเมื่อพิจารณาจากสูตรคำนวณ ดัชนีจะมีค่าสูงเมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะใกล้เคียงกับลักษณะกัณฑ์แมนสมบูรณ์ (ดัชนีจะมีค่าสูง เมื่อผู้สอบตอบข้อสอบที่จัดว่าเป็นข้อที่ง่ายกว่า หรือข้อที่มีความยากเท่ากับความสามารถของเขาได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่) และดัชนีจะมีค่าสูงสุดเมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะเป็นกัณฑ์แมนสมบูรณ์ (ดัชนีจะมีค่าสูงสุด เมื่อผู้สอบตอบข้อสอบทุกข้อที่จัดว่าเป็นข้อที่ง่ายกว่า หรือข้อที่มีความยากเท่ากับความสามารถของเขาได้ถูกต้อง) ในทางตรงกันข้ามดัชนีจะมีค่าต่ำเมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะที่แตกต่างจากลักษณะกัณฑ์แมนสมบูรณ์ (ดัชนีจะมีค่าต่ำ เมื่อผู้สอบตอบข้อสอบที่จัดว่าเป็นข้อที่ยากกว่าความสามารถของเขาได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่) และดัชนีจะมีค่าต่ำสุดเมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะที่ตรงกันข้ามกับกัณฑ์แมนสมบูรณ์ (ดัชนีจะมีค่าต่ำสุด เมื่อผู้สอบตอบข้อสอบทุกข้อที่จัดว่าเป็นข้อที่ยากกว่าความสามารถของเขาได้ถูกต้อง) เพราะฉะนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานด้านความตรงในการบ่งชี้ความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่ผู้สอบทำได้กับลักษณะกัณฑ์แมนสมบูรณ์ของดัชนีที่พัฒนาขึ้นคือ

สมมติฐานที่ 1 ดัชนีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นน่าจะมีความตรงในการบ่งชี้ความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่ผู้สอบทำได้กับที่มีลักษณะกัณฑ์แมนสมบูรณ์

แบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่มีความสอดคล้องสูง หมายถึง แบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกัณฑ์แมนสมบูรณ์ และค่าของดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากแบบแผนการตอบข้อสอบดังกล่าวจะต้องมีค่าสูง ในทางตรงกันข้ามแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่มีความสอดคล้องต่ำ หมายถึง แบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะแตกต่างไปจากกัณฑ์แมนสมบูรณ์ และค่าของดัชนีที่ได้จากแบบแผนการตอบข้อสอบดังกล่าวจะต้องมีค่าต่ำ

ตามหลักการที่กล่าวมาข้างต้นดัชนีความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่ตี้นั้น ค่าของดัชนีที่ได้จากแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องสูงจะต้องมีค่าแตกต่างจากที่ได้จากแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องต่ำ และดัชนีที่มีอยู่แล้วส่วนใหญ่จะมีค่าที่แตกต่างกัน เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับลักษณะกัณฑ์แมนสมบูรณ์สูงและต่ำ



Harnisch and Linn 1983: 143; Birenbaum and Tatsuoka อ้างถึงใน Tatsuoka and Tatsuoka 1982: 221)

ดัชนีความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นดัชนีที่ยึดตามแนวคิดของกัทแมน เช่นเดียวกับดัชนีที่มีอยู่ และยังสามารถแก้ไขจุดอ่อนต่างๆของดัชนีที่มีอยู่ได้ด้วยเหตุนี้ดัชนีที่พัฒนาขึ้นจึงน่าจะสามารถจำแนกแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับลักษณะกัทแมนสมบูรณ์สูงและต่ำได้ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในด้านความตรงในการจำแนกแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่มีความสอดคล้องกับลักษณะกัทแมนสมบูรณ์สูงและต่ำ ดังนี้คือ

สมมติฐานที่ 2 ดัชนีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นน่าจะมีความตรงในการจำแนกแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่มีความสอดคล้องกับลักษณะกัทแมนสมบูรณ์สูงและต่ำ

#### ขอบเขตของการวิจัย

1. การพัฒนาดัชนีความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคล เป็นการนำคะแนนรายชื่อของข้อสอบแต่ละข้อของผู้สอบมาจัดเรียงลำดับจากข้อที่ง่ายที่สุด (ข้อที่มีจำนวนผู้สอบภายในกลุ่มตอบได้ถูกต้องมากที่สุด) ไปจนถึงข้อที่ยากที่สุด (ข้อที่มีจำนวนผู้สอบภายในกลุ่มตอบได้ถูกต้องน้อยที่สุด) ซึ่งคะแนนรายข้อที่นำมาจัดเรียงลำดับนี้เรียกว่าแบบแผนการตอบข้อสอบ จากนั้นนำแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมาหาความสอดคล้องกับ แบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะกัทแมนสมบูรณ์ เพื่อประมาณค่าของดัชนีความสอดคล้อง

2. การตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงของดัชนีที่พัฒนาขึ้น

2.1 ประชากรที่ใช้ตรวจสอบ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนคาทอลิกระดับมัธยมศึกษา อัครสังฆมณฑลกรุงเทพฯ ในเขตกรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2534 จำนวน 13 โรงเรียน ดังรายละเอียดต่อไปนี้คือ

2.1.1 ประเภทโรงเรียนชายได้แก่ โรงเรียนกุหลาบวิทยา โรงเรียนวิริยาลัย และโรงเรียนอัสสัมชัญศึกษา จำนวน 386 คน

2.1.2 ประเภทโรงเรียนหญิงได้แก่ โรงเรียนกุหลาบวัฒนา โรงเรียนเซนต์หลุยส์ศึกษา และโรงเรียนซางตาคริสตศึกษา จำนวน 294 คน

2.1.3 ประเภทโรงเรียนสหศึกษาได้แก่ โรงเรียนเปรมฤติศึกษา โรงเรียนคอนเซ็ปชัน โรงเรียนแม่พระฟาติมา โรงเรียนโยนออฟอาร์ค โรงเรียนแม่พระประจักษ์ โรงเรียน

มาเรียงร้อย และโรงเรียนเซนต์เทเรซา จำนวน 600 คน

รวมนักเรียนทั้งหมด 1280 คน

## 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ

2.2.1 แบบสอบ เป็นแบบสอบประเภทเลือกตอบที่มี 5 ตัวเลือก วัดเนื้อหา  
วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ค 101) จำนวน 45 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ  $1\frac{1}{2}$  ชั่วโมง

วิธีการตอบแบบสอบ นำเทคนิคการวัดความรู้บางส่วนมาใช้วัดระดับ  
ความรู้ในการตอบข้อสอบของผู้สอบ โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่คิดว่าถูกต้องเพียงคำตอบเดียว  
และให้ระบุด้วยว่า "มั่นใจ" หรือ "ไม่มั่นใจ" ในการเลือกคำตอบข้อนั้น

2.2.2 แบบสอบถาม เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับเหตุผลที่ผู้สอบตอบข้อสอบตอบ  
ข้อสอบแต่ละข้อผิด จำนวน 12 ข้อ โดยแบ่งเนื้อหาหลักเป็น 2 กรณีคือ

2.2.2.1 ตอบผิดเพราะความคลาดเคลื่อนของการวัด

2.2.2.2 ตอบผิดเพราะมีความรู้ไม่เพียงพอ

## 2.3 เกณฑ์ในการพิจารณาความตรงของดัชนีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

2.3.1 เกณฑ์ในการพิจารณาความตรงในการบ่งชี้ความสอดคล้องของแบบแผน  
การตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้กับลักษณะกัณฑ์แมนสมบูรณ์ ได้แก่

2.3.1.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับค่า  
สัดส่วนของจำนวนข้อสอบที่ผู้สอบตอบได้ถูกต้องด้วยความมั่นใจต่อจำนวนข้อสอบทั้งหมดที่ตอบได้ถูกต้อง

2.3.1.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับค่า  
สัดส่วนของจำนวนข้อสอบที่ผู้สอบตอบผิดเพราะมีความรู้ไม่เพียงพอต่อจำนวนข้อสอบทั้งหมดที่ตอบผิด

2.3.2 เกณฑ์ในการพิจารณาความตรงในการจำแนกแบบแผนการตอบข้อสอบที่มี  
ความสอดคล้องกับลักษณะกัณฑ์แมนสมบูรณ์สูงและต่ำ

2.3.2.1 ผลต่างของค่าเฉลี่ยของดัชนีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นที่คำนวณได้จาก  
กลุ่มผู้สอบที่แบบแผนการตอบข้อสอบมีความสอดคล้องสูงและจากกลุ่มผู้สอบที่แบบแผนการตอบข้อสอบ  
มีความสอดคล้องต่ำ เมื่อใช้คะแนนรวมในการจำแนกกลุ่มผู้สอบที่มีแบบแผนการตอบทั้งสองลักษณะ

2.3.2.2 ผลต่างของค่าเฉลี่ยของดัชนีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นที่คำนวณได้จาก  
กลุ่มผู้สอบที่แบบแผนการตอบข้อสอบมีความสอดคล้องสูงและจากกลุ่มผู้สอบที่แบบแผนการตอบข้อสอบ  
มีความสอดคล้องต่ำ เมื่อใช้ค่าสัดส่วนของจำนวนข้อสอบที่ผู้สอบตอบได้ถูกต้องด้วยความมั่นใจต่อ  
จำนวนข้อสอบทั้งหมดที่ตอบได้ถูกต้องในการจำแนกกลุ่มผู้สอบที่มีแบบแผนการตอบทั้งสองลักษณะ

