

**วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโมเดลโค้งพัฒนาการโดยใช้โมเดลเชิงเส้นพระระดับ การวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพระระดับ และตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ จึงนำเสนอแนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญเป็น 4 ตอน คือ ตอนที่ 1 กล่าวถึง แนวคิดทั่วไปในการวิเคราะห์พระระดับและการวิเคราะห์พระระดับด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ตอนที่ 2 กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับโมเดลโค้งพัฒนาการ ตอนที่ 3 กล่าวถึง การวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพระระดับที่พัฒนาโดยนิคม นาคอ้าย และตอนที่ 4 กล่าวถึงโมเดลและตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

**ตอนที่ 1 แนวคิดทั่วไปในการวิเคราะห์พระระดับ และการวิเคราะห์พระระดับด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม**

**การวิเคราะห์พระระดับ**

การวิเคราะห์พระระดับเป็นเทคนิควิธีทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว และตัวแปรอิสระเหล่านั้นสามารถจัดเป็นระดับได้อย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป โดยตัวแปรระดับเดียวกันต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับผลร่วมกันจากตัวแปรระดับอื่น ๆ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2532) ได้กล่าวถึงหลักการของการวิเคราะห์พระระดับไว้ดังนี้

1. โครงสร้างตามลำดับชั้นของข้อมูลถูกนำมาพิจารณาเพื่อให้ความสำคัญต่อข้อมูลต่างระดับ โดยอาศัยการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในระดับเดียวกันและปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ต่างระดับ
2. หลักการของตัวแปรสุ่มถูกนำมาใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยถือว่าตัวแปรเกี่ยวกับชั้นเรียน / โรงเรียน น่าจะมีอิทธิพลที่แตกต่างกันต่อตัวแปรเกี่ยวกับนักเรียน
3. เลือกใช้สถิติที่เหมาะสมในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย โดยใช้หลักการของการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นไปได้สูงสุดของค่าสัมประสิทธิ์และทฤษฎีของเบย์ส ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำตรงสูงชันและมีความคลาดเคลื่อนต่ำ

สำหรับจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์พหุระดับนั้น (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2535) ได้แบ่งเป็น 4 ข้อ แต่ละข้อใช้วิธีการวิเคราะห์แตกต่างกันดังนี้

1. เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการของผลผลิตทางการศึกษาซึ่งเป็นตัวแปรตามในช่วงเวลาหนึ่ง จุดมุ่งหมายข้อนี้ใช้ได้เฉพาะข้อมูลวัดซ้ำ วิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษาแนวโน้มหรือการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการศึกษา อันเป็นการวิเคราะห์สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (time series data)

2. เพื่อประมาณความแปรปรวนของตัวแปรแต่ละตัว ว่าความแปรปรวนแต่ละระดับมีค่าแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด วิธีการวิเคราะห์ที่มีหลักการว่า ตัวแปรที่วัดในระดับนักเรียนมีความแปรปรวนซึ่งแยกส่วนประกอบได้ตามระดับที่ลดหลั่น เช่น กรณีที่มี 3 ระดับ คือ ระดับนักเรียน ห้องเรียน และโรงเรียน จะเขียนส่วนประกอบความแปรปรวนได้ดังนี้

$$\sigma^2_y = \sigma^2_{pupil} + \sigma^2_{class} + \sigma^2_{school}$$

เมื่อ $\sigma^2_y$	แทน ความแปรปรวนของตัวแปร y
$\sigma^2_{pupil}$	แทน ความแปรปรวนระหว่างนักเรียนภายในห้องเรียน
$\sigma^2_{class}$	แทน ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนภายในโรงเรียน
$\sigma^2_{school}$	แทน ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน

วิธีการประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนแต่ละส่วนทำได้ 3 วิธี วิธีแรกเป็นการใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) คำนวณค่าคาดหวังของกำลังสองเฉลี่ย (expected mean square) แต่ละระดับใช้เป็นค่าประมาณความแปรปรวนแต่ละส่วนที่ต้องการ วิธีนี้นักวิจัยต้องเลือกใช้โมเดลที่เหมาะสมกับข้อมูล ว่าเป็นโมเดลอิทธิพลสุ่มหรือโมเดลอิทธิพลผสม (random effect model or mixed effect model) เป็นต้น วิธีที่สองเป็นการใช้การประมาณค่าโดยความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood estimation) และวิธีที่สามเป็นการประมาณค่าประมาณประจำกำลังสองที่ไม่ลำเอียงซึ่งมีค่าต่ำสุด (Minimum Norm Quadratic Unbiased Estimation : MINQUE)

3. เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีต่อผลผลิตทางการศึกษาในแต่ละระดับ รวมทั้งศึกษาอิทธิพลของตัวแปรสภาพแวดล้อมที่มีต่อผลผลิตทางการศึกษา วิธีการวิเคราะห์ที่ใช้การวิเคราะห์ถดถอยวิเคราะห์แยกแต่ละระดับ นอกจากนี้ยังอาจใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เช่น แยกตัวแปรนักเรียนเป็นสองส่วน คือ ระดับนักเรียนภายในโรงเรียน และระดับโรงเรียน เป็นต้น ดังสมการ

$y_{ij} = (y_{ij} - \bar{y}_j) + \bar{y}_j$  ซึ่งได้ตัวแปร  $(y_{ij} - \bar{y}_j)$  และ  $\bar{y}_j$  จากนั้น นำตัวแปรแต่ละส่วนไปแยกวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยต่อไป

4. เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามในระดับนักเรียน และศึกษาว่าอิทธิพลจากความแตกต่างแต่ละระดับมีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามอย่างไร วิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจากการวิเคราะห์แต่ละโรงเรียนเป็นตัวแปรสุ่มใช้เป็นตัวแปรตามเพื่อดูอิทธิพลจากแต่ละระดับข้อมูล วิธีการคำนวณค่อนข้างซับซ้อนและต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ

วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับมีหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน (analysis of variance component estimation) วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบสมการเดียว (ordinary least square single equation approach) วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบแบ่งสองสมการ (ordinary least square separate equation approach) วิธีประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood) การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีของเบย์ส์ (bayesian estimation)

วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับที่สำคัญอีกวิธีหนึ่ง คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบแบ่งสองสมการ (ordinary least square separate equation approach) รู้จักกันในชื่อของ slope as outcome ซึ่งคิดริเริ่มโดย Burstein; Lin และ Capell (1978) การศึกษาโดยวิธีนี้เป็น การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในชั้นเรียน / โรงเรียน ใช้เทคนิคกำลังสองน้อยที่สุดและใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาตรฐานในการคำนวณ มีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการวิเคราะห์ คือ ตัวแปรอิสระในแต่ละระดับต้องไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด ในแต่ละระดับของตัวแปรที่ศึกษา นั้น คะแนนของตัวแปรตาม (y) มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติในแต่ละค่าของตัวแปรอิสระ (x) โดยมีความแปรปรวนเท่ากันในทุกค่าของตัวแปรอิสระ (x) ด้วย กล่าวคือ y ณ x ใด ๆ ถือเป็นตัวแทนที่สุ่มมาจากประชากรปกติ โดยที่ทุก ๆ ค่าของประชากรมีการกระจายร่วมกัน ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อน (error term) แต่ละค่ามีการแจกแจงเป็นโค้งปกติและเป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอย่างสุ่ม (random) มีความแปรปรวนเท่ากันในทุกค่าของ x สำหรับข้อจำกัดที่ควรคำนึงถึง ในการประมาณค่าด้วยวิธีนี้ คือ ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษามีขนาดเล็กจะทำให้สัมประสิทธิ์ถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน (micro level) มีค่าต่ำ ซึ่งจะส่งผลให้ ความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับชั้นเรียน (macro level) มีค่าน้อยลง ประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในระดับชั้นเรียนก็จะมีค่าต่ำลงด้วย นอกจากนี้ เทคนิคกำลังสองน้อยที่สุดแบบแบ่งสองสมการ ยังมีข้อเสียในด้านความเหมาะสมของโมเดลที่ใช้

วิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ที่ได้รับ ตลอดจนมีความยุ่งยากในการเตรียมเพิ่มข้อมูลพระระดับสำหรับการวิเคราะห์ (นิกม นาคอ้าย, 2539; Burstein; Lin และ Capell, 1978)

### การวิเคราะห์พระระดับด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม

จากปัญหาการวิเคราะห์พระระดับด้วยเทคนิควิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบแบ่งสองสมการ (ordinary least square separate equation approach) Bryk และ Raudenbush ได้พัฒนาโปรแกรม HLM (Hierarchical Linear Model) ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม ใช้หลักการสัมประสิทธิ์แบบสุ่ม และการประมาณค่าด้วยวิธีของเบย์ส์ (bayesian estimation) เทคนิคเอชแอลเอ็มพัฒนาจากสถิติหลายชนิด ได้แก่ เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม (mixed-model ANOVA) สัมประสิทธิ์การถดถอยแบบสุ่ม (regression with random coefficients) โมเดลส่วนประกอบความแปรปรวนร่วม (covariance component models) (Kanjanawasee, 1989 อ้างถึงใน นิกม นาคอ้าย, 2539) การวิเคราะห์พระระดับด้วยเทคนิคเอชแอลเอ็ม จะใช้เทคนิค empirical bayes เป็นหลักในการประมาณค่าพารามิเตอร์ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2535)

