บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ (multilevel causal analysis technique) โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในการวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ระหว่างตัวแปรต่างระดับ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำเสนอวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็น 5 ตอนคือ ตอนที่ 1 กล่าวถึงแนวคิดทั่วไปของการวิเคราะห์พหุระดับ ซึ่งเป็นมโนทัศน์เบื้องต้นของสภาพข้อมูลทางการศึกษาที่มีโครงสร้างซ้อนกันเป็นลำดับชั้น ตอนที่ 2 กล่าวถึงการวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดในการวิเคราะห์พหุระดับ ตอนที่ 3 กล่าวถึงการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (path analysis) ตอนที่ 4 กล่าวถึงแนวคิดในการพัฒนาวิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา และตอนที่ 5 กล่าวถึงโมเดลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับที่ใช้ในการวิจัย ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

<u>ตอนที่ 1</u> แนวคิดทั่วไปของการวิเคราะห์พหุระดับ

ในวงการศึกษา นับตั้งแต่มีการวิจัยเรื่อง "The Equality of Educational Opportunity โดย James Coleman และคณะในปี ค.ศ.1966 เป็นต้นมา นักวิจัยทางการศึกษานิยมทำวิจัยกับข้อมูลหลายระดับหรือข้อมูลระดับลดหลั่นมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการวิจัยทางการศึกษา มีการพัฒนารูปแบบการวิจัยการวิจัยตามแนวจิตมิติ (psychometric) ซึ่งตอบปัญหาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนในระดับห้องเรียนหรือนักเรียนโดยมีการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนตามหลักการวิจัยเชิงทดลอง มาเป็นการวิจัยตามแนวเศรษฐศาสตร์ (econometric) ซึ่งเน้นการวิจัยเชิงสำรวจโดยใช้ข้อมูลที่เป็นจริงตามสภาพธรรมชาติ ผสมผสานกันกับการวิจัยตามแนวสังคมวิทยา ซึ่งเน้นการเปรียบเทียบ และใช้ข้อมูลหลายระดับตามสภาพสังคมและชุมชน (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2535) พัฒนาการของรูปแบบการวิจัยดังกล่าวนับเป็นรากฐานที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับในระยะต่อมา

ในปี ค.ศ.1976 L.Burstein และ R.L.Hannan ได้ร่วมกันเป็นเจ้าภาพจัดประชุมเกี่ยวกับปัญหาของการวิจัยทางการศึกษาขึ้น โดยนักสังคมศาสตร์และนักวิจัยทางการศึกษาที่เข้าประชุม ได้ร่วมกันให้ข้อสรุปที่น่าสนใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของการวิเคราะห์ต่างระดับ ความเหมาะสมของหน่วยวิเคราะห์ ตลอดจนสาระที่ได้จากการวิเคราะห์แบบประเพณีนิยม ในการประชุมครั้งนั้น Cronbach ได้กล่าวอ้างถึงงานวิจัยของเขาชิ้นหนึ่งคืองานวิจัยเรื่อง Research on Classroom and School: Formulation of Question, Design and Analysis (Cronbach, 1976) ว่า "การศึกษาในเรื่องอิทธิพลของตัวแปรในระบบการศึกษา มีการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลในแนวทางที่คลุมเครือ อีกทั้งวิธีการศึกษาที่ใช้กันอยู่ ได้ก่อให้เกิดข้อสรุปที่ผิด

พลาดหลายประการ" หลักฐานเชิงประจักษ์คือ ความผิดพลาดในการตีความจากการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรในภาพรวมด้วยระเบียบวิธีวิเคราะห์แบบดั้งเดิม นอกจากนั้นเขายังได้วางแนวทางในการแบ่งอิทธิพลของตัวแปรทางการศึกษา เป็นอิทธิพลภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มที่สนใจศึกษาอีกด้วย ซึ่งต่อมา Burstein ได้พยายามสร้างข้อสรุปจากแนวคิดของ Cronbach อันแสดงถึงความเป็นวิวิธพันธ์ (heterogeneity) ภายในกลุ่มของข้อมูลทางการศึกษา และได้นำเสนอในลักษณะของเทคนิควิธีวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับเรียกว่า "Slope as outcome" (Burstein, Lin and Capell, 1978) ซึ่งเป็นเทคนิคการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับแบบกำลังสองน้อยที่สุดแบ่งสองสมการ (OLS Separate Equation Approach) นั่นเอง

ในรอบสิบปีที่ผ่านมาเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย นักวิธีวิทยาการวิจัยต่างก็เสนอเทคนิคการประมาณค่าพารามิเตอร์ ตลอดจนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับระดับขึ้นมาเช่น Aitkin and Longford (1986), Goldstein(1987) และ Raudenbush and Bryk (1986) มีวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญเช่น การวิเคราะห์ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน (analysis of variance component estimation), วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบสมการเดียว (OLS Single equation Approach), วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบแบ่งสองสมการ (OLS Separate equation Approach), วิธีการประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood), การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีของเบยส์ (bayesian estimation) เป็นต้น

การวิเคราะห์ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน (analysis of variance component Estimation) ในการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับนั้น นงลักษณ์ วิรัชชัย (2535) กล่าวไว้ว่า ตัวแปรที่วัดได้ในระดับนักเรียนมีความแปรปรวน ซึ่งแยกส่วนประกอบได้ตามระดับที่ลดหลั่นกัน เช่น กรณีมีสามระดับ คือระดับนักเรียน ระดับห้องเรียน และระดับโรงเรียน จะแสดงส่วนประกอบความแปรปรวนได้ดังนี้

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

เมื่อ σ^2_y แทนความแปรปรวนของตัวแปรตามที่สนใจศึกษา

σ^2_{pupill} แทนความแปรปรวนระหว่างนักเรียนภายในห้องเรียน

σ^2_{class} แทนความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนภายในโรงเรียน

σ^2_{school} แทนความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน

วิธีประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนแต่ละส่วนทำได้ 3 วิธี วิธีแรกเป็นการใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) คำนวณค่าคาดหมายของกำลังสองเฉลี่ย (expected mean sqare) แต่ละระดับ ใช้เป็นค่าประมาณความแปรปรวนแต่ละส่วนที่ต้องการ วิธีนี้นักวิจัยต้องเลือกใช้โมเดลให้เหมาะสมกับข้อมูลว่าเป็นโมเดลอิทธิพลสุ่มหรือโมเดลอิทธิพลผสม (random effect model or fixed effect moodel) วิธีที่สองเป็นการประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุด

(maximum likelihood estimation) วิธีที่สามเป็นการประมาณค่าประจำกำลังสองที่ไม่ลำเอียงซึ่งมีค่าต่ำสุด (maximum norm quadratic unbiases estimation = MINQUE) ในทางปฏิบัติการประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน ทำได้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SAS หรือ BMDP ซึ่งใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการวิเคราะห์จะชี้นำว่าอิทธิพลของตัวแปรต้นต่อตัวแปรตามในแต่ละระดับ แตกต่างกันตามขนาดของความแปรปรวนด้วย การศึกษาวิเคราะห์เพียงระดับเดียวย่อมไม่ให้ข้อค้นพบที่ชัดเจนเหมือนกับการวิเคราะห์หลายระดับ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ยังชี้ให้เห็นถึงความไม่เสมอภาคทางการศึกษาด้วยว่ามีมากในระดับใด การพิจารณาปรับปรุงลดความแตกต่างในระดับนั้น ๆ จึงเป็นไปอย่างถูกต้องมากขึ้น

วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลการวิเคราะห์พหุระดับที่สำคัญอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งคิดริเริ่มโดย Burstein, Lin and Capell (1978) คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบแบ่งสองสมการ (ordinary least sqare separate equation approach) รู้จักกันดีในชื่อของ "Slope as outcome" การศึกษาโดยวิธีนี้เป็น การตรวจสอบหรือพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในชั้นเรียน/โรงเรียน โดยใช้เทคนิคกำลังสองน้อยที่สุดอันเป็นแนวคิดทั่วไปของการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับและนิยมใช้กันในโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาตรฐานทั้งหลายที่มีอยู่ในปัจจุบัน ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์คือ ตัวแปรอิสระในแต่ละระดับต้องไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด ในแต่ละระดับตัวแปรที่ศึกษานั้น คะแนนของตัวแปรตาม (y) มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติในแต่ละค่าของตัวแปรอิสระ (x) โดยมีค่าความแปรปรวนเท่ากันในทุกค่าของตัวแปรอิสระ (x) ด้วย กล่าวคือ y ณ x ใด ถือว่าเป็นตัวแทนที่สุ่มมาจากประชากรปกติโดยที่ทุก ๆ ค่าของประชากรมีการกระจายร่วมกันอยู่ คือ $\sigma^2_{y.x}$ ทั้งนี้ค่าความคลาดเคลื่อน (error term) แต่ละค่ามีการแจกแจงเป็นโค้งปกติและเป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอย่างสุ่ม (random) มีความแปรปรวนเท่ากันในทุกค่าของ x แต่ความแปรปรวนต่างระดับกันไม่จำเป็นต้องเท่ากัน (ปราณี จำนงเจริญ, 2534) เนื่องจากเทคนิคนี้นำโครงสร้างของระดับข้อมูลมาพิจารณาในการวิเคราะห์ ดังนั้นถ้ามีตัวแปรที่จะวิเคราะห์เป็นตัวแปรระดับนักเรียนและตัวแปรระดับชั้นเรียน จะสามารถทำการวิเคราะห์การถดถอยตัวแปรระดับนักเรียนเป็นระดับล่าง และตัวแปรระดับชั้นเรียนเป็นระดับบน ดังนี้