2.3.2.3 ผลต่างของค่าเฉลี่ยของดัชนีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นที่คำนวณได้จากกลุ่มผู้สอบที่แบบแผนการตอบข้อสอบมีความสอดคล้องสูง และจากกลุ่มผู้สอบที่แบบแผนการตอบข้อสอบมีความสอดคล้องต่ำ เมื่อใช้ค่าความสามารถของผู้สอบตามแนวทฤษฎีการตอบสนองรายข้อตามโมเดลโลจิสแบบ 3 พารามิเตอร์ในการจำแนกกลุ่มผู้สอบที่มีแบบแผนการตอบทั้งสองลักษณะ

#### ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1. ความสามารถของผู้สอบคือ ความสามารถในการทำแบบสอบฉบับนั้นของผู้สอบ ซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของจำนวนข้อสอบที่ผู้สอบตอบได้ถูกต้อง
2. ข้อสอบที่ใช้มีคะแนนรายข้อเป็น 0,1 (dichotomous)
3. แบบสอบประกอบด้วยข้อสอบซึ่งมีค่าความยากที่สามารถนำมาจัดเรียงลำดับตามมาตรจัดอันดับ (ordinal) ได้
4. ความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของคะแนนรายข้อ เป็นผลรวมของความคลาดเคลื่อนของคะแนนรายข้อประเภทที่ 1 คือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการตอบข้อสอบที่จัดว่าง่ายกว่าหรือที่มีความยากเท่ากับความสามารถของเขาผิด กับความคลาดเคลื่อนของคะแนนรายข้อประเภทที่ 2 คือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการตอบข้อสอบที่จัดว่ายากกว่าความสามารถของเขาได้ถูกต้อง
5. ผู้สอบทำข้อสอบด้วยความตั้งใจเต็มความสามารถ และระบุมั่นใจในการตอบข้อสอบ รวมทั้งให้เหตุผลที่ตนเองตอบผิดตามความเป็นจริง
6. การที่ผู้สอบตอบข้อสอบได้ถูกต้องด้วยความมั่นใจแสดงว่าเรามีความรู้ในข้อนั้น ส่วนการที่ผู้สอบตอบผิดเพราะมีความรู้ไม่เพียงพอ แสดงว่าข้อนั้นยากกว่าความสามารถของเขา

#### คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบ หมายถึง คะแนนรายข้อของข้อสอบแต่ละข้อของผู้สอบที่นำมาจัดเรียงลำดับตามแนวแถวจากข้อที่ง่ายที่สุด (ข้อที่มีจำนวนผู้สอบภายในกลุ่มตอบได้ถูกต้องมากที่สุด) ไปจนถึงข้อที่ยากที่สุด (ข้อที่มีจำนวนผู้สอบภายในกลุ่มตอบได้ถูกต้องน้อยที่สุด)
2. ความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบ หมายถึง ความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้กับแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะ เป็นกัตแมนสมบูรณ์
3. ผู้สอบที่มีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะ เป็นกัตแมนสมบูรณ์ หมายถึง ผู้สอบที่ตอบข้อสอบทุกข้อที่จัดว่าเป็นข้อที่ง่ายกว่าหรือข้อที่มีความยากเท่ากับความสามารถของเขา ได้ถูกต้องและ

ตอบข้อสอบทุกข้อที่จัดว่าเป็นข้อที่ยากกว่าความสามารถของเขาผิด

4. ผู้สอบที่มีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะตรงกันข้ามกับกัตแมนสมบรูณ์ หมายถึง ผู้สอบที่ตอบข้อสอบทุกข้อที่จัดว่าเป็นข้อที่ง่ายกว่าหรือข้อที่มีความยากเท่ากับความสามารถของเขาผิด และตอบข้อสอบทุกข้อที่จัดว่าเป็นข้อที่ยากกว่าความสามารถของเขาได้ถูกต้อง

5. ดัชนีความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคล หมายถึง ดัชนีที่บ่งชี้ว่าแบบแผนการตอบข้อสอบที่ผู้สอบทำได้มีความสอดคล้องกับแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกัตแมนสมบรูณ์มากน้อยเพียงใด