1. วิเคราะห์ระดับนักเรียน (micro level หรือ within-school analysis) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 วิเคราะห์โมเดลศูนย์ (null model) เป็นการวิเคราะห์ขั้นแรกสุด เพื่อให้เห็นภาพรวมของตัวแปรตาม โดยไม่มีตัวแปรอิสระใด ๆ เข้าร่วมพิจารณา และเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรตามมีความแปรปรวนภายในหน่วยหรือระหว่างหน่วยเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลในขั้นต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบคือ

โมเดลภายในหน่วย (within unit model)

$$y_{ij} = b_{0i} + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (between unit model)

$$b_{0i} = \gamma_{00} + u_{0i}$$

โดยที่  $y_{ij}$  คือ ตัวแปรตาม

$b_{0i}, \gamma_{00}$  คือ ค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นอิทธิพลคงที่ (fixed effect)

$e_{ij}, u_{0i}$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนซึ่งเป็นอิทธิพลสุ่ม (random effect)

โดยที่  $e, u \sim N(0, \sigma^2,)$

จากสมการ กำหนดให้  $b_{0i}$  เป็นค่าที่เปลี่ยนไปได้และความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าระหว่างห้องเรียน ในกระบวนการวิเคราะห์เอชแอลเอ็มจะแบ่งผลของพารามิเตอร์

ออกเป็นอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) และใช้ t-test ทดสอบอิทธิพลคงที่ (fixed effect) ( $H_0 : \gamma_{\infty} = 0$ ) ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่า ค่าคงที่ (intercept) และตัวแปรอิสระส่งผลต่อ  $y_{ij}$  แต่ถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่าไม่ส่งผลต่อ  $y_{ij}$  นอกจากนี้ เอชแอลเอ็ม จะใช้  $\chi^2$ -test ทดสอบความแปรปรวนของอิทธิพลสุ่ม (random effect) หรือ ความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ( $H_0 : \text{var}(b_{0i}) = 0, H_0 : \text{var}(u_{0i}) = 0$ ) ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่าพารามิเตอร์  $b_{0i}$  มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย จึงสมเหตุสมผลที่จะหาตัวแปรอิสระระหว่างหน่วยมาอธิบายความแปรปรวน แต่ถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่าพารามิเตอร์ไม่มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย ซึ่งสามารถตั้งข้อจำกัดให้เป็นค่าคงที่ในการวิเคราะห์ได้

1.2 วิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (simple model) เป็นการวิเคราะห์โดยนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียน (micro level) เข้ามาวิเคราะห์ทีละตัว เพื่อดูว่าตัวแปรอิสระเหล่านั้นมีอิทธิพลต่อ  $b_{0i}$  หรือ  $b_{ij}$  หรือไม่ ตลอดจนเพื่อตรวจสอบว่า ตัวแปรอิสระเหล่านั้นเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วทำให้เกิดความแปรปรวนระหว่างหน่วยที่ศึกษาเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนในขั้นต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบคือ

โมเดลภายในหน่วย (within unit model)

$$y_{ij} = b_{0i} + b_{ij}(x_{ij}) + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (between unit model)

$$b_{0i} = \gamma_{\infty} + u_{0i}$$

$$b_{ij} = \gamma_{i0} + u_{ij}$$

โดยที่  $y_{ij}$  คือ ตัวแปรตาม

$b_{0i}, \gamma_{\infty}$  และ  $\gamma_{i0}$  คือ ค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นอิทธิพลคงที่ (fixed effect)

$e_{ij}, u_{0i}$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนซึ่งเป็นอิทธิพลสุ่ม (random

effect) โดยที่  $e, u \sim N(0, \sigma^2,)$

จากสมการ เอชแอลเอ็ม จะใช้ t-test ทดสอบอิทธิพลคงที่ (fixed effect) ( $H_0 : \gamma_{\infty} = 0, H_0 : \gamma_{i0} = 0$ ) แล้วใช้  $\chi^2$ -test ทดสอบอิทธิพลสุ่ม (random effect) ( $H_0 : \text{var}(b_{0i}) = 0, H_0 : \text{var}(b_{ij}) = 0$ )

2. วิเคราะห์ระดับชั้นเรียน (macro level หรือ between - school analysis) เป็นการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐาน (hypothetical model) โดยนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์และพิจารณาแล้วว่าเหมาะสมจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน มาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียน เพื่อตรวจสอบอิทธิพลของตัวแปรระดับชั้นเรียนที่มีต่อตัวแปรระดับนักเรียน มีรูปแบบคือ

โมเดลภายในหน่วย (within unit model)

$$y_{ij} = b_{0i} + b_{1i}(x_{1j}) + b_{2i}(x_{2j}) + \dots + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (between unit model)

$$b_{0i} = \gamma_{00} + \gamma_{1j}(z_{1j}) + \gamma_{2j}(z_{2j}) + \dots + u_{0i}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}(z_{1j}) + \gamma_{12}(z_{2j}) + \dots + u_{1j}$$

.

.

$$b_{ki} = \gamma_{k0} + \gamma_{k1}(z_{1j}) + \gamma_{k2}(z_{2j}) + \dots + u_{kj}$$

จากสมการ เอชแอลเอ็ม จะใช้ t-test ทดสอบอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และใช้  $\chi^2$ -test ทดสอบอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในทำนองเดียวกับการทดสอบโมเดลอย่างง่าย (simple model)

## ตอนที่ 2 แนวคิดทั่วไปเกี่ยวกับโมเดลโค้งพัฒนาการ

ในปี ค.ศ. 1987 Raudenbush และ Bryk ได้เสนอแนวทางในการประยุกต์ใช้โมเดลเชิงเส้นพหุระดับในการศึกษาพัฒนาการ โดยใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็มในการประมาณค่าพารามิเตอร์ เพื่อศึกษาถึงโครงสร้างของพัฒนาการรายบุคคล (individual growth) ทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือในการวัดสถานะภาพและการเปลี่ยนแปลง (status and change) ค้นหาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับสถานะภาพและการเปลี่ยนแปลง (correlates of status and change) ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับอิทธิพลของตัวแปรภูมิหลัง (background variables) และการแทรกแซงในการทดลอง (experimental interventions) บนพัฒนาการรายบุคคล (individual growth) โดยมี 2 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลการสังเกตซ้ำ (repeated - observations model) พัฒนาการที่สังเกตได้ของแต่ละบุคคลจะเท่ากับฟังก์ชันของโค้งพัฒนาการของบุคคล (function of an individual growth trajectory) บวกกับความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม (random error) โค้งพัฒนาการจะเป็นชุดของพารามิเตอร์ของบุคคล (individual parameter) ซึ่งเขียนอยู่ในรูปสมการโพลิโนเมียล ดังนี้

$$Y_{it} = \pi_{0i} + \pi_{1i}t + \pi_{2i}t^2 + \dots + \pi_{k-1i}t^{k-1} + R_{it}$$

เมื่อ  $i = 1 \dots n$  คือ ประชากร แต่ละคนสังเกต  $T_i$  ครั้ง  
 $d_{it}$  คือ อายุประชากร  $i$  ณ เวลา  $t$   
 $\pi_{ki}$  ( $k = 0, 1, \dots, k-1$ ) คือ พารามิเตอร์โค้งพัฒนาการ (growth curve parameter) ของประชากร ( $i$ )

$R_{ii}$  คือ ความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม ซึ่งมีข้อตกลงว่าต้องมีการกระจายเป็นโค้งปกติ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0 และโครงสร้างของความแปรปรวนร่วม (covariance structure)  $\sum_i$  คือ มิติของ  $T_i * T_i$  ถ้าความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่มไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างประชากร นั่นคือ  $\text{cov}(R_{ii}, R_{jj}) = 0$  สำหรับทุกค่าของ  $t$

ระดับที่ 2 โมเดลระดับบุคคล (person - level model) ในขั้นนี้จะสนใจในสถานภาพของค่าพารามิเตอร์พัฒนาการของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นฟังก์ชันของการวัดตัวแปร อันได้แก่ ตัวแปรภูมิหลังของแต่ละบุคคล เช่น เพศ สังคมในห้องเรียน ฯลฯ หรือตัวแปรการจัดการทดลองในการสอน เช่น รูปแบบหลักสูตร ปริมาณการจัดการเรียนการสอน วิธีการสอน เป็นต้น

ลักษณะเฉพาะของแต่ละค่าพารามิเตอร์ของพัฒนาการของแต่ละบุคคล เขียนเป็นโมเดลได้ดังนี้

$$\pi_{ki} = \beta_{k0} + \beta_{k1} X_{k1i} + \beta_{k2} X_{k2i} + \dots + \beta_{kp-1} X_{kp-1i} + U_{ki}$$

เมื่อ  $p = 1, \dots, p-1$  คือ การวัดตัวแปร ( $X_{kp}$ )

$\beta_{kp}$  คือ อิทธิพลของ  $X_{kp}$  บนพารามิเตอร์พัฒนาการครั้งที่  $k$

$U_{ki}$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม โดยมีข้อตกลงว่า  $U_{ki}$  ต้องแจกแจงเป็นโค้งปกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ

$$\text{cov}(U_{hi}, U_{ki}) = \text{cov}(\pi_{hi}, \pi_{ki}) = T_{hk}$$

สำหรับ  $h, k = 0, 1, \dots, k-1$

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) พารามิเตอร์  $\beta_{kp}$  ในโมเดลตามสมมติฐาน ก็คือ อิทธิพลคงที่ (fixed effect) ความคลาดเคลื่อน  $U_{ki}$  ก็คือ อิทธิพลสุ่ม (random effect) ซึ่งร่วมเข้าเป็นสมการของพารามิเตอร์พัฒนาการ (growth parameter) ในแต่ละประชากร

