

# การพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้\*

อรุณี อ่อนสวัสดิ์

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ในสถานการณ์ที่มีการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และตรวจสอบคุณภาพของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนา ผลการวิจัยสามารถพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ได้ 8 วิธี ผลการตรวจสอบคุณภาพ ด้วยการใช้เทคนิคมอนติคาร์โล จำลองสถานการณ์การเรียนรู้ 27 สถานการณ์ พบว่าวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธี มีความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์สูง จำแนกอันดับที่ได้สอดคล้องกับวิธีเกณฑ์ และมีความเที่ยงสูงกว่าวิธีเกณฑ์

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่นิยมใช้อยู่เสมอคือวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบหลังเรียนและก่อนเรียน ที่วัดด้วยแบบสอบฉบับเดิมหรือคู่ขนาน (Lord, 1956 : 42) หรือที่รู้จักกันว่าเป็นคะแนนเพิ่ม (Gain Score) แต่การใช้คะแนนความแตกต่างอธิบายการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล พบว่าคะแนนความแตกต่างมีความเที่ยงต่ำกว่าความเที่ยงของการวัดแต่ละครั้ง (Lord, 1956 : 429 ; 1963 : 21-38 ; Linn & Slide, 1977 : 121-150 ; O'Connor, 1972 : 73-98) และมีแนวโน้มว่าคะแนนความแตกต่างสัมพันธ์กับคะแนน

\* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิตสาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ปีการศึกษา 2537 โดยมีรศ. ดร. ศิริชัย กาญจนวาสี และ ผศ. ดร. ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ก่อนเรียนเป็นลบ ทำให้คนเก่งเสียเปรียบ เนื่องจากคนเก่งได้คะแนนก่อนเรียนสูง และถ้าข้อสอบมีจำนวนจำกัด ถึงคนเก่งจะพัฒนาได้มากก็ถูกจำกัดด้วยเพดานคือคะแนนเต็ม

จากจุดอ่อนของการใช้วิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบก่อนเรียนและหลังเรียน อธิบายการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ ทำให้นักวัดผลการศึกษาแสวงหาวิธีใหม่ในการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้โดยพยายามแก้ปัญหาจุดอ่อนและข้อจำกัดต่าง ๆ ของวิธีเก่า ซึ่งนอกเหนือจากวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบแล้ว วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่มีผู้พัฒนาไว้ มีหลายวิธี ได้แก่

1. **วิธีประมาณคะแนนเพิ่มแท้จริง (Estimated True Gain Score)** วิธีนี้ ลอร์ด (Lord, 1956 : 421-437 ; Davis, 1964 : 24) อาศัยหลักการถดถอยพหุ โดยใช้คะแนนดิบก่อนเรียนและหลังเรียน ทำนายความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงซึ่งแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$L_i = W_x X_i + W_y Y_i + k$$

โดย  $L_i$  แทน คะแนนการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของคนที่  $i$   
 $W_x, W_y$  แทน สัมประสิทธิ์ถดถอยพหุของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนตามลำดับ  
 $X_i, Y_i$  แทน คะแนนดิบก่อนเรียนและหลังเรียนตามลำดับ (ของคนที่  $i$ )  
 $k$  แทน ค่าคงที่ในการถดถอยพหุ

2. **วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงเรซิดวล (Residualized Score)** วิธีนี้ แมนนิงและดูบอยส์ (Manning and Dubois, 1958 : 191-194 ; 1972 : 287-321) ใช้หลักการว่า การเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ คือส่วนต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับคะแนนทำนายหลังเรียนซึ่งทำนายจากคะแนนดิบก่อนเรียน แสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$R_i = Y_i - Y_i'$$

$$Y_i' = \bar{Y} + B_{yx}(X_i - \bar{X})$$

โดย  $R_i$  แทน คะแนนการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของคนที่  $i$   
 $X_i, Y_i$  แทน คะแนนดิบก่อนเรียนและหลังเรียนตามลำดับ (ของคนที่  $i$ )  
 $Y_i'$  แทน คะแนนทำนายหลังเรียนของคนที่  $i$   
 $\bar{X}, \bar{Y}$  แทน คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนตามลำดับ  
 $B_{yx}$  แทน สัมประสิทธิ์ถดถอยคะแนนดิบหลังเรียนลงบนคะแนนดิบก่อนเรียน

