



## บทที่ 2

### วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มุ่งเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลการเรียนทางสิ่งแวดล้อมที่ได้จากการวิเคราะห์ระหว่างโปรแกรมเอชแอลเอ็มและโปรแกรมลิสเรล ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 4 ตอน คือ ตอนที่ 1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม และทฤษฎีการเรียนรู้ในชั้นเรียน ตอนที่ 2 แนวคิดในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับโปรแกรมเอชแอลเอ็มและการประยุกต์ใช้โมเดลพัฒนาการเชิงเส้นในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาว และตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับโปรแกรมลิสเรลและการประยุกต์ใช้โมเดลพัฒนาการตัวแปรแฝงในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาว

#### **ตอนที่ 1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม**

##### หลักการของการจัดสิ่งแวดล้อมศึกษา

จากการศึกษาเกี่ยวกับหลักการจัดสิ่งแวดล้อมศึกษาของ UNESCO (1977) Allen (1977) เกษม จันทร์แก้ว และประพันธ์ โกยสมบุรณ์ (2525) วินัย วีระพัฒนานนท์ (2532) และหิงใจ ไวยกุล (2539) ได้สรุปว่าการจัดสิ่งแวดล้อมศึกษาควรตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักการดังต่อไปนี้

1. จัดสิ่งแวดล้อมศึกษาให้ครอบคลุมสิ่งแวดล้อมในทุกด้าน
2. การจัดสิ่งแวดล้อมศึกษาควรเป็นกระบวนการศึกษาตลอดชีวิต
3. เป็นการให้การศึกษาในลักษณะสหวิทยาการ
4. ควรบูรณาการ (integrate) สิ่งแวดล้อมศึกษาให้อยู่ในทุกรายวิชา เช่น วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา สุขศึกษา

5. ควรให้ผู้เรียนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาสิ่งแวดล้อม

6. ผู้เรียนควรได้เข้ามามีส่วนร่วมในการวางแผนประสบการณ์การเรียนรู้ และการเรียนการสอนควรเน้นการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และเนื้อหาในการเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม และร่วมมือป้องกัน และแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม
8. เน้นให้ผู้เรียนได้คิดเชิงวิพากษ์ (critical thinking) และมีทักษะในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

##### จุดมุ่งหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษา

จากงานวิจัยของ ไกรวิทย์ วรพิพัฒน์ (2524) เกษม จันทร์แก้ว (2525) วินัย วีระพัฒนานนท์ (2532) Stapp (1974) UNESCO (1976) และ Ellis (1981) สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษานั้นควรมีลักษณะดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม รวมทั้งปัญหาบทบาทและหน้าที่ของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อให้เกิดความตระหนักและความสนใจในการใช้และการอนุรักษ์โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม
3. เพื่อให้เกิดความสามารถในการคิด และตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม
4. เพื่อสร้างเจตคติ ค่านิยม และความรับผิดชอบ ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
5. เพื่อให้สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมไปใช้ในการดำรงชีวิตได้อย่างผสมกลมกลืนกับสภาพแวดล้อม

### หลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษา

นักวิชาการสิ่งแวดล้อมของไทย และผู้วางแผนการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม นับเป็นผู้ที่มีส่วนสำคัญในการร่วมกันผลักดันให้ สิ่งแวดล้อมศึกษา ได้ไปปรากฏอยู่ในหลักสูตรการศึกษาของไทยในรูปแบบต่างๆ กันเกือบทุกระดับการศึกษาตั้งแต่ปี 2521 ( วินัย วีระวัฒนานนท์, 2532) เป็นต้นมา ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) หลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษาจะเห็นได้ชัดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาบังคับแกน ตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ในรายวิชา ว 101 - ว 306 ซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ขณะเดียวกันก็มีการบูรณาการเข้าไปในรายวิชาสังคมศึกษา ในวิชาบังคับแกน ได้แก่ ส 101 -ส 306 และในรายวิชาบังคับเลือกอื่นๆอีก คือ ส 071 ( ท้องถิ่นของเรา 1) ส 053 ( ประชากรกับสิ่งแวดล้อม) ส 026 (เอเชียตะวันออกเฉียงใต้) ส 027 (โลกในยุคปัจจุบัน) ส 017 (จริยธรรมกับบุคคล) ส 011 (สังคมและวัฒนธรรมไทย) ส 052 (ประชากรศึกษา) ส061 (ภูมิศาสตร์เบื้องต้น) นอกจากนี้ในกลุ่มวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษาแล้วยังปรากฏให้เห็นในรายวิชา สุขศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ปัญหาสุขภาพที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมและการประกอบอาชีพในปัจจุบัน) กลุ่มวิชาศิลปะในรายวิชาบังคับแกน ศ 101-ศ 306 และในรายวิชาบังคับเลือกในกลุ่มวิชาศิลปะอีกด้วย

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2520) ได้จัดเนื้อหาสิ่งแวดล้อมให้ผู้เรียนมีแนวความคิดที่สำคัญ 5 ด้าน คือ ด้านระบบนิเวศ ด้านประชากร ด้านเศรษฐศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการตัดสินใจทางสิ่งแวดล้อม และด้านจรรยาบรรณสิ่งแวดล้อม จากแนวคิดทั้ง 5 ด้านจัดแบ่งเนื้อหาสิ่งแวดล้อมได้ดังต่อไปนี้

1. สิ่งที่อยู่บนผิวโลก สิ่งมีชีวิต ได้แก่ พืช สัตว์ จุลชีววัน สิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ น้ำ อากาศ ดิน หินแร่
2. แหล่งพลังงานเบื้องต้นที่สำคัญจากดวงอาทิตย์ การใช้และการเปลี่ยนรูปพลังงาน
3. สิ่งมีชีวิตจะดำรงอยู่ได้ต้องอาศัย แร่ธาตุ อากาศ น้ำ และแสงแดด
4. การสร้างอาหารของพืชและสัตว์
5. ความสัมพันธ์ระหว่างพืช สัตว์ ห่วงโซ่อาหาร การถ่ายทอดพลังงาน
6. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิต
7. ชนิดของสิ่งแวดล้อม
8. ทรัพยากรธรรมชาติ และการอนุรักษ์
9. ปัญหาที่เกิดแก่สิ่งแวดล้อม และการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้สิ่งแวดล้อม

ณรงค์ ศรีสนิท (2524) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความรู้และเจตคติต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักศึกษาวิทยาลัยครูในสวนกลาง" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียนสายวิทยาศาสตร์และสายวิชาสังคมศาสตร์ จำนวน 701 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความรู้ในระดับปานกลาง นักศึกษาหญิงมีความรู้ดีกว่านักศึกษาชาย นักศึกษาที่มีภูมิลำเนาอยู่ในภาคต่างๆกัน มีความรู้แตกต่างกัน นักศึกษาที่บิดาหรือมารดามีอาชีพต่างกัน จะมีความรู้เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม ไม่แตกต่างกัน ส่วนในด้านเจตคติต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมพบว่า นักศึกษาทั้งหมดมีเจตคติต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมในทางบวก โดยนักศึกษาชายมีเจตคติในทางบวกมากกว่านักศึกษาหญิง นักศึกษาที่มีภูมิลำเนาอยู่ในภาคต่าง ๆ กันมีเจตคติต่างกัน ในด้านความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และเจตคติต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักศึกษาพบว่า มีความสัมพันธ์กันในทางบวก

ศิริพร หงส์พันธ์ (2527) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความรู้ เจตคติ การปฏิบัติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ของนักเรียนผู้ใหญ่อายุระดับ 5 ในเขตการศึกษา 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ความรู้ เจตคติ และการปฏิบัติเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ของนักศึกษาผู้ใหญ่ระดับ 5 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ เจตคติ และการปฏิบัติเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ โดยใช้แบบวัดและแบบทดสอบ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาผู้ใหญ่ระดับ 5 มีความรู้ การปฏิบัติ เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษสูง และพบว่า ความรู้กับเจตคติ และเจตคติกับการปฏิบัติ เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ส่วนความรู้กับการปฏิบัติเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

ปริศนา ไจทน (2529) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การเปรียบเทียบความรู้เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัด กรุงเทพมหานคร จำนวน 476 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชายและหญิงที่มีความรู้เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมสูง มีความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันสูงกว่านักเรียนเพศเดียวกัน ที่มีความรู้เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในระดับกลางและต่ำ นักเรียนชายและหญิงที่มีความรู้เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมปานกลาง มีความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันสูงกว่านักเรียนเพศเดียวกัน ที่มีความรู้เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในระดับต่ำ

จารุสิทธิ์ ประเสริฐาณิช (2530) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความรู้ และความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตกรุงเทพมหานคร เกี่ยวกับมลพิษทางสภาวะแวดล้อม" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 500 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับมลพิษทางสภาวะแวดล้อมในระดับสูง โดยนักเรียนหญิงมีความรู้เกี่ยวกับมลพิษทางสภาวะแวดล้อมสูงกว่านักเรียนชาย นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความคิดเห็นเกี่ยวกับมลพิษทางสภาวะแวดล้อมของคนกรุงเทพมหานครแตกต่างกัน