1. <u>วิเคราะห์ระดับนักเรียน (micro level analysis)</u> โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง y_{ij} กับ x_{ij} โดยแยกวิเคราะห์ถดถอยในแต่ละชั้นเรียน มีรูปแบบคือ

$$y_{ij} = b_{oj} + b_{ij}x_{ij} + e_{ij}$$

เมื่อ y_{ij} เป็นตัวแปรตามระดับนักเรียน เช่นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนคนที่ i ชั้นที่ j

x_{ij} เป็นตัวแปรอิสระระดับนักเรียนเช่น เศรษฐานะของนักเรียนคนที่ i ชั้นที่ j

b_{oj} เป็น intercept ของตัวแปรระดับนักเรียน ในชั้นที่ j (j = 1,2,3,...m)

b_{ij} เป็น regression slope ซึ่งเป็นขนาดความสัมพันธ์ของ x_{ij} ต่อ y_{ij} ในชั้นที่ j

e_{ij} เป็น ความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย y_{ij} และ $e \sim N(o, \sigma^2_j)$ โดยที่แต่ละห้องเรียนเป็นอิสระต่อกัน

จากนั้นใช้ b_{oj} และ b_{ij} ของแต่ละชั้นเป็นตัวแปรตามสำหรับวิเคราะห์ในระดับชั้นเรียนต่อไป โดยกำหนดให้ทั้ง 2 ค่า เป็น fixed effects คือเป็นค่าคงที่ภายในแต่ละห้องเรียนและไม่มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าระหว่างห้องเรียน

2. <u>วิเคราะห์ระดับชั้นเรียน (macro level analysis)</u> โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง z_j กับ b_{oj} และ b_{ij} ที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน โดยการวิเคราะห์ถดถอยมีรูปแบบดังนี้

$$b_{oj} = \gamma_{oo} + \gamma_{o1} z_j + u_{oj}$$

$$b_{ij} = \gamma_{10} + \gamma_{11} z_j + u_{ij}$$

เมื่อ z_j เป็นตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนเช่น คุณภาพการสอนของครูในชั้นเรียนที่ j

γ_{00} เป็น intercept ของ b_{oj}

γ_{01} เป็น slope ที่แสดงอิทธิพลของ z_j ต่อ b_{oj}

u_{oj} เป็น ความคลาดเคลื่อนระดับชั้นเรียนในการทำนาย b_{oj} ห้องเรียนที่ j

γ_{10} เป็น intercept ของ b_{ij}

γ_{11} เป็น slope ที่แสดงอิทธิพลของ z_j ต่อ b_{ij}

u_{ij} เป็นความคลาดเคลื่อนระดับชั้นเรียนในการทำนาย b_{ij} ห้องเรียนที่ j

อย่างไรก็ตาม การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีนี้ ก็มีข้อจำกัดที่ควรคำนึงถึงด้วยคือ ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามีขนาดเล็กแล้ว จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน (micro level) มีค่าต่ำซึ่งจะทำให้ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มมีค่ามาก อันจะส่งผลให้ความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับชั้นเรียน (macro level) มีค่าน้อยลงด้วย ตลอดจนค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรระดับนักเรียนที่ได้ จะต้องมีความแปรปรวนเท่ากันในแต่ละค่าของตัวแปรระดับชั้นเรียน ถ้าไม่เป็นไปตามนั้นอาจจะทำให้ประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในระดับชั้นเรียนมีค่าต่ำลง (Randenbush and Bryk, 1986) นอกจากนี้แล้วเทคนิค OLS Separate Equation Approach ยังมีข้อเสียด้านความเหมาะสมของโมเดลที่ใช้

วิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ที่ได้รับ ตลอดจนมีความยุ่งยากในการเตรียมแฟ้มข้อมูลพหุระดับสำหรับการวิเคราะห์

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรม เอชแอลเอ็ม

จากปัญหาของการวิเคราะห์พหุระดับดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น Raudenbush และ Bryk จึงได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับขึ้นมาอีกวิธีหนึ่ง เรียกว่า HLM (hierarchical linear model) ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสมใช้หลักการสัมประสิทธิ์แบบสุ่ม และการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีของเบยส์ (bayesian estimation) เทคนิคเอชแอลเอ็ม พัฒนามาจากสถิติหลายชนิด ได้แก่ เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม (mixed-model ANOVA), สัมประสิทธิ์การถดถอยแบบสุ่ม (regression with random coefficients), โมเดลส่วนประกอบความแปรปรวนร่วม (covariance component models) และการประมาณค่าในโมเดลเชิงเส้นด้วยวิธีของเบยส์ (bayesian estimation for linear models) (Kanjanawasee , 1989) โดยเทคนิคเอชแอลเอ็มจะให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความคงเส้นคงวาและน่าเชื่อถือกว่าเทคนิคกำลังสองน้อยที่สุดแบบแบ่งสองสมการ (Raudenbush and Bryk , 1986 ; Kanjanawasee , 1989 ; วราภรณ์ วิหคโต, 2536) การวิเคราะห์พหุระดับด้วยเทคนิคเอชแอลเอ็ม นั้นจะใช้ Emprical Bayes เป็นหลักในการประมาณค่าพารามิเตอร์ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1. วิเคราะห์ระดับนักเรียน (micro level หรือ within-school analysis) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2532) ดังนี้

1.) วิเคราะห์ Null Model เป็นการวิเคราะห์ขั้นแรกที่สุดเพื่อให้เห็นภาพรวมของตัวแปรตาม (เช่นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละห้อง) โดยไม่มีตัวแปรอิสระใด ๆ เข้าร่วมพิจารณา และเพื่อตรวจสอบว่า ตัวแปรตามมีความแปรปรวนภายในหน่วยหรือระหว่างหน่วย เพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลในขั้นต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบคือ

Within - unit Model

$$y_{ij} = b_{01} + e_{ij}$$

Between - unit Model

$$b_{01} = \gamma_{00} + u_{oj}$$

(fixed) (random)

ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อน ,$e \sim N(0, \sigma^2 j)$

จากสมการ กำหนดให้ b_{01} เป็นค่าที่เปลี่ยนไปได้และมีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าระหว่างห้องเรียน ในกระบวนการวิเคราะห์ เอชแอลเอ็มจะแบ่งผลของพารามิเตอร์ออกเป็น fixed effects และ random effects และใช้ t-test ทดสอบ fixed effects ($H_0 : \gamma_{00} = 0$) ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่า intercept และตัวแปรอิสระส่งผลต่อ y_{ij} แต่ถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่าไม่ส่งผลต่อ y_{ij} นอกจากนี้ เอชแอลเอ็ม จะใช้ x^2-test ทดสอบความแปรปรวนของ random effects หรือ parameter variance ($H_0 : var(b_{01}) = 0$, $H_0 : var(u_{oj}) = 0$) ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่าพารามิเตอร์ b_{01} มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย จึงสมเหตุสมผลที่จะหาตัวแปรอิสระระหว่างมาอธิบายความแปรปรวนดังกล่าวแต่ถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่าพารามิเตอร์ดังกล่าวไม่มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย ซึ่งสามารถตั้งข้อจำกัดให้เป็นค่าคงที่ในการวิเคราะห์ได้

2) วิเคราะห์ Simple Model เป็นการวิเคราะห์โดยนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียน (Micro level) เข้ามาวิเคราะห์ทีละตัว เพื่อดูว่าตัวแปรอิสระเหล่านั้นมีอิทธิพลต่อ b_{01} หรือ b_{ij} หรือไม่ ตลอดจนเพื่อตรวจสอบว่า ตัวแปรอิสระเหล่านั้นเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้ว ทำให้เกิดความแปรปรวนระหว่างหน่วยที่ศึกษา เพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์หาอิทธิพลของตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนในขั้นต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบคือ

Within - unit Model

$$y_{ij} = b_{01} + b_{ij}(x_{ij}) + e_{ij}$$

Between - unit Model

$$b_{01} = \gamma_{00} + u_{oj}$$

$$b_{ij} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

(fixed) (random)

ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อน ,$e \sim N(0, \sigma^2_j)$

จากสมการ เอชแอลเอ็ม จะใช้ t-test ทดสอบ fixed effects ($H_0 : \gamma_{00}=0$, $H_0 : \gamma_{10} =0$) แล้วใช้ x^2-test ทดสอบ random effects ($H_0 : var(b_{01}) = 0$, $H_0 : var(b_{ij}) =0$)

2. <u>วิเคราะห์ระดับชั้นเรียน</u> (macro level หรือ between - school analysis) เป็นการวิเคราะห์ขั้น Hypothetical Model โดยนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ที่ผ่านการวิเคราะห์และพิจารณาแล้วว่าเหมาะสมจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน มาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียน เพื่อตรวจสอบอิทธิพลของตัวแปรระดับชั้นเรียน ที่มีต่อตัวแปรระดับนักเรียน มีรูปแบบคือ

Within – unit Model

$$y_{ij} = b_{01} + b_{1j}(x_{1j}) + b_{2j}(x_{2j}) + \ldots + e_{ij}$$

Between – unit Model

$$b_{01} = \gamma_{00} + \gamma_{1j}(z_{1j}) + \gamma_{2j}(z_{2j}) + \ldots + u_{0j}$$

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

$$b_{2j} = \gamma_{20} + \gamma_{21}(z_{1j}) + \gamma_{22}(z_{2j}) + \ldots + u_{2j}$$

.