3. **วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนจริงก่อนเรียน** (Base-Free Measure of Change) วิธีนี้ทักเกอร์และคณะ (Tucker et. al. 1966 : 457-473) ใช้หลักการเช่นเดียวกับวิธีที่ 2 แต่คะแนนทำนายหลังเรียนทำนายด้วยคะแนนจริงก่อนเรียนแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$B_i = Y_i - Y'_i$$

$$Y'_i = \bar{Y} + B_{YX} / R_{XX'} (X_i - \bar{X})$$

โดยสัญลักษณ์ส่วนใหญ่เหมือนในวิธีที่ 2 ยกเว้น

- $B_i$  แทน คะแนนการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้
- $Y'_i$  แทน คะแนนทำนายหลังเรียนของคนที่  $i$
- $R_{XX'}$  แทน ความเที่ยงในการวัดก่อนเรียน

4. **วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์** (Relative Gain Score) ศิริชัย กาญจนวาสี (Kanjanawasee, 1989 : 50 - 51) ผู้เสนอมีเจตนาที่จะลดปัญหาการถดถอยเข้าสู่ส่วนกลาง จึงเสนอแนวคิดในลักษณะอัตราความงอกงามรายบุคคล หาได้จากสัดส่วนระหว่างความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบกับความแตกต่างระหว่างคะแนนเต็มและคะแนนดิบก่อนเรียน แล้วคูณด้วย 100 ซึ่งการเสนอวิธีวัดนี้เป็นเพียงการนำเสนอดัชนีที่จะวัดตัวแปรการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ในการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินอิทธิพลของโรงเรียน จึงยังไม่ได้มีการตรวจสอบคุณสมบัติในเชิงทฤษฎีการวัดผล วิธีนี้สามารถแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$S_i = 100(Y_i - X_i) / (F - X_i)$$

- โดย  $S_i$  แทน คะแนนการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้
- $F$  แทน คะแนนเต็ม
- (สัญลักษณ์อื่น ๆ เหมือนวิธีข้างต้น)

วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ทั้ง 4 วิธี ไม่ได้อาศัยทฤษฎีการเรียนรู้และไม่ได้คำนึงถึงอิทธิพลเพดาน ยกเว้นวิธีสุดท้าย แต่ถึงกระนั้นอิทธิพลเพดานน่าจะมีทางเลือกอื่น ๆ นอกจากการใช้ความแตกต่างระหว่างคะแนนเต็มและคะแนนดิบก่อนเรียน การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่อาศัยทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมที่ว่า การเรียนรู้ของบุคคลจะเกิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นความรู้เดิม โดยพื้นความรู้เดิมมีส่วนในความแตกต่าง

ของผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอยู่ถึงร้อยละ 50 สรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้เป็นฟังก์ชันของพื้นความรู้เดิม การเรียนการสอน และอิทธิพลเพดาน ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ =  $f$  (พื้นความรู้เดิม, การเรียนการสอน, อิทธิพลเพดาน)

จากปัจจัยทั้ง 4 ในสมการ มีตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ใช้ความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงก่อนเรียนและหลังเรียน หรือ  $DT_i = T_{Yi} - T_{Xi}$

2. พื้นความรู้เดิม ใช้คะแนนจริงก่อนเรียน ( $T_{Xi}$ ) และอิทธิพลเนื่องจากพื้นความรู้เดิม ใช้การถดถอยความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงลงบนคะแนนจริงก่อนเรียน แทนด้วย  $W_1 T_{Xi}$

3. การเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเรียนการสอนซึ่งแต่ละคนจะรับได้ไม่เท่ากัน กำหนดให้เป็น  $V_i$

4. อิทธิพลเพดาน เป็นปัจจัยที่ยังมีข้อโต้แย้งว่าควรใช้ตัวแปรใดแทน ในเมื่อคะแนนเต็มคือเพดาน แต่ใครจะได้รับอิทธิพลเพดานมากน้อยเพียงใดน่าจะขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ด้วยในการวิจัยครั้งนี้ได้เสนอตัวแปรอิทธิพลเพดานเป็น 4 แนวคิด ได้แก่