ชาติชาย อ่อนเจริญ (2533) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความรู้และความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสมุทรปราการ เกี่ยวกับมลพิษทางสิ่งแวดล้อม" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 345 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับมลพิษทางสิ่งแวดล้อมในระดับปานกลาง โดยนักเรียนหญิงมีความรู้สูงกว่านักเรียนชาย สำหรับนักเรียนที่อยู่ในแหล่งที่ตั้งของโรงเรียนแตกต่างกันจะมีความรู้แตกต่างกัน และพบว่าระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับมลพิษทางสิ่งแวดล้อมขึ้นอยู่กับ เพศ แผนการเรียน และแหล่งที่ตั้งของโรงเรียน

พริ้มเพรา จิตเป็นชม (2533) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความรู้ ทักษะคิด และการปฏิบัติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครเกี่ยวกับมลภาวะในสิ่งแวดล้อม" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 500 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรู้ ทักษะคิด และการปฏิบัติเกี่ยวกับมลภาวะในสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดี นักเรียนได้รับความรู้ส่วนใหญ่จากอาจารย์ รองลงมาคือสื่อมวลชน เมื่อเปรียบเทียบความรู้ ทักษะคิด และการปฏิบัติเกี่ยวกับมลภาวะในสิ่งแวดล้อมระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงพบว่ามีความแตกต่างกัน และไม่มี ความแตกต่างเกี่ยวกับระดับการศึกษาของผู้ปกครอง

พรพนัทร พานิชเจริญ (2534) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความรู้ ทักษะคิดและการปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในกรุงเทพมหานคร เกี่ยวกับภาวะมลพิษในสิ่งแวดล้อม" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 648 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรู้ เกี่ยวกับภาวะมลพิษในสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีทักษะคิด และการปฏิบัติเกี่ยวกับภาวะมลพิษในสิ่งแวดล้อมในระดับดี นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะคิด และการปฏิบัติเกี่ยวกับภาวะมลพิษในสิ่งแวดล้อม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นภาพรพรรณ สุภวรรณเววีฉณ์ (2537) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความรู้ ทักษะคิด และการปฏิบัติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 560 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรู้ ทักษะคิด และการปฏิบัติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในระดับดี โดยนักเรียนหญิงมีความรู้ และทักษะคิดดีกว่านักเรียนชาย ในเรื่องของ การปฏิบัติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมนักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีการปฏิบัติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบตามที่ตั้งของโรงเรียน พบว่า นักเรียนในเขตอำเภอเมืองและอำเภออื่นมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมไม่ต่างกัน และนักเรียนในเขตอำเภออื่นมีทักษะคิด และการปฏิบัติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมดีกว่านักเรียนในเขตอำเภอเมือง

เกศรา พิทยภาณ (2539) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและพฤติกรรมสิ่งแวดล้อมตามการรับรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรุงเทพมหานคร" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 480 คน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนร้อยละ 47.80 มีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมดีมาก และร้อยละ 52.20 มีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับพอใช้ถึงยังต้องแก้ไข ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและพฤติกรรมสิ่งแวดล้อมตามการรับรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน

งานวิจัยภายในประเทศ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาได้แก่ นักเรียน นักศึกษา ระดับต่างๆ ครู-อาจารย์ และผู้ประกอบการ งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการสำรวจ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จากผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ เพศ ภูมิสำเนา แหล่งที่ตั้งของโรงเรียน แผนการเรียน การศึกษานอกสถานที่ การศึกษาผ่านสื่อมวลชน เป็นต้น

#### งานวิจัยในต่างประเทศ

Gilbertson (1990) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม: การศึกษานอกสถานที่ และผลของความรู้ และทัศนคติด้านสิ่งแวดล้อม" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 6 ในรัฐมิชิแกน ที่ผ่านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมนอกสถานที่มาแล้วอย่างน้อย 1 คอร์ส ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสิ่งแวดล้อมมากกว่าหลักการทางนิเวศวิทยา นักเรียนที่เข้าร่วมฝึกประสบการณ์ มีความเข้าใจในเรื่องราวของสิ่งแวดล้อมมากขึ้น และไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ได้ฝึกประสบการณ์นอกสถานที่กับกลุ่มที่ไม่ได้ฝึกประสบการณ์นอกสถานที่

Gambro (1991) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การสำรวจรูปแบบและโครงสร้างของความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 12 ในโรงเรียนที่มีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมต่ำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อมแต่ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา และตัวแปรด้านภูมิหลัง ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม มีผลต่อความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

Depree (1992) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การประเมินความเปลี่ยนแปลงความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ระหว่างการเรียนวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 111 คน เป็นกลุ่มทดลอง 86 คน และกลุ่มควบคุม 25 คน ซึ่งจะทำการทดสอบในเรื่องความรู้ แหล่งข้อมูลข่าวสาร ความตระหนัก ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน 10 สถานการณ์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีความรู้เพิ่มอย่างมีนัยสำคัญโดยกลุ่มควบคุมไม่มีการเพิ่มของคะแนน คะแนนที่เพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันตามเพศ ระดับการศึกษา ทั้งสองกลุ่มมีความตระหนักในเรื่องสภาวะมลพิษของแหล่งที่อยู่อาศัย

Manning (1992) ได้ทำการวิจัยเรื่อง " การศึกษาความรู้และทัศนคติ ของนักเรียนมัธยมศึกษา ในเมืองเพอร์เมียม รัฐเท็กซัส " การศึกษาค้นคว้าส่วนหนึ่งของการวิจัยของ เพอร์ก (Perkes) มาศึกษา โดยทำการประเมินความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เพศ ระดับเกรด ขนาดของโรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ เพศ ระดับเกรด และขนาดโรงเรียนมีความแตกต่างกัน

Alan (1996) ได้ทำการวิจัยเรื่อง " การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาความรู้และทัศนคติ" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาในรัฐมิสซิสซิปปี จำนวน 328 คน สถิติที่ใช้ สหสัมพันธ์เพียร์สัน และ ANOVA ผลการวิจัยพบว่า การสอนและการจัดประสบการณ์ในการสอนของครูมีผลต่อการพัฒนาความรู้ และทัศนคติ

Zimmermann (1996) ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวกับ ความรู้ และสิ่งที่มีผลต่อการศึกษาลingkungan ตั้งแต่ปี 1979-1993 ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่ส่งผลทำให้การศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันคือ จริยธรรมที่แตกต่างกัน เพศที่แตกต่างกัน ความรู้ที่แตกต่างกันซึ่งมาจากปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อความรู้ และสื่อมวลชนต่างๆ

งานวิจัยในต่างประเทศ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับต่างๆ ส่วนใหญ่ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจสิ่งแวดล้อม ทัศนคติ และพฤติกรรม ผลการวิจัยพบว่า ความรู้สิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กับเจตคติ และพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อม ปัจจัยที่ส่งผลต่อความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ เพศ ภูมิฐานะ การอ่านหนังสือพิมพ์และวารสาร การจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อมของโรงเรียน

### สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยภายในต่างประเทศและต่างประเทศได้ข้อสรุปดังนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน นักศึกษา ระดับต่างๆ ครู-อาจารย์ และผู้ปกครอง งานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจสิ่งแวดล้อม ทัศนคติ และพฤติกรรม จากผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ เพศ ภูมิฐานะ เจตคติ ขนาดครอบครัว แหล่งที่ตั้งของโรงเรียน การอ่านหนังสือพิมพ์และวารสาร การจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อมของโรงเรียน แผนการเรียน การศึกษานอกสถานที่ การศึกษาผ่านสื่อมวลชน เป็นต้น

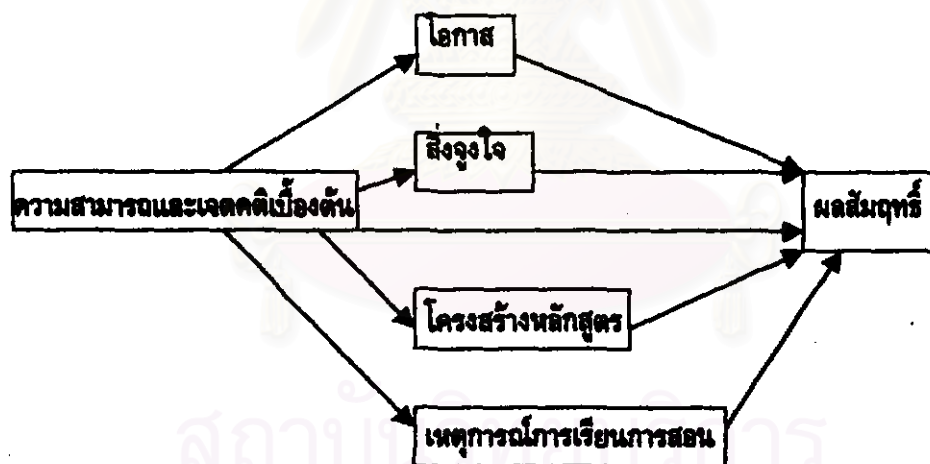
### แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ในชั้นเรียน

เนื่องจากความสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำให้มีผู้สนใจศึกษา และเสนอแนวคิดเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน รูปแบบที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ในชั้นเรียนมีดังต่อไปนี้