### การประยุกต์ใช้สำหรับโมเดลพัฒนาการเชิงเส้น (linear growth model)

ในขั้นแรกของการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น จะต้องวิเคราะห์ดูว่า สมการโพลีโนเมียลจะมีกำลังสูงสุดเท่าไร จึงจะเหมาะสม (fitted) กับข้อมูลที่ได้จากการวัดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งลักษณะของเส้นโค้งแบบโพลีโนเมียลจะเป็นแบบใดขึ้นอยู่กับกำลังของตัวแปรในสมการโพลีโนเมียล (degree of polynomial) ถ้ามีกำลังสูงสุดเป็นหนึ่งจะมีลักษณะเป็นเส้นตรง กำลังสูงสุดเป็นสองจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งแบบควอดราติก เป็นต้น ในทางปฏิบัติ การที่จะดูว่าสมการใดมีความเหมาะสมกับลักษณะการกระจายของข้อมูลได้ดีที่สุดนั้น จะเริ่มต้นด้วยการนำข้อมูลมาเขียนกราฟ ดูลักษณะการกระจายว่าเป็นรูปใด มีลักษณะสอดคล้องกับเส้นโค้งโพลีโนเมียลที่มีกำลังเท่าใดมากที่สุด

ถ้าผลการทดสอบปรากฏว่าข้อมูลมีการกระจายเป็นเส้นตรง โมเดลเชิงเส้นพหุระดับที่มีความเหมาะสมในการอธิบายรูปแบบของพัฒนาการรายบุคคล สามารถเขียนในรูปโมเดลได้ดังนี้

โมเดลระดับการวัดซ้ำ (level 1)

$$Y_{it} = \pi_{0i} + \pi_{1i}O_{it} + R_{it}$$

เมื่อ  $R_{it}$  เป็นอิสระและมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ  $\text{cov}(R_{it}, R_{it'})$

โมเดลระดับบุคคล (level 2)

$$\pi_{0i} = \beta_{00} + \beta_{01}X_i + U_{0i}$$

$$\pi_{1i} = \beta_{10} + \beta_{11}X_i + U_{1i}$$

ถ้าผลการทดสอบปรากฏว่าข้อมูลมีการกระจายเป็นเส้นโค้ง โมเดลเชิงเส้นพหุระดับที่มีความเหมาะสมในการอธิบายรูปแบบของพัฒนาการรายบุคคล สามารถเขียนในรูปโมเดลพัฒนาการแบบควอดราติก ได้ดังนี้

โมเดลระดับการวัดซ้ำ

$$Y_{it} = \pi_{0i} + \pi_{1i}(O_{it} - L) + \pi_{2i}(O_{it} - L)^2 + R_{it}$$

สมการโพลีโนเมียลในโมเดลการวัดซ้ำ (Level - 1) ตัวทำนาย ( $O_{it}$ ) ในระดับที่ 1 จะถูกปรับจากค่ากลาง L ซึ่งเป็นค่าที่ตั้งต้น (priori centering constant; L) ค่าพารามิเตอร์พัฒนาการในสมการมีความหมายดังนี้ ค่าคงที่ (initial status)  $\pi_{0i}$  แสดงถึง สถานภาพเริ่มต้นของบุคคล i ณ เวลา L ค่าพารามิเตอร์  $\pi_{1i}$  แสดงถึงอัตราพัฒนาการในขณะนั้น (instantaneous growth rate) ของบุคคล i ณ



เวลา  $L$  และค่าพารามิเตอร์  $\pi_{2i}$  แสดงถึง อัตราเร่ง (acceleration) หรือส่วนโค้ง (curvature) ในโค้งพัฒนาการทั้งหมดในแต่ละบุคคล (acceleration)

โมเดลระดับบุคคล (level 2)

$$\pi_{0i} = \beta_{00} + \beta_{01}X_i + U_{0i}$$

$$\pi_{1i} = \beta_{10} + \beta_{11}X_i + U_{1i}$$

$$\pi_{2i} = \beta_{20} + \beta_{21}X_i + U_{2i}$$

ค่าพารามิเตอร์ที่น่าสนใจ

1. ค่าพารามิเตอร์  $\pi_{0i}$  ที่แสดงถึงความสามารถเริ่มต้นของแต่ละบุคคล (initial status) และค่าพารามิเตอร์  $\pi_{1i}$  ซึ่งเป็นอัตราพัฒนาการรายบุคคลเมื่อเวลาเปลี่ยนไป (growth rate) ค่าพารามิเตอร์ทั้งสองจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรในระดับบุคคล ซึ่งจะแสดงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลที่มีผลต่อความสามารถเริ่มต้น และอัตราพัฒนาการ

2. ค่าความเที่ยงในการประมาณค่าพารามิเตอร์  $\pi_{0i}, \pi_{1i}$  (reliability of assessments of initial status and change) ก่อนที่จะวิเคราะห์ในระดับที่สอง (between subject model) นั้นจะต้องทดสอบความเที่ยงของค่าพารามิเตอร์ความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ ( $\pi_{0i}, \pi_{1i}$ ) ก่อนถ้าการประมาณค่าพารามิเตอร์  $\pi$  ไม่มีความเที่ยงก็ไม่สามารถสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์ในค่าพารามิเตอร์ทั้งสองและตัวแปรในระดับบุคคล

การประมาณค่าความเที่ยง ประมาณค่าได้จากการประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุดของ  $Var(\pi_{ki})$  โดยแทนค่าดังสมการ

$$P_{ki} = Var(\pi_{ki}) / Var(\pi_{ki})$$

$$= \tau_{kk} / (V_{kki} + \tau_{kk})$$

เมื่อ  $k = 0, 1, 2, 3, \dots, k-1$

$$P_{ki} = \text{ค่าความเที่ยงของการประมาณค่าพารามิเตอร์พัฒนาการของแต่ละบุคคล } \pi_{ki}$$

3. ค่าความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์  $\pi_{0i}, \pi_{1i}$  (relation of change to initial status) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการ (change) กับความสามารถหรือสถานภาพเมื่อแรกเริ่ม (initial status)

4. โมเดลความสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์ในระดับบุคคลกับความสามารถหรือสถานภาพเมื่อแรกเริ่ม และอัตราการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการ ( $\pi_{0i}, \pi_{1i}$ ) (correlates of change and status)

## การวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม

1. วิเคราะห์โมเดลศูนย์ (null model) เพื่อให้เห็นภาพรวมของตัวแปรตาม และตรวจสอบว่าตัวแปรตามมีความแปรปรวนภายในหน่วยหรือระหว่างหน่วยเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลในขั้นต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบ คือ

โมเดลภายในหน่วย (within unit model)

$$Y_{it} = \pi_{0i} + R_{it}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (between unit model)

$$\pi_{0i} = \beta_{00} + U_{0i}$$

จากสมการ เอชแอลเอ็ม จะใช้ t-test ทดสอบ fixed effects แล้วใช้  $\chi^2$  - test ทดสอบ random effects

2. วิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (simple model) เป็นการวิเคราะห์โดยนำตัวแปรระดับการวัดซ้ำเข้ามาวิเคราะห์เพื่อดูว่าผลการวัดแต่ละครั้งมีอิทธิพลต่อ  $\pi_{0i}$  หรือ  $\pi_{1i}$  หรือไม่ ตลอดจนเพื่อตรวจสอบว่า ผลการวัดแต่ละครั้งที่น่ามาวิเคราะห์ จะทำให้เกิดความแปรปรวนระหว่างหน่วยที่ศึกษาเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์หาอิทธิพลของตัวแปรระดับบุคคลต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบคือ

โมเดลภายในหน่วย (within unit model)

$$Y_{it} = \pi_{0i} + \pi_{1i} \partial_{it} + R_{it}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (between unit model)

$$\pi_{0i} = \beta_{00} + U_{0i}$$

$$\pi_{1i} = \beta_{10} + U_{1i}$$

จากสมการ เอชแอลเอ็ม จะใช้ t-test ทดสอบ fixed effect แล้วใช้  $\chi^2$  - test ทดสอบ random effect ในทำนองเดียวกับการทดสอบขั้นโมเดลศูนย์ (null model)

3. วิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐาน (hypothetical model) เป็นการวิเคราะห์โดยนำตัวแปรระดับการวัดซ้ำที่ผ่านการวิเคราะห์ระดับนักเรียนมาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรอิสระระดับบุคคล เพื่อตรวจสอบ อิทธิพลของตัวแปรระดับการวัดซ้ำที่มีต่อตัวแปรระดับบุคคล มีรูปแบบ คือ

โมเดลภายในหน่วย (within unit model)

$$Y_{it} = \pi_{0i} + \pi_{1i} \partial_{1i} + \pi_{2i} \partial_{2i} + \dots + R_{it}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (between unit model)

$$\pi_{0i} = \beta_{00} + \beta_{1i} x_{1i} + \beta_{2i} x_{2i} + \dots + U_{0i}$$

$$\pi_{1i} = \beta_{10} + \beta_{11} x_{1i} + \beta_{12} x_{2i} + \dots + U_{1i}$$