.

.

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

จากสมการ เอชแอลเอ็ม จะใช้ t–test ทดสอบ fixed effects และใช้ x^2–test ทดสอบ random effects ในทำนองเดียวกันกับการทดสอบ Simple Model

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าโมเดลการวิเคราะห์พหุระดับด้วยเอชแอลเอ็มนั้น ยังมุ่งศึกษาอิทธิพลของชุดของตัวแปรอิสระในแต่ละระดับที่มีต่อตัวแปรตามแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังไม่ได้สนใจศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในแต่ละระดับ ตลอดจนอิทธิพลทางอ้อมที่ส่งผ่านตัวแปรต่าง ๆในลักษณะของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (path analysis)

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (path analysis)

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ จากหลักการของการวิเคราะห์พหุระดับ ประกอบกับการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอมโนทัศน์เบื้องต้นของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ ความสัมพันธ์และความเป็นสาเหตุระหว่างตัวแปร และการพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุ เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 มโนทัศน์เบื้องต้นของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ

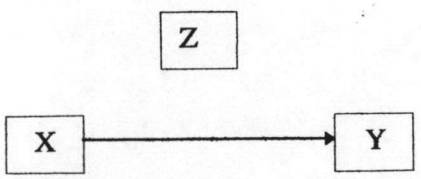
ในทางสังคมศาสตร์ การวิจัยเชิงทดลองที่แท้จริงมีข้อจำกัดหลายประการ อาทิเช่น ปัญหาในการจัดกระทำตัวแปรทางด้านพฤติกรรม ปัญหาการสุ่ม รวมทั้งปัญหาทางด้านจริยธรรมเกี่ยวกับการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยต้องคำนึงถึงผลตกค้างต่าง ๆต่อกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองในระยะยาว เช่นการทำร้ายร่างกาย การมีตัวแปรจัดกระทำ ตัวแปรคั่นกลาง หรือตัวแปรที่เป็นตัวแปรกดหลายตัว จนไม่สามารถกำหนดแบบแผนการทดลองเพื่อตอบคำถามวิจัยได้ ทำให้นักวิจัยพัฒนาการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ในลักษณะของการวิจัยที่ไม่ใช่การทดลองโดยการรวบรวมสารสนเทศเชิงคุณภาพ (จากทฤษฎี ข้อตกลงเบื้องต้น สมมติฐานการวิเคราะห์เชิง

ตรรก) และสารสนเทศเชิงปริมาณ (จากสหสัมพันธ์ชนิดต่าง ๆที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ) เพื่อให้ได้สารสนเทศที่มีความสมบูรณ์พอที่จะศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุได้ (ศิริชัย กาญจนวาสี , 2532 ; นงลักษณ์ วิรัชชัย , 2537)

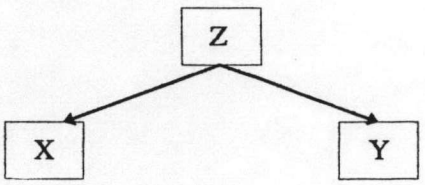
การแสวงหาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในการวิจัยใดก็ตาม ทฤษฎี (theory) ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สนใจศึกษา จัดเป็นแหล่งแนวคิดที่สำคัญในการเสนอคำอธิบายลำดับขั้นการเกิดและลักษณะความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร ทฤษฎีจึงมีบทบาทสำคัญที่ช่วยเป็นพื้นฐานในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร เพื่อสร้างโมเดลเชิงสาเหตุ (causal models) ซึ่งแสดงรูปแบบของกลไกความเกี่ยวข้องสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร หรือให้แนวคิดในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดล ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดประเภทข้อมูลที่ต้องการ เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลรวมถึงวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อตรวจสอบยืนยันความน่าเชื่อถือของโมเดลเชิงสาเหตุ ผู้วิจัยต้องอาศัยวิธีการวิเคราะห์ด้วยหลักเหตุและผล (logical analysis) หรืออาจทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อตรวจสอบยืนยันความเหมาะสมสอดคล้องของโมเดล หรือปฏิเสธโมเดลที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ถ้าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูล ผู้วิจัยอาจพุ่งความสงสัยไปยังทฤษฎีที่นำมาใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างโมเดลว่ามีความเหมาะสมเพียงใด หรืออาจสงสัยเกี่ยวกับความเหมาะสมของการออกแบบและการดำเนินการวิจัย แต่ถ้าพบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูล สิ่งนี้มิใช่หลักฐานของการพิสูจน์ทฤษฎีหรือโมเดล แต่แสดงว่ายังไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะนำมาปฏิเสธทฤษฎีหรือโมเดล กล่าวอีกนัยหนึ่งว่า หลักฐานที่ได้สนับสนุนความเป็นไปได้ของทฤษฎีหรือโมเดลเชิงสาเหตุ โดยมีวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่จะช่วยยืนยันหรือปฏิเสธโมเดลเชิงสาเหตุที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นหลายวิธี วิธีที่นิยมกันและเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปได้แก่ การวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร (path analysis) และการวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร (structural equation modeling) หรือ LISREL (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2536) ในที่นี้จะกล่าวถึง เฉพาะ path analysis เท่านั้น

3.2 ความสัมพันธ์และความเป็นสาเหตุ (correlation and causation)

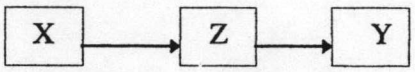
ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้น พิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์และสหสัมพันธ์พาร์เชียลหรือสหสัมพันธ์บางส่วน (partial correlation) ประกอบกัน สามารถแบ่งลักษณะความสัมพันธ์ ได้เป็น 5 แบบ (Pedhazer, 1982:98-105 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537) แสดงด้วยแผนภาพดังต่อไปนี้



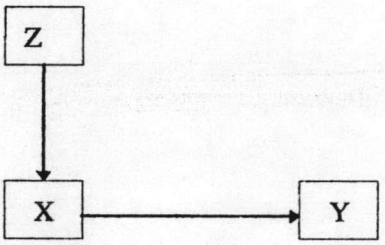
ก. ความสัมพันธ์ที่แท้จริง(true correlation)



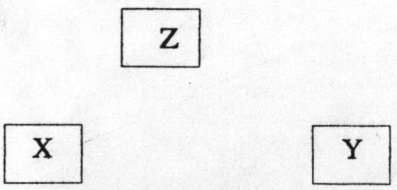
ข.ความสัมพันธ์เทียม(spurious correlation)



ค. ความสัมพันธ์เกิดจากอิทธิพลส่งผ่านตัวแปรคั่นกลาง (intervening variable)

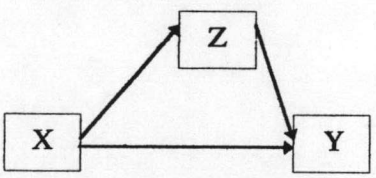


ง. ความสัมพันธ์เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรที่เป็นตัวกด (suppressor variable)

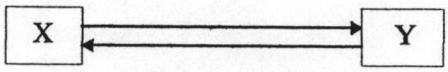


จ. การไม่มีความสัมพันธ์ (no correlation)

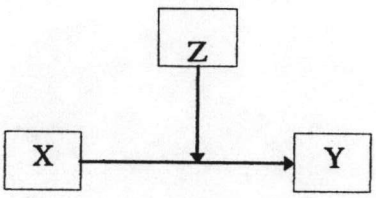
รูปแบบความสัมพันธ์ทั้ง 5 แบบที่กล่าวข้างต้นสามารถตรวจสอบได้โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบง่าย เปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พาร์เชียล แต่ก็ยังมีรูปแบบความสัมพันธ์อีก 3 รูปแบบที่การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ ไม่สามารถตรวจสอบได้ ดังนี้



ฉ. ความสัมพันธ์มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อม (direct and indirect effect)



ช. ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุย้อนกลับ
(reciprocal causal relationship)



ช. ความสัมพันธ์มีเงื่อนไข(conditional relationship)

จากลักษณะรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแตกต่างกันหลายแบบ ลักษณะความสัมพันธ์เหล่านั้นมีอยู่จริงตามสภาพธรรมชาติ ดังนั้นในการวิจัย นักวิจัยต้องอธิบาย พยากรณ์ และควบคุมปรากฏการณ์เหล่านั้น โดยพยายามศึกษาและกำหนดลักษณะความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเหล่านั้นให้ชัดเจน ทั้งนี้ความเป็นสาเหตุระหว่าง X และ Y นั้น ถ้า X เป็นเหตุทำให้เกิด Y จริงจะต้องมีเงื่อนไขดังต่อไปนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2536)

1.) X ต้องเกิดก่อน Y
2.) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง X กับ Y มีนัยสำคัญ
3.) X กับ Y มีความสัมพันธ์กันจริง ไม่ใช่ความสัมพันธ์ลวง
4.) จะต้องมีเหตุผลในเชิงทฤษฎีสนับสนุน เพื่ออธิบายกลไกของการที่ X ก่อให้เกิด Y

3.3 การพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุ

กล่าวได้ว่าการวิจัยทางสังคมศาสตร์สามารถที่จะก้าวจากการศึกษาเชิงบรรยายสู่การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงสาเหตุได้จากรูปแบบการวิจัยที่ไม่ใช่การทดลอง โดยใช้เทคนิคของการวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งมีชื่อเรียกต่าง ๆกันเช่น Causal analysis Structural equation modeling, Linear structural relationships, Confirmatory factor analysis หรือ Analysis of Covariance structures (Bentler, 1978; Joreskog and Sorbom, 1985 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2536) หลักการที่สำคัญของเทคนิคดังกล่าวคือการสร้างโมเดลเชิงสาเหตุ และการใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ตรวจสอบโมเดลที่สร้างขึ้น

โมเดลเชิงสาเหตุเป็นกรอบหรือโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างตัวแปร/องค์ประกอบที่สามารถทดสอบได้ทางสถิติ โมเดลเชิงสาเหตุที่ดีจะต้องพัฒนาขึ้นมาจากรากฐานทางทฤษฎีที่แข็งแกร่งประกอบกับความรอบรู้ในเนื้อเรื่องของผู้สร้างโมเดล จากทฤษฎีเราสามารถโยงเข้าสู่การคัดสรรตัวแปร/องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกันเป็นระบบที่สมบูรณ์ของโมเดล ถ้าการคัดเลือกตัวแปร/องค์ประกอบปราศจากซึ่งความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความเป็นมาและลำดับขั้นตอนของความเกี่ยวข้องเชิงสาเหตุแล้ว การคำนวณค่าสหสัมพันธ์ ไม่ว่าสหสัมพันธ์รวมหรือบางส่วน จะไม่ช่วยให้ผู้วิจัยก้าวสู่การประเมินเชิงสาเหตุของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

/องค์ประกอบเหล่านั้น การพัฒนาโมเดลจะต้องผ่านการกลั่นกรองตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจนได้โมเดลที่คิดว่าสมเหตุสมผลมากที่สุดจำนวนหนึ่ง เพื่อใช้เป็นคู่แข่งกัน อาจใช้การสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลขั้นต้นมาช่วยในการปรับแก้โมเดลเหล่านั้นเช่นการทำ factor analysis และ path analysis เบื้องต้น ถ้าคำทำนายของโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ โมเดลนั้นก็น่าเชื่อถือมากขึ้น (ไม่ใช่การพิสูจน์) แต่ถ้าข้อมูลขัดแย้งกับโมเดล โมเดลนั้นอาจไม่เหมาะสม ควรต้องแก้ไขปรับปรุงต่อไป ในทางอุดมคติมีความเป็นไปได้ที่อาจมีโมเดลหลายโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลชุดเดียวกัน ดังนั้นจึงถือเป็นข้อแนะนำในการสร้างโมเดลเชิงสาเหตุที่มีทางเป็นไปได้หลาย ๆ โมเดล (โดยมีพื้นฐานทางทฤษฎีและข้อตกลงเบื้องต้นที่แตกต่างกัน) เพื่อเป็นคู่แข่งขันในการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2536)

ตอนที่4แนวคิดในการพัฒนาวิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม

แนวคิดในการพัฒนาวิธิวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ที่จะนำเสนอต่อไปนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น แนวคิดทั่วไปของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ การวิเคราะห์เชิงสาเหตุระดับนักเรียน และการวิเคราะห์เชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน ดังนี้

4.1 แนวคิดทั่วไปของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ

เป็นที่ทราบกันดีว่า การนำข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรซึ่งเก็บรวบรวมได้ในสภาพธรรมชาติมาใช้เพื่อทดสอบสมมติฐานในเชิงสาเหตุนั้น จะต้องกระทำด้วยความรอบคอบและสมเหตุสมผล ผู้วิจัยต้องมีความรอบรู้ในเนื้อเรื่องและหลักการของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องตลอดจนมีความ สามารถในการคัดเลือกตัวแปร/องค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม สามารถสร้างโมเดลซึ่งแสดงถึงโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร/องค์ประกอบได้อย่างสอดคล้องกับทฤษฎี และจะต้องสามารถนำโครงสร้างความสัมพันธ์ดังกล่าวมาตรวจสอบกับข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ โดยใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุ ดังนั้นหากปราศจากพื้นฐานทางหลักการเหตุผล ทฤษฎี และโมเดลที่เหมาะสมแล้ว เทคนิคการวิเคราะห์เชิงสาเหตุก็ไม่สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ศิริชัย กาญจนวาสี , 2532)

การวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับที่ผ่านมา แม้จะให้ความสำคัญกับโครงสร้างของระดับข้อมูลตามสภาพที่เป็นจริง แต่ก็ยังละเลยในเรื่องการพิจารณาถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรอยู่ ผลการวิเคราะห์ที่ได้ แม้จะใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพสูงดังเช่นการวิเคราะห์ด้วยเอชแอลเอ็ม แต่ก็มีข้อจำกัดด้านการอธิบายถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรที่มีอยู่ตามสภาพธรรมชาติของข้อมูล การขจัดออกซึ่งข้อจำกัดนี้ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและพัฒนารูปแบบการวิเคราะห์พหุระดับ ที่สามารถให้สารสนเทศด้านความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในแต่ละระดับได้ด้วย โดย Jan de Leeuw (อ้างถึงใน Raudenbush and Bryk , 1992)

ได้กล่าวว่า หากนักวิจัยขยายรูปแบบการวิเคราะห์ออกไป จนสามารถสร้างโมเดลการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับได้อย่างสมเหตุสมผลแล้ว ย่อมคาดหวังถึงผลการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำมากขึ้น

อาจกล่าวได้ว่า บทสรุปของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุทั้งในปัจจุบันและอดีตที่ผ่านมานั้น เป็นการวิเคราะห์ที่ตัวแปรทุกตัวทั้งตัวแปรภายนอก (exogenious variables) ตัวแปรคั่นกลาง (intervening variables) และตัวแปรภายใน (endogenous variables) อยู่ในระดับเดียวกันทั้งหมด แต่ตามสภาพความเป็นจริงแล้ว ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ย่อมอยู่ในลักษณะของข้อมูลพหุระดับด้วย (สำเริง บุญเรืองรัตน์, 2538) ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอแนวคิดบื้องต้นของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ทั้งในระดับนักเรียน และระดับชั้นเรียน ดังนี้

4.2 การวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับในระดับนักเรียน (causal micro model)

โมเดลการวิเคราะห์ระดับที่หนึ่ง (causal micro model) สามารถอธิบายได้ในรูปของการวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร โดยอิทธิพลระหว่างตัวแปร จะมีทั้งอิทธิพลทางตรง และอิทธิพลทางอ้อม ของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ ในระดับนักเรียนด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มนั้น จะเริ่มกระบวนการวิเคราะห์จากขั้นตอนของ Null Model ซึ่ง ศิริชัย กาญจนวาสี (2535) ได้นำเสนอไว้ในหลักการของการวิเคราะห์พหุระดับ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ขั้น Simple Model ต่อไป ทั้งนี้หากยึดแนวทางการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มแล้ว จะสามารถวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับในโมเดลการวิเคราะห์ระดับนักเรียน ได้ดังนี้

4.2.1 การวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (fixed effect)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบว่า ตัวแปรอิสระ และค่าคงที่ (intercept) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามในการวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยเอชแอลเอ็มจะใช้ t-test ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับอิทธิพลดังกล่าวจากทุกหน่วยการวิเคราะห์ ว่ามีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ ถ้าไม่เป็นศูนย์แสดงว่าตัวแปรอิสระ และค่าคงที่ (intercept) มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามในการวิเคราะห์ถดถอยด้วยเอชแอลเอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิเคราะห์ที่ได้ จะเป็นตัวบ่งชี้ความมีนัยสำคัญทางสถิติของเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ตามโมเดลการวิเคราะห์ระดับนักเรียน ทั้งนี้ จะต้องทำการวิเคราะห์ตามจำนวนตัวแปรตามของแต่ละสมการถดถอยในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน เพื่อให้สามารถพิจารณาเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุได้ครบถ้วน

ทั้งนี้หากพบว่าเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุใดที่อิทธิพลคงที่ (fixed effect) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยอาจพิจารณาตัดเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุนั้นออกจากโมเดล ผลการวิเคราะห์ที่ได้นอกจากจะทำให้ทราบถึงอิทธิพลคงที่ของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามแต่ละตัว ตามโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแล้ว ยังสามารถคำนวณค่า R^2

(coefficent of determination) หรือค่าประสิทธิภาพการพยากรณ์ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์ความสอดคล้องโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีการของสเปค (Specht,1975 อ้างถึงใน Pedhazur, 1982) ตลอดจนสามารถนำค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานที่ได้ ไปวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ (decomposition of correlation) เพื่อพิจารณาปริมาณผลกระทบทางตรง (direct effect) ผลทางอ้อม (indirect effect) และผลกระทบรวม (total effect)ของตัวแปรในโมเดลการวิเคราะห์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนได้

4.2.2 การวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม (random effects)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบว่า ค่าคงที่ (intercept) และสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ที่ได้จากการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน มีความผันแปร (varry) ระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยเอชแอลเอ็มจะใช้ χ^2 ทดสอบความแปรปรวนของค่าคงที่และสัมประสิทธิ์การถดถอยดังกล่าว ว่ามีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ ถ้าไม่เป็นศูนย์ หรือค่า χ^2 มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็แสดงว่าค่าคงที่และสัมประสิทธิ์การถดถอย มีความผันแปรระหว่างห้องเรียนเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระในระดับชั้นเรียนมาอธิบายความผันแปรดังกล่าว หรือหมายความว่า เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ(หรือสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละค่า) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามที่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม น่าจะได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียน แต่หาก χ^2 ที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็แสดงว่าค่าคงที่และสัมประสิทธิ์การถดถอย ไม่มีความผันแปรระหว่างห้องเรียนเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระในระดับชั้นเรียนมาอธิบายความผันแปรดังกล่าว และสามารถตั้งให้ข้อจำกัดในการวิเคราะห์ได้ โดยการควบคุมให้มีค่าเป็นศูนย์ (constrain to zero) (Raudenbush and Bryk, 1992)

ประเด็นสำคัญประการหนึ่งที่ต้องพิจารณา คือ การวิเคราะห์อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มดังกล่าวข้างต้นจะต้องทำการวิเคราะห์ทั้งโมเดลเชิงสาเหตุแบบเต็มรูป (full model) และโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐาน (proposed model) ทั้งนี้เพื่อให้ได้โมเดลเชิงสาเหตุสุดท้ายหรือโมเดลแต่งใหม่ (trimmed model) ที่มีลักษณะประหยัด (parsimony) ก่อนที่จะทำการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ต่อไป

4.2.3 การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (testing of goodness of fit)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบว่าโมเดลการวิเคราะห์ที่สร้างจากกรอบทฤษฎีของผู้วิจัย อันเป็นโมเดลตามสมมติฐาน (proposed model) มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากน้อยเพียงไร ในทางปฏิบัติแล้วสามารถทำได้โดยการนำเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากโมเดลตามสมมติฐานมาเปรียบเทียบกับเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของโมเดลเต็มรูป (full model) อันเป็นโมเดลที่ระบุได้พอดี (just identified model) เพราะมีค่าตรงกับเมทริกซ์ของข้อมูล (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

เนื่องจากโปรแกรมเอชแอลเอ็ม มุ่งวิเคราะห์พหุระดับด้วยหลักการของการวิเคราะห์การถดถอบแบบสุ่ม (random – coefficients regression model) ตลอดจน

ไม่มีกระบวนการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ในคราวเดียวกันดังเช่นการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรล (LISREL) ดังนั้นเราจะสามารถทำการทดสอบสมมติฐานศูนย์ (null hypothesis, H_0) ที่ว่าโมเดลตามสมมติฐานสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการใช้ χ^2 - test ระหว่างเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากโมเดล กับเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ (observed correlation matrix) ที่องศาของความเป็นอิสระเท่ากับจำนวนเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่สมมุติให้มีผลเป็นศูนย์ (Specht, 1975 อ้างถึงใน Pedhazur, 1982) เมื่อ $\chi^2 = 0$ แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ทั้งสองเมทริกซ์มีค่าเท่ากัน หรือโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลอย่างสมบูรณ์ แต่ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงใช้วิธีการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีของสเปค (Specht, 1975 อ้างถึงใน Pedhazur, 1982) โดยนำค่า R^2 ซึ่งแทนค่าประสิทธิภาพการพยากรณ์ (Coefficient of determination) มาจากผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ซึ่งศิริชัย กาญจนวาสี (2535) ได้นำเสนอไว้ ดังนี้

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

เมื่อ R^2 คือ ประสิทธิภาพการพยากรณ์

σ_1^2 คือ within - unit variance จากการวิเคราะห์ขั้น Null Model

σ_2^2 คือ within - unit variance จากการวิเคราะห์ขั้น Simple Model

การพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั้น พิจารณาจากการทดสอบนัยสำคัญของค่า Q จากค่า W (สูตรการคำนวณ ดูได้ที่ภาคผนวก) ถ้าค่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่าโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานอธิบายระบบของความสัมพันธ์ได้ไม่แตกต่างจากโมเดลเชิงสาเหตุเต็มรูป ซึ่งแสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐาน มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่ถ้า W มีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่า โมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐาน อธิบายระบบของความสัมพันธ์ได้แตกต่างจากโมเดลเชิงสาเหตุเต็มรูป ซึ่งแสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญ

ประเด็นสำคัญที่ควรพิจารณา คือ ถ้า Q จากการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีของสเปคมีค่าเป็น 1 χ^2 ที่คำนวณได้จะมีค่าเป็น 0 แสดงว่า χ^2 ไม่มีนัยสำคัญ โมเดลจะสอดคล้องกับข้อมูลอย่างสมบูรณ์ แต่ถ้า M มีค่าน้อยลง Q ก็จะมีค่าน้อยลง χ^2 จะมีค่ามากขึ้นและมีนัยสำคัญทางสถิติ จนทำให้โมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งนี้ความมีนัยสำคัญของ χ^2 อาจเป็นผลกระทบอันเนื่องมาจากขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นจึงควรพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง Q ควบคู่กันไปด้วย (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2536)

อนึ่ง หากโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ก็ควรมีการปรับแต่งโมเดลใหม่และทำการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลที่ปรับแต่งใหม่กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ตามขั้นตอนข้างต้น (นริศา อุปกูล, 2539) จนได้โมเดลเชิงสาเหตุในระดับนักเรียนใหม่ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อให้ทราบปริมาณผลกระทบทางตรง ผลกระทบทางอ้อม และผลกระทบรวมภายในโมเดลเชิงสาเหตุนั้น ตลอดจนนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ในระดับชั้นเรียนต่อไป

4.2.4 การวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (decomposition of correlation)ในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน

เป็นการวิเคราะห์ภายหลังจากการการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยนำโมเดลเชิงสาเหตุสุดท้ายที่ผ่านการปรับแต่งและทดสอบ จนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มาเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์นี้จะถือว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม จะสามารถแยกลักษณะความสัมพันธ์ออกเป็น 4 ส่วนย่อย ได้แก่

1.) ผลกระทบทางตรง (direct effect หรือ DE) เป็นความสัมพันธ์โดยตรงจากตัวแปรหนึ่ง ไปยังตัวแปรหนึ่ง ภายในโมเดลเชิงสาเหตุ

2.) ผลทางอ้อมทางอ้อม (indirect effect หรือ IE) เป็นความสัมพันธ์ทางอ้อมระหว่างตัวแปร ที่ส่งผ่านตัวแปรตัวแปรใด ๆ ในโมเดลเชิงสาเหตุ

3.) ผลที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ (unanalyzed component หรือ U) เป็นผลอันเนื่องมาจากความสัมพันธ์ไม่มีทิศทางของตัวแปรสาเหตุ

4.) ผลลวง (spurious component หรือ S) เป็นผลอันเนื่องมาจากความเป็นสาเหตุร่วมกัน (share a common cause) ของตัวแปรภายในโมเดลเชิงสาเหตุ

ผลรวมของ DE กับ IE เรียกว่า ผลกระทบรวม(total effect หรือ TE) ซึ่งแสดงผลเชิงสาเหตุทั้งหมด ส่วนผลรวมของ U และ S เป็นส่วนของความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ดังนั้นการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จึงประมาณค่าได้จาก ผลกระทบทางตรงและผลกระทบทางอ้อมเท่านั้น (Duncan, 1966; Blau and Duncan, 1967; Land, 1969 และ Hauser, 1969 อ้างถึงใน ปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์, 2527; ธีรพงศ์ แก่นอินทร์, 2533 ;ศิริชัย กาญจนวาสี,2536 ;นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

4.3 การวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ในระดับชั้นเรียน (causal macro model)

จากแนวคิดของการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน ที่นำเสนอไปแล้วในเบื้องต้น เมื่อทำการวิเคราะห์ต่อในระดับชั้นเรียน พบว่า การวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ในระดับชั้นเรียนนี้ จะนำค่าคงที่ (intercept) และค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย (ซึ่งผลการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่มหรือ Random Effect จะต้องมีความผันแปรระหว่างหน่วยการวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) มาเป็นตัวแปรตาม โดยใช้ตัวแปรอิสระระดับในระดับชั้นเรียน เป็นตัวพยากรณ์ ทั้งนี้การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรระดับชั้นเรียนที่มีต่อค่าคงที่ (intercept) และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรระดับนักเรียนนั้น จะอยู่ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Hypothetical Model ของโปรแกรมเอชแอลเอ็ม แต่การพิจารณาอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนนั้น โปรแกรมเอชแอลเอ็มไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนั้นจึงต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาตรฐานเช่น SPSS/PC$^+$ วิเคราะห์ประกอบด้วย ซึ่งจะสามารถวิเคราะห์ได้เฉพาะอิทธิพลคงที่เท่านั้น โดยในส่วนของอิทธิพลสุ่ม หรือความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน ตามหลักการของการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมแล้ว จะสามารถพิจารณาได้จากค่าคงที่และความชัน ซึ่งเป็นตัวแปรตามของการวิเคราะห์ระดับชั้นเรียน นั่นเอง ทั้งนี้ การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน กับข้อมูลเชิงประจักษ์ จะใช้วิธี ของสเปค เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน แต่ค่า R^2 นั้น จะนำมาจากผลการวิเคราะห์ด้วย SPSS/PC$^+$ ประกอบกับค่า R^2 ที่คำนวณจากผลการวิเคราะห์ด้วยเอชแอลเอ็ม ดังที่ ศิริชัย กาญจนวาสี (2535) เสนอไว้ ดังนี้