### รูปแบบการเรียนรู้ของ Cooley-Leinhardt

มีจุดเน้นที่ความสัมพันธ์ระหว่าง การฝึกปฏิบัติในโรงเรียน ( school practice ) กับสมรรถภาพที่เกิดขึ้น ( school performance) โดยที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน มีผลมาจากความสามารถเบื้องต้น (initial abilities) โอกาส(opportunity) สิ่งจูงใจ(motivators) โครงสร้างหลักสูตร(curriculum structure) และเหตุการณ์การเรียนการสอน (instructional events)โดยที่ โอกาส สิ่งจูงใจ โครงสร้างหลักสูตร และเหตุการณ์การเรียนการสอน เป็นตัวแปรในกระบวนการเรียนรู้

โดยได้ให้คำนิยามของโอกาสว่า เป็นจำนวนเวลาที่นักเรียนสามารถใช้ทำงานหรือเรียนเนื้อหาเฉพาะอย่าง และสิ่งจูงใจไม่ว่าจะเป็นภายในหรือภายนอก คือพฤติกรรมและเจตคติที่ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ โครงสร้างหลักสูตรนั้นเกี่ยวกับหลักสูตรรวมทั้งการจัดระบบ และการเรียงเนื้อหาในหลักสูตร สำหรับเหตุการณ์การเรียนการสอน เกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์การสอนระหว่างบุคคล บัจจุบันทั้ง 4 สามารถอธิบายความแปรปรวนของสมรรถภาพที่เกิดขึ้นได้โดยยังไม่ได้ นำ ความสามารถและเจตคติเบื้องต้น ซึ่งมีความหมายครอบคลุมถึงความสามารถทั่วไป (general ability) ผลสัมฤทธิ์เดิม และเจตคติต่อโรงเรียน เพื่อน ครู รูปแบบการเรียนรู้ของ Cooley-Leinhardt แสดงได้ดังแผนภาพที่ 1

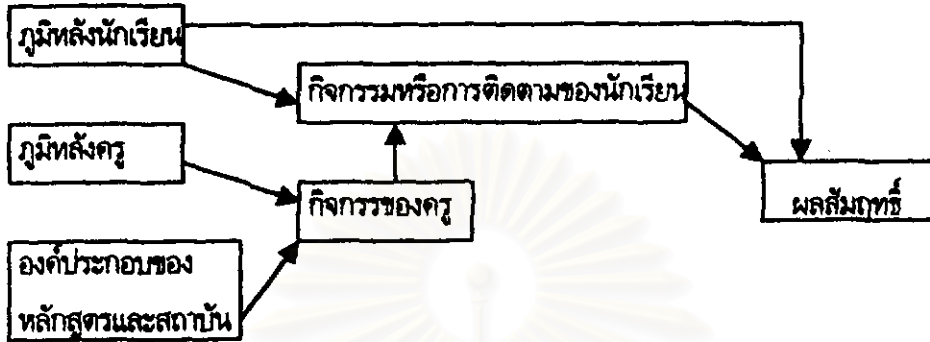


แผนภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้ของ Cooley-Leinhardt

### รูปแบบของ Harnischfeger - Wiley

ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้เมื่อ ค.ศ. 1976 โดยอาศัยบางส่วนจากแนวคิดพื้นฐานของแคร์รอล และอิทธิพลจากบลูม (Haertel et al, 1983) รูปแบบของ Harnischfeger - Wiley ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนการสอนมากที่สุดโดยถือว่า ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนทั้งหมด เป็นผลมาจากการจัดกระทำผ่านกิจกรรมของนักเรียน นอกจากนั้นยังมีอิทธิพลมาจากภูมิหลัง (background characteristic) ซึ่งประกอบไปด้วย ภูมิหลังของนักเรียน ภูมิหลังของครู และองค์ประกอบของหลักสูตรและสถาบัน ส่วนในด้านกระบวนการเรียนการสอน ประกอบด้วย กิจกรรมของครู และกิจกรรมของนักเรียน ซึ่งจะเป็นตัวกำหนด

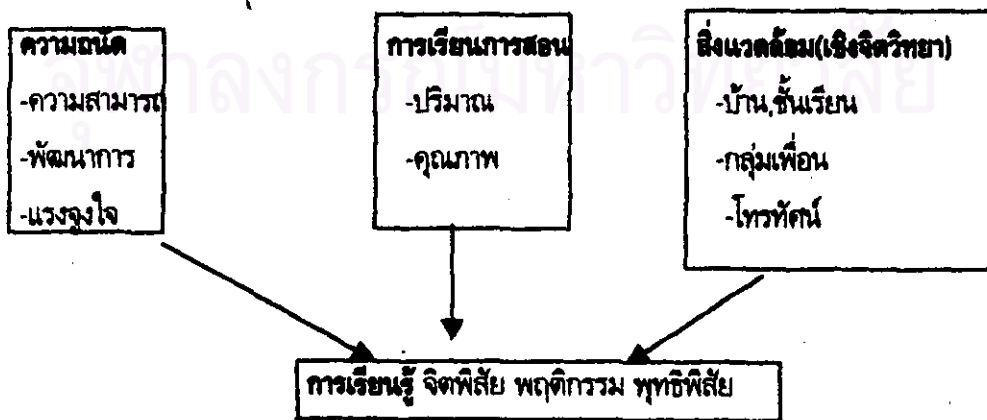
กิจกรรมหรือการติดตามนักเรียน ในทางกลับกันกิจกรรมหรือการติดตามของนักเรียน และภูมิหลังของนักเรียนจะเป็นตัวกำหนดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน รูปแบบของ Hamischfeger - Wiley แสดงดังภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 รูปแบบการเรียนรู้ของ Hamischfeger - Wiley

**รูปแบบการเรียนรู้ของ Walberg**

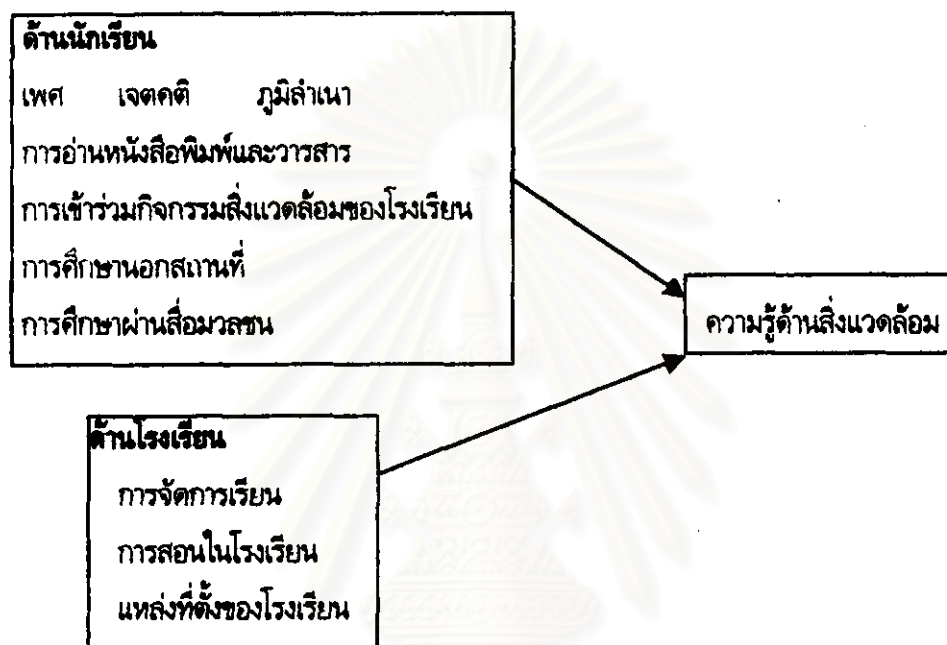
Walberg (1984) เสนอทฤษฎีผลผลิตทางการศึกษาโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์งานวิจัย ผลผลิตทางการศึกษา ประกอบด้วย การเรียนรู้ ด้านจิตพิสัย (affective) ด้านพุทธิพิสัย (cognitive) และ ด้านพฤติกรรม (congnitive) โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตการศึกษา ประกอบด้วย ด้านความถนัด (aptitude) ซึ่งเป็นความสามารถของผู้เรียน (ability) พัฒนาการ (age-develop) และแรงจูงใจ(motivation) ด้านการเรียนการสอน(instruction) ได้แก่ปริมาณการเรียนการสอน และคุณภาพการเรียนการสอน และด้านสิ่งแวดล้อมเชิงสังคม-จิตวิทยา-การศึกษา ได้แก่ สิ่งแวดล้อมทางบ้าน สิ่งแวดล้อมในชั้นเรียน กลุ่มเพื่อน และการเปิดรับด้านสื่อสารมวลชนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การชมโทรทัศน์ ตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันดังแผนภาพที่ 3



แผนภาพที่ 3 รูปแบบการเรียนรู้ของ Walberg



จากผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม และรูปแบบการเรียนรู้ในชั้นเรียน พบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความรู้มาจาก 2 ด้านคือ ด้านนักเรียน ได้แก่ เพศ เจตคติ ภูมิสำเนา การอ่านหนังสือพิมพ์และวารสาร การเข้าร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อมของโรงเรียน การศึกษานอกสถานที่ การศึกษาผ่านสื่อมวลชน และด้านโรงเรียน ได้แก่การจัดการเรียน การสอนในโรงเรียน แหล่งที่ตั้งของโรงเรียน มาสร้างเป็นแผนภาพความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ดังแผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 4 ตัวแปรที่ส่งผลต่อความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