4.1 อิทธิพลเพดาน ขึ้นกับคะแนนจริงหลังเรียน และถือว่าผู้ที่ได้คะแนนครั้งหลังเท่ากันจะได้รับอิทธิพลเพดานเท่ากัน โดยใช้สัมประสิทธิ์ถดถอยอย่างง่ายที่ได้จากคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงก่อนเรียนและหลังเรียน ถดถอยลงบนคะแนนจริงความแตกต่างระหว่างคะแนนเต็มและคะแนนหลังเรียน ดังนั้นอิทธิพลเพดานในกรณีแรกจึงเป็น  $W_2 T_{(F-Y)}$

4.2 อิทธิพลเพดาน ขึ้นกับคะแนนจริงหลังเรียนและคะแนนจริงก่อนเรียน เนื่องจากผู้ที่ได้คะแนนหลังเรียนเท่ากันไม่จำเป็นต้องได้รับอิทธิพลเพดานเท่ากัน ตัวแปรอิทธิพลเพดานจึงมี 2 ตัวคือ 1) สัมประสิทธิ์ถดถอยอย่างง่าย ที่ได้จากคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงหลังเรียนและก่อนเรียน ถดถอยลงบนคะแนนจริงความแตกต่างระหว่างคะแนนเต็มและคะแนนหลังเรียน และ 2) สัมประสิทธิ์ถดถอยอย่างง่าย ที่ได้จากคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนจริง ถดถอยลงบนคะแนนจริงความแตกต่างระหว่างคะแนนเต็มและคะแนนก่อนเรียน ดังนั้นอิทธิพลเพดานในกรณีที่สองจึงเป็น  $W_2 T_{(F-Y)}$  และ  $W_3 T_{(F-X)}$

4.3 อิทธิพลเพดาน ขึ้นกับคะแนนจริงหลังเรียนเมื่อควบคุมคะแนนจริงก่อนเรียน เนื่องจากผู้ที่ได้คะแนนครั้งหลังเท่ากันไม่จำเป็นต้องได้รับอิทธิพลเพดานเท่ากัน จึงใช้สัมประสิทธิ์ถดถอยพหุ ที่ได้จากคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนจริง ถดถอยลงบน คะแนน

จริงความแตกต่างระหว่างคะแนนเต็มและคะแนนหลังเรียน เมื่อควบคุมคะแนนจริงก่อนเรียน ดังนั้น อิทธิพลพีดานในกรณีนี้สามจึงเป็น  $W_{2.1}T_{(F-Y)}$

4.4 อิทธิพลพีดาน ขึ้นกับคะแนนจริงหลังเรียนและคะแนนจริงก่อนเรียน เนื่องจากผู้ที่ได้คะแนนจริงหลังเรียนเท่ากันไม่จำเป็นต้องได้รับอิทธิพลพีดานเท่ากัน แต่อิทธิพลพีดานน่าจะเกิดขึ้นตามสัดส่วนของคะแนนจริงก่อนเรียน กล่าวคือถ้าคะแนนจริงหลังเรียนเท่ากัน ผู้ที่ได้คะแนนจริงก่อนเรียนต่ำกว่าจะได้รับอิทธิพลพีดานน้อยกว่าผู้ที่ได้คะแนนจริงก่อนเรียนสูงกว่า ผู้วิจัยจึงใช้สัมประสิทธิ์ถดถอยอย่างง่าย ที่ได้จากคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงก่อนเรียนและหลังเรียน ถดถอยลงบนคะแนนจริง ความแตกต่างระหว่างคะแนนเต็มและคะแนนหลังเรียน หาค่าด้วยคะแนนจริงก่อนเรียน นั่นคือ ตัวแปรอิทธิพลพีดานในกรณีนี้จึงเป็น  $W_2 T_{(F-Y)} / T_{X_i}$

จากแนวคิดที่เกี่ยวกับอิทธิพลพีดานทั้ง 4 แนวคิด สามารถนำไปสู่วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ได้ 4 แนวทาง แต่ด้วยแนวปฏิบัติเราไม่สามารถจะหาคะแนนจริงได้ จึงมีทางเลือก 2 ทางคือ 1) ใช้ค่าประมาณคะแนนจริงจากวิธีของลอร์ด โดย  $T_{X_i} = \bar{X} + R_{xx'}(X_i - \bar{X})$  และ 2) ใช้ค่าคะแนนดิบ ด้วยเหตุนี้จึงเสนอวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้โดย 8 วิธี และจะได้ตรวจสอบวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ทั้ง 8 วิธี ภายใต้สถานการณ์การเรียนรู้ต่าง ๆ ว่าวิธีใดให้ผลใกล้เคียงกับความแตกต่างระหว่างคะแนนจริง ตามแนวทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) และวิธีใดให้ผลใกล้เคียงกับความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถตามแนวทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory) รวมทั้งวิธีใดให้ผลต่างจากวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบและวิธีของลอร์ดอย่างไร เพื่อจะได้แนะนำเสนอวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้รายบุคคล 8 วิธี สำหรับข้อมูลผลการวัดสองครั้งในช่วงก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแบบสอบฉบับเดิมหรือคู่ขนาน
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนากับวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนจริง วิธีหาความแตกต่างระหว่างความสามารถ วิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด

## สมมติฐานของการวิจัย

การพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ครั้งนี้ ประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมที่ว่าพื้นความรู้เดิมมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนถึงร้อยละ 50 (Bloom, 1976 : 10-15) และคำนึงถึงอิทธิพลเพดาน 4 แนวคิด เพื่อหาตัวบ่งชี้ปริมาณการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างคะแนนจริง ซึ่งเป็นผลการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่แบบสอบถามมีความเที่ยงสมบูรณ์โดยมีสมการทั่วไปว่า ปริมาณการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ซึ่งแทนด้วยความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงเป็นฟังก์ชันของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากพื้นความรู้เดิม การจัดการเรียนการสอนและอิทธิพลเพดาน ดังนั้นจึงกำหนดสมมติฐานสำหรับวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนา ดังนี้

1. วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์สูง
  - 1.1 คะแนนจากวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธีมีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนจริง
  - 1.2 คะแนนจากวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธีมีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนความแตกต่างระหว่างความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน
2. วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้สามารถจำแนกอันดับที่ได้สอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอก
  - 2.1 อันดับที่ได้จากวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธีมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอันดับที่ความแตกต่างระหว่างคะแนนจริง
  - 2.2 อันดับที่ได้จากวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธีมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอันดับที่ความแตกต่างระหว่างความสามารถ
3. วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้มีความเที่ยงสูงกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบครั้งแรกและครั้งหลัง และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด
4. วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดต่ำ และต่ำกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบครั้งแรกและครั้งหลัง และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด

## ขอบเขตการวิจัย

1. การตรวจสอบคุณภาพของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ ใช้ข้อมูลจากสถานการณ์จำลอง โดยมีเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้
  - 1.1 สถานการณ์การเรียนรู้ 3 ลักษณะ ได้แก่ การเรียนแบบรอบรู้ แบบทั่วไป และแบบกึ่งรอบรู้
  - 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน 3 ระดับ ได้แก่ 0.4, 0.6, และ 0.8
  - 1.3 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 3 ขนาด ได้แก่ 30, 50, และ 100 คน
  - 1.4 ความยาวของแบบสอบ มี 3 ระดับ ได้แก่ 30, 60, และ 120 ข้อ

## วิธีดำเนินการวิจัย

1. การพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้มีขั้นตอนดังนี้
  - 1.1 วิเคราะห์แนวคิดของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่มีอยู่ โดยพิจารณาจุดเด่นจุดด้อยของวิธีต่าง ๆ เพื่อหาแนวคิดที่จะนำเสนอวิธีใหม่
  - 1.2 เสนอวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ตามแนวคิดและเหตุผลที่เกี่ยวข้องในรูปสมการ 8 วิธี
2. การตรวจสอบคุณภาพของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนา มีขั้นตอนดังนี้
  - 2.1 สร้างลักษณะการแจกแจงความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียนที่มีความสัมพันธ์ 0.4, 0.6, และ 0.8 ตามสถานการณ์การเรียนรู้ 3 ลักษณะคือ ลักษณะการเรียนรู้แบบรอบรู้แบบทั่วไป และแบบกึ่งรอบรู้ ของประชากรขนาด 20,000 คน
  - 2.2 สุ่มตัวอย่างขนาด 30 คน 50 คน และ 100 คน จากประชากรในแต่ละสถานการณ์การเรียนรู้
  - 2.3 กำหนดความยากของข้อสอบในช่วง -3 ถึง +3 สำหรับแบบสอบ 3 ขนาด คือ 30 ข้อ 60 ข้อ และ 120 ข้อ
  - 2.4 จำลองให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบทีละข้อ หาผลการตอบ นับข้อถูกเป็นคะแนนดิบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยให้กระทำซ้ำคนละ 100 ครั้ง เฉลี่ยคะแนนดิบ 100 ครั้ง เป็นคะแนนจริง