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

เมื่อ R^2 คือ ประสิทธิภาพในการพยากรณ์

T_1 คือ paramiter variance จากการวิเคราะห์ขั้น Simple Model

T_2 คือ paramiter variance จากการวิเคราะห์ขั้น Hypothetical Model

อนึ่ง การวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ในโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน จะอาศัยหลักการและวิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแทบทุกประการ แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือ การวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน จะใช้ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม SPSS/PC$^+$ ประกอบด้วย

ตอนที่ 5 โมเดลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยตัวแปรที่ผู้วิจัยคาดว่าจะมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นตัวแปรตามในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนเป็นประการสำคัญ แต่เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ดังนั้นการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนซึ่งมุ่งอธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรระดับชั้นเรียน (macro level) ที่มีต่อค่าคงที่ (intercept) และสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ที่มีอิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอเฉพาะหลักการ เหตุผล ตลอดจนทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับโมเดลเชิงสาเหตุในระดับนักเรียน (causal micro model) และโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน (causal macro model) ที่ใช้ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์รายห้องเรียน และสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นประการสำคัญ ดังต่อไปนี้

5.1 โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน (causal micro model)

โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยตัวแปรระดับนักเรียนที่ผู้วิจัยคัดเลือกมาจากงานวิจัยของ ประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ (2532) ตัวแปรตามที่เป็นตัวแปรภายในสุดของโมเดลเชิงสาเหตุ (endogeneous variable) คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวแปรคั่นกลาง (intervening variables) ประกอบด้วย แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และเชาวน์ปัญญา ส่วนตัวแปรภายนอก (exogeneous variable) คือ รายได้ของผู้ปกครอง ดังนี้

1.) <u>ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์</u> ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสำเร็จ หรือการบรรลุถึงจุดมุ่งหมายการศึกษาตัวหนึ่ง ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ในการจัดการชั้นเรียน (placement) การวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียน (diagnosis) การวัดความก้าวหน้าและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน (change) การทำนายหรือการพยากรณ์เพื่อการประเมิน ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง ถ้าการวัดผลสัมฤทธิ์วัดได้ตรงตามความสามารถของผู้เรียน ก็จะสามารถใช้ประโยชน์จากการวัดได้เต็มที่ (นริศา อุบ่กูล, 2539) ดังนั้นวิชาคณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาหนึ่งซึ่งถูกบรรจุไว้ในหลักสูตรการเรียนการสอนทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ศาสตร์และวิทยาการสาขาอื่น ๆ ตลอดจนถือเป็นรากฐานของการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่ทวีความสำคัญต่อการดำรงอยู่ของมนุษย์มากขึ้น

ดังนั้นการที่จะตรวจสอบว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ได้มากน้อยเพียงใดนั้น โดยทั่วไปมักพิจารณาจากผลสอบหรือคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ดังกล่าวนี้ ยังได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอื่น ๆ อีกเช่น ตัวแปรด้านพุทธิพิสัย ตัวแปรด้านจิตพิสัย

คุณภาพการสอนของครู ตลอดจนองค์ประกอบด้านลักษณะเฉพาะบุคคล ภูมิหลังทางเศรษฐกิจและสังคม องค์ประกอบด้านกลุ่มเพื่อน องค์ประกอบที่ติดตัวมาแต่กำเนิด เป็นต้น (L.Alexander and J.Simmons, 1975 ; Benjamin S.Bloom,1976 อ้างถึงใน ประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ, 2532 ; วราภรณ์ วิหคโต, 2536) ดังนั้นการพิจารณาอิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จึงต้องพิจารณาอย่างครอบคลุม โดยอาศัยพื้นฐานทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องอย่างมีเหตุมีผล

2.) <u>แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์</u> เมอเรย์ (Murray,1964 อ้างถึงใน นริศา อุปกูล, 2539) ได้กล่าวถึงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่า เป็นความต้องการที่อยู่ในจิตใจของมนุษย์ทุกคน ที่จะพยายามทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค และสุรางค์ โค้วตระกูล (2533) กล่าวถึงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่า เป็นแรงขับให้บุคคลพยามยามที่จะประกอบพฤติกรรม ที่จะประสบความสำเร็จตามมาตรฐานความเป็นเลิศที่ตนตั้งไว้ ดังนั้นแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จึงเป็นความปรารถนาของนักเรียนที่จะบรรลุถึงความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้นั่นเอง

จากการศึกษางานวิจัยของธีระพงศ์ แก่นอินทร์ (2531) ที่ได้ศึกษารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรบางตัว กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความรู้พื้นฐานเดิม กิจกรรมภาษาอังกฤษนอกชั้นเรียน กิจนิสัยในการเรียน ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การส่งเสริมการเรียนของครอบครัว คุณภาพการสอน ความถนัดในการเรียนภาษาต่างประเทศ และฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และอุทัย ตั้งคำ (2527) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพส่วนตัวของนักเรียน สภาพแวดล้อมทางบ้านและโรงเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลปรากฏว่า สภาพส่วนตัวของนักเรียน (เชาวน์ปัญญา ความรู้พื้นฐานเดิม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และวิธีการเรียน) เป็นตัวแปรที่สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกนี้ สุนันทา ประไพตระกูล (2535) ได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรคัดสรรกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรในองค์ประกอบด้านนักเรียน สภาพแวดล้อมทางบ้าน องค์ประกอบทางด้านครู สภาพแวดล้อมทางโรงเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับที่ปาจาเรสและมิลเลอร์ (Frank Pajares and M. David Miller, 1994) ได้กล่าวไว้ในการในการอภิปรายผลการวิจัยของเขาว่า เมื่อบุคคลมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หรือมีเป้าหมายที่จะทำงานใด ๆ ให้สำเร็จ บุคคลนั้น ก็จะพยาพยามที่จะทำงานนั้น ให้ประสบความสำเร็จให้ได้ตามที่มุ่งหวังไว้ แต่ถ้าบุคคลใดไม่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หรือมีต่ำ เขาก็จะทำงานนั้นอย่างไม่เต็มที่ ทำให้งานผลงานออกมาไม่ดีเท่าที่ควร

หรือไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เช่นเดียวกับการเรียนของนักเรียน นักเรียนคนใดที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง เขาก็จะพยายามเรียนหรือทำกิจกรรมที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเขา เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ จึงอาจกล่าวสรุปได้ว่าตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

3.) <u>เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์</u> คาร์เตอร์ วีกูด (Carter V. Good, 1959 อ้างถึงใน นริศา อุปกูล, 2539) ได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ว่า " เป็นความพร้อมของบุคคลที่จะแสดงออกในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง" นอกจากนี้ บลูม และคณะ (Benjamin S. Bloom and Others, 1971) ได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ว่า "เป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ภายหลังจากมีประสบการณ์ในสิ่งนั้น และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมที่จะสนองต่อสิ่งเร้านั้นไปในทางใดทางหนึ่ง หรือลักษณะใดลักษณะหนึ่ง" จากความหมายดังกล่าวจึงสามารถสรุปได้ว่า เจตคติเป็นความรู้สึก ความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ แสดงออกในรูปของความพึงพอใจ เห็นด้วย สนับสนุนหรือไม่เห็นด้วย หรือไม่ชอบในวิชาคณิตศาสตร์

ในการเรียนการสอน ไม่ว่าจะในวิชาก็ตาม ถ้าผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาที่เรียนในทางที่ดีแล้ว การเรียนการสอนในวิชานั้น ก็มีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จ ดังผลการศึกษาของ สุนันทา ประไพตระกูล (2535) และชิสา ศาสตรี (2531)ที่พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และผลการศึกษาของไมตรี อินทีประสิทธิ์ (2528) ที่ได้ศึกษาการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยองค์ประกอบบางประการของตัวนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ ความสามารถด้านการคำนวณ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นิสัยในการเรียน และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาจารีย์ วัชชวัลคุ (2527) และ เพ็ญ จรูญธรรมพินิจ (2530) ที่พบว่า เจตคติต่อวิชาที่เรียนเป็นตัวแปรที่มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับการศึกษาของ แอนสเลย์ (Glem James Endsley, 1984) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศ ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลการเรียนพีชคณิต และฮัลเพิร์น (Halpern, 1992 อ้างถึงใน Gallagher, 1994) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า" ผู้มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน "

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา ผู้วิจัยจึงคาดว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ น่าจะเป็นอีกตัวแปรหนึ่ง ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4.) <u>เชาวน์ปัญญา</u> เชาวน์ปัญญา คือความสามารถในการทำงานที่ต้องใช้สมอง ตลอดจนการปรับตัว แก้ปัญหาในการทำงานที่มีความสลับซับซ้อนให้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี (เดโช สวนานนท์, 2522 ; วราภรณ์ วิหคโต, 2536) เชาวน์ปัญญาไม่สามารถวัดได้โดยตรง จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัด ได้แก่แบบวัดเชาวน์ปัญญา ซึ่งมีหลายชนิดด้วยกัน เช่นแบบวัดแบบ

แอดวานซ์ โพรเกรสซิป แมทริซิส (Advance progressive matrices) ของ เจ ซี ราเวน ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบสอบซ้ำ (Re - test) อยู่ระหว่าง 0.75 ถึง 0.91 (J. C. Raven, 1965 อ้างถึงใน ประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ, 2532)

จากการศึกษาของ สุวิมล ว่องวาณิช (2523) ซึ่งทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างองค์ประกอบด้านเชาวน์ปัญญา ปัญหาส่วนตัว นิสัย และทัศนคติ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วหากลุ่มตัวทำนายที่ดีที่สุด พบว่าระดับสติปัญญา ปัญญหาส่วนตัว นิสัย และทัศนคติทางการเรียน มีความสัมพันธ์พหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งทิวา จันทนพศิริ (2537) และสุนทร ตั้นจี้ (2528) ซึ่งพบว่าระดับสติปัญญาส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ วราภรณ์ วิหคโต (2536) ซึ่งทำการวิเคราะห์ซ้ำตัวแปรพหุระดับที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เปรียบเทียบระหว่างเทคนิคโอแอลเอส เซพเพอร์เรท อิเควชั่น กับเทคนิคเอชแอลเอ็ม พบว่าเชาวน์ปัญญาซึ่งเป็นตัวแปรอิสระระดับนักเรียน (micro level) มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ทั้งนี้ ตัวแปรเชาวน์ปัญญายังมีความสัมพันธ์ทางบวกกับตัวแปรเจตคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกด้วย ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ตัวแปรเชาวน์ปัญญาเป็นตัวแปรอีกตัวหนึ่ง ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

5.) <u>รายได้ของผู้ปกครอง</u> รายได้ของผู้ปกครอง หมายถึงเงินเดือนหรือรายได้ที่ผู้ปกครองได้รับต่อเดือน จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า บิดามารดาที่มีรายได้สูง จะมีผลต่อการศึกษาของเด็ก กล่าวคือ มีทุนทรัพย์เพียงพอที่จะสนับสนุนต่อกิจกรรมการเรียนของเด็ก ทำให้ผลการเรียนของเด็กสูงกว่า เด็กที่ผู้ปกครองมีรายได้ต่ำ เช่นงานวิจัยของ เพ็ญพิมล คูศิริวิเชียร (2526) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่อยู่นอกเหนือความสามารถด้านสติปัญญาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่าองค์ประกอบที่อยู่นอกเหนือความสามารถด้านสติปัญญา คือรายได้ของครอบครัว เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีต่อการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ (2532) ที่ระบุว่ารายได้ของผู้ปกครอง เป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 นอกจากนี้ ผลการศึกษาของวราภรณ์ วิหคโต (2536) ซึ่งทำการวิเคราะห์ซ้ำตัวแปรพหุระดับที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เปรียบเทียบระหว่างเทคนิคโอแอลเอส เซพเพอร์เรท อิเควชั่น กับเทคนิคเอชแอลเอ็ม ยังพบว่าตัวแปรรายได้ผู้ปกครองมีความสัมพันธ์ทางบวกกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ตัวแปรรายได้ผู้ปกครองจึงเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อีกตัวแปรหนึ่ง

จากแนวคิดทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาเป็นเหตุผลสนับสนุน เพื่อตั้งสมมติฐานในรูปโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน (causal micro model) โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรตาม ดังนี้

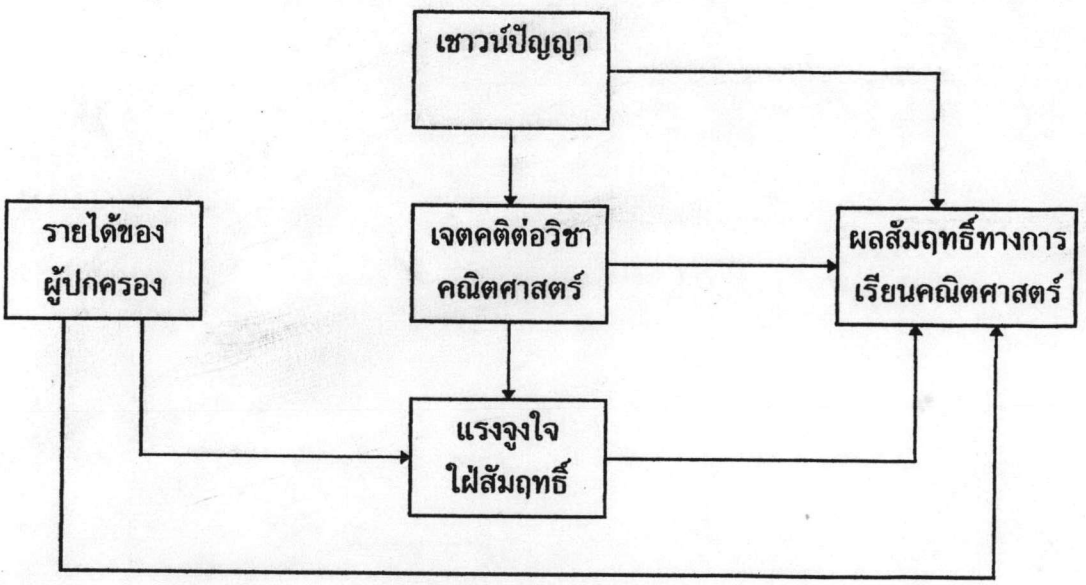
ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เชาวน์ปัญญา และรายได้ของผู้ปกครอง ส่วนตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ เชาวน์ปัญญาและรายได้ของผู้ปกครอง

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์คือเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และรายได้ของผู้ปกครอง ส่วนตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์คือเชาวน์ปัญญา

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ คือ เชาวน์ปัญญา

สามารถเขียนภาพแสดงโมเดลเชิงสาเหตระดับนักเรียนตามสมมติฐานได้ดังนี้

ภาพที่ 1 โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน แสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรระดับนักเรียน ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร



5.2 โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน (causal macro model)

โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยตัวแปรระดับชั้นเรียนที่ผู้วิจัยคัดเลือกมาจากงานวิจัยของ ประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ (2532) ตัวแปรตามที่เป็นตัวแปรภายใน ของโมเดลเชิงสาเหตุ (endogeneous variable) คือค่าคงที่ (intercept) หรือค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์รายห้องเรียนและสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ของตัว

แปรอิสระระดับนักเรียนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ ตัวแปรคั่นกลาง(intervening variables) ประกอบด้วย คุณภาพการสอนของครูและความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร ส่วนตัวแปรภายนอก (exogeneous variable) คือ ขนาดของโรงเรียน ดังนี้

5.2.1 โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่ใช้ค่าคงที่ (intercept) เป็นตัวแปรตาม

1.)ค่าคงที่ (intercept) หรือค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์รายห้องเรียน เนื่องจากเทคนิควิธิวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ได้ประยุกต์หลักการของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (path analysis) กับหลักการของการวิเคราะห์พหุระดับ (multilevel analysis) เข้าด้วยกัน หากตัวแปรตามจากการวิเคราะห์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นข้อมูลระดับบุคคล เมื่อนำมาวิเคราะห์ต่อในระดับชั้นเรียนแล้ว ตัวแปรตามดังกล่าวก็จะยกระดับขึ้นเป็นค่าเฉลี่ย ซึ่งเป็นข้อมูลระดับเดียวกันกับตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียน ซึ่งสามารถนำมาเป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์เชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนได้

2. คุณภาพการสอนของครู การสอนเป็นการจัดประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom, 1976 อ้างถึงในวราภรณ์ วิหคโต, 2536) พบว่าคุณภาพการสอนเป็นตัวแปรหนึ่ง ที่มีอิทธิพลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคุณภาพการสอนจะประกอบด้วยการชี้แนะ (cues) หมายถึงการบอกจุดมุ่งหมายการเรียนการสอน และกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจน การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน (participation) การเสริมแรงจากครู (reinforcement) การให้ข้อมูลย้อนกลับหรือการให้ผู้เรียนได้รู้ผลว่าตนเองได้กระทำได้ถูกต้องหรือไม่ (feedback) และการแก้ไขข้อบกพร่อง (correctives)

จากการศึกษางานวิจัยของโดลาน (Dolan,1980 อ้างถึงในรุ่งทิวา จันทนพศิริ, 2537) ที่ศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรด้านคุณภาพการสอน การเข้าร่วมโครงการในโรงเรียนของผู้ปกครอง และคุณลักษณะด้านอารมณ์และความรู้สึก ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าคุณภาพการสอนและ การเข้าร่วมโครงการ ต่างก็มีอิทธิพลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต่อมา กูด (Good, 1983) ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพการสอนของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า การสอนอย่างตั้งใจจริง และมีความเข้าใจในสังกัปของสิ่งที่สอน สามารถอธิบายความหมายได้ชัดเจน จัดกิจกรรมการสอนได้อย่างเหมาะสม โดยผ่านการเตรียมการสอนมาเป็นอย่างดีของครูที่ทดลองสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม ดังนั้นตัวแปรคุณภาพการสอนของครูจึงน่าจะมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วย

3. <u>ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน</u> ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน เป็นความเอาใจใส่ ส่งเสริมการเรียนการสอน และกิจกรรมทางวิชาการอื่น ๆ ของครูใหญ่ อาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการโรงเรียน โดยอภิรมย์ ณ นคร (2517) ได้กล่าวว่า การบริหารงานด้านวิชาการมีความสำคัญที่สุด ผู้บริหารโรงเรียนทุกคนควรรับผิดชอบงานวิชาการเป็นอันดับแรก เพราะหน้าที่ของโรงเรียนคือการให้การบริการทางวิชาการโดยการทำงานร่วมกับครู กระตุ้นครู ให้คำแนะนำและประสานงานให้ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นหมายความว่าหากผู้บริหารสามารถแสดงความเป็นผู้นำทางวิชาการให้เป็นที่ประจักษ์แล้ว ครูก็จะสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้เด็กนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุทัย ตั้งคำ (2528) , ประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ (2532) และปราณี จำนงเจริญ (2534) ซึ่งพบว่า ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน เป็นตัวทำนายที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้หากจะพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าว ให้อยู่ในรูปของค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามหลักการของการวิเคราะห์พหุระดับ ก็จะสามารถวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกัน

4. <u>ขนาดของโรงเรียน</u> ขนาดของโรงเรียน นับเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพทางการศึกษาตัวหนึ่งซึ่งวงการศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบัน งานวิจัยเกี่ยวกับขนาดของโรงเรียนที่ผ่านมา มักจะมีการใช้ตัวแปรขนาดของโรงเรียนในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรากฏให้เห็นอยู่เป็นประจำ เนื่องจากเป็นตัวแปรที่สามารถร่วมพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับตัวแปรอื่น ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังเช่นผลการวิจัยของ อุรี ลิ้มพิสุทธิ์ (2526) และ ประดิษฐ์ จิระเดชประไพ (2530) เป็นต้น ทั้งนี้ จากการศึกษารายงานสรุปประจำปีของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2534) พบว่า โรงเรียนขนาดใหญ่ จะมีผู้บริหารที่มีวุฒิทางการศึกษาอยู่ในระดับสูง ตั้งแต่ระดับปริญญาโทขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 78.75 ของโรงเรียนขนาดใหญ่ทั้งหมด ซึ่งคุณวุฒิทางการศึกษานี้ จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงภาวะผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียนที่สำคัญตัวหนึ่ง เพราะผู้บริหารผู้นั้นย่อมใช้หลักการ และความรู้ที่มีอยู่ บริหารการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากแนวคิดทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาเป็นเหตุผลสนับสนุน เพื่อตั้งสมมติฐานในรูปโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน (causal macro model) โดยมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรตาม ดังนี้

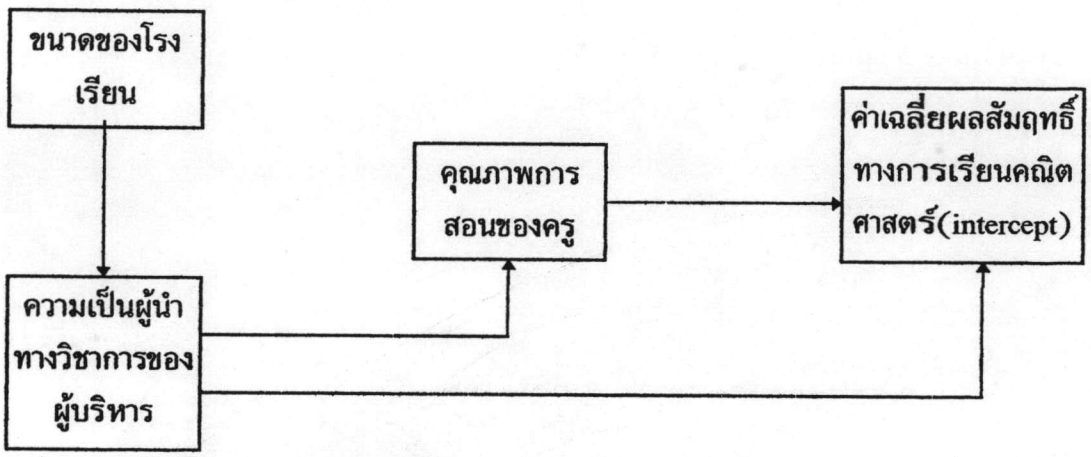
ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงต่อค่าคงที่ (intercept) คือ คุณภาพการสอนของครู และความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมต่อค่าคงที่ (intercept) ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงต่อคุณภาพการสอนของครู คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงต่อความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน คือขนาดของโรงเรียน

สามารถเขียนภาพแสดงโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานได้ดังนี้

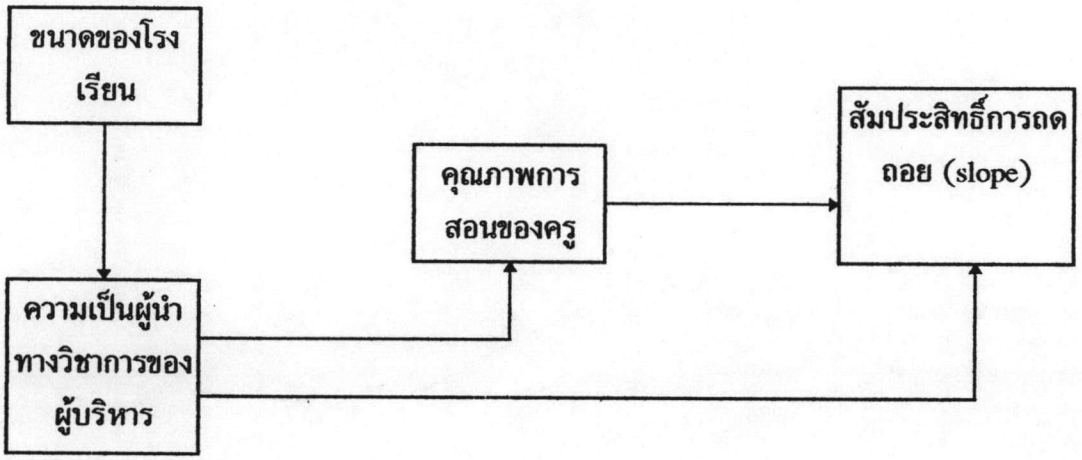
ภาพที่ 2 โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน แสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรระดับชั้นเรียน ที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร



5.2.2 โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) เป็นตัวแปรตาม

โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานที่ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นตัวแปรตามนี้ สามารถพิจารณาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในโมเดลได้เช่นเดียวกับโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน ที่ใช้ค่าคงที่เป็นตัวแปรตาม โดยสัมประสิทธิ์ถดถอยจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน จะถูกยกระดับเป็นตัวแปรตามระดับชั้นเรียนดังนี้

ภาพที่ 3 โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน แสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรระดับชั้นเรียน ที่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope)ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร



โมเดลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับที่ผู้วิจัยนำเสนอข้างต้น มีวัตุประสงค์เพื่อใช้เป็นโมเดลตรวจสอบประสิทธิผลของเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นสำคัญ เป้าหมายหลักของการวิเคราะห์ ในระดับนักเรียนจะมุ่งไปที่ความมีนัยสำคัญทางสถิติของอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรในโมเดลเชิงสาเหตุ โดยยึดถือเอาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวแปรสำคัญ ทั้งนี้หากผลการวิเคราะห์ระดับนักเรียน พบว่าตัวแปรตามในการวิเคราะห์ถดถอยสมการอื่น มีความผันแปรระหว่างหน่วย ก็สมควรจะนำไปวิเคราะห์ต่อในระดับชั้นเรียนด้วย ส่วนการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนในการวิจัยครั้งนี้ จะมุ่งสนใจไปยังค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ซึ่งเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อันเนื่องมาจากตัวแปรระดับนักเรียน (เช่นเชาวน์ปัญญา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์) เป็นหลัก

อนึ่งสำหรับการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน ที่ใช้ค่าคงที่และสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรในสมการถดถอยอื่น ๆ เป็นตัวแปรตามนั้น จะใช้ระบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน เช่นเดียวกับโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานระดับชั้นเรียน ที่มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์การถดถอยซึ่งเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวแปรตาม

หลักการและแนวคิดของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับที่ผู้วิจัยนำเสนอไปทั้งหมดข้างต้น เป็นแนวคิดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยยึดหลักการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (path analysis) แบบวิเคราะห์ถดถอยตัวแปรในโมเดลเป็นลำดับขั้นประกอบกับหลักการวิเคราะห์พหุระดับ (multilevel analysis) ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ซึ่งเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ Null

I17220348

Model การวิเคราะห์ Simple Model และ Hypothetical Model มีการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุแต่ละระดับด้วยวิธีของสเปค ตลอดจนการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อให้ทราบอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลรวม ภายในโมเดลเชิงสาเหตุ ซึ่งนับเป็นวิธีวิทยาทางการวิจัยที่ยังไม่มีผู้ใดพัฒนามาก่อน ทั้งนี้ผู้วิจัยคาดหวังไว้ว่าจะทำให้การวิเคราะห์และแปลความหมายผลการวิจัย มีความความสอดคล้องกับโครงสร้างและระดับข้อมูล ตลอดจนความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในโมเดลการวิเคราะห์แต่ละระดับ อันเป็นทางเลือกใหม่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลของนักวิจัย ในอนาคตต่อไป