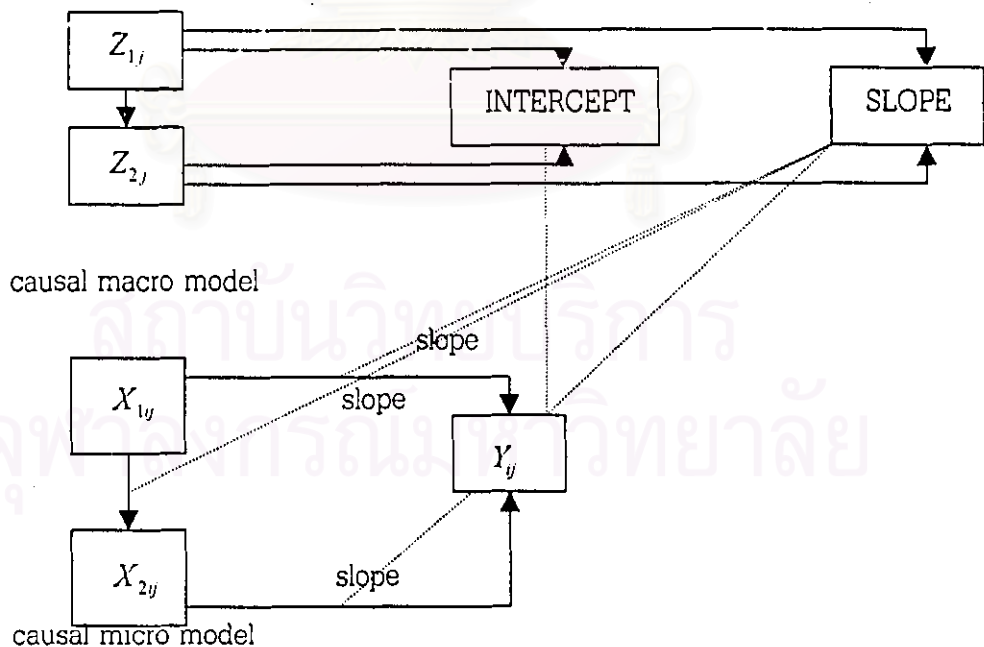
$$\pi_{2i} = \beta_{20} + \beta_{21} x_{1i} + \beta_{22} x_{2i} + \dots + U_{2i}$$

$$\pi_{ki} = \beta_{k0} + \beta_{k1} x_{1i} + \beta_{k2} x_{2i} + \dots + U_{ki}$$

จากสมการ เอชแอลเอ็ม จะใช้ t-test ทดสอบ fixed effect แล้วใช้  $\chi^2$  - test ทดสอบ random effect ในทำนองเดียวกับการทดสอบโมเดลศูนย์ (null model) และ โมเดลอย่างง่าย (simple model)

### ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ

ปี พ.ศ. 2539 นิคม นาคอ้าย ได้พัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็มร่วมกับโปรแกรม SPSS/PC<sup>+</sup> ได้โมเดลดังนี้

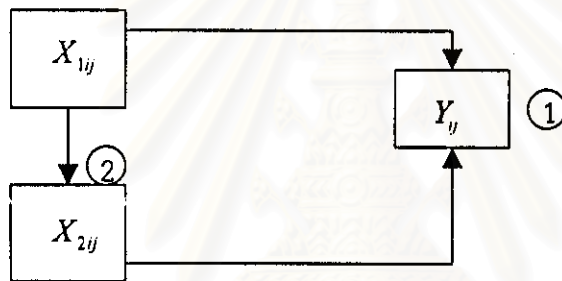


ภาพที่ 1 โมเดลรวมของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ

- เมื่อ  $Y_{ij}$  เป็นตัวแปรตาม เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในห้องที่  $j$   
 $X_{1ij}$  เป็นตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ในระดับนักเรียนของนักเรียนแต่ละคนในห้องที่  $j$   
 $X_{2ij}$  เป็นตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ในระดับนักเรียนของนักเรียนแต่ละคนในห้องที่  $j$   
 $Z_{1j}$  เป็นตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ในระดับชั้นเรียน ในห้องที่  $j$   
 $Z_{2j}$  เป็นตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ในระดับชั้นเรียน ในห้องที่  $j$

จากโมเดลข้างต้น โมเดลแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือโมเดลระดับแรกเป็นโมเดลระดับนักเรียน และโมเดลระดับที่สองเป็นโมเดลระดับชั้นเรียน ซึ่ง นิคม นาค้อย (2539) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ดังนี้

1. โมเดลระดับนักเรียน จะวิเคราะห์ในโมเดลอย่างง่าย (simple model) ในโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ซึ่งเขียนเป็นโมเดล ดังนี้



ภาพที่ 2 แผนภาพแสดง causal micro model : กรณี 3 ตัวแปร

- เมื่อ ① วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ตัวแปรตามคือ  $Y_{ij}$   
 ② วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ตัวแปรตามคือ  $X_{2ij}$

โมเดลเชิงสาเหตุระดับที่หนึ่ง (causal micro model) สามารถอธิบายได้ในรูปของการวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร โดยอิทธิพลระหว่างตัวแปร จะมีทั้งอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตาม การวิเคราะห์เชิงสาเหตุในระดับนักเรียนด้วยโปรแกรมเอชแอลเอมนั้น จะเริ่มกระบวนการวิเคราะห์จากขั้นโมเดลศูนย์ (null model) จากนั้นทำการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (simple model) ซึ่งจะสามารถวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับในโมเดลการวิเคราะห์ระดับนักเรียน ได้ดังนี้

### 1.1 การวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (fixed effect)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบว่า ตัวแปรอิสระและค่าคงที่ (intercept) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามในการวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยเอชแอลเอ็มจะใช้ t-test ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับอิทธิพลดังกล่าวจากทุกหน่วยการวิเคราะห์ ว่ามีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ ถ้าไม่เป็นศูนย์ แสดงว่าตัวแปรอิสระ และค่าคงที่ (intercept) มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามในการวิเคราะห์ถดถอยด้วยเอชแอลเอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะเป็นตัวบ่งชี้ความมีนัยสำคัญทางสถิติของเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามโมเดลการวิเคราะห์ระดับนักเรียน ทั้งนี้ จะต้องทำการวิเคราะห์ตามจำนวนตัวแปรของแต่ละสมการถดถอยในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน เพื่อให้สามารถพิจารณาเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุได้ครบถ้วน หากพบว่า เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุใดที่อิทธิพลคงที่ (fixed effect) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อาจพิจารณาตัดเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุนั้นออกจากโมเดล ผลการวิเคราะห์ที่ได้นอกจากจะทำให้ทราบอิทธิพลคงที่ของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามทีละตัวตามโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแล้ว ยังสามารถคำนวณค่า  $R^2$  (coefficient of determination) หรือค่าประสิทธิภาพการพยากรณ์ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีของสเปค ตลอดจนสามารถนำค่าของสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานที่ได้ไปวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ (decomposition of correlation) เพื่อพิจารณาปริมาณผลกระทบทางตรง (direct effect) ผลกระทบทางอ้อม (indirect effect) และผลกระทบรวม (total effect) ของตัวแปรในโมเดลการวิเคราะห์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนได้

### 1.2 การวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม (random effect)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบว่า ค่าคงที่ (intercept) และสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ที่ได้จากการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนว่ามีความผันแปร (vary) ระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยเอชแอลเอ็มจะใช้  $\chi^2$  ทดสอบ ความแปรปรวนของค่าคงที่และสัมประสิทธิ์ถดถอยดังกล่าว ว่ามีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ ถ้าค่า  $\chi^2$  มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็แสดงว่าค่าคงที่และสัมประสิทธิ์ถดถอยมีความผันแปรระหว่างห้องเรียนเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระในระดับชั้นเรียนมาอธิบายความผันแปรดังกล่าว แต่หาก  $\chi^2$  ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็แสดงว่าค่าคงที่และสัมประสิทธิ์ถดถอยไม่มีความผันแปรระหว่างห้องเรียนเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระในระดับชั้นเรียนมาอธิบายความผันแปรดังกล่าว และสามารถตั้งเป็นข้อจำกัดในการวิเคราะห์ โดยการควบคุมให้มีค่าเป็นศูนย์ (constrain to zero) (Raudenbush และ Bryk, 1992)

การวิเคราะห์อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มจะต้องทำการวิเคราะห์ทั้งโมเดลเชิงสาเหตุแบบเต็มรูป (full model) และโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐาน (propose model) ทั้งนี้เพื่อให้ได้โมเดลเชิงสาเหตุสุดท้ายหรือโมเดลแต่งใหม่ (trimmed) ที่มีลักษณะประหยัด (parsimony) ก่อนที่จะทำการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

### 1.3 การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (testing of goodness of fit)

เนื่องจากโปรแกรมเอชแอลเอ็ม มุ่งวิเคราะห์พหุระดับด้วยหลักการของการวิเคราะห์การถดถอยแบบสุ่ม (random-coefficient regression model) ตลอดจนไม่มีการขบวนการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในคราวเดียว ดังนั้นเราจะสามารถทำการทดสอบสมมติฐานศูนย์ (null hypothesis:  $H_0$ ) ที่ว่าโมเดลตามสมมติฐานสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการใช้  $\chi^2$ -test ระหว่างเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากโมเดลกับเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ (observed correlation matrix) ที่องศาความเป็นอิสระเท่ากับจำนวนเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่สมมติให้มีผลเป็นศูนย์ (Specht, 1975 อ้างถึงใน Pedhazur, 1982) เมื่อ  $\chi^2 = 0$  แสดงว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากัน หรือโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างสมบูรณ์ แต่ถ้าปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยนำค่า  $R^2$  ซึ่งแทนค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (coefficient of determination) มาจากผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ซึ่งศิริชัย กาญจนวาสิ (2535) ได้นำเสนอไว้ดังนี้

$$R^2 = \frac{\sigma_1^2 - \sigma_2^2}{\sigma_1^2}$$

เมื่อ  $R^2 =$  ประสิทธิภาพการพยากรณ์

$\sigma_1^2 =$  ความแปรปรวนระหว่างหน่วย (within-unit variance) จากการวิเคราะห์โมเดลศูนย์ (null model)