2.5 หาคะแนนความคลาดเคลื่อนและค่าประมาณคะแนนจริง

2.6 คำนวณคะแนนการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ ทั้งวิธีที่พัฒนาและวิธีเกณฑ์

2.7 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้วิธีต่าง ๆ กับวิธีเกณฑ์ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างวิธีที่พัฒนากับวิธีเกณฑ์ หาค่าความเที่ยงและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของวิธีวัดต่าง ๆ

### ผลการวิจัย

#### 1. วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่เสนอมี 8 วิธี ดังนี้

- 1  $C1A_i = (1-W_2)\hat{T}_{Yi} - \hat{T}_{Xi}$
- 2  $C1B_i = (1-W_2)Y_i - X_i$
- 3  $C2A_i = (1-W_2)\hat{T}_{Yi} - (1-W_3)\hat{T}_{Xi}$
- 4  $C2B_i = (1-W_2)Y_i - (1-W_3)X_i$
- 5  $C3A_i = (1-W_{2.1})\hat{T}_{Yi} - \hat{T}_{Xi}$
- 6  $C3B_i = (1-W_{2.1})Y_i - X_i$
- 7  $C4A_i = (1-W_2 / \hat{T}_{Xi})\hat{T}_{Yi} - \hat{T}_{Xi} + W_2F / \hat{T}_{Xi}$
- 8  $C4B_i = (1-W_2 / X_i)Y_i - X_i + W_2F / X_i$

โดยที่

$\hat{T}_{Xi}, \hat{T}_{Yi}$  คือ ค่าประมาณคะแนนจริงก่อนเรียนและหลังเรียนตามลำดับ (ของคนที่ i)

$X_i, Y_i$  คือ คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนตามลำดับ (ของคนที่ i)

F คือ คะแนนเต็ม

$W_2$  คือ สัมประสิทธิ์ถดถอย  $T_Y - T_X$  ลงบน  $T_{(F-Y)}$

$$W_2 = -r_{DY}S_D / R_{YY}' S_Y$$

$W_3$  คือ สัมประสิทธิ์ถดถอย  $T_Y - T_X$  ลงบน  $T_{(F-Y)}$

$$W_3 = -r_{DX}S_D / R_{XX}' S_X$$

$W_{2.1}$  คือ สัมประสิทธิ์ถดถอย  $T_Y - T_X$  ลงบน  $T_{(F-Y)}$  เมื่อควบคุม  $T_X$

$$W_{2.1} = \frac{(S^2_X R_{XX}' + S^2_Y R_{YY}' - 2r_{XY}S_X S_Y)^{1/2}}{S_Y} \cdot \frac{r_{DX}r_{XY} - R_{XX}' r_{DY}}{\sqrt{R_{DD}' (R_{XX}' R_{YY}' - r^2_{XY})}}$$



## 2. ผลการเปรียบเทียบคุณภาพของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้

2.1 คะแนนจากวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธี มีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนจริง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1.1 แสดงว่า วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนา มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์สูง

2.2 คะแนนจากวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธีมีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนความแตกต่างระหว่างความสามารถ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นส่วนใหญ่ แสดงว่าวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนา มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์สูงในบางสถานการณ์

2.3 อันดับที่ได้จากวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธี สัมพันธ์ทางบวกกับอันดับที่ความแตกต่างระหว่างคะแนนจริง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2.1 แสดงว่า วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนา จำแนกอันดับที่ได้สอดคล้องกับเกณฑ์สูง

2.4 อันดับที่ได้จากวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธี สัมพันธ์ทางบวกกับอันดับที่ความแตกต่างระหว่างความสามารถ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2.2 แสดงว่า วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนา จำแนกอันดับที่ได้สอดคล้องกับเกณฑ์สูง

2.5 วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธีมีความเที่ยงสูงและสูงกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อทำการจำลองข้อมูลซ้ำ 100 รอบ ได้ผลยืนยันทำนองเดิม 76 ครั้ง ถึง 94 ครั้งใน 100 ครั้ง จึงอาจถือได้ว่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3