6. ดัชนีเอพี หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่ผู้วิจัยมุ่งจะพัฒนาขึ้น โดยกำหนดให้มีสัญลักษณ์ คือ AP(actual pattern) เพราะเป็นดัชนีที่บ่งชี้ว่าแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีระดับความสอดคล้องกับแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นกัตแมนสมบรูณ์มากน้อยเพียงใด ค่าของดัชนีนี้มีนัยอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.0 โดยที่ดัชนีมีค่าเข้าใกล้ 1.0 เมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะใกล้เคียงกับกัตแมนสมบรูณ์ และจะมีค่าเท่ากับ 1.0 เมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะเป็นกัตแมนสมบรูณ์ ในทางตรงกันข้ามดัชนีจะมีค่าเข้าใกล้ 0 เมื่อผู้สอบมีแบบแผนการตอบข้อสอบที่มีลักษณะแตกต่างไปจากกัตแมนสมบรูณ์ และจะมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อแบบแผนการตอบข้อสอบของผู้สอบมีลักษณะตรงกันข้ามกับกัตแมนสมบรูณ์

ดัชนีเอพีมีสูตรคำนวณดังนี้คือ

$$AP_i = 1 - \frac{\sum_{j=1}^{n_i} (1 - U_{ij})(n_i - j + 1) + \sum_{j=n_i+1}^J U_{ij}(j - n_i)}{\sum_{j=1}^{n_i} (n_i - j + 1) + \sum_{j=n_i+1}^J (j - n_i)}$$

เมื่อ

$AP_i$  คือ ค่าดัชนีเอพีของผู้สอบคนที่  $i$

$j$  คือ ลำดับที่ของข้อสอบ  $j = 1, 2, 3, \dots, J$

โดยที่ข้อสอบลำดับที่ 1 เป็นข้อที่ง่ายที่สุด และข้อสอบลำดับที่  $J$  เป็นข้อที่ยากที่สุด

$n_i$  คือ คะแนนรวมของผู้สอบคนที่  $i$

$U_{ij}$  คือ คะแนนรายข้อของข้อสอบลำดับที่  $j$  ของผู้สอบ

คนที่  $i$  โดยที่  $U_{ij}$  มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อตอบได้ถูกต้อง และ  $U_{ij}$  มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อตอบผิด

$\sum_{j=1}^{n_i} (1 - U_{ij})(n_i - j + 1)$  คือ ผลรวมของค่าประจำข้อของคะแนนรายข้อซึ่งมี

ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการตอบข้อที่ง่ายกว่าหรือที่มีความยากเท่ากับความสามารถของเขาผิด

$\sum_{j=n_i+1}^j U_{i,j} (j - n_i)$  คือ ผลรวมของค่าประจำข้อของคะแนนรายชื่อซึ่งมีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการตอบข้อที่ยากกว่าความสามารถของเขาได้ถูกต้อง

$\sum_{j=1}^{n_i} (n_i - j + 1) + \sum_{j=j-n_i+1}^j (j - n_i)$  คือ ผลรวมของค่าประจำข้อของคะแนนรายชื่อทั้งหมด ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าประจำข้อของคะแนนรายชื่อที่มีความคลาดเคลื่อนสูงสุดของผู้สอบ

### ความจำกัดของการวิจัย

1. ค่าของดัชนีความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่คำนวณได้จากแบบแผนการตอบข้อสอบฉบับหนึ่งๆของผู้สอบจะสามารถนำมาใช้บ่งชี้ความถูกต้องของคะแนนสอบที่ได้จากการตอบแบบสอบฉบับดังกล่าวได้เฉพาะในการสอบครั้งนั้น
2. สูตรที่ใช้ในการประมาณค่าของดัชนี ใช้เฉพาะในกรณีที่มีการจัดเรียงลำดับที่ของข้อสอบจากข้อที่ง่ายที่สุดไปจนถึงข้อที่ยากที่สุดเท่านั้น

### ประโยชน์ของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ดัชนีความสอดคล้องของแบบแผนการตอบข้อสอบรายบุคคลที่มีลักษณะของดัชนีที่ดี
2. ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้เพื่อจะนำมาใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมที่แสดงระดับความรู้ของผู้สอบได้ละเอียดยิ่งขึ้นเหมาะที่จะนำมาใช้ประกอบการประเมินผลการผ่าน-ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับผู้ตกอยู่ในช่วงวิกฤต การให้อันดับคะแนนกับผู้ที่อยู่จุดตัดคาบเส้น หรือการบ่งชี้ความบกพร่องในแต่ละวัตถุประสงค์ของผู้ที่ต้องเรียนซ่อมเสริม เป็นต้น
3. ได้ข้อมูลเพิ่มเติมที่จะนำมาใช้คัดเลือกผู้สอบในกรณีที่ผู้สอบมีคะแนนสอบเท่ากัน
4. เป็นแนวทางแก่ผู้ที่สนใจจะนำไปศึกษา ค้นคว้าต่อไป