## ตอนที่ 2 แนวคิดในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว

### แนวคิดในการวัดการเปลี่ยนแปลงแบบดั้งเดิม (Classical Methods for Measuring Change)

การวัดการเปลี่ยนแปลงแบบดั้งเดิมอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวัดเพียง 2 ครั้งเท่านั้นคือ "ก่อนการเรียนรู้" กับ "หลังการเรียนรู้" โดยมีแนวคิดที่ว่า เมื่อบุคคลเกิดการเรียนรู้บุคคลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ การวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นคือ การวัดความแตกต่างของพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่าง การเรียนรู้ในครั้งแรก กับครั้งหลัง วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงแบบดั้งเดิมได้แก่ วิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ (observation difference score) วิธีหาความเปลี่ยนแปลงของคะแนนส่วนที่เหลือ (residual change score) วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนก่อนเรียน (base-free measurement of change) วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์ (relative gain score) วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอว์ด (estimated true gain score) วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้โดยจัดอิทธิพลเพดาน (ceiling effect)

อย่างไรก็ตามวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงเรียนรู้แบบดั้งเดิม ยังมีข้อจำกัดและจุดอ่อนมากมาย (Williamson, Appelbaum & Epanchin, 1991) อาทิเช่น วิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ (observation difference score) ซึ่งเป็นวิธีที่นำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดวิธีหนึ่ง มีข้อบกพร่องในด้านคะแนนการเปลี่ยนแปลงไม่มีความเที่ยง เกิดความสัมพันธ์ลวง ระหว่างคะแนนการเปลี่ยนแปลงกับคะแนนการวัดครั้งแรก (Rogasa & Willett, 1985) วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอว์รีด (estimated true gain score) นั้นมีข้อบกพร่องตรงที่ จะมีพิสัยของคะแนนการเปลี่ยนแปลงแคบกว่าพิสัยของคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนก่อนเรียน (base-free measurement of change) มีข้อบกพร่องคือ ความคลาดเคลื่อนของคะแนนการเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มที่จะมีค่ามากกว่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือ ( อรุณี อ่อนสวัสดิ์, 2537) วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้โดยขจัดอิทธิพลเพดาน (ceiling effect) มีค่าความเที่ยงสูงกว่าค่าความเที่ยงของคะแนนการเปลี่ยนแปลง จากวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงของลอว์รีด แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เพียงพอที่จะยืนยันได้ว่าความเที่ยงที่เกิดขึ้นด้วยวิธีนี้มีค่าความเที่ยงสูงกว่าค่าความเที่ยงของคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงวิธีอื่นๆ

การวัดการเปลี่ยนแปลงแบบดั้งเดิมแม้จะมีข้อบกพร่องดังที่กล่าวมา แต่ก็ยังคงสามารถนำมาใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ เพียงแต่ต้องคำนึงถึงข้อบกพร่องของแต่ละวิธีที่กล่าวมา อย่างไรก็ตาม การวัดการเปลี่ยนแปลงโดยใช้ข้อมูลเพียงสองครั้งก็ยังไม่เพียงพอที่จะอธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ (Raykov, 1994) และความเที่ยงของคะแนนที่ได้จากการวัดเพียงสองครั้งยังมีค่าน้อยกว่าค่าความเที่ยงของคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวัดหลายๆครั้งอีกด้วย ดังนั้นนักการศึกษาจึงได้พัฒนาวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่อาศัยการเก็บข้อมูลมากกว่าสองครั้ง (multi-wave)

### แนวคิดในการวัดการเปลี่ยนแปลงแนวใหม่ (Recent Methods for Measuring Change)

เป็นการพัฒนาการวัดการเปลี่ยนแปลงที่อาศัยการเก็บข้อมูลที่มีการวัดหลายๆ ครั้งและนำโมเดลการวัด (measurement model) ในรูปสมการโครงสร้างเชิงเส้น (linear structural equation) มาใช้ศึกษาการวัดการเปลี่ยนแปลง (Tisak & Meridith, 1989) ทั้งนี้เพราะโมเดลการวัดในรูปสมการโครงสร้างเชิงเส้นมีคุณสมบัติพิเศษได้แก่ สามารถนำความคลาดเคลื่อนในการวัด (measurement error) มาร่วมวิเคราะห์ได้ เพราะถ้าตัวแปรในงานวิจัยใดๆถูกวัดโดยไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในการวัดแล้วจะมีผลทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น (Rogasa & Willett, 1985) โมเดลสมการโครงสร้างเชิงเส้นสามารถทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมดโดยยอมให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดเป็นอิสระต่อกัน หรือมีความสัมพันธ์กันได้ และสุดท้ายโมเดลการวัดในรูปสมการโครงสร้างเชิงเส้นสามารถทดสอบโครงสร้างขององค์ประกอบเดียวกันที่ถูกวัดในช่วงเวลาที่ต่างกันได้ การวัดการเปลี่ยนแปลงแนวใหม่มีหลายแนวความคิดด้วยกัน เช่นโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (longitudinal factor analysis model) โมเดลโค้งพัฒนาการ (growth curve model) ในที่นี้ผู้วิจัยขอก้าวถึงเพียงโมเดลโค้งพัฒนาการซึ่งเป็นโมเดลที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น

## โมเดลโค้งพัฒนาการ (growth curve model)

โมเดลโค้งพัฒนาการเป็นโมเดลที่ได้รับการพัฒนาขึ้นจากแนวคิดการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว เพื่อใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาว โมเดลนี้มีแนวคิดการวัดตัวแปรตามทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม โดยคะแนนดิบของตัวแปรที่วัดในแต่ละช่วงเวลาจะประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น (initial factor) ส่วนที่สองเป็นองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด (overall change factor) และส่วนที่สามเป็นองค์ประกอบเฉพาะ ซึ่งก็คือเทอมของความคลาดเคลื่อนในการวัดนั่นเอง (Raykov, 1994)

ตัวแปรสำคัญในโมเดลคือ ตัวแปรสังเกตได้  $Y$  ซึ่งมีค่าแตกต่างกันตามช่วงเวลาของการวัด ความแปรปรวนในตัวแปรสังเกตได้ ดังสมการ

$$Y_{nt} = L(n) + S(n)A_{nt} + E_{nt}$$

เมื่อกำหนดให้

$Y_{nt}$  = ตัวแปรสังเกตได้ในการวัดครั้งที่  $t$

$L(n)$  = ตัวแปรแฝงที่เป็นค่าเฉลี่ยของการวัดครั้งแรก ในที่นี้คะแนนผล การวัดครั้งแรก ของแต่ละบุคคลจะมีค่าคงที่เสมอ

$S(n)$  = ตัวแปรแฝงความชัน ซึ่งแสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงความรู้ความสามารถของแต่ละบุคคลตลอดช่วงระยะเวลา

$A_{nt}$  = ครั้งที่วัดหรือช่วงเวลาในการวัดครั้งที่  $t$

$E_{nt}$  = ตัวแปรแฝงความคลาดเคลื่อนสุ่ม หรือคะแนนที่เหลือที่เป็นตัวแปรสุ่ม มีค่าเฉลี่ยเป็น 0

ลักษณะของโมเดลโค้งพัฒนาการดังกล่าวมีลักษณะเด่นคือ ความยืดหยุ่น (flexible) ของโมเดลที่อาจดัดแปลงโมเดลให้เหมาะสมกับโค้งพัฒนาการรูปแบบต่างๆได้ โดยมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์แตกต่างกันไป เช่น โมเดลพัฒนาการเชิงเส้น (linear growth model) ที่มีโค้งพัฒนาการแบบเส้นตรงนักวิจัยกำหนดค่าพารามิเตอร์เป็น 0,1,2,3,4 เป็นต้น

ค่าพารามิเตอร์ที่สนใจในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงรายบุคคลในโมเดลพัฒนาการเชิงเส้น (linear growth model) ได้แก่

1. ค่าพารามิเตอร์ที่แสดงถึงความสามารถเริ่มต้นของแต่ละบุคคล (initial status) และค่าพารามิเตอร์ซึ่งเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาเปลี่ยนไป (rate of change)

2. ค่าความเที่ยงในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่แสดงถึงความสามารถเริ่มต้นของแต่ละบุคคล (initial status) และค่าพารามิเตอร์ซึ่งเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาเปลี่ยนไป (rate of change) ถ้าการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งสองไม่มีความเที่ยงก็ไม่สามารถสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์ในค่าพารามิเตอร์ทั้งสอง

3. ค่าความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ที่แสดงถึงความสามารถเริ่มต้นของแต่ละบุคคล (initial status) และค่าพารามิเตอร์ซึ่งเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาเปลี่ยนไป (rate of change) จะสามารถอธิบายรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ นั่นคือ ถ้าค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกแสดงว่าเมื่อความสามารถเริ่มต้นของแต่ละบุคคล (initial status) สูง อัตราการเปลี่ยนแปลง(rate of change)ก็จะสูงตามไปด้วย แต่ถ้าความสามารถเริ่มต้นของแต่ละบุคคล (initial status) ต่ำ อัตราการเปลี่ยนแปลง(rate of change) ก็จะต่ำ ถ้าค่าสหสัมพันธ์เป็นลบก็จะอธิบายรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงได้ในลักษณะตรงกันข้าม

4. โมเดลความสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์ในระดับบุคคล กับความสามารถเริ่มต้นของแต่ละบุคคล (initial status) และอัตราการเปลี่ยนแปลง (rate of change)

### **ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับโปรแกรมเอชแอลเอ็มและการประยุกต์ใช้โมเดลของการเรียงเส้นในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาว**

#### **โปรแกรมเอชแอลเอ็ม**

โปรแกรมเอชแอลเอ็ม (hierarchical linear model-HLM) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม ใช้หลักการสัมประสิทธิ์แบบสุ่มและการประมาณค่าโดยวิธีของเบย์ โปรแกรมเอชแอลเอ็มได้รับการพัฒนาโดย Bryk และ Raudenbush (1986) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับ (multilevel data) ) ซึ่งได้รับการพัฒนาถึงรุ่นที่ 3 โปรแกรมเอชแอลเอ็ม เป็นอีกโปรแกรมที่ได้รับความนิยมใช้กันมากขึ้น เนื่องจากมีลักษณะเด่นดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2532)

1. โปรแกรมเอชแอลเอ็ม พัฒนามาจากสถิติหลายชนิด ได้แก่ เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม (mixed-model ANOVA) สัมประสิทธิ์การถดถอยแบบสุ่ม (regression with random coefficients) โมเดลส่วนประกอบความแปรปรวนร่วม (covariance component models) และการประมาณค่าในโมเดลเรียงเส้นด้วยวิธีของเบย์ (bayesian estimation for linear models) ทำให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำสูงและมีความคลาดเคลื่อนต่ำ

2. โปรแกรมเอชแอลเอ็ม นำโครงสร้างตามลำดับชั้นของข้อมูลมาพิจารณาเพื่อให้ความสำคัญต่อข้อมูลต่างระดับโดยการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในระดับเดียวกันและปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ต่างระดับ และนำหลักการของตัวแปรสุ่มมาใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยถือว่าตัวแปรในแต่ละระดับจะมีอิทธิพลต่างกัน โปรแกรมเอชแอลเอ็มจึงเป็นเทคนิคที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเหมาะสมที่สุดในการวิเคราะห์ข้อมูลสอดแทรกเป็นระดับลดหลั่น (hierarchical nested) หรือข้อมูลพหุระดับ (multi-level)

3. โปรแกรมเอชแอลเอ็มสามารถตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดล (Adequacy of a model) โดยจะใช้ค่า t-test ทำการทดสอบค่าเฉลี่ยของอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และใช้ค่า  $\chi^2$ -test ทดสอบความแปรปรวนของ อิทธิพลสุ่ม (random effect) ว่าเป็น 0 หรือไม่ ซึ่งถ้าค่าทั้งสองไม่เป็น 0 แสดงว่าค่า

พหาวมิเตอร์ดังกล่าวไม่ผันแปรระหว่างหน่วยสามารถตั้งข้อจำกัดให้เป็นค่าคงที่ในการวิเคราะห์ได้ ถ้าค่าพหาวมิเตอร์ของแต่ละหน่วยมีความผันแปรระหว่างหน่วย จึงสมเหตุสมผลที่จะหาตัวแปรพยากรณ์ระหว่างหน่วย

### ข้อจำกัดของโปรแกรมเฮชแอลเอ็ม

1. การประมาณค่าพหาวมิเตอร์ในโปรแกรมเฮชแอลเอ็มจะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่
2. โปรแกรมเฮชแอลเอ็มไม่สามารถวิเคราะห์เส้นทางของตัวแปรในโมเดลได้

### การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมเฮชแอลเอ็ม

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมเฮชแอลเอ็ม จะต้องเตรียมไฟล์ข้อมูลด้วยโปรแกรม OEDIT จะมีไฟล์ข้อมูลในแต่ละระดับ จากนั้นก็จะเป็นการเข้าสู่โปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยระบุไฟล์ข้อมูล และลักษณะของรูปแบบการบันทึกข้อมูล ตามรูปแบบภาษาฟอร์แมท จำนวนตัวแปรที่จะทำการวิเคราะห์ ชื่อตัวแปรในแต่ละระดับ การกำหนดค่าข้อมูลที่สูญหาย (missing data) การระบุจำนวนการวิเคราะห์ทวนซ้ำ (iterations) และตอนท้ายจะเป็นการระบุชื่อเรื่องหรือชื่อปัญหา และไฟล์ของผลลัพธ์

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมเฮชแอลเอ็ม มี 3 ขั้นตอน คือ

#### ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ Null Model

เป็นการวิเคราะห์ขั้นแรกสุดเพื่อให้เห็นภาพรวมของตัวแปรตามโดยไม่นำตัวแปรอิสระใดๆ เข้ามาร่วมพิจารณา และเพื่อตรวจสอบเบื้องต้นว่าตัวแปรตามมีความผันแปรเพียงพอกภายในหน่วย หรือระหว่างหน่วยที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อในขั้นต่อไปหรือไม่ โดยใช้ t-test ทดสอบ fixed effect และใช้  $\chi^2$ -test ทดสอบ random effect มีรูปแบบสมการดังนี้คือ

$$\text{within-unit model } Y_{ij} = b_{0i} + e_{ij}$$

$$\text{between-unit model } b_{0i} = \Phi_{0i} + U_{0i}$$

จากสมการ กำหนดให้ค่า  $b_{0i}$  เป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงได้และมีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าระหว่างห้องเรียน ถ้าค่า  $b_{0i}$  ไม่เป็น 0 เมื่อใช้ t-test ทดสอบ fixed effect :  $H_0: \Phi_{00} = 0$  แสดงว่าค่า intercept และตัวแปรอิสระส่งผลต่อ  $Y_{ij}$  แต่ถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่าไม่ส่งผลต่อ  $Y_{ij}$  และใช้  $\chi^2$ -test ทดสอบ random effect  $H_0: \text{var}(b_{0i}) = 0$  ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่า ค่า  $b_{0i}$  มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย จึงสมเหตุสมผลที่จะหาตัวแปรอิสระมาอธิบายระหว่างความแปรปรวนดังกล่าว แต่ถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่าค่าพหาวมิเตอร์ดังกล่าวไม่มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย ซึ่งสามารถตั้งข้อจำกัดให้เป็นค่าคงที่ได้ในการวิเคราะห์

### ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ขั้น Simple model

เป็นการวิเคราะห์โดยนำตัวแปรอิสระ ในระดับนักเรียน (micro -level) เข้ามาวิเคราะห์ที่ละตัว เพื่อดูว่าตัวแปรอิสระตัวนั้นมีอิทธิพลต่อ  $b_{0i}$  หรือ  $Y_{ij}$  หรือไม่ และเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระตัวนั้นเมื่อนำมาวิเคราะห์จะทำให้เกิดความผันแปรระหว่างหน่วยที่ศึกษาหรือไม่เมื่อนำตัวแปรอิสระตัวอื่นๆเข้ามาวิเคราะห์โดยใช้ t- test ทดสอบ fixed effect :  $H_0 : \Phi_{00} = 0$  ,  $H_0 : \Phi_{10} = 0$  และใช้  $\chi^2$ -test ทดสอบ random effect  $H_0 : \text{var}(b_{0i}) = 0$  ,  $H_0 : \text{var}(b_{1j}) = 0$  มีรูปแบบดังนี้

$$\text{within-unit model} \quad Y_{ij} = b_{0i} + b_{1j}(X_{1j}) + e_{ij}$$

$$\text{between-unit model} \quad b_{0i} = \Phi_{00} + U_{0i}$$

$$b_{1j} = \Phi_{10} + U_{1j}$$

### ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ Hypothetical Model

ในขั้นนี้จะนำเอาตัวแปรอิสระระดับนักเรียน (micro - level) ที่ผ่านการวิเคราะห์พิจารณาที่เหมาะสมแล้วจากขั้นที่ 2 และตัวแปรระดับโรงเรียน (macro - level) มาวิเคราะห์โดยใช้ t- test ทดสอบ fixed effect และใช้  $\chi^2$ -test ทดสอบ random effect ในทำนองเดียวกับการทดสอบในขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 มีรูปแบบดังนี้

within-unit model

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

between-unit model

$$b_{0i} = \Phi_{00} + \Phi_{11}(Z_1) + \Phi_{21}(Z_2) + \dots + U_{0i}$$

$$b_{1j} = \Phi_{10} + \Phi_{11}(Z_1) + \Phi_{21}(Z_2) + \dots + U_{1j}$$

$$b_{2j} = \Phi_{20} + \Phi_{21}(Z_1) + \Phi_{22}(Z_2) + \dots + U_{2j}$$

### โมเดลพัฒนาการเชิงเส้นในการวิเคราะห์การเปลี่ยนระยะยาว

แนวคิดทฤษฎีการวัดการเปลี่ยนแปลงรายบุคคลแบบดั้งเดิมมีการวัดการเปลี่ยนแปลงเพียงแค่ 2 ครั้งทำให้มีข้อจำกัดและจุดอ่อนมากมาย (Williamson, และ Epanchin, 1991) อย่างเช่นข้อบกพร่องประการแรก การวัดตามทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิมซึ่งเขียนในรูปสมการ  $X = T+E$  เมื่อ  $X$  คือคะแนนสังเกต,  $T$  คือคะแนนจริง และ  $E$  คือคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัด และมีข้อตกลงเบื้องต้นประการหนึ่ง คือความคลาดเคลื่อนในการวัดเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบโดยการอนุโลมว่าความคลาดเคลื่อนของการวัดครั้งแรก กับการวัดครั้งหลังมีค่าเท่ากัน และหักลบกันหมดพอดีจึงขัดแย้งกับข้อตกลงเบื้องต้น นอกจากนั้นการหาคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบเป็นวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สนใจต่อความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรนั้นๆคลาดเคลื่อนได้ (Raycov, 1994)