$\sigma_2^2 =$  ความแปรปรวนระหว่างหน่วย (within-unit variance) จากการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (simpler model)

การพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั้น พิจารณาจากการทดสอบนัยสำคัญของค่า  $Q$  จากค่า  $W$  ถ้าค่า  $W$  ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหมายความว่าโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้ไม่แตกต่างจากโมเดลเชิงสาเหตุเต็มรูป ซึ่งแสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่ถ้า  $W$  มีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่า โมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้แตกต่างจากโมเดลเชิงสาเหตุเต็มรูป ซึ่งแสดงว่า โมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญ

ค่า  $Q$  จากการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีของสเปคมีค่าเป็น 1  $\chi^2$  ที่คำนวณได้จะมีค่าเป็น 0 แสดงว่า  $\chi^2$  ไม่มีนัยสำคัญ โมเดลจะสอดคล้องกับข้อมูลอย่างสมบูรณ์ แต่ถ้า  $W$  มีค่าน้อยลง  $\chi^2$  จะมีค่ามากขึ้นและมีนัยสำคัญทางสถิติ จนทำให้โมเดลไม่สอดคล้อง

กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งนี้ความมีนัยสำคัญของ  $\chi^2$  อาจเป็นผลกระทบอันเนื่องมาจากขนาดกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นควรพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง Q ควบคู่ไปด้วย (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2536)

หากโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ก็ควรมีการปรับแต่งโมเดลใหม่และทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จนได้โมเดลเชิงสาเหตุในระดับนักเรียนที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อให้ทราบปริมาณผลกระทบทางตรง ผลกระทบทางอ้อม และผลกระทบรวมภายในโมเดลเชิงสาเหตุนั้น ตลอดจนนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับในระดับชั้นเรียนต่อไป

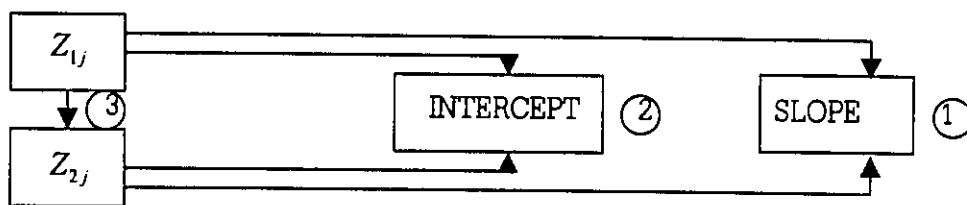
1.4 การวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (decomposition of correlation) ในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน

เป็นการวิเคราะห์ภายหลังจากการทดสอบความสอดคล้องโมเดลเชิงสาเหตุกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยนำโมเดลเชิงสาเหตุสุดท้ายที่ผ่านการปรับแต่งและการทดสอบจนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มาเป็นพื้นฐาน ในการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์นี้จะถือว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามสามารถแยกลักษณะความสัมพันธ์ออกเป็น 4 ส่วนย่อย ดังนี้

- 1) ผลกระทบทางตรง (Direct Effect : DE) เป็นความสัมพันธ์ โดยตรงจากตัวแปรหนึ่งไปยังตัวแปรหนึ่ง ภายในโมเดลเชิงสาเหตุ
- 2) ผลกระทบทางอ้อม (Indirect Effect : IE) เป็นความสัมพันธ์ทางอ้อมระหว่างตัวแปรที่ส่งผ่านตัวแปรใด ๆ ในโมเดลเชิงสาเหตุ
- 3) ผลที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ (Unanalyzed component : U) เป็นผลอันเนื่องมาจากความสัมพันธ์ที่ไม่มีทิศทางของตัวแปรสาเหตุ
- 4) ผลลวง (spurious component) เป็นผลอันเนื่องมาจากความเป็นสาเหตุร่วมกัน (share a common cause) ของตัวแปรภายในโมเดลเชิงสาเหตุ

ผลรวมของ DE กับ IE เรียกว่า ผลกระทบรวม (Total Effect : TE) ซึ่งแสดงอิทธิพลเชิงสาเหตุทั้งหมด ส่วนผลรวมของ U และ S เป็นส่วนของความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ดังนั้นการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจึงประมาณค่าได้จากผลกระทบทางตรงและผลกระทบทางอ้อมเท่านั้น (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2532; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

2. โมเดลระดับชั้นเรียน จะวิเคราะห์ในโมเดลตามสมมติฐาน (hypothetical model) ใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็มและโปรแกรม SPSS/PC<sup>+</sup> ในการวิเคราะห์ ซึ่งเขียนเป็นโมเดล ดังนี้



ภาพที่ 3 แผนภาพแสดง causal macro model

เมื่อ ① คือการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ตัวแปรตามคือสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ที่อิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน

② คือการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ตัวแปรตามคือค่าคงที่ (intercept) ที่อิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน

③ คือการวิเคราะห์ถดถอยด้วยโปรแกรม SPSS/PC<sup>+</sup> ตัวแปรตามคือ  $Z_{2j}$

การวิเคราะห์เชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนจะนำค่าคงที่ (intercept) และค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุหรือสัมประสิทธิ์การถดถอย (ซึ่งผลการวิเคราะห์อิทธิพลสัมพันธ์จะ ต้องมีความแปรผันระหว่างหน่วยการวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) มาเป็นตัวแปรตาม โดยใช้ตัวแปรอิสระในระดับชั้นเรียนเป็นตัวพยากรณ์ ทั้งนี้การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรระดับชั้นเรียนที่มีต่อค่าคงที่ (intercept) และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรระดับนักเรียนนั้นจะอยู่ในขั้นของการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐาน (hypothetical model) ของโปรแกรมเอชแอลเอ็ม แต่การพิจารณาอิทธิพลระหว่างตัวแปรระดับชั้นเรียนนั้น โปรแกรมเอชแอลเอ็มไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนั้นจึงต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาตรฐานเช่น SPSS/PC<sup>+</sup> วิเคราะห์ประกอบด้วย ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้เฉพาะอิทธิพลคงที่เท่านั้น โดยส่วนของอิทธิพลสัมพันธ์หรือความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนตามหลักการของการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมแล้ว จะสามารถพิจารณาได้จากค่าคงที่ (intercept) และความชัน (slope) ซึ่งเป็นตัวแปรตามของการวิเคราะห์ระดับชั้นเรียน ทั้งนี้การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จะใช้วิธีของสเปค เช่นเดียวกับการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน แต่ค่า  $R^2$  นั้น จะมาจากการวิเคราะห์ด้วย SPSS/PC<sup>+</sup> ประกอบกับค่า  $R^2$  ที่คำนวณได้จากผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ดังที่ คิริชัย กาญจนาวาสี (2535) เสนอไว้ดังนี้



$$R^2 = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

เมื่อ  $R^2$  = ประสิทธิภาพในการพยากรณ์

$T_1$  = ความแปรปรวนของพารามิเตอร์ (parameter variance)

จากการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (simple model)

$T_2$  = ความแปรปรวนของพารามิเตอร์ (parameter variance)

จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐาน (hypothetical model)

การวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน จะอาศัยหลักการและวิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือ การวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน จะใช้ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม SPSS/PC<sup>+</sup> ประกอบด้วย

#### ตอนที่ 4 โมเดลและตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยตัวแปร ซึ่งแบ่งโมเดลเป็น 2 ระดับ คือ โมเดลระดับการวัดซ้ำ (causal micro model) ตัวแปรต้น คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการวัดแต่ละครั้ง (TIME) ตัวแปรตาม คือ ผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ (ACH) และโมเดลเชิงสาเหตุระดับบุคคล (causal macro model) ที่ใช้ค่าสภาพเริ่มต้นของผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ (INITIAL STATUS) และอัตราพัฒนาการของผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ (GROWTH RATE) ที่อิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติ เป็นตัวแปรตาม ส่วนตัวแปรต้น คือ เซอวน์ปัญญา (IQ) เจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ (ATI) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ (MOTV) พื้นฐานความรู้เดิม (BACKG) ตัวแปรความเป็นเพศหญิง (FEMALE) คุณภาพการสอนของครู (QUALI) รายได้ของผู้ปกครอง (INCOME) ซึ่งแบ่งเป็น 6 ช่วง คือ รายได้ของผู้ปกครองที่มีรายได้ระหว่าง 0 - 2,000 บาท รายได้ของผู้ปกครองที่มีรายได้ระหว่าง 2,001 - 6,000 บาท (SIX) รายได้ของผู้ปกครองที่มีรายได้ระหว่าง 6,001 - 10,000 บาท (TEN) รายได้ของผู้ปกครองที่มีรายได้ระหว่าง 10,001 - 14,000 บาท (FOUR) รายได้ของผู้ปกครองที่มีรายได้ระหว่าง 14,001 - 18,000 บาท (EIGHT) และรายได้ของผู้ปกครองที่มีรายได้มากกว่า 18,000 บาท (MORE) ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (EDU) ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว (RELA) และการส่งเสริมการเรียนภาษาอังกฤษของผู้ปกครอง (SURP) รายละเอียดเกี่ยวกับโมเดล และตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

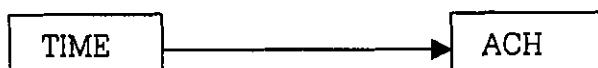
### โมเดลระดับการวัดซ้ำ (causal micro model)

โมเดลระดับการวัดซ้ำที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำศัพท์ภาษาอังกฤษ และตัวแปรต้น คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการวัดแต่ละครั้ง ดังนี้

**ผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสำเร็จ หรือการบรรลุถึงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาตัวหนึ่ง ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ ในการวินิจฉัย ข้อบกพร่องของผู้เรียน (diagnosis) การวัดความก้าวหน้าหรือความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน (change) การทำนายหรือการพยากรณ์เพื่อการประเมิน ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็น สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง ถ้าการวัดผลสัมฤทธิ์วัดได้ตรงตามความสามารถของผู้เรียนก็จะสามารถใช้ประโยชน์ จากการวัดได้เต็มที่ (นริศ อุบล, 2539) วิชาภาษาอังกฤษจึงเป็นวิชาหนึ่งที่ถูกบรรจุไว้ในหลักสูตร การเรียนการสอนทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เพราะวิชาภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่เป็น เครื่องมือ ในการติดต่อสื่อสารระหว่างประเทศ การที่จะตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้คำศัพท์ภาษา ภาษาอังกฤษได้มากน้อยเพียงใดนั้น โดยทั่วไปมักพิจารณาจากผลการสอบหรือคะแนนวิชาภาษาอังกฤษ และ ถ้ามีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อะไรหลาย ๆ ครั้ง ก็จะทำให้สามารถศึกษาถึงพัฒนาการของนักเรียน แต่ละคนได้เป็นอย่างดี

ช่วงเวลาที่ใช้ในการวัดแต่ละครั้ง จากการศึกษาของนักจิตวิทยาหลายท่าน พบว่า โดยเฉลี่ยเด็ก ประถมศึกษาปีที่หนึ่ง จะรู้คำศัพท์ประมาณ 20,000 คำ หรือ 3-6 เปอร์เซ็นต์ ของคำในพจนานุกรมฉบับ มาตรฐาน เมื่อถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะรู้คำศัพท์ประมาณ 50,000 คำ และประมาณ 80,000 คำ หรือ ประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ ของคำในพจนานุกรมฉบับมาตรฐานสำหรับเด็กที่เริ่มเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย โดยความแตกต่างของการเรียนรู้คำศัพท์ของเด็กแต่ละคนเริ่มเห็นได้ชัดเมื่ออายุ 18 เดือน และเห็นได้ชัดมากขึ้นตามลำดับ ดังนั้นผลการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษจึงขึ้น อยู่กับช่วงเวลาที่เปลี่ยนไปหรือเวลาที่ใช้ในการวัดผลการเรียน จากแนวคิดทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง สามารถสร้างโมเดลระดับการวัดซ้ำดังนี้

ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการวัด แต่ละครั้ง สามารถเขียนเป็นโมเดลระดับการวัดซ้ำได้ดังนี้



ภาพที่ 4 โมเดลระดับการวัดซ้ำของผลการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ

### โมเดลเชิงสาเหตุระดับบุคคล (causal macro model)

โมเดลเชิงสาเหตุระดับบุคคลที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยตัวแปรตามที่เป็นตัวแปรภายในของโมเดลเชิงสาเหตุ (endogeneous variable) คือ ค่าสภาพเริ่มต้น (initial status) ของนักเรียนแต่ละคนและอัตราพัฒนาการ (growth rate) ของนักเรียนแต่ละคน ที่อิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติ ตัวแปรคั่นกลาง (intervening variable) ประกอบด้วย เจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ พื้นฐานความรู้เดิม ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว การส่งเสริมการเรียนภาษาอังกฤษของผู้ปกครอง ส่วนตัวแปรภายนอก (exogeneous variable) คือ เชาวน์ปัญญา ตัวแปรความเป็นเพศหญิง คุณภาพการสอน รายได้ของผู้ปกครอง และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง แบ่งเป็นโมเดลดังนี้

#### 1. โมเดลเชิงสาเหตุระดับบุคคลที่ใช้ค่าสภาพเริ่มต้นของผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ (INITIAL STATUS) เป็นตัวแปรตาม

ค่าสภาพเริ่มต้นของผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ (INITIAL STATUS) เนื่องจากเทคนิควิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับได้ประยุกต์หลักการการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (path analysis) กับหลักการของการวิเคราะห์พหุระดับ (multilevel analysis) เข้าด้วยกัน หากตัวแปรจากการวิเคราะห์เชิงสาเหตุระดับการวัดซ้ำ คือ ผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษซึ่งเป็นข้อมูลระดับวัดซ้ำ เมื่อนำไปวิเคราะห์ต่อในระดับบุคคลแล้ว ตัวแปรดังกล่าวจะยกระดับเป็นค่าสภาพเริ่มต้น ซึ่งเป็นข้อมูลระดับเดียวกันกับตัวแปรอิสระระดับบุคคล สามารถนำมาเป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์เชิงสาเหตุระดับบุคคลได้

เชาวน์ปัญญา เชาวน์ปัญญา คือ ความสามารถในการทำงานที่ต้องใช้สมอง ตลอดจนการปรับตัว แก้ปัญหาในการทำงานที่มีความซับซ้อนให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี (วรภรณ์ วิทโคต, 2536) เชาวน์ปัญญาไม่สามารถวัดได้โดยตรงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัด ได้แก่ แบบวัดเชาวน์ปัญญา ซึ่งมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น แบบวัดแอดวานซ์ โพรเกรสซิฟ แมทริซิส (advance progressive matrices) ของ เจ ซี ราเวน ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบสอบซ้ำ (re-test) อยู่ระหว่าง 0.75 ถึง 0.91

จากการศึกษาของ อุทัย ตั้งคำ (2527) ซึ่งทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคุณระหว่างสภาพส่วนตัว สภาพแวดล้อมทางบ้านและโรงเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วหากกลุ่มทำนายที่ดีที่สุดพบว่าเชาวน์ปัญญา ความรู้พื้นฐาน และแบบการเรียนแบบร่วมมือ มีความสัมพันธ์พหุคุณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับสุวิมล ว่องวานิช (2522); สุนทร ต้นจี่ (2528) และ รุ่งทิวา จันทนพศิริ (2537) ซึ่งพบว่า เชาวน์ปัญญา ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ วรภรณ์ วิทโคต (2536) ทำการวิเคราะห์ซ้ำตัวแปรพหุระดับที่มีอิทธิพลต่อ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเปรียบเทียบระหว่างเทคนิคโอแอลเอส เซฟเพอร์เรท อีเควชั่น กับเทคนิคเอสแอลเอ็ม พบว่า เซาวันปัญญา ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระระดับนักเรียน (micro level) มีอิทธิพลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ตัวแปรเซาวันปัญญา เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ

*เจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ* เจตคติต่อการเรียนเป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยเจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษเป็นความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาภาษาอังกฤษ แสดงออกในรูปของความพึงพอใจ เห็นด้วย สนับสนุน ไม่เห็นด้วย หรือไม่ชอบในวิชาภาษาอังกฤษ

ในการเรียนการสอนนั้นไม่ว่าจะเป็นวิชาใดก็ตาม ถ้าผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาที่เรียนดีแล้ว การเรียนการสอนในวิชานั้น ก็มีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จ ดังผลการศึกษาของ เอกฉัตร พัฒราช (2527); ชลธิรา จินดากุล (2529); Knudson (1995); Walling (1995) และ House & Prion (1998) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า เจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ ดังนั้น ผู้วิจัยคาดว่าเจตคติต่อวิชาภาษาอังกฤษ น่าจะเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ

*แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ* สุรางค์ ไคว้ตระกูล (2533) กล่าวถึงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่า เป็นแรงขับให้บุคคลพยายามที่จะประกอบพฤติกรรม ที่จะประสบความสำเร็จตามมาตรฐานความเป็นเลิศที่ตนตั้งไว้ ดังนั้น แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษจึงเป็นความปรารถนาของนักเรียนที่จะบรรลุถึงความสำเร็จในการเรียนวิชาภาษาอังกฤษตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

จากการศึกษางานวิจัยของ ชเนติ สวัสดิฤกษ์ (2526) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจภูมิหลังทางสังคม นิสัยทางการเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ อรพินทร์ ชูชม (2522) และ ปาจริย์ วัชวัลคุ (2527) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2528); เพ็ญ จริญญาธรรมพินิจ (2530); ประสงค์ ต่อโชติ (2533); สุนันทา ประไพตระกูล (2534); นริศา อุปกุล (2539) และ สามารถ เลิศโอภาส (2539) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า เจตคติและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นผู้วิจัยคาดว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และเจตคติ น่าจะเป็นตัวแปรที่มีผลต่อผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ

*พื้นฐานความรู้เดิม* พื้นฐานความรู้เดิม หมายถึง ความรู้ ทักษะ และความสามารถที่จำเป็นต่อการเรียนเรื่องนั้น ๆ ซึ่งบุญชม ศรีสะอาด (2524) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างรูปแบบของผลการเรียนใน

โรงเรียน พบว่า การมีพื้นฐานความรู้เดิมอยู่มากจะเป็นรากฐานสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้มากขึ้นเร็วขึ้น และมั่นคงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ กมล สุตประเสริฐ (2524) ที่ทำการศึกษาเพื่อค้นหาปัจจัยอะไรที่เป็นสาเหตุทางตรง และสาเหตุทางอ้อมต่อการทำให้นักเรียนเรียนได้คะแนนสูง พบว่า ความรู้เดิมของนักเรียนเป็นสาเหตุทางตรงที่สำคัญมากที่สุด

นอกจากนี้ในงานวิจัยของ พิศเพลิน เขียวหวาน (2520); ฉันทนา จันตโกวิท (2522); ประนอม ทวีกาญจน์ (2526); Fang (1994) และ House & Prion (1998) ต่างก็พบว่า ผลการเรียนรู้เดิมเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีที่สุดหนึ่ง ผู้วิจัยจึงคาดว่า ตัวแปรพื้นฐานความรู้เดิมน่าจะเป็นตัวแปรที่มีผลต่อผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ

ตัวแปรความเป็นเพศหญิง Faerch และคณะ (1984) กล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับความสามารถของผู้เรียนว่า เด็กผู้หญิงหรือเด็กผู้ชายจะมีความสามารถได้ดีหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับสังคมและวัฒนธรรมของเด็กเหล่านั้น โดยทั่วไปยอมรับกันว่า เด็กผู้หญิงย่อมต้องเก่งภาษาต่างประเทศมากกว่าเด็กผู้ชาย ความเชื่อเช่นนี้จะชี้ให้เด็กชายเรียนรู้ภาษาต่างประเทศได้ไม่ดีเท่าเด็กผู้หญิง นอกจากนี้ Garder (1985) กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับการเรียนรู้ภาษาที่สองว่า การศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้ภาษาที่สองสามารถทำให้เราทราบความแตกต่างทางเพศได้ กล่าวคือ เด็กผู้หญิงมีแนวโน้มที่จะแสดงเจตคติเชิงบวกมากกว่าเด็กผู้ชาย ซึ่งเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า เด็กผู้หญิงจะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ภาษาได้มากกว่าเด็กผู้ชาย และจากการศึกษาของ Bermaudez & Prater (1994); Fuller & Hua (1994); Gabrielson (1995); Knudson (1995) และ Brookhart (1998) ต่างก็พบว่า เด็กผู้หญิงเรียนภาษาอังกฤษได้ดีกว่าเด็กผู้ชาย

จะเห็นได้ว่าเพศเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับการเรียนรู้ภาษา ผู้วิจัยเห็นว่า ตัวแปรเพศน่าจะมีผลต่อผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ

คุณภาพการสอน คุณภาพการสอน หมายถึง ประสิทธิภาพการสอนของครู เช่น การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม การเสริมแรงจากครู การให้ข้อมูลย้อนกลับ หรือการให้ผู้เรียนรู้ว่าตนกระทำถูกต้องหรือไม่ และการแก้ไขข้อบกพร่องนั้น (สุนันทา ประไพตระกูล, 2534) จากการศึกษาของ ประนอม ทวีกาญจน์ (2526) พบว่า คุณภาพการสอนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับ บุญชม ศรีสะอาด (2524) และ ปาจารย์ วัชวัลคุ (2527) ต่างก็พบว่า คุณภาพการสอนมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ดังนั้น ผู้วิจัยคาดว่า คุณภาพการสอน น่าจะเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ

รายได้และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง รายได้และระดับการศึกษาของผู้ปกครองเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของนักเรียน เนื่องจากการศึกษาไม่ว่าจะเป็นวิชาอะไร ในระดับใด

ก็ตาม จำเป็นจะต้องได้รับการสนับสนุนจากครอบครัวทั้งทางด้านการเงินและด้านอื่น ๆ ที่จะช่วยให้สามารถศึกษาได้สำเร็จตามความต้องการ และยังเป็นการศึกษาภาษาที่สองในสิ่งแวดล้อมที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้ภาษานั้นในการสื่อความหมายในชีวิตประจำวันน้อยมาก อย่างกรณีการเรียนภาษาอังกฤษในประเทศไทยที่ผู้เรียนได้รับตัวบ่อนทางภาษาจากห้องเรียนเป็นส่วนใหญ่ ความจำเป็นในการจัดหาตัวบ่อนทางภาษาเพิ่มเติมจึงมีมาก ถ้าผู้เรียนมีโอกาสรับตัวบ่อนทางภาษามากขึ้นเท่าใด ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ภาษานั้นได้มากขึ้นเท่านั้น ในกรณีที่ผู้เรียนมีฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมดี โอกาสที่จะได้รับตัวบ่อนทางภาษาเพิ่มเติมจึงมีมากขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนอาจจะได้รับตัวบ่อนทางภาษาทั้งทางตรงและทางอ้อมจากบิดามารดา เช่น บิดามารดาอาจจะพูดภาษาอังกฤษกับนักเรียน เป็นต้น

จากการศึกษาของ อูรี ลิมพิสุทธ์ (2526) พบว่า รายได้และการศึกษาของบิดามารดามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยคาดว่า รายได้และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง น่าจะเป็นตัวแปรที่มีผลต่อผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ

**ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว** ความสัมพันธ์ภายในครอบครัวมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของเด็ก ดังที่ ชาย เสถิกุล (2527) กล่าวว่า ครอบครัวเป็นหน่วยแรกที่เด็กมีความผูกพันกันอย่างใกล้ชิดที่สุดทั้งในด้านความเป็นอยู่ จิตใจและอารมณ์ นอกจากจะมีความต้องการทางกายแล้ว ยังมีความต้องการทางใจหรือความต้องการทางอารมณ์ด้วย เช่น ต้องการความรักใคร่ ความอบอุ่น ความเมตตาปราณี ความยกย่อง ถ้าเด็กได้รับความต้องการทางใจหรือทางอารมณ์ ดังกล่าวตามปกติแล้ว ก็จะมีจิตใจที่หนักแน่น รู้จักควบคุมสติอารมณ์ มีจิตใจกว้างขวางโอบอ้อมอารี เห็นอกเห็นใจผู้อื่น การเรียนก็จะดีตามไปด้วย ในทางตรงข้าม ถ้าเด็กไม่มีโอกาสพัฒนาในด้านจิตใจและอารมณ์ ตลอดเวลาแต่มีความผิดหวังน้อยใจ ขาดความเมตตาปราณีและความรัก จิตใจก็จะคับแคบ เต็มไปด้วยความรู้สึกที่เป็นปฏิปักษ์กับผู้อื่น ไม่สนใจเรียน ผลที่ตามมา คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยคาดว่า ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว น่าจะเป็นตัวแปรที่มีผลต่อผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ

**การส่งเสริมการเรียนภาษาอังกฤษของผู้ปกครอง** การส่งเสริมการเรียนภาษาอังกฤษของผู้ปกครอง เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียน เพราะว่ามีนักเรียนคนใดก็ตามที่ผู้ปกครองสนับสนุนส่งเสริมการเรียน เช่น ซื้อตำราภาษาอังกฤษให้อ่าน ตอบคำถามวิชาภาษาอังกฤษเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจ เป็นต้น ก็จะได้รับตัวบ่อนทางภาษาเพิ่มเติมจากการเรียนในห้องเรียน ทำให้เรียนรู้ภาษาได้มากขึ้น ดังที่งานวิจัยของ กอบกุล รังสิยะโรจน์ (2527); Walling (1995) และ Huss-Keeler (1997) ต่างพบว่า การส่งเสริมการเรียนภาษาอังกฤษในครอบครัวมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชนติ สวัสดิ์ฤกษ์ (2526) ที่พบว่า การสนับสนุนจากบิดามารดา หรือ ผู้ปกครองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าตัวแปรภูมิหลังทางสังคมอื่น ๆ

ดังนั้น ผู้วิจัยคาดว่า การส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของผู้ปกครอง น่าจะเป็นตัวแปรที่มีผลต่อผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ

จากแนวคิดทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้นำมาเป็นเหตุผลสนับสนุนเพื่อตั้งเป็นสมมติฐานในรูปแบบโมเดลเชิงสาเหตุระดับบุคคล (causal macro model) โดยมีค่าสภาพเริ่มต้น (INITIAL STATUS) เป็นตัวแปรตาม ดังนี้

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงกับค่าสภาพเริ่มต้น (initial status) คือ เซวณปัญญา เจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ พื้นฐานความรู้เดิม ตัวแปรความเป็นเพศหญิง และคุณภาพการสอน ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อค่าสภาพเริ่มต้น (initial status) คือ เซวณปัญญา เจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ คุณภาพการสอน รายได้ของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว และการส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของผู้ปกครอง

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงกับเจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ คือ เซวณปัญญา คุณภาพการสอน ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว การส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของผู้ปกครองและตัวแปรความเป็นเพศหญิง

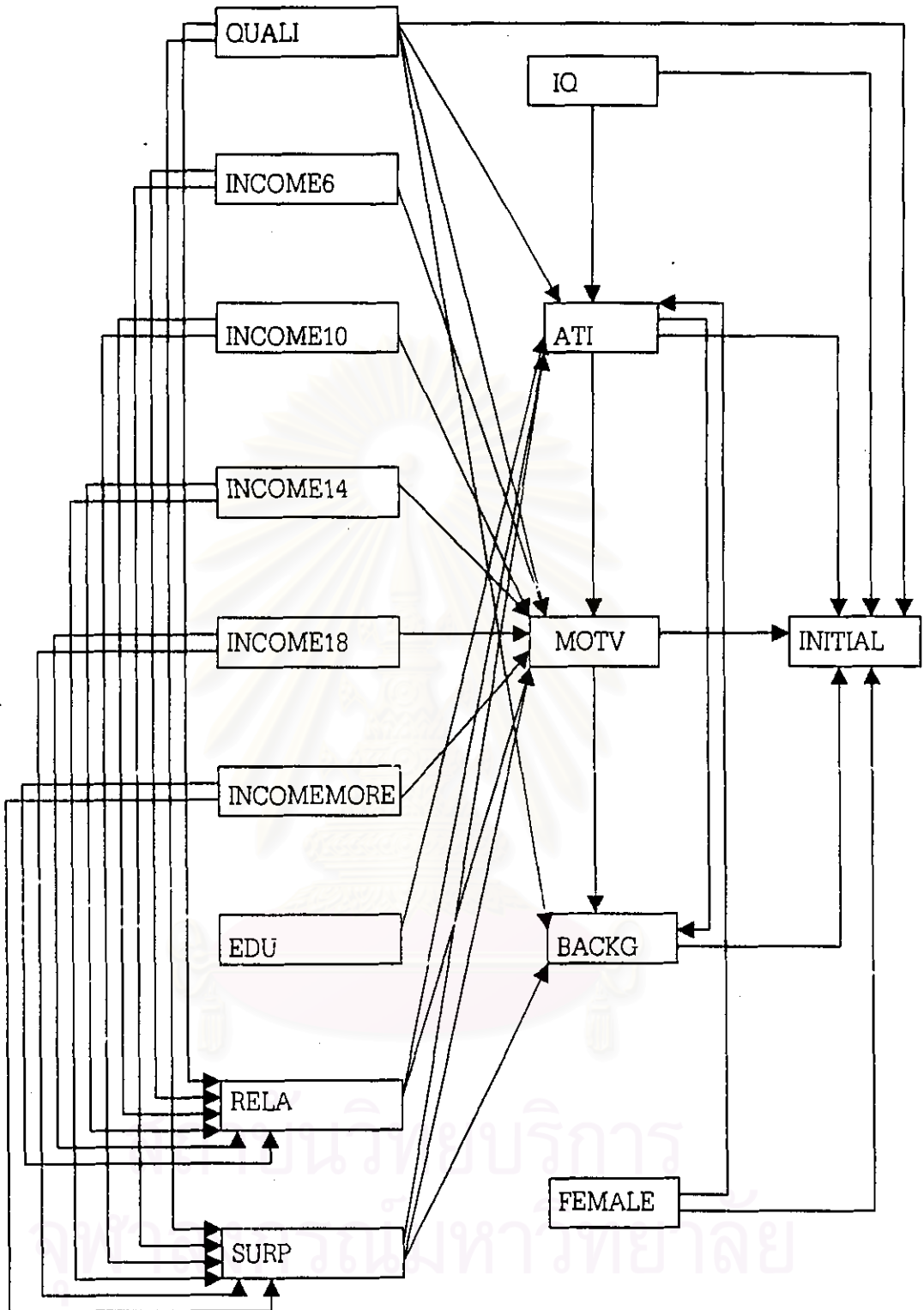
ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ คือ เจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ คุณภาพการสอน รายได้ของผู้ปกครอง ความสัมพันธ์ภายในครอบครัวและการส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของผู้ปกครอง ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ คือ เซวณปัญญา คุณภาพการสอนของครู ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง การส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของผู้ปกครองและ ตัวแปรความเป็นเพศหญิง

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงกับพื้นฐานความรู้เดิม คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ เจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ คุณภาพการสอนของครู การส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของผู้ปกครอง ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมกับพื้นฐานความรู้เดิม คือ เจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ เซวณปัญญา คุณภาพการสอน รายได้ของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว และการส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของผู้ปกครอง

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงกับความสัมพันธ์ภายในครอบครัว คือ คุณภาพการสอนของครูและรายได้ของผู้ปกครอง

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงกับส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของผู้ปกครอง คือ คุณภาพการสอน และรายได้ของผู้ปกครอง

สามารถเขียนเป็นโมเดลเชิงสาเหตุระดับบุคคลตามสมมติฐานได้ดังนี้

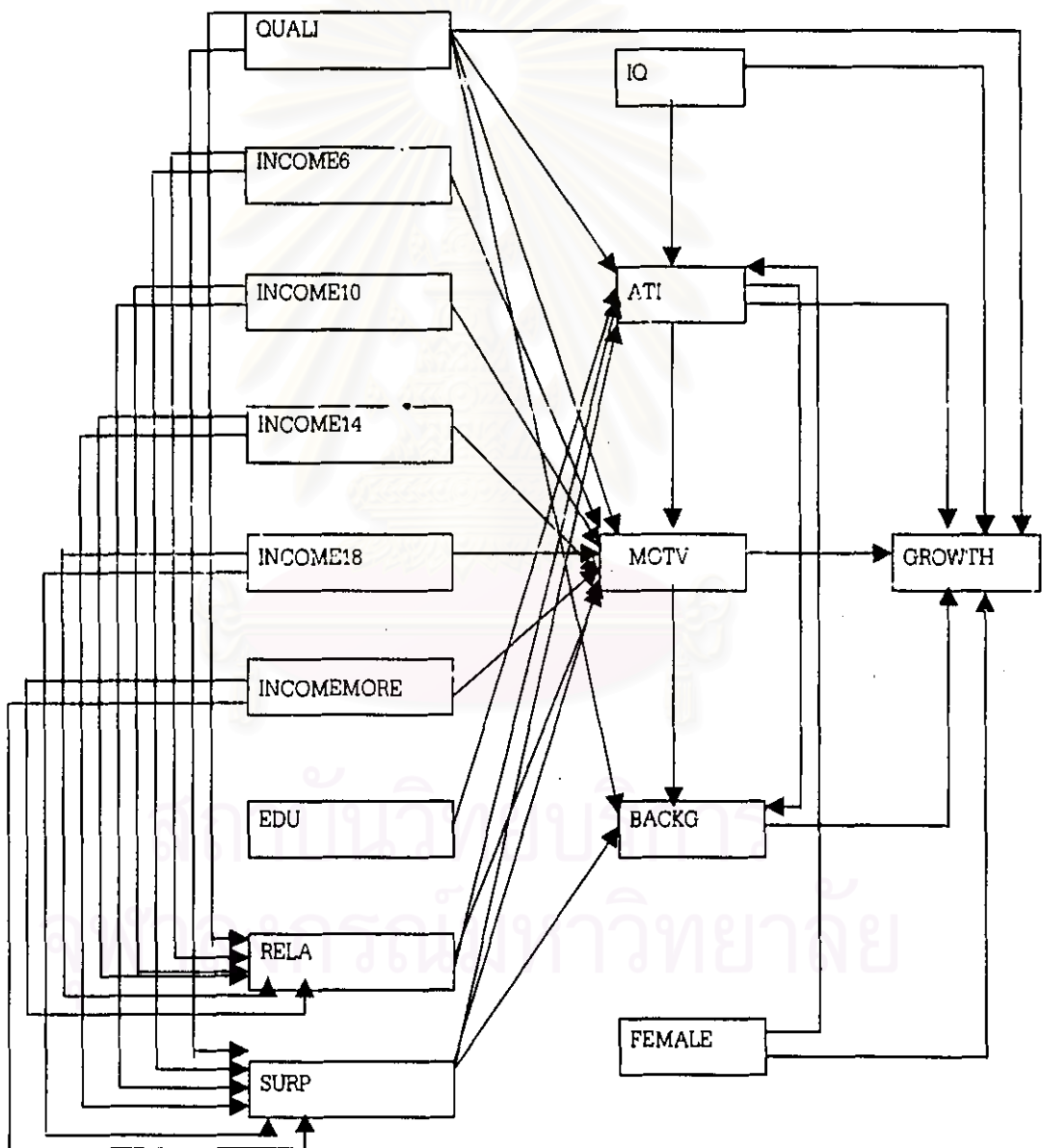


ภาพที่ 5 โมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐาน (proposed model) เมื่อใช้ค่าสภาพเริ่มต้น  
ของผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ (INITIAL STATUS) เป็นตัวแปรตาม



## 2. โมเดลเชิงสาเหตุระดับบุคคลที่ใช้อัตราพัฒนาการ (growth rate) เป็นตัวแปรตาม

โมเดลเชิงสาเหตุระดับบุคคลที่ใช้อัตราพัฒนาการเป็นตัวแปรตามนี้ สามารถพิจารณาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในโมเดลได้เช่นเดียวกับโมเดลเชิงสาเหตุระดับบุคคลตามสมมติฐานที่ใช้ค่าสภาพเริ่มต้นของผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษเป็นตัวแปรตาม โดยอัตราพัฒนาการจากการวิเคราะห์ระดับการวัดซ้ำจะถูกยกระดับเป็นตัวแปรตามระดับบุคคล ซึ่งสามารถเขียนเป็นโมเดลเชิงสาเหตุระดับบุคคลตามสมมติฐานได้ดังนี้



ภาพที่ 6 โมเดลเชิงสาเหตุระดับบุคคลตามสมมติฐาน (proposed model) เมื่อใช้อัตราพัฒนาการของผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ (GROWTH RATE) เป็นตัวแปรตาม