2.6 วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ ที่อิทธิพลพาดานเป็นผลเนื่องจาก ความแตกต่างระหว่างคะแนนเต็มและคะแนนจริงหลังเรียนตามสัดส่วนของคะแนนจริงก่อนเรียน ซึ่งทำการวัดโดยใช้ค่าประมาณคะแนนจริง (C4A) มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดต่ำกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่ต่ำกว่าวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด นอกจากนี้วิธีอื่น ๆ ที่พัฒนา มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดสูงกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด จึงไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 4

## อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับทางเลือกของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติ สามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมกับสถานการณ์ของตนได้ ข้อค้นพบส่วนใหญ่ เป็นไปตามสมมติฐาน ดังที่ผู้วิจัยจะได้อภิปรายในลำดับต่อไป

1. ทั้งคะแนนและอันดับที่จากวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนาแต่ละวิธีมีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนจริง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่าเนื่องจากวิธีวัดที่พัฒนาต่างมุ่งทำนายคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนจริง ซึ่งเป็นตัวแปรเดียวกับตัวแปรเกณฑ์ แสดงว่าการนำทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมมาประยุกต์ มีความเหมาะสม ในขณะเดียวกันเป็นการยืนยันความถูกต้องของทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม ที่ว่าพื้นความรู้เดิมมีส่วนในการเรียนรู้สิ่งใหม่ถึงร้อยละ 50 (Bloom, 1976: 10-15) ในด้านแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลเพดาน พบว่า แนวคิดที่ 4 ที่ว่าอิทธิพลเพดาน เกิดจากการถดถอยคะแนนจริง ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนลงบนคะแนนจริง ความแตกต่างระหว่างคะแนนเต็มและคะแนนหลังเรียน ตามสัดส่วนคะแนนจริงก่อนเรียนเป็นตัวปรับผลการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ อันเนื่องจากอิทธิพลเพดานได้ดีกว่าแนวคิดอื่น แสดงว่าอิทธิพลเพดานไม่ควรคำนึงเพียงว่า ใครได้คะแนนหลังเรียนเท่าไร หรือเกือบถึงคะแนนเต็มเพียงไรเท่านั้น หากควรคำนึงด้วยว่า ใครมีพื้นความรู้เดิมมากน้อยเพียงไร (Coffman, cited in Lord, 1962: 30)

2. คะแนนและอันดับที่จากวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธีมีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนความแตกต่างระหว่างความสามารถ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจาก ตัวเกณฑ์ คือ ความแตกต่างระหว่างความสามารถนั้น ความสามารถเป็นคุณลักษณะที่ส่งผลโดยตรงต่อคะแนนจริง และคะแนนดิบ ซึ่งเป็นแนวคิดสำคัญของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Hambleton and Swaminathan, 1985: 9) ดังนั้นการแปลงความสามารถเป็นคะแนนดิบ ด้วยฟังก์ชัน โลจิส 1 พารามิเตอร์ จึงทำให้ความแตกต่างระหว่างความสามารถได้ผลใกล้เคียงกับความแตกต่างระหว่างคะแนนจริง

3. วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธีมีความเที่ยงสูง กว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อทดลองทำซ้ำ 100 รอบ พบว่าส่วนใหญ่ (ร้อยละ 76 ถึงร้อยละ 100) ยืนยันผลการวิจัยตามเดิม เนื่องจากวิธีที่พัฒนายึดโมเดลเชิงบวก เช่นเดียวกับวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด โดยวิธีที่พัฒนา คุณตัวแปร

ที่เกี่ยวข้องด้วยสัมประสิทธิ์ถดถอย ที่ได้จากการถดถอย คะแนนจริงความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ลงบนคะแนนจริงที่เกี่ยวกับอิทธิพลพาดานด้วยแนวคิดต่าง ๆ ย่อมส่งผลให้ความแปรปรวนของคะแนนการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธี ใกล้เคียงกับความแปรปรวนของคะแนนจริงการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้วิธีนั้น ๆ มากกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด ดังนั้นการประมาณความเที่ยง ด้วยการหาอัตราส่วนระหว่าง ความแปรปรวนของคะแนนจริง และความแปรปรวนของคะแนนดิบของการวัดนั้น วิธีที่พัฒนาจึงมีความเที่ยงสูงกว่า วิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด

ถึงแม้วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนาจะสูงกว่าความเที่ยงของวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด แต่ไม่สูงกว่าความเที่ยงของการวัดก่อนเรียนหรือหลังเรียน จึงยังไม่สามารถแก้ปัญหาที่รู้กันทั่วไปว่า ความเที่ยงของวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ มีค่าต่ำกว่าความเที่ยงของการวัดก่อนเรียนหรือหลังเรียน (Bereiter, 1963 : 2-5 ; Cronbach and Furby, 1970 : 68-80 ; Linn & Slinde, 1977 : 121-150 ; Lord, 1956 : 429)

4. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ เฉพาะวิธี C4A มีค่าต่ำกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ แต่ไม่ต่ำกว่าวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด ในทุกแบบแผนการวิจัยของทุกลักษณะการเรียนรู้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 4 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธี หารตามทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิมที่ว่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของคะแนนใด เท่ากับผลคูณของความเบี่ยงเบนมาตรฐานกับรากที่สองของความแตกต่างระหว่างหนึ่งกับความเที่ยงของคะแนนนั้น โดยถือเสมือนว่าคะแนนผลการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้เป็นคะแนนเดี่ยวใด ๆ (Zimmerman et. al., 1982 : 961-968) และดังที่ลอร์ด ได้หาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด โดย  $S_{E(L)} = S_L / (1-R_{LL})$  (Lord, 1956 : 430) การหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของวิธีที่พัฒนา ส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ เพราะคะแนนผลการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนา มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบทุกวิธี ยกเว้นวิธี C4A และ C4B ที่ส่วนใหญ่มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกับวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และด้วยเหตุที่ความเที่ยงของวิธีวัดการเปลี่ยนแปลง

แปลงการเรียนรู้ที่พัฒนาสูงกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบและวิธีวัดการเปลี่ยนแปลง การเรียนรู้ของลอร์ด ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของวิธี C4A จึงต่ำกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และด้วยเหตุที่ความเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวัดการเปลี่ยนแปลง การเรียนรู้ของลอร์ดส่วนใหญ่ต่ำกว่าวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนา ถึงแม้ความเที่ยงของวิธีของลอร์ดจะต่ำกว่าวิธีที่พัฒนา แต่ความเที่ยงจะแปรเปลี่ยนได้น้อยหรือช้ากว่า ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดจึงขึ้นอยู่กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นสำคัญ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนาจึงสูงกว่าวิธีของลอร์ดและไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

การหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ ซึ่งผลการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้เปรียบเสมือนคะแนนเดี่ยว แต่เป็นคะแนนที่มีสเกลแตกต่างกัน เนื่องจากเป็นคะแนนที่เกิดจากฟังก์ชันส่วนประกอบ (Composite function) ต่างกัน การคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเพื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีที่มีสเกลต่างกันมาก ควรมีการเทียบให้ความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีความเท่าเทียมกันโดยอาจใช้ค่าผลหารความเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วยค่ามัชฌิมเลขคณิตของแต่ละวิธี แทนการใช้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานตามปกติจากการทดลองคำนวณตามวิธีนี้ พบว่าทุกวิธีที่พัฒนามีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดต่ำกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และบางวิธีต่ำกว่าวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด แสดงว่า วิธีที่พัฒนาต่างก็มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด ถ้าเช่นนี้น่าจะต้องกลับข้อสรุปใหม่เป็นทุกวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนา มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดต่ำกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด และถือว่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 4

### **ข้อเสนอแนะต่อครูและนักวิจัย**

วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนา เหมาะสำหรับการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน การจัดการฝึกอบรมหรือการดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ที่มีการเก็บข้อมูล 2 ครั้ง ในช่วงก่อนเรียนและหลังเรียน โดยครูหรือนักวิจัยควรเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับสถานการณ์เฉพาะดังนี้

1. ในสถานการณ์การเรียนรู้แบบรอบรู้ วิธี C4A และ C4B เหมาะสมที่จะใช้กับสถานการณ์ที่ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าค่อนข้างสูงและสูง กลุ่มตัวอย่างขนาดกลางหรือเล็ก และแบบสอบถามมีข้อคำถามน้อยหรือปานกลาง

2. ในสถานการณ์การเรียนรู้แบบทั่วไป วิธี C4A เหมาะสมที่จะใช้กับสถานการณ์ที่มีคนน้อยจำนวนข้อคำถามน้อย ไม่ว่าความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถจะสูงหรือต่ำ

3. ในสถานการณ์การเรียนรู้แบบกึ่งรอบรู้ วิธี C4A เหมาะสมที่จะใช้ในสถานการณ์ที่ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถมีค่าค่อนข้างสูงและสูง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก และใช้แบบสอบถามมีข้อน้อย

ด้วยเหตุนี้ครูหรือนักวิจัยควรได้ตรวจสอบเงื่อนไขพื้นฐานให้เหมาะสม แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่อไป

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อเนื่อง

1. ควรพัฒนาวิธีการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แนวใหม่ต่อไป อาทิ การวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่เป็นอิสระจากพื้นความรู้เดิม คล้าย ๆ วิธีการเปลี่ยนแปลงเรซิดวล และวิธีการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่เป็นอิสระจากพื้นความรู้เดิม แต่คำนึงถึงอิทธิพลเพดานร่วมด้วย หรือควรแสวงหาแนวทางการพัฒนาวิธีการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่เป็นอิสระจากกลุ่ม เป็นต้น

2. ควรจำลองข้อมูลโดยกำหนดเงื่อนไขอื่น เช่น อาจเปลี่ยนค่าความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนให้ต่าง ๆ กันออกไป เช่น  $-1, +1; -0.5, +0.5; -0.5, 0$  ฯลฯ เพื่อพิจารณาผลของความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตที่มีต่อ คะแนนการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้

3. ควรนำวิธีการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนาไปใช้ในสถานการณ์ที่เก็บข้อมูลเชิงประจักษ์กับการเรียนวิชาต่าง ๆ หรือการดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง หรือสถานการณ์การฝึกอบรม โดยอาจทดลองแปรเปลี่ยนช่วงเวลาระหว่างการวัดก่อนเรียนและหลังเรียน เช่น 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน เป็นต้น เพื่อพิจารณาผลของช่วงเวลาที่มีต่อ คะแนนการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้

### บรรณานุกรม

- Bereiter, C. Some persisting dilemmas in the measurement of change. In C.w. Harris (ed.) *Problems in measuring change*. Madison : University of Wisconsin Press, (1963) : 3-20.
- Bloom, D.S. *Human characteristics and school learning*. New York : McGraw-Hill, 1976.
- Cronbach, L. J. and Furby, L. How we should measure "change" - or should we?. *Psychological Bulletin*. 74 (1970) : 68-80.
- Davis, F. B. *Educational measurement and their interpretation*. Belmont, California : Wadsworth Publishing Company, Inc., 1964.
- Hambleton, R. K. and Swaminathan, H. *Item response theory : principles and application*. Boston : Kluwer Nijhoff Publishing, 1985.
- Kanjanawasee, S. Alternative strategies for policy analysis : An assessment of school effects on students' cognitive and affective mathematics outcomes in lower secondary school in Thailand. *Doctoral Dissertation*. Los Angeles: University of California, 1989.
- Linn, R.L. and Slinde, J. A. The determination of the significance of change between pre - and posttesting periods. *Review of Educational Research*. 47 (Winter 1977) : 121-150.
- Lord, F. M. Elementary models for measuring change. In C. W. Harris (ed.) *Problems in measuring change*. pp. 21-38 Madison : University of Wisconsin Press, 1963.
- \_\_\_\_\_. Measurement of growth. *Educational and Psychological Measurement*. 16 (1956) : 421 : 437.
- Manning, W. H. and Dubois, P. H. Correlational methods in research on human learning. *Perceptual and Motor Skills*. 15 (1972) : 287-321.

- Manning, W. H. and Dubois, P. H. Gain in proficiency as a criterion in test validation. *Journal of Applied Psychology*. 42 (1958) : 191-194.
- O'Connor, E.F., Jr. Extending classical test theory to the measurement of change. *Review of Educational Research*. 42 (1972a) : 73-98.
- Tucker, L. R. et al. A base-free measure of change. *Psychometrika*. 31 (1966) : 457-473.
- Zimmerman, D.W. et al. On the high predictive potential of change and growth measures. *Educational and Psychological Measurement*. 42 : 4 (Winter 1982) : 961-968.