จากปัญหาดังกล่าวทำให้มีวิจัยพัฒนาการวัดมาเป็นลำดับ (Rogosa และ Williet, 1985 , Bry และ Raudenbush, 1987) ได้มีการพัฒนาวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงรายบุคคล โดยนำโมเดลระดับลดหลั่น (hierarchical linear model ) มาประยุกต์ใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลง จากกรอบแบบการวัดในหลายช่วงเวลา (multiple-time-point design) เพื่อศึกษาโครงสร้างของพัฒนาการรายบุคคล (individual status) ซึ่ง Bry และ Raudenbush (1987) ได้พัฒนาโมเดลโค้งพัฒนาการในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาว โดยใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็มในการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงรายบุคคล โมเดลพัฒนาการเชิงเส้นในการวิเคราะห์พหุระดับ มี 2 ระดับดังต่อไปนี้ (Rogosa และ Williet, 1985 , Bry และ Raudenbush, 1987)

**ในระดับที่ 1 โมเดลการสังเกตซ้ำ ( Repeated- Observations Model )**

พัฒนาการที่สังเกตได้ของแต่ละบุคคลจะเท่ากับ ความสามารถเริ่มต้นของแต่ละบุคคล ( true ability of person I at  $\theta_{i0} = 0$ ) บวกกับอัตราพัฒนาการของแต่ละบุคคล (individual status) เมื่อเวลาเปลี่ยนไป และบวกกับความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม ( random error) เขียนให้อยู่ในรูปสมการดังนี้

$$Y_{it} = \pi_{0i} + \pi_{1i}\theta_{it} + \dots + \pi_{ki}\theta_{it} + R_{it} \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ  $Y_{it}$  คือสถานะภาพที่สังเกตได้ของแต่ละบุคคล  $i$  เมื่อเวลา  $t$  โดยที่  
 $i = 1, 2, 3, \dots, n$  คือ ประชากรแต่ละคน  
 $t = 1, 2, 3, \dots, p$  คือจำนวนครั้งที่สังเกต

$\pi_{0i}$  คือ ค่าพารามิเตอร์ แสดงความสามารถเริ่มต้นของประชากร  $i$  ( true ability of person I at  $\theta_{i0} = 0$ )

$\pi_{ki}$  (  $k=1, 2, 3, \dots, k-1$ )คือค่าพารามิเตอร์ที่แสดงอัตราพัฒนาการของแต่ละบุคคล (individual status)เมื่อเวลาเปลี่ยนไป

$\theta_{it}$  คืออายุของประชากร  $i$  เมื่อเวลา  $t$

$R_{it}$  คือความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม ( random error) ซึ่งมีข้อตกลงว่าต้องมีการกระจายเป็นโค้งปกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และโครงสร้างของความแปรปรวนร่วม ( covariance structure)  $\sum_i$  คือมิติของ  $T_i \times T_i$  ถ้าความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่มประชากรไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างประชากรนั้นคือ  $cov ( R_{it} , R_{it} ) = 0$  สำหรับทุกค่าของ  $t$

## ในระดับที่ 2 โมเดลระดับบุคคล ( Person- Level Model)

ลักษณะสำคัญในสมการที่ 1 มีข้อตกลงเบื้องต้นว่าค่าพารามิเตอร์ ( $\pi$ ) จะต้องมีความแตกต่างในแต่ละบุคคล ซึ่งสมการในชั้นที่ 2 จะแสดงถึงความแปรปรวนนี้ ในชั้นนี้จะสนใจในสถานภาพของค่าพารามิเตอร์ของพัฒนาการแต่ละบุคคลเท่ากับ ซึ่งเป็นฟังก์ชันของการวัดลักษณะพื้นฐานและสิ่งแวดล้อมของแต่ละบุคคล อันได้แก่ ตัวแปรภูมิหลัง เช่น เพศ เชาว์ปัญญา ฯลฯ หรือตัวแปรการจัดการทดลองในการสอน เช่น วิธีการสอน รูปแบบหลักสูตร เป็นต้น ลักษณะเฉพาะของแต่ละค่าพารามิเตอร์ของพัฒนาการแต่ละบุคคลเขียนเป็นโมเดลได้ดังนี้

$$\pi_{0i} = \beta_{00} + \beta_{01} X_{1i} + \dots + \beta_{0p} X_{pi} + U_{0i} \quad \dots\dots\dots(2)$$

และ  $\pi_{1i} = \beta_{10} + \beta_{11} X_{1i} + \dots + \beta_{1p} X_{pi} + U_{1i} \quad \dots\dots\dots(3)$

เมื่อ  $p = 1, 2, 3, \dots, p-1$  คือการวัดตัวแปร  $X_{kp}$

$\beta_{kp}$  แสดงอิทธิพลของ  $X_{kp}$  บนพารามิเตอร์พัฒนาการครั้งที่  $k$

$\beta_{00}$  คือค่าเฉลี่ยของความสามารถเริ่มต้น (mean initial status)

$\beta_{01}$  คือค่าเฉลี่ยของอัตราพัฒนาการ (mean growth rate)

$U_{ki}$  คือความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม (random error) ซึ่งมีข้อตกลงว่าต้องมีการกระจายเป็นโค้งปกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนร่วม (covariance structure)  $\sum i$  คือ  $\text{cov}(U_{hi}, U_{ki}) = \text{cov}(\pi_{hi}, \pi_{ki}) = T_{hk}$  สำหรับ  $h, k = 0, 1, 2, \dots, k-1$

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) พารามิเตอร์  $\beta_{kp}$  ในโมเดล Level-2 ก็คือ อิทธิพลคงที่ (fixed effects) ความคลาดเคลื่อน  $U_{ki}$  ก็คือ อิทธิพลแบบสุ่ม (random effects) นั้นเอง ซึ่งร่วมเข้าเป็นสมการของพารามิเตอร์พัฒนาการ (growth parameter) ในแต่ละประชากร

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นขั้นแรกจะมีการทดสอบลักษณะการกระจายของข้อมูลโดยพล็อตกราฟ เพื่อดูการกระจายของข้อมูลว่ามีลักษณะเป็นเช่นใด ถ้าเป็นเส้นตรงก็จะใช้โมเดลพัฒนาการเชิงเส้น (Linear growth model) ซึ่งมีกำลังของตัวแปรในสมการโพลีโนเมียลสูงสุดเป็นหนึ่ง แต่ถ้าการกระจายของข้อมูลไม่เป็นเส้นตรงโมเดลที่เหมาะสมในการอธิบายรูปแบบพัฒนาการรายบุคคลจะเป็นโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้ง (nonlinear growth model) ซึ่งเมื่อเขียนในรูปสมการโพลีโนเมียลจะมีกำลังสูงสุดเท่าใดขึ้นอยู่กับลักษณะว่าเป็นโค้งรูปใด ถ้าเป็นโค้งแบบควอดราติกสมการโพลีโนเมียลจะมีกำลังสูงสุดเป็นสอง จะอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้ด้วยโมเดลพัฒนาการแบบควอดราติก (Quadratic growth model) มีรูปแบบแตกต่างจากโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นดังนี้



### ในระดับที่ 1 โมเดลการสังเกตซ้ำ ( Repeated- Observations Model )

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

ตัวทำนาย ( $O_{it}$ ) ในระดับที่ 1 จะถูกปรับจากค่ากลาง  $L$  ซึ่งเป็นค่าตั้งต้น (priori centering constant :  $L$ ) ค่าคงที่  $\pi_{0i}$  แสดงความสามารถเริ่มต้นของบุคคล  $i$  ณ เวลา  $L$  ค่าพารามิเตอร์  $\pi_{1i}$  แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของบุคคล  $i$  ณ เวลา  $L$  และค่าพารามิเตอร์  $\pi_{2i}$  แสดงถึงอัตราเร่ง (acceleration) หรือส่วนโค้ง (curvature) ในโค้งพัฒนาการของแต่ละบุคคล ค่าพารามิเตอร์อัตราเร่ง จะแสดงลักษณะโค้งพัฒนาการทั้งหมดในแต่ละบุคคล ส่วนในระดับที่ 2 โมเดลระดับบุคคล ( Person- Level Model) ก็ยังคงมีลักษณะเช่นเดียวกับโมเดลพัฒนาการเชิงเส้น ( Linear growth model.)

### ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับโปรแกรมลิสเรลและการประยุกต์ใช้โมเดลพัฒนาการตัวแปรแฝงในการวิเคราะห์การเปลี่ยนระยะยาว

#### โปรแกรมลิสเรล

โปรแกรมลิสเรล เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ Karl Joreskog และ Dag Sorbom ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (linear structural relation model) หรือ โมเดลลิสเรล (LISREL model) ซึ่งได้รับการพัฒนาถึงรุ่นที่ 8 โปรแกรมลิสเรลได้รับความนิยมใช้กันมากขึ้น เนื่องจากมีลักษณะเด่นดังนี้ (Joreskog และ Sorbom, 1989 อ้างถึงในนงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538)

1. โปรแกรมลิสเรล สามารถวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างได้หลายกลุ่ม ทำให้เราสามารถตรวจสอบทราบว่าค่าพารามิเตอร์ในทุกกลุ่มตัวอย่างมีความคงที่หรือไม่ สามารถเปรียบเทียบเมทริกซ์สหสัมพันธ์ เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมระหว่างกลุ่มตัวอย่างได้ และ การยอมให้ตัวแปรวัดค่าเฉลี่ยไม่เป็นศูนย์ เป็นการผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. โปรแกรมลิสเรล สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้หลายวิธี เช่น maximum likelihood-ML two-stage วิธี least squares-TALS วิธี generalized least squares-GLS วิธี unweighted least squares-ULS เป็นต้น

3. ลักษณะของโมเดลลิสเรล ประกอบด้วยโมเดลที่สำคัญ 2 โมเดลคือ โมเดลการวัด (measurement error) และโมเดลสมการโครงสร้าง (structural equation model) ซึ่งโมเดลการวัดสามารถแก้ปัญหาความคลาดเคลื่อนในการวัดได้ โดยใช้หลักการวิเคราะห์ยืนยันองค์ประกอบ (confirmatory factor analysis) ในการประมาณค่าตัวแปรแฝงตามโมเดลแสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรที่สังเกตได้กับตัวแปรแฝง แล้วใช้ตัวแปรแฝงไปวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนโมเดลสมการโครงสร้างในโปรแกรมลิสเรลนั้น ครอบคลุมลักษณะความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นทุกรูปแบบ ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้หลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ(causal relationships) โมเดลผลอิทธิพลทางเดียวหรือแบบอิทธิพลย้อนกลับ(recursive or non-recursive effect)

4. โปรแกรมลิสเรลสามารถตรวจสอบว่าโมเดลตามทฤษฎีสอดคล้องกับข้อมูลเพียงใด ได้หลายวิธี เช่น ไค-สแควร์ (chi-square) ดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (goodness of fit index -GFI) และรากกำลังสองของเศษเหลือเฉลี่ย (root of mean square residuals-RMR)หรือตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปร จนกว่าจะได้ผลการวิเคราะห์ที่ต้องการ

5. โปรแกรมลิสเรลผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนให้มีความสัมพันธ์กันได้

6. โปรแกรมลิสเรล สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ทั้งแบบพารามิเตอร์เท่ากันและไม่เท่ากัน พารามิเตอร์เป็นความสัมพันธ์แบบเส้นตรงและเส้นโค้งรวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วย

7. โปรแกรมลิสเรล มีโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลขั้นต้น ( preprocess for LISREL -PRELIS) เพื่อช่วยในการเตรียมข้อมูลในการวิเคราะห์ที่ได้

### ข้อจำกัดของโปรแกรมลิสเรล

สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทั่วไปมักจะมีข้อด้อย เช่นเดียวกับโปรแกรมลิสเรลมีข้อจำกัดคือ โปรแกรมลิสเรลที่ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีไลด์ลิทูดสูงสุด(Maximum Likelihood-ML) จะต้องมีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ และการแจกแจงของตัวแปรต้องเป็นโค้งปกติ

### การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรล

ในการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลนั้นต้องมีโมเดลการวิจัยที่สร้างขึ้นจากพื้นฐานทางทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องก่อนเพื่อสร้างโมเดลการวิจัยจากนั้นเป็นการกำหนดค่าเมทริกซ์พารามิเตอร์ 8 เมทริกซ์ให้สอดคล้องกับโมเดลการวิจัย เมื่อกำหนดลักษณะพารามิเตอร์แล้วขั้นต่อไปจะเป็นการเตรียมไฟล์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม QEDIT โดยให้มีชื่อสกุล .INP จากนั้นก็จะเขียนคำสั่งเพื่อให้โปรแกรมประมาณค่าพารามิเตอร์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะขึ้นอยู่กับ การเขียนคำสั่งซึ่งเขียนได้ทั้งภาษาซิมพลิส และภาษาลิสเรลซึ่งสาระสำคัญของผลการวิเคราะห์ทั้งสองภาษาตรงกัน โดยภาษาซิมพลิสจะให้ผลการวิเคราะห์ในรูปแบบการส่วนภาษาลิสเรลจะอยู่ในรูปแบบเมทริกซ์ ซึ่งรายการผลการวิเคราะห์ในภาษาลิสเรลมีดังต่อไปนี้

- คำสั่งที่ผู้ใช้งานสั่งให้โปรแกรมลิสเรลวิเคราะห์ข้อมูล
- เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่โปรแกรมลิสเรลใช้วิเคราะห์ข้อมูล

- การกำหนดค่าพารามิเตอร์จำเพาะทั้ง 8 เมทริกซ์ (parameter specification)
- ค่าประมาณพารามิเตอร์ (LISREL estimate)
- ค่าสถิติเทียบความสอดคล้อง
- ดัชนีสำหรับปรับโมเดล (modification index)
- ผลการวิเคราะห์ในรูปคะแนนมาตรฐาน (standardized solution)
- ผลกระทบทางตรง ทางอ้อมและผลกระทบรวม (direct ,indirect and total effect)

### โมเดลพัฒนาการตัวแปรแฝงในการวิเคราะห์การเปลี่ยนระยะยาว

Meredith และ Tisak (1990) ได้พัฒนาโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (latent curve model) จากแนวคิดของTucker และ Rao (1958) ซึ่งเป็นโมเดลโครงสร้างเชิงเส้น (structural equation moodel) ที่ตัวแปรในโมเดลทุกตัวมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (latent curve model) มีพื้นฐานมาจากโมเดลออโตรีเกรสซีฟ (autoregressive model) หรือโมเดลซิมเพลกซ์ (simplex model) (McArdle และEpstein,1987) ลักษณะของโมเดลเป็นโมเดลสมการโครงสร้างเชิงเส้น (structural equation moodel) ที่เป็นการรวมโมเดลองค์ประกอบระยะยาว (longitudinal factor analysis model) กับโมเดลออโตรีเกรสซีฟ (autoregressive model) และมีการเพิ่มค่าเฉลี่ยของจุดตัดแกน (mean intercept)ในโมเดลทำให้แสดงโครงสร้างค่าความสัมพันธ์ ความแปรปรวน และค่าเฉลี่ยของตัวแปรสังเกตได้ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเป็นผลจากการรวมหลักการวิเคราะห์ความแปรปรวน จากการวัดซ้ำ (ANOVA repeated measures) แบบดั้งเดิมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว โมเดลที่ได้สามารถใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงรายกลุ่มและรายบุคคลได้ โมเดลนี้มีลักษณะคล้ายกับโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบยืนยัน คือตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันนั่นเอง โดยที่โมเดลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นโมเดลพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่ Duacan (1994) ได้พัฒนาขึ้นมา โมเดลพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงมีแนวคิดในการวัดตัวแปรตามทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (CTT) โดยที่คะแนนดิบของตัวแปรสังเกตได้ในการวัดแต่ละช่วงเวลาจะประกอบด้วย องค์ประกอบสำคัญซึ่งอยู่ในรูปตัวแปรแฝง 3 ส่วน ส่วนแรกคือ ตัวแปรแฝงที่เป็นค่าเฉลี่ยระดับคะแนนในการวัดครั้งแรกของแต่ละบุคคล หรือ องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น (intial factor) ส่วนที่สองคือ ตัวแปรแฝงความชัน หรือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของแต่ละบุคคลตลอดช่วงระยะเวลา หรือเรียกว่า องค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด (overall change factor) องค์ประกอบส่วนนี้จะเป็นผลคูณของน้ำหนักองค์ประกอบกับคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ในรูปตัวแปรแฝง ระหว่างการวัดครั้งแรกกับการวัดครั้งสุดท้าย และส่วนที่สามคือ ตัวแปรแฝงความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งต่างๆและ ตัวแปรแฝงค่าคงที่ซึ่งกำหนดให้มีค่าเท่ากับหนึ่ง จากความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังสมการที่ 4

$$Y_{it} = \eta_{ic} + L_t \eta_{i1} + E_{it} \dots\dots\dots(4)$$

เมื่อ  $Y_{it}$  คือสถานภาพที่สังเกตได้ของแต่ละบุคคล  $i$  เมื่อเวลา  $t$  โดยที่

$i = 1, 2, 3, \dots, n$  คือ ประชากรแต่ละคน

$t = 1, 2, 3, \dots, p$  คือจำนวนครั้งที่สังเกต

$\eta_0$  คือ ตัวแปรแฝงองค์ประกอบสถานะเริ่มต้นในการวัดครั้งแรก ตัวแปรนี้เป็นค่าคงที่ของแต่ละบุคคลตลอดทุกช่วง ที่ทำการศึกษา

$\eta_1$  คือ ตัวแปรแฝงความชันหรือ ตัวแปรแฝงองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลง

$L_i$  คือ ตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์เกอเจอร์หรือน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) จากตัวแปรแฝงความชันไปยังตัวแปรสังเกตได้ มีลักษณะเป็นฟังก์ชันซึ่งนำมาคูณกับค่าความชันในสมการเพื่ออธิบายค่าตัวแปรสังเกตได้ ตัวแปรนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามช่วงเวลา

$E_{it}$  คือ ตัวแปรความคลาดเคลื่อนหรือ คะแนนส่วนที่เหลือ (residual score) เป็นตัวแปรสุ่มที่สังเกตไม่ได้ ตัวแปรนี้มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นในทุกช่วงเวลา

ในส่วนของคะแนนในการวัดครั้งแรกของแต่ละคน มาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนในการวัดครั้งแรกของทุกคน บวกกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และรวมกับตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับคะแนนในการวัดครั้งแรก คุณด้วยตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์เกอเจอร์หรือน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) จากตัวแปรสังเกตได้ที่มีความสัมพันธ์กับสถานะเริ่มต้น แสดงในสมการที่ 5 และในสมการที่ 6 แสดงคะแนนพัฒนาการของแต่ละคน จะมาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการ บวกกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนพัฒนาการ และรวมกับตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับคะแนนพัฒนาการคูณด้วยตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์เกอเจอร์หรือน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) จากตัวแปรสังเกตได้ที่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนแปลง

$$\eta_0 = M_i + D_i + B_{ip}X_i \dots\dots\dots(5)$$

$$\eta_1 = M_s + D_s + B_{sp}X_i \dots\dots\dots(6)$$

$D_i$  คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานขององค์ประกอบสถานะเริ่มต้น

$D_s$  คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเปลี่ยนแปลง

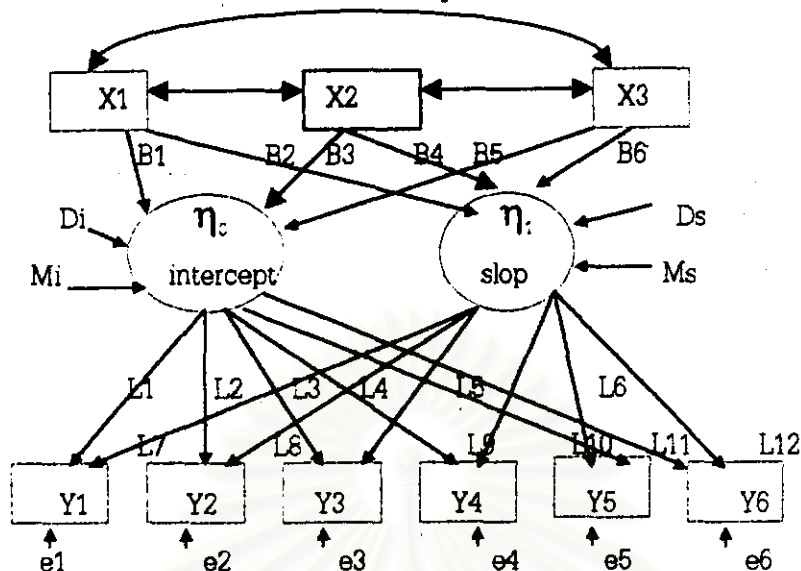
$M_s$  คือ ค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบสถานะเริ่มต้น

$M_i$  คือ ค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลง

$X_i$  คือ ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาว

$B_{ip}$  คือ ตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์เกอเจอร์หรือน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) จากตัวแปรสังเกตได้ที่มีความสัมพันธ์กับสถานะเริ่มต้น และอัตราการเปลี่ยนแปลง

จากสมการที่ 4 5 และ 6 สามารถนำมาเขียนในรูปโมเดลเมื่อมีการวัดซ้ำ 6 ครั้งได้ดังแผนภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 โมเดลพัฒนาการตัวแปรแฝง กับตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดลพัฒนาการตัวแปรแฝงโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม ลิสเรล และโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นและการประยุกต์ใช้โปรแกรมเฮซแอลเอ็ม

ประสิทธิ์ ไชยกาล (2539) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างโมเดลลิสเรล 3 แบบที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 606 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อพฤติกรรมกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยทำการวัดตัวแปรด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อพฤติกรรมกรรมการเรียน ซ้ำถึง 3 ครั้ง และวัดตัวแปรทางด้านความถนัดทางคณิตศาสตร์ 1 ครั้ง ผลการวิจัยสรุปว่า โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว มีประสิทธิภาพสูงสุดเพราะโมเดลมีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด และสามารถให้ผลการทดสอบที่สามารถบ่งชี้ได้ว่า ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงมีความไม่แปรเปลี่ยน รองลงไปคือ โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว และ โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้เดียว ตามลำดับ

วีรศักดิ์ คำล้าน (2540) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการประยุกต์ใช้โมเดลเชิงเส้นพหุระดับโดยใช้โปรแกรมเฮซแอลเอ็ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 603 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบวัดเจตคติ แบบวัดแรงจูงใจ และแบบวัดเชาว์ปัญญาสแตนด์ดาร์ด โปรแกรสซีฟ เมทริเชส โดยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษซ้ำถึง 8 ครั้ง ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวโดยใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็ม สามารถวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่สนใจในโมเดลโค้งพัฒนาการได้ครบถ้วน และผลการวิเคราะห์พบว่าโมเดลพัฒนาการแบบควอดราติกสามารถอธิบายความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์คำศัพท์ภาษาอังกฤษได้สูงกว่าโมเดลพัฒนาการเชิงเส้น นักเรียนมีอัตราการเรียนรู้ในคำศัพท์เฉลี่ย 0.38 คำต่อสัปดาห์ และมีอัตราเร่งเท่ากับ  $-0.02$  ความเที่ยงในการประมาณค่า อัตราพัฒนาการ และอัตราเร่งเท่ากับ 0.99 0.58 และ 0.43 ตามลำดับ สภาพเริ่มต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตราพัฒนาการและอัตราเร่ง และตัวแปรเชาว์ปัญญากับแรงจูงใจส่งผลต่อสภาพเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญ

อิทธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองโล (2541) ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง 4 รูปแบบ คือ โมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝงและกำหนดค่าพารามิเตอร์อิสระ โมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝงและกำหนดค่าพารามิเตอร์คงที่ โมเดลพัฒนาการเชิงเส้นตรง และโมเดลพัฒนาการพื้นฐานที่ไม่มีค่าความชัน ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และพัฒนาการทางกายภาพด้านน้ำหนักและส่วนสูงของนักเรียนประถมศึกษา โดยใช้ดัชนี 4 ประเภทเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบได้แก่ ค่าสถิติโค-สแควร์ ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนประถมศึกษาของโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานครและกรมสามัญศึกษา จำนวน 406 คน ในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 592 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ และแบบบันทึกการตรวจสอบสุขภาพของนักเรียน ข้อมูลสำหรับการวิจัยเป็นข้อมูลระยะยาว 5 ครั้ง และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โมเดลลิสมัลแบบมีตัวแปรแฝง ผลการวิจัยสรุปได้ว่า โค้งพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีลักษณะเป็นเส้นโค้งพาราโบลาคว่า ในขณะที่น้ำหนักและส่วนสูงของนักเรียนมีลักษณะเป็นเส้นโค้งพาราโบลาลง ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง 4 รูปแบบ พบว่าโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝงและกำหนดค่าพารามิเตอร์อิสระชนิดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่เท่ากันมีประสิทธิภาพในการศึกษาพัฒนาการเกี่ยวกับการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และพัฒนาการทางกายภาพด้านน้ำหนักและส่วนสูงได้ดีที่สุด

Stoolmiller (1996) ได้ทำการศึกษาพัฒนาการเชาว์ปัญญาของนักเรียนที่มีการศึกษาของมารดาต่างกันในเมืองออสเบิร์น เป็นการศึกษาระยะยาวโดยทำการวัดซ้ำถึง 4 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 ปี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 204 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัด WISC (wechsler Intelligence scale for children) ซึ่งจะวัดความสามารถจำนวน 8 ด้าน โมเดลที่ใช้ในการศึกษาเป็นโมเดลพัฒนาการที่มี

ตัวแปรแฝง ผลการวิจัยพบว่าการศึกษาของมารดาส่งผลต่อสถานเริ่มต้นและอัตราเร่งของเซวี่ปัญญาอย่างมีนัยสำคัญ

Duncan (1997) ได้ทำการศึกษาปริมาณการใช้ กัญชา บุหรี่ และเหล้า ในกลุ่มครอบครัวทางตอนเหนือของรัฐ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 435 ครอบครัว โดยใช้โมเดลโค้งพัฒนาการตัวแปรแฝงแบบพหุระดับโดยใช้โปรแกรม EOS ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ข้อมูลจากแบบรายงานตนเองของกลุ่มตัวอย่างซึ่งทำการวัด 4 ครั้งแต่ละครั้งใช้เวลาห่างกัน 1 ปี ผลการวิจัยปรากฏว่า สถานะภาพทางเศรษฐกิจ สถานภาพการแต่งงาน และสถานภาพทางครอบครัวมีความสัมพันธ์กับสภาพเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ และตัวแปรเพศส่งผลต่อสภาพเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการอย่างมีนัยสำคัญ



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย