บทที่ 2
วรรณคดีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

การศึกษาเกี่ยวกับการใช้โมเดลลิสเรลในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีตลอดจนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจัดลำดับการนำเสนอเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความเป็นมาของการศึกษาการเปลี่ยนแปลง การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในส่วนนี้เพื่อให้ทราบความเป็นมาของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงและการพัฒนารูปแบบวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลง

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการใช้โมเดลลิสเรลในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง เป็นการศึกษาแนวคิด วิธีการและขั้นตอนในการนำโมเดลลิสเรลมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลาและการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มของโมเดลลิสเรล

ตอนที่ 3 คุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ การทบทวนงานวิจัยในส่วนนี้เป็นการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบเขตของตัวแปรคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย

ตอนที่ 1 ความเป็นมาของการศึกษาการเปลี่ยนแปลง

การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นเรื่องที่นักวิจัยและนักวัดผลทางการศึกษาได้ให้ความสนใจมานาน และพยายามที่จะพัฒนารูปแบบวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงเพื่อที่จะทำให้สามารถที่จะหาปริมาณการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงความจริงให้มากที่สุด จากการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมา ได้พบว่ามีผู้สนใจศึกษาและพัฒนารูปแบบวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงที่มีการเก็บข้อมูล 2 ครั้งไว้หลายวิธี ดังนี้

1. วิธีการหาคะแนนเพิ่มหรือคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ (Gain Score or Difference Score) วิธีการหาคะแนนเพิ่ม นับเป็นวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงที่ถูกนำมาใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงมาเป็นเวลานาน มีความสะดวกในทางปฏิบัติและดูสมเหตุสมผล แต่ต่อมานักวัดผลได้พบว่า คะแนนเพิ่มมีความเที่ยงต่ำ (Cronbach and Furby, 1970, linn & Slinde, 1977 , lord, 1958) นอกจากนี้บางครั้งยังเกิดภาวะที่ไม่พึงประสงค์ทั้งสองทางคือ ไม่เที่ยงและไม่ตรง

(unreliability invalidity dilemma) คือ ถ้าความเที่ยงสูงก็จะบกพร่องในความตรง และถ้ามีความตรงสูงก็จะบกพร่องในความเที่ยง ดังจะเห็นได้จากสูตรในการประมาณความเที่ยง ซึ่งประมาณโดยนิยามความเที่ยงกันทั่วไปว่า ความเที่ยงของคะแนนใด เท่ากับความแปรปรวนของคะแนนจริงหารด้วยความแปรปรวนของคะแนนดิบ สำหรับความเที่ยงของคะแนนความแตกต่าง เขียนเป็นสมการได้ ดังนี้ (William & Zimmerman, 1977 อ้างถึงใน อรุณี อ่อนสวัสดิ์, 2537)

$$R = \frac{S^2xRxx' + S^2y\,Ryy' - 2SxSyRxy}{S^2x + S^2y - 2\,SxSyRxy}$$

จากสูตรความเที่ยงนี้จะเห็นว่า 2 เทอมแรกของเศษ ต่างจาก 2 เทอมแรกของส่วนที่การคูณความแปรปรวนด้วยความเที่ยงของมันเอง จึงทำให้ผลรวมของ 2 เทอมแรกในเศษมีค่าต่ำกว่า 2 เทอมแรกในส่วน และถ้าความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดสองครั้งมีค่าสูงขึ้น ยิ่งทำให้เศษมีค่าน้อยลงเร็วกว่าส่วน ดังนั้นความเที่ยงของคะแนนความแตกต่างยิ่งมีค่าต่ำลงเมื่อความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าสูง และถ้าต้องการความเที่ยงสูงขึ้นความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดก่อนเรียนและหลังเรียนก็ควรมีค่าต่ำลง แต่ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าต่ำลงมากๆ นักวัดผลก็ไม่แน่ใจว่าการวัดก่อนเรียนและหลังเรียนนั้นเป็นการวัดตัวแปรมิติเดียวกันหรือไม่ (construct validity) ซึ่งถ้าวัดต่างมิติกัน นำผลมาลบกันย่อมไร้ความหมาย ซึ่งประเด็นนี้ทำให้ความแตกต่างของคะแนนดิบแทบหมดความหมายและไม่ควรนำมาใช้อีก

นอกจากนี้คะแนนเพิ่มยังมีความสัมพันธ์กับคะแนนก่อนเรียนเป็นลบ (Linn & Slinde, 1977) และมีอิทธิพลพื้นเพคานเข้ามาเกี่ยวข้อง อิทธิพลพื้นสามารถสังเกตได้จากในการสอบก่อนเรียนจะมีผู้สอบจำนวนมากได้คะแนนต่ำสุดและค่อนข้างต่ำ เพราะไม่มีข้อสอบที่ง่ายและอำนาจจำแนกสูงในการจำแนกสูงในการจำแนกคนอ่อนให้ต่างกันได้ ส่วนอิทธิพลเพคานสูงสามารถสังเกตได้จากการสอบหลังเรียนเพราะไม่มีข้อสอบข้อที่ยากๆ และอำนาจจำแนกสูงพอที่จะจำแนกคนให้ต่างกัน ทำให้คะแนนความแตกต่างไม่ใช่คะแนนที่แท้จริงของผู้เรียน (Fischer, 1976)และด้วยอิทธิพลเพคานนี้เองทำให้คนที่เก่งมักได้คะแนนเพิ่มหรือคะแนนแตกต่างเพียงเล็กน้อย (Thorndike, 1966) ในขณะที่คนอ่อนหรือผู้ได้คะแนนก่อนเรียนต่ำมีโอกาสเพิ่มได้อีกมากขึ้น ทำให้ไม่ยุติธรรมสำหรับผู้ที่ได้คะแนนก่อนเรียนสูง ตามหลักความเป็นจริง คะแนนความแตกต่างหรือคะแนนการเปลี่ยนแปลงย่อมต้องมีความสัมพันธ์กับคะแนนก่อนเรียนเป็นบวก ดังทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมที่สรุปได้ว่า พื้นฐานความรู้เดิมมีส่วนในความแตกต่าง ของผลการเรียนรู้อยู่ถึงร้อยละ 50 (Bloom, 1976) ส่วนวิลเลทและเซเยอร์ (Willett and Sayer, 1994) ได้แสดงความไม่เห็นด้วยในการที่จะให้คะแนนความแตกต่างไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนก่อนเรียน ทั้งนี้เพราะการเรียนรู้ต้อง

อาศัยพื้นความรู้เดิมนั่นเอง และนอกจากนี้คะแนนก่อนเรียนของบุคคลย่อมต้องมีค่าแปรเปลี่ยนไป ถ้าวัดในเวลาต่างกัน ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความงอกงามกับคะแนนก่อนเรียนที่วัดในเวลาต่างกันย่อมได้ค่าต่างกันด้วย

จากข้อจำกัดหลายๆ ประการของวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงโดยการหาคะแนนเพิ่ม และเกิดข้อโต้แย้งกันมากมายจากนักวัดผล ทำให้นักวัดผลในยุคต่อ ๆ มา ได้พยายามที่จะหาวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงที่สามารถแก้ไขข้อจำกัดของวิธีการหาคะแนนเพิ่มหรือคะแนนความแตกต่าง

2. วิธีการหาการเปลี่ยนแปลงเรซิดวล (Residualized Score) วิธีการวัดการเปลี่ยน-แปลงวิธีนี้ แมนนิงและ ดูบอยส์ (Manning and Dubois, 1958) ได้เสนอเพื่อแก้ไขจุดอ่อนในเรื่องของความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ สัมพันธ์กับคะแนนก่อนเรียน คะแนนการเปลี่ยนแปลงเรซิดวล คือ ความแตกต่างของคะแนนดิบหลังเรียนกับคะแนนทำนายคะแนนดิบหลังเรียน โดยใช้คะแนนดิบก่อนเรียนเป็นตัวทำนาย วิธีนี้ได้ช่วยกำจัดความสัมพันธ์ลวงระหว่างคะแนนการเปลี่ยนแปลงกับคะแนนดิบก่อนเรียน และหลีกเลี่ยงปัญหาที่มีต้นเหตุมาจากการวัดก่อนเรียนและหลังเรียนอาจไม่ได้เป็นการวัดลักษณะเดียวกัน (Linn, 1988) กล่าวคือ การวัดทั้งสองครั้งไม่จำเป็นต้องมีมาตรเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามในระยะหลังๆ คะแนนการเปลี่ยนแปลงเรซิดวลได้รับคำวิจารณ์ค่อนข้างมาก (Willett, 1988) ดังเช่น ที่ครอนบราคและเฟอร์บี (Cronbach and Ferby, 1970) กล่าวว่า คะแนนการเปลี่ยนแปลงเรซิดวลเป็นการบอกว่าใครเกิดการเปลี่ยนแปลงมากหรือน้อยกว่าที่คาดหวัง แต่ไม่ได้บอกให้รู้ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีปริมาณการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง เป็นเพียงการพยายามจะประมาณค่าความงอกงามที่แท้จริงด้วยการปรับแก้ความเป็นวิวิธพันธ์ของสถานภาพเริ่มต้นโดยใช้ผลการวัดก่อนเรียนเป็นตัวปรับแก้ ผลของการใช้วิธีนี้ทำให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงมีค่าทั้งทางบวกและทางลบ วิลเลท (Willett, 1988) ได้กล่าวว่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงเรซิดวลไม่ได้ประมาณการเปลี่ยนแปลงที่แท้จริงแต่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่กำจัดอิทธิพลของสถานภาพเริ่มต้น (initial status) ออกด้วยวิธีการถดถอยทางสถิติ ซึ่งมีจุดอ่อนตรงที่ตัวแปรทำนายต้องวัดอย่างไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด ดังนั้นในกรณีที่จะวัดการเปลี่ยนแปลงโดยวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงเรซิดวล จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมั่นใจว่าในการวัดคะแนนก่อนเรียนนั้นไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัดเกิดขึ้น และสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ยังไม่มีเหตุผลใดที่จะเชื่อได้ว่าคะแนนการวัดก่อนเรียนและหลังเรียนจะมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง ซึ่งผู้วิจัยมักไม่ได้ทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงนี้ คะแนนการเปลี่ยนแปลงเรซิดวลจึงไม่สามารถตอบคำถามได้ว่าใครมีการเปลี่ยนแปลงในมิติที่วัดเพียงใด เพียงแต่ตอบคำถามว่าใครมีการเปลี่ยนแปลงในมิติที่วัดเพียงใดถ้าทุกคนมีคะแนนก่อนเรียนที่เท่ากัน

3. วิธีการหาการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนก่อนเรียน (base-free measure of change) วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้วิธีนี้ได้รับการพัฒนามาจากทักเกอร์และคณะ (Tucker et.al , 1966) ซึ่งได้เสนอโดยใช้แนวคิดที่ใกล้เคียงกับวิธีการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงเรซิดวลแต่ได้ปรับให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงไม่สัมพันธ์กับคะแนนจริงครั้งแรก คะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนก่อนเรียน คือ ความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบหลังเรียนกับคะแนนทำนายคะแนนดิบหลังเรียน ($B = Y-Y^*$) ซึ่งได้ใช้คะแนนจริงก่อนเรียนเป็นตัวทำนาย วิธีการนี้สามารถที่จะกำจัดความสัมพันธ์ลวงระหว่างคะแนนการเปลี่ยนแปลงกับคะแนนจริงก่อนเรียน จากการศึกษางานวิจัยของอรุณี อ่อนสวัสดิ์ (2537) ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์จุดเด่นและจุดด้อยของวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนก่อนเรียนไว้ พบว่าวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนก่อนเรียน มีจุดเด่นและจุดด้อย ดังนี้

3.1 จุดเด่นของวิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนจริงก่อนเรียน

1) คะแนนการเปลี่ยนแปลงเป็นอิสระจากคะแนนจริงหรือสถานภาพแท้จริงตอนเริ่มต้น

2) สามารถกำจัดความสัมพันธ์ลวงระหว่างคะแนนการเปลี่ยนแปลงกับคะแนนสถานภาพเริ่มต้นได้

3.2 จุดด้อยของวิธีการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนจริงก่อนเรียน

1) คะแนนการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้วิธีนี้ไม่สามารถตีความเป็นปริมาณการเรียนรู้รายบุคคลได้

2) เป็นคะแนนที่ขึ้นกับกลุ่ม

3) ความคลาดเคลื่อนของคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนจริงก่อนเรียนมีแนวโน้มมากกว่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนความแตกต่างและคะแนนการเปลี่ยนแปลงแบบเรซิดวล

สำหรับคะแนนการเปลี่ยนแปลงเรซิดวลเป็นกรณีเฉพาะของคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนจริงก่อนเรียน เมื่อความเที่ยงในการวัดก่อนเรียนเป็น 1

4. วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงการสัมพัทธ์ (relative gain score) เป็นวิธีการที่ได้รับการเสนอขึ้นมาใหม่ในปี พ.ศ. 2532 โดยศิริชัย กาญจนวาสี (Kanchanawasee, 1989 อ้างถึงในอรุณี อ่อนสวัสดิ์ , 2537) วิธีการประมาณการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ หาได้โดยการนำผลต่างของคะแนนในการวัดคะแนนในการวัดก่อนเรียนและหลังเรียนหารด้วยผลต่างของคะแนนเต็มกับคะแนนดิบก่อนเรียน ($S = (Y-X) / (F-X)$) การเสนอวิธีการนี้ ศิริชัย กาญจนวาสี ให้เหตุผล

ประกอบว่า เพื่อลดปัญหาการถดถอยเข้าสู่ส่วนกลาง และ วิธีการนี้คำนึงถึงอัตราความงอกงาม เนื่องจากได้นำทั้งความเปลี่ยนแปลงสัมบูรณ์และการเปลี่ยนแปลงที่น่าจะพัฒนาได้ของแต่ละคน มาคิดทำให้ลดปัญหาเรื่องอิทธิพลจำกัดของอิทธิพลจำกัดบน การเสนอครั้งนั้นต้องการหาดัชนี ในการวัดตัวแปรในการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินอิทธิพลของโรงเรียน ที่มีต่อความสามารถและ ทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งยังไม่ได้รับการตรวจสอบคุณสมบัติ ในเชิงทฤษฎีการวัดผล

5. วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด (estimate true gain score) ลอร์ดได้ เสนอวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงโดยใช้การถดถอยพหุคูณ (multipie regression) ด้วยการทำนาย ความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงก่อนเรียนและคะแนนจริงหลังเรียน โดยใช้คะแนนดิบก่อนเรียน และคะแนนดิบหลังเรียนเป็นตัวพยากรณ์ ($L = WX + WY + K$) ผลการใช้วิธีวัดการเปลี่ยนแปลง ของลอร์ดสามารถที่จะประมาณค่าคะแนนเพิ่มรายบุคคลได้ดี กล่าวคือ สามารถอธิบายได้ว่าใครมี ปริมาณการเปลี่ยนแปลงมากหรือน้อยกว่ากันเพียงไรเมื่อเปรียบเทียบกันในกลุ่ม ส่วนดีของวิธีนี้ คือ สามารถปรับมาตรวัดการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้คนเก่งเสียเปรียบ กล่าวคือ ผู้ที่ได้คะแนนเพิ่ม เท่ากันถ้าเพิ่มปลายมาตรจะได้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าผู้ที่อยู่ต้นมาตร แสดงว่าวิธีการวัดการ เปลี่ยนแปลงของลอร์ดได้ควบคุมอิทธิพลเพดาน แต่อย่างไรก็ตามวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการ เรียนรู้ของลอร์ดก็ยังนับว่ามีข้อบกพร่องอยู่ กล่าวคือ คะแนนที่ได้ขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่าง ถ้าสมาชิก ในกลุ่มตัวอย่างเปลี่ยนไปแม้เพียงคนเดียว ย่อมกระทบต่อคะแนนที่ประมาณได้ และต้องการกลุ่ม ตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่พอสมควรเพื่อให้สมการถดถอยมีความหมายตามที่ควรจะเป็น นอกจากนี้ แล้ว พิสัยคะแนนการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ดยังแคบกว่าพิสัยของคะแนนความแตกต่าง ระหว่างคะแนนดิบก่อนเรียนและคะแนนดิบหลังเรียน และที่สำคัญคือยังไม่พบหลักฐานว่าลอร์ด ได้ใช้เหตุผลใดในเชิงการวัดหากเป็นการเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมกับปริมาณของข้อมูลที่มีเท่านั้น

6. วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงของอรุณี (อรุณี อ่อนสวัสดิ์ , 2537) อรุณี อ่อนสวัสดิ์ ได้พัฒนาวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ในสถานการณ์ที่มีการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ขึ้นโดยอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมและคำนึงถึงอิทธิพลเพดาน 4 แนวคิด แต่ละแนวคิดมีทาง ปฏิบัติเป็น 2 แนวทาง แนวทางแรกวัดด้วยการประมาณค่าจริงส่วนอีกแนวทางหนึ่งเป็นการวัดด้วย คะแนนดิบ รวมแนวทางในการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่อรุณีได้เสนอไว้มีทั้งหมด 8 วิธี โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลในการจำลองปัญหาในสภาพการเรียนรู้ 3 ลักษณะ คือการเรียนแบบ รอบรู้ การเรียนแบบทั่วไปและการเรียนแบบกึ่งรอบรู้ จากการศึกษาพบว่าวิธีการวัดการ เปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่อรุณี อ่อนสวัสดิ์ ได้พัฒนาขึ้นนั้นทุกวิธีมีความเที่ยงสูงกว่าวิธีการวัดการ เปลี่ยนแปลงการเรียนรู้โดยวิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบก่อนเรียนและหลังเรียน และ

วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงของลอร์ดแต่ก็ยังไม่สูงกว่าความเที่ยงของการวัดก่อนเรียนและหลังเรียน และการวัดจะมีข้อจำกัดคือ ผลการวัดจะมีประสิทธิภาพดีในบางสถานการณ์ ได้แก่ สถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าสูง กลุ่มตัวอย่างมีขนาดปานกลาง และแบบสอบมีข้อคำถามน้อย

วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลง ทั้ง 6 แบบ ที่มีผู้เสนอไว้ดังที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาทั้งหมด เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงที่วัดจากตัวแปรสังเกตได้เพียงตัวเดียวแล้วสรุปว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะ ที่ต้องการวัดการเปลี่ยนแปลงแล้วทั้งหมด ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้ผลการวัดการเปลี่ยนแปลงมีค่าความเที่ยงต่ำทั้งนี้เพราะเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดจากตัวแปรสังเกตได้เพียงตัวแปรเดียว ในสภาพความเป็นจริงแล้ว ตัวแปรทางจิตวิทยาเป็นตัวแปรที่มีคุณลักษณะแฝง (trait) ที่สามารถวัดได้จากตัวแปรที่เป็นตัวบ่งชี้ อันเป็นพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้จากตัวแปรหลายๆตัวแปร การวัดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะแฝงจากตัวแปรสังเกตได้เพียงตัวเดียวย่อมทำให้ไม่สามารถที่จะวัดมิติต่างๆ ของตัวแปรแฝงได้อย่างครอบคลุมทำให้ผลการวัดขาดความคงเส้นคงวา เรโคฟ (Rakov, 1993) ได้กล่าวว่า ในการวัดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะแฝงนั้น นักวิจัยและนักวัดผลควรศึกษาโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงนั้นเสียก่อนว่ามีตัวแปรใดบ้างที่เป็นพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้และเป็นตัวบ่งชี้คุณลักษณะแฝงนั้นแล้วจึงทำการวัดคุณลักษณะแฝงนั้นจากตัวแปรสังเกตมากกว่า 1 ตัว ประกอบกัน จึงจะทำให้สามารถวัดคุณลักษณะต่างๆ ของตัวแปรแฝงนั้นได้อย่างครอบคลุมในหลายๆมิติและทำให้ผลการวัดนั้นมีความเที่ยงสูงมีความคงเส้นคงวายิ่งขึ้น และด้วยเหตุผลนี้เองทำให้นักวิจัยและนักวัดผลในระยะต่อมาได้พยายามที่จะศึกษาและหาแนวทางในการวัดการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนในรูปแบบของการศึกษาโครงสร้างของตัวแปรแฝง ซึ่งนับได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการนำโมเดลลิสเรลมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง

<u>ตอนที่ 2</u> แนวคิดเกี่ยวกับการใช้โมเดลลิสเรลในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง

โมเดลลิสเรลได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงและเพื่อศึกษาพัฒนาการความก้าวหน้า โดยจะเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่อยู่ในลักษณะของตัวแปรแฝง (trait) ซึ่งจะเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร โดยมีการศึกษาโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงตามทฤษฎี ศึกษาองค์ประกอบของตัวแปรแฝงนั้นว่าประกอบไปด้วยตัวแปรสังเกตได้ใดบ้าง จึงทำให้สามารถที่จะวัดมิติต่างๆ ของตัวแปรที่ต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงได้อย่างครอบคลุม และยังสามารถที่จะอธิบายความคลาดเคลื่อนในการวัดได้อย่างชัดเจนอีกด้วย (Joreskog and Sorbom, 1976)

โมเดลลิสเรลประกอบไปด้วยโมเดลที่สำคัญ 2 โมเดล คือ โมเดลการวัด (measurement model) และโมเดลสมการโครงสร้าง (structural model) โมเดลการวัดอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ (observed variable) และตัวแปรแฝง (latent variable) ช่วยแก้ปัญหาความคลาดเคลื่อนในการวัด โดยใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis) ในการประมาณค่าตัวแปรแฝง ส่วนโมเดลสมการโครงสร้าง จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงด้วยกัน หลักในการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลได้แก่ การประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลโดยการวิเคราะห์เป็นภาพรวมตามหลักการวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) และการวิเคราะห์อิทธิพล (path analysis) ไปพร้อมๆ กัน มีการวิเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พร้อมทั้งรายงานดัชนีความสอดคล้องด้วย (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

โมเดลลิสเรลได้ถูกนำไปใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงและเพื่อศึกษาพัฒนาการความก้าวหน้าของผู้เรียน จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยต่างๆ ได้พบว่า คุณลักษณะเด่นที่ทำให้การใช้โมเดลลิสเรลในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมี 3 ประการดังนี้ (Pike, 1991)

1. สามารถอธิบายโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะแฝงที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรงได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ปราศจากความคลาดเคลื่อนในการวัด

2. สามารถที่จะตรวจสอบได้ว่าในการวัดแต่ละครั้งนั้นเป็นการวัดโครงสร้างของตัวแปรแฝงตัวเดียวกันหรือไม่ (Muthen, 1989) หรือเป็นการตรวจสอบว่าการวัดในแต่ละครั้งนั้นเป็นการวัดสิ่งเดียวกันหรือไม่นั่นเอง นอกจากนี้ในกรณีที่ต้องการจะเปรียบเทียบปริมาณการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนที่อยู่ต่างกลุ่มกัน การใช้โมเดลลิสเรลในการวัดการเปลี่ยนแปลงยังทำให้สามารถที่จะตรวจสอบได้อีกว่าความแตกต่างของปริมาณการเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นความแตกต่างที่เกิดขึ้นเพราะความแตกต่างของคุณลักษณะของตัวแปรที่ต้องการวัดหรือเป็นความแตกต่างที่เกิดจากความแปรเปลี่ยนของโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรเอง (Byrne , Shalvelson, Muthen, 1989)

3. สามารถตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นที่เกี่ยวกับการวัดการเปลี่ยนแปลง ได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้เพราะคุณสมบัติของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรลที่ทำให้นักวิจัยสามารถที่จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ของโมเดลให้เป็นพารามิเตอร์กำหนด หรือพารามิเตอร์อิสระได้ตามที่นักวิจัยต้องการ (Joreskog and Sorbom, 1976) แล้วจึงตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูล

ข้อตกลงเบื้องต้นที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการนำโมเดลลิสเรลมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่จะทำให้ผลการวัดการเปลี่ยนแปลงนั้นมีความถูกต้องก็คือ การตรวจสอบความคงที่ของโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรเมื่อถูกนำมาวัดเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ซึ่งเรียกว่า "ความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลา" (invariance over time) ซึ่งจะทำให้นักวิจัยสามารถที่จะตรวจสอบได้ว่า การวัดในแต่ละครั้งนั้นเป็นการวัดโครงสร้างของตัวแปรแฝงตัวเดียวกันทำให้แน่ใจได้ว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะที่ศึกษาอย่างแท้จริง (Muthen, 1989) และเมื่อนักวิจัยต้องการนำผลการวัดการเปลี่ยนแปลงนั้นไปเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้วิจัยจะต้องทำการทดสอบก่อนว่า โครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงตัวนั้น ไม่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อนำไปศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันซึ่งเรียกว่า "ความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม" (invariance across groups) เป็นการทดสอบเพื่อให้สามารถอธิบายได้ว่าโมเดลที่สร้างขึ้น สามารถที่จะนำไปใช้ในการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันได้ โดยที่โครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรจะไม่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งผลจากการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มจะทำให้ผู้วิจัยมั่นใจได้ว่า ความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มนั้น เป็นความแตกต่างของปริมาณการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาอย่างแท้จริง ไม่ได้เกิดจากความแตกต่างของโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีความแปรเปลี่ยนไปเมื่อนำไปใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน (Byrne, Shalvelson, Muthen., 1989)

สำหรับการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลาและความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนั้น นักวิจัยสามารถที่ตรวจสอบได้อย่างถูกต้องและไม่มีความยุ่งยาก โดยการใช้โปรแกรมลิสเรลในการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งนี้เพราะคุณสมบัติของการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรลที่ทำให้นักวิจัยสามารถที่จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ของโมเดลให้เป็นพารามิเตอร์อิสระหรือเป็นพารามิเตอร์กำหนดแล้วตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลได้นั่นเอง สำหรับรายละเอียดและขั้นตอนในการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรในโมเดลลิสเรล มีดังนี้

<u>ความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลา (invariance over time)</u>

หลักการสำคัญของการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลา คือ การที่ค่าความสัมพันธ์ของคะแนนจริงของการวัดแต่ละครั้งนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ ($r=1$) เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าการวัดในแต่ละครั้งนั้นเป็นการวัดคุณลักษณะขององค์ประกอบเดียวกันเดียวกันหรือไม่ ซึ่งถ้าหากการวัดในแต่ละครั้งเป็นการวัดคุณลักษณะเดียวกันแล้วค่าความสัมพันธ์ของคะแนนจริงของการวัดในแต่ละครั้งจะมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ กล่าวคือ จะมีคะแนนจริงร่วมกัน ยกเว้นค่าความคลาดเคลื่อน (ε) ที่อาจเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ (Alwin and Jackson,

1981; Joreskog, 1971 อ้างถึงใน Pike, 1991) สำหรับขั้นตอนในการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลานั้น มีขั้นตอนในการทดสอบความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลของแต่ละโมเดลดังนี้

โมเดลที่ 1 กำหนดให้ตัวแปรทุกตัวเป็นตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด โดยให้ตัวแปรแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน การศึกษาในโมเดลนี้เป็นการศึกษาโมเดลพื้นฐาน (Baseline Model) เพื่อประมาณค่าตัวแปรสังเกตได้และตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับประเมินความกลมกลืนของโมเดลอื่นต่อไป

โมเดลที่ 2 กำหนดให้โมเดลประกอบไปด้วยตัวแปรแฝงที่จะทำการศึกษาเพียง 2 ตัว เท่านั้น คือ ตัวแปรแฝงคุณลักษณะที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนเมื่อตอนเริ่มเรียน และหลังเรียนโดยการกำหนดให้คะแนนจริงของตัวแปรแฝงคุณลักษณะที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนเมื่อเริ่มเรียนและหลังเรียนในโมเดลนี้ มีความสัมพันธ์กันเป็น 1 ซึ่งถ้าทดสอบแล้วโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูล แสดงว่า โมเดลการวัดนี้มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลา

เมื่อทดสอบแล้วพบว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงที่พัฒนาขึ้นมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลาแล้วผู้วิจัยสามารถที่จะทำการตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลเมื่อมีการผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นของการวัดการเปลี่ยนแปลงโดยไม่ต้องกำหนดให้คะแนนการวัดทั้ง 2 ครั้งจะต้องมีความสัมพันธ์กันเป็น 1 และให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดมีความสัมพันธ์กันและกำหนดให้เป็นโมเดลที่ 3 และโมเดลที่ 4 แล้วพิจารณาว่าโมเดลมีความกลมกลืนเพิ่มมากขึ้นกว่าโมเดลที่ 2 หรือไม่ซึ่งถ้าโมเดลที่ 3 และโมเดลที่ 4 ไม่ได้มีความกลมกลืนมากกว่าโมเดลที่ 2 เลย แสดงว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลาดีแล้วโดยไม่ต้องมีการผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้น สำหรับการทดสอบโมเดลที่ 3 และ โมเดลที่ 4 มีดังนี้

โมเดลที่3 ประกอบด้วยตัวแปรแฝง 2 ตัว เหมือนกับโมเดลที่ 2 แต่ไม่ต้องกำหนดว่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจริงของตัวแปรแฝงแต่ละตัวต้องมีความสัมพันธ์กันเป็น 1 การทดสอบโมเดลนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการดูตรวจสอบว่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจริงของการวัดทั้ง 2 ครั้ง นั้นเป็นเท่าไร และเมื่อไม่ได้กำหนดให้ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจริงของการวัดทั้ง 2 ครั้ง ต้องมีค่าเป็น 1 แล้ว โมเดลจะมีความกลมกลืนกับข้อมูลมากขึ้นกว่าโมเดลที่ 2 หรือไม่

โมเดลที่ 4 กำหนดให้มีตัวแปรแฝง 2 ตัว คือ คุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์เมื่อเริ่มเรียนกับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์เมื่อหลังเรียนและให้ความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงทั้ง

2 ตัวในโมเดลมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ (r=1) เหมือนโมเดลที่ 2 แต่จะแตกต่างจากโมเดลที่ 2 ตรงที่ ในโมเดลที่ 4 นี้จะยอมให้เทอมความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันได้ จุดมุ่งหมายของการทดสอบโมเดลนี้เพื่อดูว่า เมื่อยอมให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้มีความสัมพันธ์กันได้ ซึ่งเป็นการผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นแล้วจะทำให้โมเดลมีความกลมกลืนมากขึ้นกว่า โมเดลที่ 2 หรือไม่

<u>ความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม (invariance across groups)</u>

สำหรับการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มของโมเดลนั้น จะตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของโมเดลการวัด ในส่วนที่เป็นค่าคงที่ (υ) ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (λ) และค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (ε) ถ้าโมเดลมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มแล้วค่าคงที่ (υ) ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (λ) และค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (ε) ของโมเดลการวัดจะมีค่าคงที่เมื่อนำไปศึกษากับกลุ่มตัวอย่างต่างกลุ่ม (Byrne, Shalvelson and Muthen., 1989) สำหรับขั้นตอนในการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนั้น ทำได้โดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแต่ละโมเดลให้มีความแตกต่างกันออกไปแล้วตรวจสอบความกลมกลืนของแต่ละโมเดล ดังนี้

<u>โมเดลที่ 1</u> กำหนดให้ตัวแปรทุกตัวเป็นตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด การศึกษาในโมเดลนี้เป็นการศึกษาโมเดลพื้นฐาน (baseline model) เพื่อประมาณค่าตัวแปรสังเกตได้ และดูความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับประเมินความกลมกลืนของโมเดลอื่นต่อไป

<u>โมเดลที่ 2</u> โมเดลนี้จะประกอบไปด้วยตัวแปรแฝงที่จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ในโมเดลทั้งหมด โดยกำหนดให้ความสัมพันธ์ของคะแนนจริงของตัวแปรแฝงที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเมื่อเริ่มเรียนและหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ (r=1) แล้วให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (λ) และค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (ε) เป็นพารามิเตอร์อิสระ แล้วกำหนดให้ค่าคงที่ของโมเดลการวัด (υ) ของทุกกลุ่มมีค่าเป็นศูนย์ จุดมุ่งหมายของการทดสอบความกลมกลืนของโมเดลนี้ เพื่อตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าคงที่ของโมเดลการวัด (υ)

<u>โมเดลที่ 3</u> โมเดลนี้จะ ประกอบไปด้วยตัวแปรแฝงที่จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ในโมเดล

ทั้งหมด โดยกำหนดให้ความสัมพันธ์ของคะแนนจริงของตัวแปรแฝงที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเริ่มเรียนและหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ ($r = 1$) แล้วกำหนดให้ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (λ) ในแต่ละกลุ่มเท่ากัน โดยเลือกค่าที่ทำให้โมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ให้มากที่สุด จุดมุ่งหมายของการทดสอบโมเดลนี้เพื่อตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (λ) ซึ่งโมเดลที่มีความกลมกลืนกับข้อมูลมากที่สุดจะให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (λ) ที่เป็นตัวแทน

<u>โมเดลที่ 4</u> โมเดลนี้จะประกอบไปด้วยตัวแปรแฝงที่จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ในโมเดลทั้งหมด โดยกำหนดให้ความสัมพันธ์ของคะแนนจริงของตัวแปรแฝงที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเมื่อเริ่มเรียนและหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ ($r=1$) แล้วกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (λ) และค่าความคลาดเคลื่อน (ε) ของทุกกลุ่มเท่ากัน โดยเลือกค่าที่ทำให้โมเดลมีความกลมกลืนมากที่สุดเช่นเดียวกัน จุดมุ่งหมายของการทดสอบโมเดลนี้เพื่อตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (λ) และค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (ε)

<u>ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (group differences)</u>

หลังจากที่นักวิจัยได้คะแนนการเปลี่ยนแปลงของบุคคลแล้ว ก็สามารถที่จะศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มเพื่อที่จะดูว่าแต่ละกลุ่มมีคะแนนการเปลี่ยนแปลงจริงเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้างได้ สำหรับการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มนั้นมีขั้นตอนในการศึกษาโดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในโมเดล ให้แตกต่างกัน แล้วตรวจสอบความกลมกลืนของแต่ละโมเดล ดังนี้

<u>โมเดลที่ 1</u> กำหนดให้ตัวแปรทุกตัวเป็นตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดและตัวแปรแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน การศึกษาโมเดลนี้เป็นการศึกษาโมเดลพื้นฐาน (baseline model) เพื่อประมาณค่าตัวแปรสังเกตได้และตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับประเมินความกลมกลืนของโมเดลอื่นต่อไป

<u>โมเดลที่ 2</u> ประกอบไปด้วยตัวแปรแฝงทั้งหมดทั้งตัวแปรที่นักวิจัยต้องการที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงและตัวแปรที่ผู้วิจัยศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลง โดยกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้

บนตัวแปรแฝง (λ) ทุกตัว ในโมเดลมีค่าเท่ากัน และกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (ε) ในโมเดลทุกตัวมีค่าเท่ากันด้วย แล้วเลือกโมเดลที่มีความกลมกลืนกับข้อมูลมากที่สุดเป็นโมเดลที่เป็นตัวแทนของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง

<u>โมเดลที่3</u> กำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของสมการโครงสร้างของตัวแปรแฝงที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเมื่อเริ่มเรียน (η3) ของนักเรียนทุกกลุ่มมีค่าเท่ากัน เป็นการทดสอบ สมมุติฐานว่าคุณลักษณะที่ต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเมื่อเริ่มเรียนของนักเรียนทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน เมื่อควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเมื่อโมเดลนี้มีความกลมกลืนก็แสดงว่าคุณลักษณะที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเมื่อเริ่มเรียนของนักเรียนทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน

<u>โมเดลที่4</u> กำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของสมการโครงสร้างของตัวแปรแฝงที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนเมื่อเริ่มเรียน (η3) กับหลังเรียน (η4) มีค่าเท่ากันเพื่อเป็นการทดสอบสมมุติฐานว่า คุณลักษณะที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนเมื่อเริ่มเรียนและหลังเรียนของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันเมื่อควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลง ซึ่งถ้าหากโมเดลนี้ไม่มีความกลมกลืนแสดงว่าคุณลักษณะหลังเรียนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม มีความแตกต่างกัน ซึ่งแสดงว่าปริมาณการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกัน

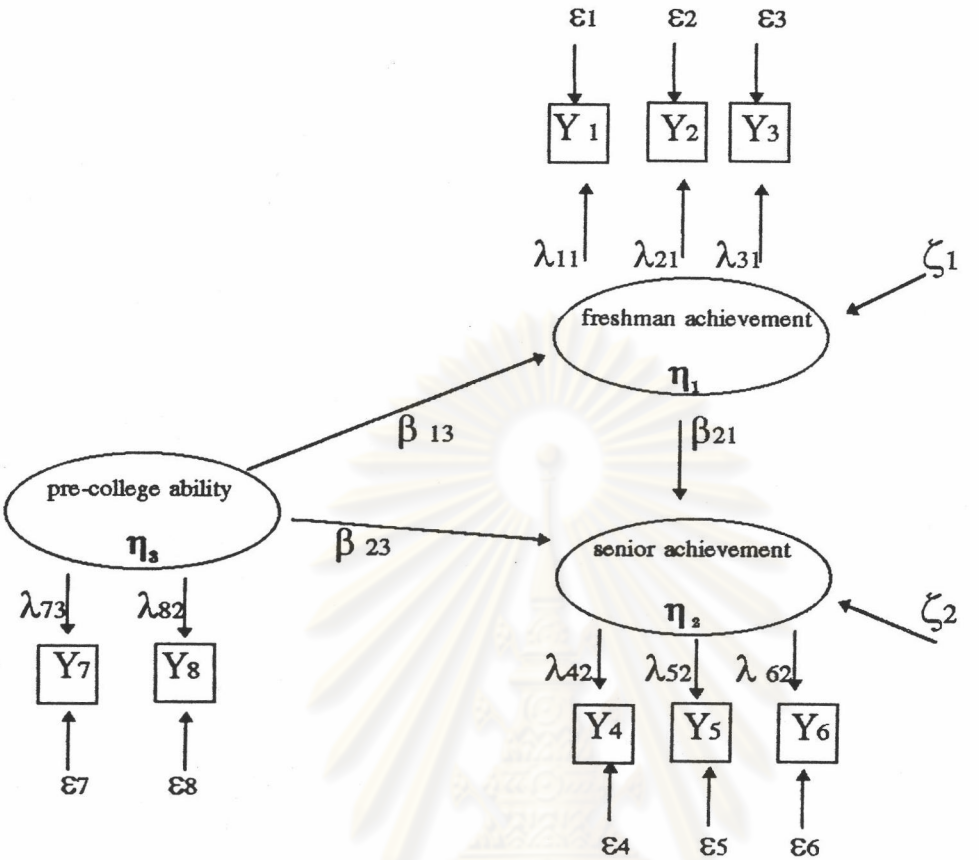
<u>โมเดลที่ 5</u> กำหนดให้คะแนนเฉลี่ยของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนทุกกลุ่มเท่ากัน จุดมุ่งหมายของการตรวจสอบโมเดลนี้เพื่อประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนเมื่อเริ่มเรียน (η3) กับหลังเรียน (η4) เมื่อควบคุมอิทธิพลจากตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ กับตัวแปรที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงให้เท่ากันในทุกกลุ่ม

<u>โมเดลที่6</u> กำหนดให้คะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของทุกกลุ่มเท่ากัน โมเดลนี้จะถูกนำไปใช้ร่วมกับโมเดลที่ 2 โดยกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (λ) ทุกตัวเท่ากัน และกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (ε) ในโมเดลทุกตัวมีค่าเท่ากันด้วย แล้วเลือกโมเดลที่มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุดเป็นโมเดลที่เป็นตัวแทนและพิจารณาว่าคะแนนเฉลี่ยที่แท้จริงของแต่ละกลุ่มนั้น มีลักษณะตามสมมุติฐานของโมเดลที่ 3 ,4 หรือ 5

จากผลการวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ตามที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาทั้งหมดจะทำให้สามารถที่จะตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลา ความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มของโมเดลการวัด และยังทำให้สามารถที่จะประมาณค่าคะแนนเฉลี่ยที่แท้จริง ซึ่งถือว่าเป็นคะแนนจริงของตัวแปรแฝงที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเมื่อเริ่มเรียนและหลังเรียนของนักเรียนได้อย่างถูกต้องสามารถที่จะคำนวณหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือเปรียบเทียบคะแนนจริงของคะแนนการเปลี่ยนแปลงแต่ละกลุ่มได้ โดยสามารถที่จะควบคุมอิทธิพลจากตัวแปร ที่นักวิจัยศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงได้ด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งวิธีการนี้ทำให้สามารถที่จะเปรียบเทียบคะแนนการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มโดยขจัดอิทธิพลจากตัวแปรอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงได้ และเมื่อนำวิธีการนี้มาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดการศึกษาของสถาบันการศึกษาต่างๆ ก็จะทำให้นักวิจัยสามารถคำนวณหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลมาจากประสิทธิภาพของการจัดการศึกษาของสถานศึกษาได้อย่างแท้จริง ทั้งนี้เพราะนักวิจัยสามารถที่จะควบคุมอิทธิพลจากตัวแปรอื่นๆ ที่ผู้วิจัยศึกษาพบว่าความสัมพันธ์กับตัวแปรที่นักวิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงได้ด้วยวิธีการทางสถิติ

การใช้โมเดลสมการโครงสร้างในการวัดการเปลี่ยนแปลงสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดมาจากงานวิจัยของ Pike (1991) ซึ่งได้เสนอแนวคิดในการใช้โมเดลลิสเรลในการประเมินประสิทธิผลของการจัดการศึกษาของ University of Tenessee , Knoxvill และทำการเปรียบเทียบพัฒนาการทางความรู้ของผู้เรียนที่ศึกษาในหลักสูตรการเรียนของคณะวิชาที่แตกต่างกัน ซึ่งในศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการเปลี่ยนแปลงของพัฒนาการทางความรู้ของผู้เรียนนั้น Pike ได้ใช้วิธีการทางสถิติในการควบคุมอิทธิพลของระดับพื้นความรู้เดิมของผู้เรียนซึ่งเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางความรู้ของผู้เรียน โดย Pike ได้พัฒนาโมเดลในการศึกษาการพัฒนาการความก้าวหน้าของผู้เรียนไว้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 1 โมเดลการศึกษาพัฒนาการความก้าวหน้าของนักศึกษาใน University of Tenessee , Knoxvill ซึ่งพัฒนาโดย Pike (1991)

จากแผนภาพ โมเดลการศึกษาพัฒนาการความก้าวหน้าของนักศึกษาใน University of Tenessee , Knoxvill ซึ่งพัฒนาโดย Pike (1991) ประกอบไปด้วยตัวแปรที่เป็นตัวแปรแฝงทั้งภายในทั้ง 3 ตัว ตัวแปรแฝงตัวแรก ได้แก่ ตัวแปรแฝงพื้นความรู้เดิมวัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 2 ตัวแปร ส่วนตัวแปรแฝงคุณลักษณะเมื่อก่อนเรียนและหลังเรียนวัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 3 ตัวแปร

โดยกำหนดให้

η_1 แทน ตัวแปรแฝงคุณลักษณะของผู้เรียนเมื่อเริ่มเรียน

η_2 แทน ตัวแปรแฝงคุณลักษณะของผู้เรียนเมื่อหลังเรียน

η_3 แทน ตัวแปรแฝงพื้นความรู้เดิม

Y_1 แทน ตัวแปรสังเกตได้การปฏิบัติหน้าที่ทางสังคมในสถาบันเมื่อเริ่มศึกษาปี 1 (FSI)

Y_2 แทน ตัวแปรสังเกตได้ความรู้ด้านการใช้ศิลปศาสตร์เมื่อเริ่มศึกษาปี 1 (UA)

Y_3 แทน ตัวแปรสังเกตได้ความรู้ด้านการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเมื่อเริ่มศึกษาปี 1 (US)

Y_4 แทน ตัวแปรสังเกตได้การปฏิบัติหน้าที่ทางสังคมในสถาบันเมื่ออยู่ปี 4 (FSI)

Y_5 แทน ตัวแปรสังเกตได้ความรู้ด้านการใช้ศิลปศาสตร์เมื่ออยู่ ปี4 (UA)

Y_6 แทน ตัวแปรสังเกตได้ความรู้ด้านการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเมื่ออยู่ ปี 4 (US)

Y_7 แทน คะแนนผลการสอบวิชาภาษาอังกฤษในขณะที่สอบเข้ามหาวิทยาลัย

Y_8 แทน คะแนนผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ในขณะที่สอบเข้ามหาวิทยาลัย

ε แทน เวคเตอร์ความคลาดเคลื่อนบน Y

ζ แทน เวคเตอร์ความคลาดเคลื่อนบน η

λ_Y แทน เมตริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ Y บน η

β แทน เมตริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยระหว่างตัวแปร η

Ψ แทน เมตริกซ์ความแปรปรวน- ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน ζ

$\Theta\varepsilon$ แทน เมตริกซ์ความแปรปรวน- ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน ε

α แทน เวคเตอร์จุดตัดแกน (intercept) หรือค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของตัวแปรแฝงภายใน

υ แทน เวคเตอร์จุดตัดแกน (intercept) หรือค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปรในโมเดลสมการวัด (measurement model) มีความสัมพันธ์กันแสดงในรูปของสมการ ดังนี้

$$Y = \upsilon_y + \lambda_y\eta + \varepsilon_y$$

ตัวแปรในโมเดลสมการโครงสร้าง (structural model) มีความสัมพันธ์กันแสดงในรูปของสมการโครงสร้างดังนี้

$$\eta_1 = \beta_{13}\eta_3 + \zeta_1$$

$$\eta_2 = \beta_{23}\eta_3 + \beta_{21}\eta_1 + + \zeta_2$$

เนื่องจากสิ่งที่ต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงที่ต้องการศึกษา ดังนั้นจึงต้องมีการเขียนให้อยู่ในรูปแบบของสมการมาตรฐาน (มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์) ดังนั้น สมการทั้งหมดจึงต้องมีการนำมาเขียนให้อยู่ในรูปของค่าเฉลี่ย (คะแนนที่คาดหวัง) ดังนั้น

ตัวแปรในโมเดลสมการการวัดและโมเดลสมการโครงสร้างจึงมีความสัมพันธ์แสดงในรูปสมการดังนี้

โมเดลสมการการวัด

$$E(Y) = \upsilon_y + \lambda_y E(\eta)$$

โมเดลสมการโครงสร้าง

$$E(\eta_3) = \alpha_3 + \beta_{31} E(\eta_1) + \beta_{32} E(\eta_2)$$

$$E(\eta_4) = \alpha_4 + \beta_{41} E(\eta_1) + \beta_{42} E(\eta_2) + \beta_{43} E(\eta_3)$$

จากนั้นจึงคำนวณหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงโดยนำ $E(\eta_4) - E(\eta_3)$

สำหรับการศึกษาเรื่องการวัดการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดมาจากงานวิจัยของ Pike (1991) และเพื่อให้สามารถสรุปได้ว่าปริมาณการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์นั้นเกิดจากประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนจากทางโรงเรียนโดยแท้จริง และสามารถที่จะเปรียบเทียบปริมาณการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนที่อยู่ในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมทางโรงเรียนที่มีความแตกต่างกันได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาว่ามีตัวแปรใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อที่ผู้วิจัยจะนำตัวแปรเหล่านั้นมาเป็นตัวแปรควบคุมสำหรับการศึกษาในครั้งนี้โดยใช้วิธีการควบคุมทางสถิติเช่นเดียวกัน ซึ่งจะมีตัวแปรใดบ้างนั้นผู้วิจัยจะกล่าวถึงต่อไปในส่วนของการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

<u>ตอนที่ 3</u> คุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์

นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2500 เป็นต้นมา แต่ละประเทศได้มีความตื่นตัวและตระหนักถึงความจำเป็นของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการพัฒนาประเทศ ทำให้บทบาทของการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาประเทศโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มีเพิ่มมากขึ้น มีการปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขณะเดียวกัน คำว่า “คุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์” ได้ถูกนำเข้ามาใช้ นักการศึกษา

หลายท่านได้ให้การสนับสนุนและยอมรับว่า การให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ นับเป็นจุดมุ่งหมายหลักของการสอนวิทยาศาสตร์ และได้มีผู้กำหนด คุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ ไว้ในลักษณะที่มีความคล้ายคลึงกัน ดังนี้

อีแวนส์ (Evans, 1970) ได้กล่าวถึง บุคคลที่มีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า

1. มองวิทยาศาสตร์เป็นทั้งผลผลิต กระบวนการและความพยายามของมนุษย์และทราบว่า ผลผลิตของวิทยาศาสตร์ที่เป็นความรู้ ประกอบด้วยสิ่งที่ได้มาจากการสังเกตไปจนถึงมโนทัศน์ต่างๆ

2. ทราบว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งสิ่งที่อยู่นิ่งๆ และสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

3. เข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขณะเดียวกันก็มองเห็นความสัมพันธ์ของทั้งสองสิ่งนี้ด้วย

4. เข้าใจถึงผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

ส่วน โชวอลเตอร์ และคณะ (Showalter, et al, 1974) ได้สรุปคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ที่บุคคลพึงมีไว้ดังนี้

1. เข้าใจธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. สามารถนำมโนทัศน์ หลักสำคัญ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม

3. สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา การตัดสินใจและการศึกษา เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

4. ยึดมั่นในค่านิยมที่มีรากฐานมาจากวิทยาศาสตร์

5. เข้าใจและซาบซึ้งในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

6. พัฒนาความคิดที่แปลกและน่าพอใจเกี่ยวกับสังคมได้ดีกว่าคนอื่นๆ อันเป็นผลมาจากวิทยาศาสตร์ศึกษาและใฝ่ใจศึกษาวิทยาศาสตร์อยู่ตลอดเวลา

7. พัฒนาทักษะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

ฟิลแมน (Fillman, 1989) ทำการศึกษาถึงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ และได้สรุปว่าบุคคลที่มีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ จะต้องมีคุณลักษณะดังนี้

1. มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 65 - 80

2. ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะ ร้อยละ 10 - 20

3. ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการคิดเล็กน้อยหรือไม่จำเป็นต้องมี

4. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ร้อยละ 1 -10

สำหรับการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศไทยในปัจจุบัน การพัฒนาหลักสูตร อยู่ในความรับผิดชอบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งสถาบันได้กำหนดความมุ่งหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเกี่ยวกับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรมีไว้ ดังนี้

1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเชื่อและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา รัก สนใจ และใฝ่รู้ ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มวลมนุษย์ สภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

จากการศึกษาเอกสารและจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในส่วนนี้ สามารถสรุปได้ว่า คุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะในด้านการมีความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานความรู้ ทักษะกระบวนการ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ทั้งในด้านส่วนตัวและสังคม

สำหรับการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และตัวแปร ที่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์นั้น จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และการวัดคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์นั้น ก็คือ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ซึ่งเป็นคุณลักษณะทางด้านการมีความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และการมีความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นในการศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์นั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ในการศึกษาครั้งนี้ด้วย ซึ่งผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

ไบเออร์ลี (Byerly, 1985) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดความเข้าใจลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของโชวอลเตอร์และคณะ ผลการวิจัยพบว่าตัวแปรที่มีผลต่อความเข้าใจในลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เชื้อชาติ เพศ ความสามารถในการแปลความ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ สัมฤทธิผลทางการอ่าน ความคาดหวังในการศึกษา การเสริมแรงจากครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนจากผู้ปกครอง และการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งในและนอกโรงเรียน

พิคคาร์ด (Pickard, 1988) ได้ศึกษาความสามารถในการอธิบายความเข้าใจและการประเมินค่าคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอเมริกัน เครื่องมือที่ใช้ได้รับการออกแบบโดย NAEP เป็นผู้กำหนดมาตรฐาน โดยการทำการทดสอบก่อนเรียน ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อให้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะมีความรู้ ความเข้าใจ การตัดสิน รวมทั้งลักษณะทางวิทยาศาสตร์ต่างจากนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ

โทบินและคาเป (Tobin and capie, 1982) ได้ทำการศึกษาตัวแปรที่ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคะแนนจากแบบสอบเลือกตอบจำนวน 24 ข้อ ของนักเรียน เกรด 6-8 จากโรงเรียน มัธยมศึกษา ในมลรัฐจอร์เจีย ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลและนิสัยในการเรียนซึ่งสังเกตได้จากพฤติกรรมในการเรียน การรวบรวม การจดบันทึก การตอบคำถามและการสรุปข้อมูลมีความสัมพันธ์สูงกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วน โฮวี และ เออร์ลี (Howe and Early ,1979) ได้ทำการศึกษาพบว่าความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและการอ่านมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

วอลเบิร์ก และทาย (Walberg and Tsai ,1983) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลกับการทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้และมีความสนใจในวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และได้พบว่าองค์ประกอบที่ทำให้บุคคลมีความสามารถในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้แตกต่างกันนั้นมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ภูมิหลังและฐานะทางเศรษฐกิจของครอบครัว ประสบการณ์และการได้รับการฝึกฝนทางด้านวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจในการแสวงหาความรู้ ซึ่งทั้ง 3 องค์ประกอบนี้ได้มีส่วนส่งเสริมและสนับสนุนซึ่งกันและกันอีกด้วย กล่าวคือผู้ที่เกิดมาในครอบครัวที่มีฐานะเศรษฐกิจทางครอบครัวดี บิดามารดามีการศึกษาในระดับสูงก็จะมีโอกาสที่จะได้รับประสบการณ์ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ทำให้มีพื้นฐานความรู้ดีกว่าคนอื่นๆ และสามารถเรียนรู้ได้เร็ว เกิดความงอกงามทางความรู้ได้ดีกว่าผู้อื่นผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียนก็ออกมาดี เป็นผลให้เกิดกำลังใจและมีแรงจูงใจที่จะศึกษาหาความรู้ ให้มากยิ่งๆขึ้นไปอีก จึงเกิดความแตกต่างของความสามารถทางการเรียนรู้ของบุคคลขึ้น

ต่อมา วอลเบิร์กและเรย์โนลด์ (Walberg J. H and Reynolds A. R., 1991) ได้ทำการศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และพบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยตรง ได้แก่ พื้นความรู้เดิม การให้เวลากับการเรียน ส่วนตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อม ได้แก่ สภาพแวดล้อมทางครอบครัวที่ช่วยการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียน การติดตามสื่อและสิ่งพิมพ์ต่างๆ แรงจูงใจในการเรียนและประสิทธิภาพในการสอนของครู

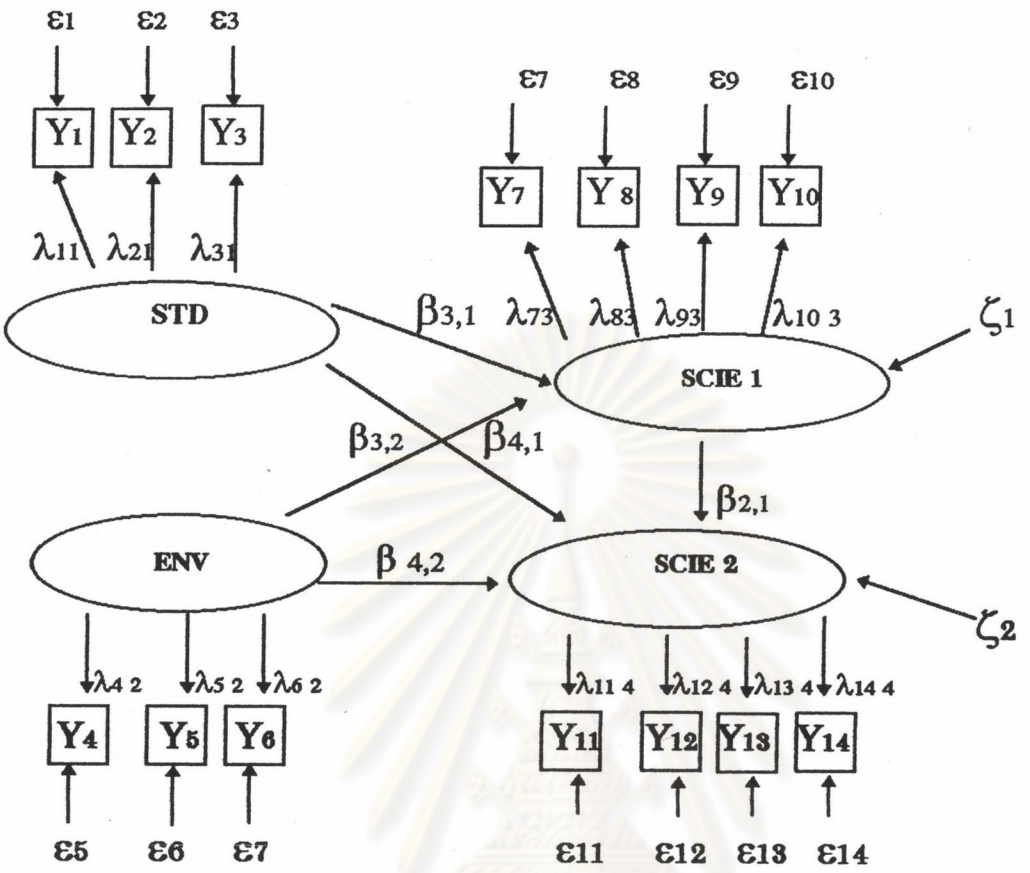
นอกจากนี้ เจอร์แมน (German, 1994) ยังได้ทำการทดสอบโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ความรู้ความสามารถทางการเรียน ความรู้ในวิชาชีววิทยา และระดับการศึกษาของพ่อแม่

สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยนั้น เพ็ญ จรูญธรรมพินิจ (2530) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างสภาพแวดล้อมทางบ้าน ลักษณะนักเรียน และลักษณะของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยตรง ได้แก่ ตัวแปรด้านลักษณะนักเรียน รองลงมาได้แก่นิสัยในการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม ส่วนตัวแปรคุณลักษณะครูมีอิทธิพลน้อยที่สุด และตัวแปรลักษณะนักเรียนที่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงสุด ได้แก่ คุณลักษณะในด้านความสามารถในเชิงเหตุผล ซึ่ง เพ็ญ จรูญธรรมพินิจ ได้อภิปรายในผลการศึกษาครั้งนี้ว่า สาเหตุที่ความสามารถเชิงเหตุผลมีความสัมพันธ์กับสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงนั้นอาจเนื่องมาจาก การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเริ่มจากข้อเท็จจริงต่างๆที่สังเกตได้ จากนั้นผู้เรียนจะต้องใช้เหตุผลให้ได้มา ซึ่งข้อสรุปของความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริงต่างๆ นอกจากนี้การเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มุ่งให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิดหาเหตุผล เพื่อตอบปัญหาด้วยตัวเอง นักเรียนต้องทำการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลแล้วนำไปสู่ข้อสรุปอันเป็นแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ ดังนั้นการที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจะศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ดีนั้น จะต้องใช้ความสามารถเชิงเหตุผลเป็นอย่างมาก จากการศึกษาวิจัยของ ส. วาสนา กัลปพฤกษ์ และคณะ (2525) เกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้มีปรัชญาณทางวิทยาศาสตร์พบว่า คุณลักษณะหนึ่ง ก็คือ ความสามารถในการเรียนรู้ได้ดี หรือสติปัญญาดี ซึ่งส่วนหนึ่งพิจารณาได้จาก สมรรถภาพด้านเหตุผล นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนว่า

นักเรียนที่ขาดความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์หรือไม่ประสบความสำเร็จ ในการเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนมีส่วนเกี่ยวข้องกับการที่นักเรียนมีความสามารถเชิงเหตุผลในระดับต่ำ อาทิ สามารถ วีระสัมฤทธิ์ (2512) ชัยสงคราม เครือหงส์ (2522) และ สุชาติ ลิ้มระกูล (2524) ที่ได้ทำการศึกษาและได้ผลการวิจัยที่สอดคล้องกันว่าความสามารถเชิงเหตุผลเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมา สามารถสรุปได้ว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ๆ ได้แก่ องค์ประกอบทางด้านลักษณะของนักเรียนประกอบไปด้วยตัวแปรความสามารถเชิงเหตุผล นิสัยในการเรียน และพื้นฐานความรู้เดิม และองค์ประกอบทางด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ ตัวแปรด้านสภาพความเป็นอยู่ภายในบ้าน การปฏิบัติของบิดามารดาที่มีต่อนักเรียนในด้านการให้การสนับสนุนและการส่งเสริมช่วยเหลือทางด้านการเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจ และจากการศึกษาผู้วิจัยได้พบว่าตัวแปรเหล่านี้นับเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เจคติเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะและการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งเป็นตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของตัวแปรคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้องค์ประกอบเหล่านี้เป็นตัวแปรควบคุมในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน และสามารถที่จะกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 2 โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์

เมื่อกำหนดให้

STD แทน ตัวแปรแฝงลักษณะนักเรียน ($\eta 1$)

ENV แทน ตัวแปรแฝงสภาพแวดล้อมทางครอบครัว ($\eta 2$)

SCIE1 แทน ตัวแปรแฝงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์เมื่อเริ่มเรียน ($\eta 3$)

SCIE2 แทน ตัวแปรแฝงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์เมื่อหลังเรียน ($\eta 4$)

Y_1 แทน ความสามารถเชิงเหตุผล

Y_2 แทน ระดับพื้นฐานความรู้เดิม

Y_3 แทน นิสัยในการเรียน

Y_4 แทน ระดับการศึกษาของบิดามารดา

Y_5 แทน การให้การส่งเสริมและสนับสนุนทางการเรียน

Y_6 แทน ฐานะทางเศรษฐกิจ

Y_7 แทน ความรู้ความเข้าใจในทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

Y_8 แทน ความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ก่อนเรียน

Y_9 แทน ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

Y_{10} แทน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

Y_{11} แทน ความรู้ความเข้าใจในทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

Y_{12} แทน ความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้หลังเรียน

Y_{13} แทน ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

Y_{14} แทน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียน

ε แทน ความคลาดเคลื่อนในการวัด ของตัวแปรสังเกต

β แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยระหว่างตัวแปรแฝง

λ แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง

ζ แทน เวคเตอร์ความคลาดเคลื่อน η

α แทน เวคเตอร์จุดตัดแกน (intercept) หรือค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของตัวแปรแฝงภายใน

υ แทน เวคเตอร์จุดตัดแกน (intercept) หรือค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของตัวแปรสังเกตได้

จากแผนภาพโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง ประกอบไปด้วยตัวแปรแฝง 4 ตัว ได้แก่ ตัวแปรแฝงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์เมื่อเริ่มเรียน ตัวแปรแฝงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์เมื่อหลังเรียน ตัวแปรแฝงสภาพแวดล้อมทางครอบครัว และตัวแปรแฝงลักษณะของนักเรียน สำหรับตัวแปรแฝงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ความจริงแล้วเป็นตัวแปรแฝงตัวเดียวกันถูกวัดซ้ำ 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ทำการวัดในขณะที่เริ่มเรียน ครั้งที่ 2 ทำการวัดเมื่อสิ้นสุดการเรียน ตัวแปรแฝงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วยตัวแปรที่เป็นพฤติกรรมสังเกตได้จำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ตัวแปรแฝงลักษณะเดิมของนักเรียน ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้จำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ นิสัยในการเรียน ความสามารถเชิงเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม ส่วนตัวแปรแฝงสภาพแวดล้อมทางครอบครัว ประกอบไปด้วยตัวแปรสังเกต จำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ การปฏิบัติของบิดามารดาที่มีต่อนักเรียนในด้านการให้การสนับสนุนและการส่งเสริมช่วยเหลือทางด้านการเรียน ระดับการศึกษาของบิดามารดา ฐานะทางเศรษฐกิจ ตัวแปรแฝงลักษณะเดิมของนักเรียน ประกอบไปด้วย ตัวแปรสังเกตได้จำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ นิสัยในการเรียน ความสามารถเชิงเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม

จากแผนภาพในโมเดลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตัวแปรในสมการการวัด (measurement model) มีความสัมพันธ์กันแสดงในรูปสมการดังนี้

$$Y = \upsilon_y + \lambda_y \eta + \varepsilon_y$$

ตัวแปรในโมเดลสมการโครงสร้าง (structural model) มีความสัมพันธ์กันแสดงในรูปสมการโครงสร้าง ดังนี้

$$\eta_3 = \beta_{31}\eta_1 + \beta_{32}\eta_2 + \zeta_1$$

$$\eta_4 = \beta_{41}\eta_1 + \beta_{42}\eta_2 + \beta_{43}\eta_3 + \zeta_2$$

เนื่องจากสิ่งที่ต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงที่ต้องการศึกษาดังนั้นจึงต้องมีการเขียนให้อยู่ในรูปแบบของสมการมาตรฐาน (มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์) ดังนั้น สมการทั้งหมดจึงต้องมีการนำมาเขียนให้อยู่ในรูปของค่าเฉลี่ย (คะแนนที่คาดหวัง) ดังนี้

โมเดลสมการการวัด

$$E(Y) = \upsilon_y + \lambda_y E(\eta)$$

โมเดลสมการโครงสร้าง

$$E(\eta_3) = \alpha_3 + \beta_{31} E(\eta_1) + \beta_{32} E(\eta_2)$$

$$E(\eta_4) = \alpha_4 + \beta_{41} E(\eta_1) + \beta_{42} E(\eta_2) + \beta_{43} E(\eta_3)$$

จากนั้นจึงคำนวณหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงโดยนำ $E(\eta_4) - E(\eta_3)$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย