

## โมเดลและการสร้างโมเดล

เสรี ชัดแจ้ง\*

โมเดล มาจากคำภาษาอังกฤษว่า "Model" ภาษาไทยมีคำแปลหลายคำ เท่าที่ปรากฏก็เช่น ตัวแบบ แบบจำลอง แบบแผน รูปแบบ หุ่นจำลอง รูปหุ่น แบบตุ๊กตา เป็นต้น แต่บางคนก็ใช้ทับศัพท์ว่า โมเดล ในบทความนี้ใช้คำว่า โมเดล เพราะเห็นว่าเป็นคำที่ใช้กันทั่วไปอยู่แล้ว

ได้มีผู้ให้ความหมายของโมเดลไว้หลากหลาย เช่น

อิงลิช และอิงลิช (English and English, 1965 : 326)

ได้ให้ความหมายของโมเดล ไว้ดังนี้

1. แบบจำลองเลียนแบบของจริง
2. ตัวแบบที่เป็นแบบอย่าง
3. แบบจำลองการดำเนินงานที่แสดงความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ

ในระบบ

4. การอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปของระบบสัญลักษณ์

---

\*อาจารย์ภาควิชาวิจัยและวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยบูรพา

ทาดารอะ มียากาวะ (คงศักดิ์ สันติพฤษวงศ์ (ผู้แปล), 1986) ได้ให้ความหมายของโมเดลว่า หมายถึง การแสดงสภาพความเป็นจริงที่เรา กำลังศึกษาค้นคว้าออกมาในลักษณะในลักษณะหนึ่ง คือ การอธิบาย การ พยากรณ์หรือการควบคุม เกี่ยวกับโครงสร้างและการเคลื่อนไหวของสภาพ ความเป็นจริงที่สนใจค้นคว้าอยู่

คีฟส์ (Keeves, 1988) ได้ให้ความหมายของโมเดลว่า หมายถึง แบบแผนโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

สไตเนอร์ (Steiner, 1988) ได้กล่าวถึงความหมายโดยทั่วไป ของโมเดลว่า หมายถึง สิ่งของสิ่งหนึ่งที่คล้ายคลึงกับสิ่งของอีกสิ่งหนึ่ง และ ได้จำแนกความหมายเฉพาะของโมเดลเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. โมเดลเชิงกายภาพ (Physical Models) แบ่งออกเป็นดังนี้

1.1 โมเดลของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Model-Of) เช่น โมเดล หรือแบบจำลองเครื่องบินเอฟ 16 ลำเล็ก ๆ ที่เราสร้างจำลองมาจากเครื่องบินเอฟ 16 เป็นต้น

1.2 โมเดลเพื่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Model-For) เช่น โมเดล หรือแบบจำลองที่ออกแบบเพื่อใช้เป็นต้นแบบผลิตเครื่องบินเอฟ 16 โดยเรา ต้องสร้างโมเดลหรือแบบจำลองชนิดนี้ขึ้นมาก่อนเพื่อจะได้นำไปเป็นต้นแบบ ผลิตเครื่องบินเอฟ 16 ล้ำจริง เป็นต้น

2. โมเดลเชิงแนวคิด (Conceptual Models) แบ่งออกเป็นดังนี้

2.1 โมเดลเชิงแนวคิดของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Conceptual Model-Of) คือ โมเดลหรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยจำลองมาจากทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว เช่น โมเดลที่สร้างมาจากทฤษฎีการคงอยู่ของนักเรียนในโรงเรียน (Theory of Student Retention) เป็นต้น

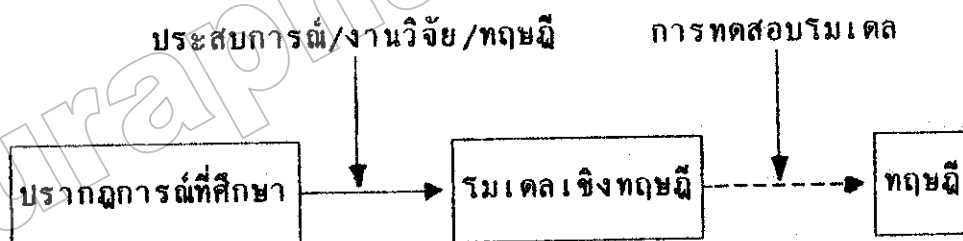
2.2 โมเดลเชิงแนวคิดเพื่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Conceptual Model-For) คือ โมเดลหรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายทฤษฎี เช่น โมเดลที่สร้างขึ้นจากทฤษฎีการคัดสรรตามธรรมชาติ (Theory of Natural Selection) เพื่อนำไปอธิบายทฤษฎีการคงอยู่ของนักเรียนในโรงเรียน เป็นต้น

จากความหมายของโมเดลที่หลากหลายดังกล่าวข้างต้น บทความนี้จะเน้นเฉพาะโมเดลเชิงแนวคิด (Conceptual Models) เท่านั้น โดยมองว่าโมเดลเชิงแนวคิด หมายถึง แบบจำลองโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบหรือตัวแปรของทฤษฎีเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือจากแนวคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่ออธิบายทฤษฎีที่มีอยู่แล้วให้เข้าใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น หรือเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างทฤษฎีใหม่ต่อไป

### ความสัมพันธ์ระหว่างโมเดลกับทฤษฎี

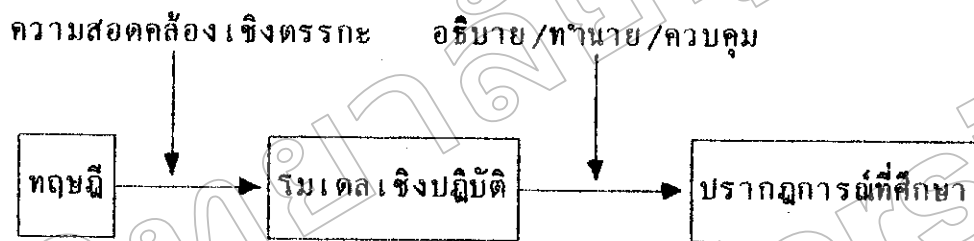
แม้ว่า โมเดลเชิงแนวคิดจะแตกต่างจากทฤษฎีอยู่บ้าง แต่ก็มีความสัมพันธ์กัน 2 ลักษณะ ดังนี้

1. โมเดลเชิงทฤษฎี (Theoretical Model) คือ โมเดลหรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากประสบการณ์ งานวิจัย หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว เพื่อหาข้อสรุปที่อธิบาย ทฤษฎี หรือควบคุมปรากฏการณ์ของเรื่องที่ศึกษา และเมื่อทดสอบโมเดลกับข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้แล้ว ถ้ามีความสอดคล้องกัน โมเดลก็น่าเชื่อถือ อันอาจนำไปสู่การสร้างทฤษฎีในเรื่องนั้น ดังนั้นโมเดลเชิงทฤษฎีจึงเป็นเพียงขั้นตอนหนึ่งของการสร้างทฤษฎีใหม่ ๆ เท่านั้น ดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างโมเดลเชิงทฤษฎีกับทฤษฎี

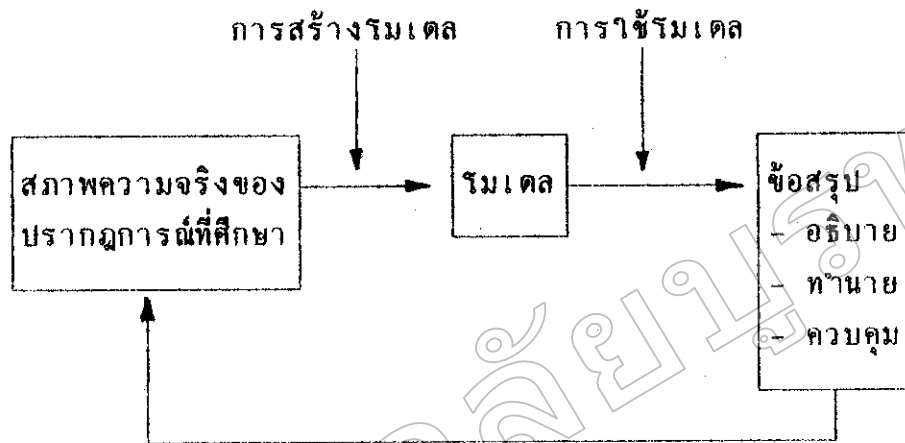
2. โมเดลเชิงปฏิบัติ (Practical Model) คือ โมเดลหรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว เพื่อช่วยให้เข้าใจทฤษฎีได้ง่ายยิ่งขึ้น หรือเพื่อนำไปใช้อธิบาย ทำนายหรือควบคุมปรากฏการณ์ที่ศึกษา ดังนั้นโมเดลลักษณะนี้ จึงเป็นเพียงแบบจำลองที่ได้จากการถ่ายทอดจากทฤษฎีไปสู่การปฏิบัตินั่นเอง ดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างโมเดลเชิงปฏิบัติกับทฤษฎี

#### การสร้างโมเดล

การศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสังคมเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เราอาจไม่ศึกษาปรากฏการณ์เรื่องนั้นโดยตรงก็ได้ แต่เราศึกษาโดยวิธีการสร้างโมเดล เพื่อหาข้อสรุปที่สามารถนำไปอธิบาย ทำนาย หรือควบคุมปรากฏการณ์ที่ศึกษา ดังแผนภาพที่ 3



แผนภาพที่ 3 การศึกษาปรากฏการณ์โดยวิธีการสร้างโรมเดล  
(ทาดารโอะ มียากาวะ แปลโดย คงศักดิ์ สันติพฤษวงค์, 1986)

โรมเดลที่ใช้ศึกษาค้นคว้าปรากฏการณ์ทางสังคมต้องมีคุณสมบัติ 2 ประการ คือ ประการที่หนึ่ง มีลักษณะสอดคล้องกับสภาพความจริงของปรากฏการณ์ของเรื่องที่ศึกษา และอีกประการหนึ่ง สามารถนำไปใช้หาข้อสรุปเพื่ออธิบาย ทานาย หรือควบคุมปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง

คุณสมบัติของโรมเดลทั้ง 2 ประการนี้ มีลักษณะขัดแย้งกันเอง กล่าวคือ ถ้าเราสร้างโรมเดลให้สอดคล้องกับสภาพความจริงของปรากฏการณ์มากเท่าใด โรมเดลก็จะสลับซับซ้อนมากขึ้น ทำให้การนำโรมเดลไปใช้มีความยุ่งยาก ในทางตรงกันข้ามถ้าเราเน้นความสะดวกในการนำโรมเดลไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ ก็ต้องเขียนโรมเดลให้ง่ายเข้าใจ โรมเดลก็ไม่ค่อยสอดคล้องกับสภาพความจริงของปรากฏการณ์ ซึ่งทำให้การนำโรมเดลไปใช้อธิบาย ทานาย หรือควบคุมปรากฏการณ์ได้จำกัด ดังนั้นการสร้างโรมเดลจึงต้องพยายามสร้างให้ได้ทั้งความสอดคล้องกับสภาพความจริงของปรากฏการณ์ให้มากที่สุด และในขณะเดียวกันก็สามารถนำไปใช้หาข้อสรุปเพื่ออธิบาย ทานาย หรือควบคุมปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้มากที่สุดด้วย โดยเราอาจเลือกศึกษาเฉพาะองค์ประกอบหรือตัวแปรสำคัญ ๆ ของปรากฏการณ์นั้น

การสร้างโมเดลก็มีจุดประสงค์เช่นเดียวกับการตั้งสมมติฐานของการวิจัย คือ ใช้เป็นแนวทางการศึกษา หรือวิจัยในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ดังนั้น การเขียนโมเดลจึงต้องวิเคราะห์แนวความคิดหรือทฤษฎีออกมาเป็นองค์ประกอบหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และเขียนเรียงองค์ประกอบหรือตัวแปรออกมาเป็นโครงสร้างความสัมพันธ์ โดยองค์ประกอบหรือตัวแปรเหล่านี้อาจได้มาจากประสบการณ์ของผู้ที่ศึกษา การเทียบเคียงตามหลักการของอุปมาอุปไมย ผลการศึกษาวิจัยที่ทำไว้หรือจากทฤษฎีที่มีอยู่แล้วก็ได้

โมเดลที่ดีควรมีคุณลักษณะดังนี้

1. โมเดลควรประกอบด้วยความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างตัวแปรมากกว่าที่จะเน้นความสัมพันธ์แบบรวม ๆ อย่างไรก็ตามก็ดีสสัมพันธ์และสมการถดถอยที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก็สามารถนำไปใช้สร้างโมเดลได้
2. โมเดลควรนำไปสู่การทนายผลที่ตามมา ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยเมื่อทดสอบโมเดลแล้ว ถ้าปรากฏว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โมเดลนั้นก็ถูกยกเลิกไป
3. โมเดลควรอธิบายโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของเรื่องที่ศึกษาได้
4. โมเดลควรนำไปสู่การสร้างแนวความคิดใหม่ของเรื่องที่ศึกษาได้

การสร้างโมเดลมีข้อที่ควรระมัดระวังอยู่ 2 ประการ คือ

1. การทำให้โมเดลชัดเจนเกินไป เนื่องจากในการสร้างโมเดลจะต้องทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมหรือสลับซับซ้อนมีความชัดเจนขึ้น เพื่อให้เห็นองค์ประกอบหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ชัดเจน บางครั้งการพยายามทำให้โมเดลชัดเจนหรือเข้าใจง่าย โดยการกำหนดองค์ประกอบหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งมากและน้อยเข้ามาไว้ในโมเดล ทำให้โมเดลสลับซับซ้อนเกินไปเพราะมีจำนวนตัวแปรที่เกี่ยวข้องมาก ไม่สะดวกต่อการทดสอบโมเดล

ดังนั้น การทำให้โมเดลชัดเจน จึงต้องกำหนดขอบเขตความเกี่ยวข้องขององค์ประกอบหรือตัวแปรให้เหมาะสม โดยกำหนดเฉพาะองค์ประกอบหรือตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันจริง ๆ เท่านั้นเข้าไว้ในโมเดล

2. การเน้นรูปแบบหรือสัญลักษณ์ที่ใช้ในโมเดลมากเกินไป ทำให้ละเลยความสำคัญขององค์ประกอบหรือตัวแปรที่ต้องนำไปทดสอบหรือตรวจสอบ อาจทำให้มองไม่เห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ที่แท้จริงขององค์ประกอบหรือตัวแปรภายในโมเดล

#### การทดสอบโมเดล

จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการสร้างโมเดลก็เพื่อทดสอบหรือตรวจสอบโมเดลนั้นด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังนั้นโมเดลที่สร้างขึ้นจึงควรมีความชัดเจนและเหมาะสมกับวิธีการทดสอบ โดยปกติแล้วการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์มักจะทดสอบโมเดลด้วยวิธีการทางสถิติ

การสร้างโมเดล การเก็บรวบรวมข้อมูลและการทดสอบโมเดลเป็นกิจกรรมที่ต้องบูรณาการเข้าด้วยกัน เนื่องจากโครงสร้างของโมเดลจะเป็นตัวกำหนดวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้จะนำไปใช้ทดสอบโมเดล ผลของการทดสอบโมเดลย่อมนำไปสู่การยอมรับหรือปฏิเสธโมเดลนั้น

การทดสอบโมเดลนับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากของการสร้างโมเดล ถ้าไม่มีการทดสอบโมเดล โมเดลที่สร้างขึ้นก็ไม่เกิดประโยชน์อะไรมากนัก เพราะเป็นเพียงการพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลกับสภาพความเป็นจริงของปรากฏการณ์เท่านั้น ทำให้ไม่สามารถพัฒนาโมเดลที่สร้างขึ้นสู่การเป็นทฤษฎีได้

#### ประเภทของโมเดลและตัวอย่าง

คีฟส์ (Keeves, 1994) ได้แบ่งประเภทของโมเดลตามพัฒนาการของการใช้โมเดลออกเป็น 5 ประเภท คือ

##### 1. โมเดลเชิงเทียบเคียง (Analogue Models)

ส่วนใหญ่เป็นโมเดลเชิงกายภาพ ที่ใช้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ เช่น โมเดลแสดงพัฒนาการของอะตอม เป็นต้น สร้างขึ้นโดยใช้หลักการเทียบเคียงโครงสร้างของโมเดลให้สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพ

ของสิ่งที่คล้ายคลึงกัน และให้สอดคล้องกับข้อมูลหรือความรู้ที่มีอยู่ในขณะนั้น ด้วย romeo ที่สร้างขึ้นจึงต้องมีองค์ประกอบที่ชัดเจน เพื่อให้สามารถนำไปทดสอบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ และสามารถนำไปหาข้อสรุปของปรากฏการณ์ได้อย่างกว้างขวาง

romeo ประเภทนี้ที่ใช้ในทางการศึกษา ก็เช่น romeo ของจำนวนประชากรนักเรียนในโรงเรียน (Model of a School Population) สร้างขึ้นโดยการเทียบเคียงกับลักษณะของแท่งคั่นน้ำ ซึ่งประกอบด้วยท่อน้ำเข้าและท่อน้ำออก กล่าวคือ จำนวนนักเรียนที่เข้าสู่ระบบโรงเรียนประกอบด้วยอัตราการเกิดของเด็ก อัตราการย้ายเข้าพื้นที่ และอัตราการรับเด็กอายุต่ำกว่าเกณฑ์ ส่วนจำนวนนักเรียนที่ออกจากระบบโรงเรียน ประกอบด้วย อัตราการย้ายออกจากพื้นที่ อัตราการออกจากโรงเรียนตามระเบียบ และอัตราการออกจากโรงเรียนเนื่องจากอายุพ้นเกณฑ์ จุดมุ่งหมายของ romeo นี้ก็เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรนักเรียนในโรงเรียนนั่นเอง

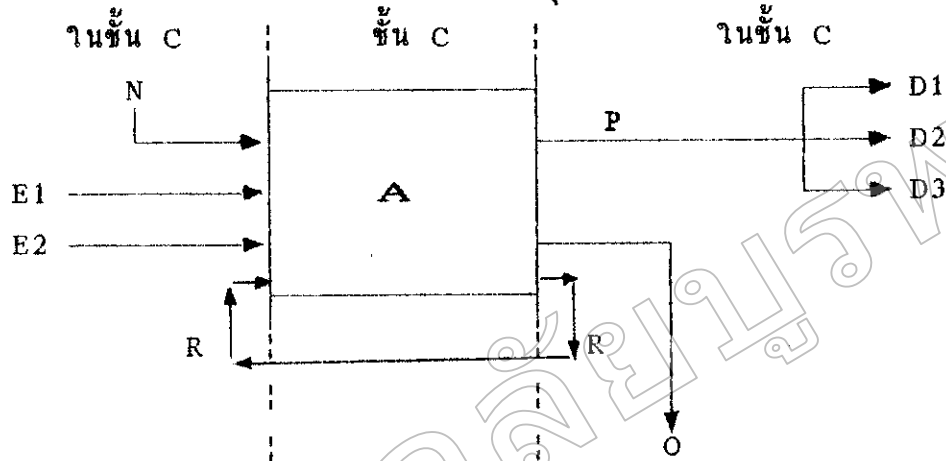
การทดสอบ romeo ประเภทนี้ทำได้โดยการเปรียบเทียบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เกิดขึ้นจริงได้ ณ ขณะนั้น โดยอาศัยหลักการให้เหตุผลทางตรรกะ อย่างไรก็ตาม romeo ประเภทนี้มีจุดอ่อนคือ ไม่สามารถระบุความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบภายใน romeo ได้ชัดเจน จึงนำไปใช้ได้อย่างจำกัด

ยูเนสโกได้นำแนวความคิดของการสร้าง romeo ประเภทนี้ ไปสร้างแบบจำลองเพื่อการวางแผนการศึกษา (Educational Simulation Model, ESM) ดังนี้

แนวความคิดเบื้องต้นของแบบจำลองนี้ ก็เพื่อศึกษาการสพัดของประชากรในวัยเรียน จำนวนครู ค่าใช้จ่ายทางการศึกษา และผู้สำเร็จการศึกษา โดยกำหนดโครงสร้างการสพัดของนักเรียนแต่ละชั้นในระบบการศึกษา โดยพิจารณาเป็นหลักสูตรไป ดังแผนภาพที่ 4 ซึ่งเป็นการแสดงการสพัดของนักเรียนในชั้น C สพัดเป็น 2 ลักษณะ คือ การสพัดเข้ามาเรียนในชั้น C และการสพัดออกไปจากชั้น C



จุดเริ่มต้นของนักเรียน | จำนวนนักเรียนใน | จุดหมายปลายทางของนักเรียน



แผนภาพที่ 4 แบบจำลอง ESM ของยูเนสโก

(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2529)

จำนวนนักเรียน (A) ซึ่งเข้ามาเรียนในชั้น C ประกอบด้วย

- นักเรียนเข้าใหม่ (N)
- นักเรียนซึ่งเลื่อนชั้นขึ้นมาจากหลักสูตรต่าง ๆ (E1, E2)
- นักเรียนตกซ้ำชั้นเดิมจากปีการศึกษาที่แล้ว (R)

จำนวนนักเรียน (A) ซึ่งออกจากชั้น C ประกอบด้วย

- นักเรียนที่ต้องเรียนซ้ำชั้นเดิมในปีต่อมา (R)
- นักเรียนซึ่งออกไปจากระบบ (O)
- นักเรียนซึ่งเรียนต่อ (P) หลักสูตรต่าง ๆ (D1, D2, D3) ใน

ชั้นสูงขึ้นไปในปีต่อไป

แบบจำลองนี้เป็นเครื่องอำนวยความสะดวกในการจำลองการ  
สะพัดของประชากร ซึ่งเข้ามาสู่ระบบการศึกษา ผ่านและออกไปจากระบบ  
การศึกษา ในช่วงเวลาในอนาคต

## 2. โมเดลเชิงข้อความ (Semantic Models)

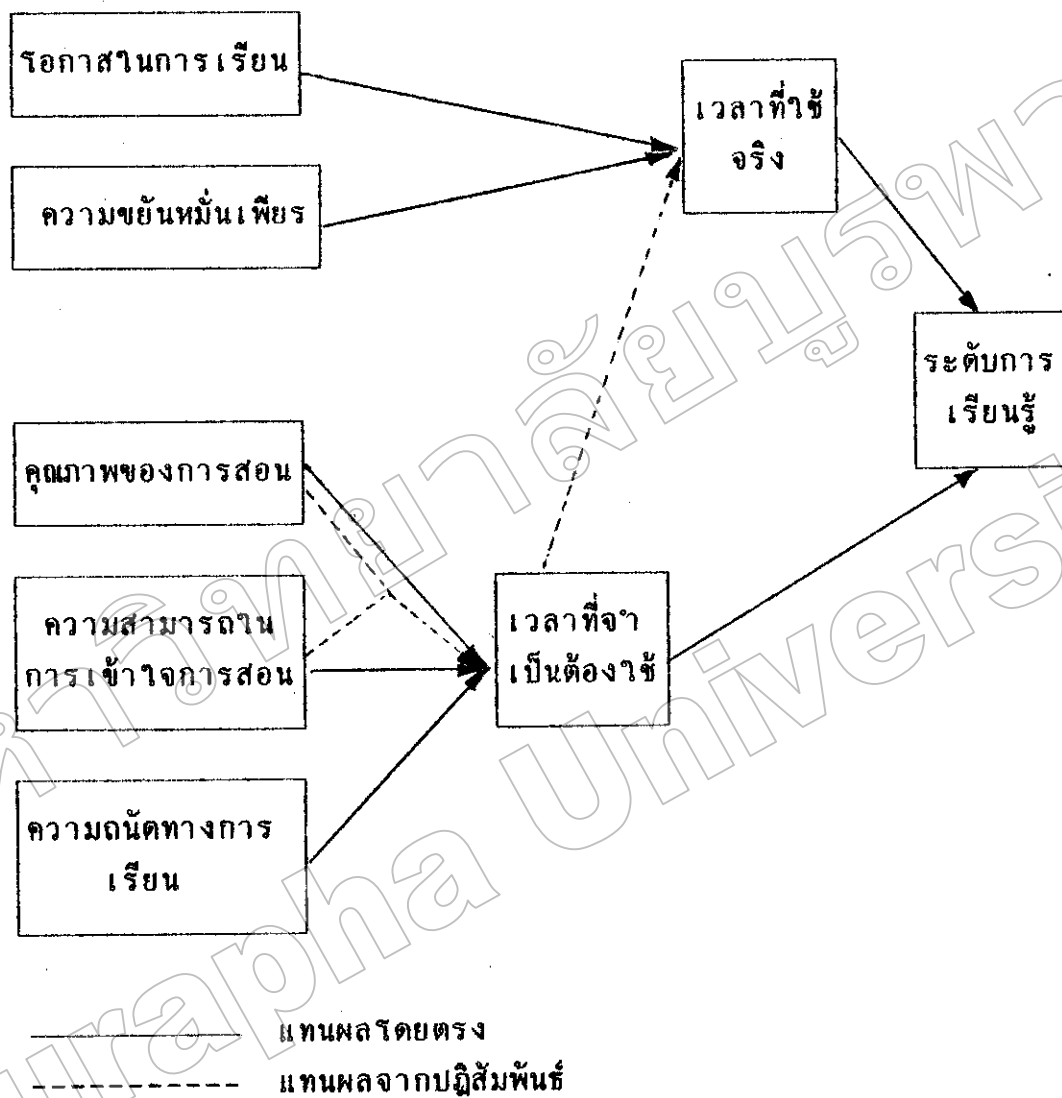
ลักษณะสำคัญของโมเดลประเภทนี้ ก็คือ การแสดงความ  
สัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในโมเดลเป็นภาษาหรือข้อความ โมเดลเชิงข้อ  
ความใช้หลักการเทียบเคียงเชิงแนวความคิด ทำให้อธิบายรายละเอียดของ

โรเดลได้ดี จึงทำให้เนื้อหาสาระได้มากกว่าโรเดลเชิงเทียบเคียง แต่จุดอ่อนของโรเดลประเภทนี้ก็คือ ข้อความขาดความชัดเจนแน่นอน ทำให้ยากแก่การทดสอบโครงสร้างของโรเดล อย่างไรก็ตาม โรเดลเชิงข้อความก็นำมาซึ่งกันแพร่หลายทางด้านการศึกษา เพราะสามารถใช้ศึกษาหรือวิจัยเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางการศึกษาได้ดี เช่น โรเดลการเรียนรู้ในโรงเรียน เป็นต้น

แครรอลล์ (Carroll, quoted in Noonan and Wold, 1983) ได้เสนอโรเดลการเรียนรู้ในโรงเรียน (Model of School Learning) ไว้ในปี ค.ศ.1963 โดยโรเดลนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ประการ คือ

1. ความถนัดทางการเรียน
2. ความสามารถในการเข้าใจการสอน
3. คุณภาพของการสอน
4. โอกาสในการเรียน (เวลาที่ให้กับการเรียน)
5. ความขยันหมั่นเพียร

องค์ประกอบที่ 1, 2 และ 3 เป็นตัวกำหนดเวลาที่จำเป็นต่อการเข้าเรียน ส่วนองค์ประกอบที่ 4 และ 5 เป็นตัวกำหนดเวลาที่แท้จริงในการเรียน ดังนั้นระดับการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน จึงสามารถเขียนออกมาเป็นความสัมพันธ์ของเวลาที่แท้จริงกับเวลาที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ได้ โรเดลการเรียนรู้ในโรงเรียนของแครรอลล์ สามารถเขียนได้ดังแผนภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 โมเดลการเรียนรู้ในโรงเรียนของแครโรลล์  
(Carroll, 1963, quoted in Noonan and Wold, 1983 : 324)

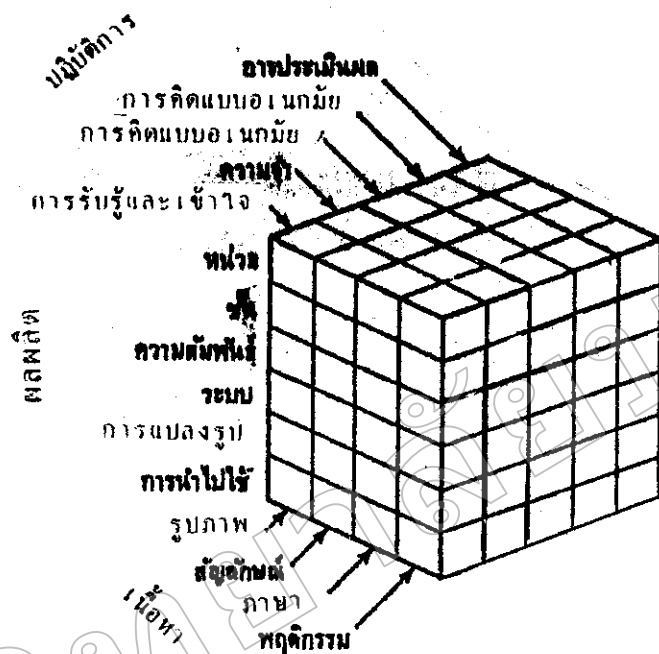
โมเดลการเรียนรู้ในโรงเรียนของแครรอลล์ ถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของนักการศึกษาในเวลาต่อมา เช่น บลูม (Bloom, 1976) ได้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้แบบรอบรู้ (Theory in Relation to Mastery Learning) คูเลย์ และโลห์เนส (Cooley and Lohnes, 1976) ได้เสนอทฤษฎีการประเมินในโรงเรียน (Theory in Relation to Evaluation of Schooling) ฮาร์นิสเฟเกอร์ และไวเลย์ (Harnischfeger and Wiley, 1976) ได้เสนอโมเดลกระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียนประถมศึกษา (Model of Teaching-Learning Process in Elementary Schools) เป็นต้น

โมเดลของแครรอลล์ และฮาร์นิสเฟเกอร์-ไวเลย์ เพียงแต่จำแนกกลุ่มขององค์ประกอบและแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในโมเดลไว้เท่านั้น ไม่ได้อธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของแต่ละองค์ประกอบภายในโมเดล จึงไม่สามารถทดสอบโมเดลด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ ทำให้ไม่สามารถพัฒนาโมเดลไปสู่การสร้างทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนได้

### 3. โมเดลเชิงแบบแผน (Schematic Models)

ลักษณะสำคัญของโมเดลประเภทนี้ก็คือ การจัดระบบโครงสร้างความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในโมเดลอย่างเป็นลำดับขั้น มีลักษณะคล้าย ๆ กับแผนที่ ดังนั้นโมเดลจึงเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเข้าด้วยกัน

นักจิตวิทยาได้พัฒนาโมเดลเชิงแบบแผนเพื่ออธิบายหาว่าปัญญาของมนุษย์ เช่น โมเดลของลำดับขั้นความสามารถทางเชาว์ปัญญา ตามทฤษฎีของเวอร์นอน (Vernon, 1960) โมเดลโครงสร้างทางเชาว์ปัญญา (Structure of Intellect Model) ของ กิลฟอร์ด (Guilford, 1967) เป็นต้น โมเดลของกิลฟอร์ด อธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์ในเชิงองค์ประกอบหลัก 3 ด้านคือ ด้านปฏิบัติการ (Operations) ด้านเนื้อหา (Contents) และด้านผลผลิต (Products) จากนั้นก็แยกแต่ละองค์ประกอบหลักออกเป็นองค์ประกอบย่อย ดังแผนภาพที่ 6



แผนภาพที่ 6 โมเดลโครงสร้างทางเชาว์ปัญญา ของกิลฟอร์ด  
(Guilford, 1967 อ้างถึงใน อนาสตาซี, 1968)

การทดสอบโมเดลประเภทนี้ จะต้องสร้างแบบวัดแต่ละองค์ประกอบของโมเดล แล้วนำมาเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบว่าสอดคล้องกับโมเดลหรือไม่ โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อยืนยันโมเดลหรือทฤษฎี (Confirmatory Factor Analysis)

#### 4. โมเดลเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Models)

โมเดลเชิงคณิตศาสตร์ได้เริ่มนำมาใช้ในการศึกษาในช่วงต้นของทศวรรษที่ 1960 แรก ๆ นำมาใช้ทางด้านการวัดผลการศึกษาก่อนต่อมาได้นำไปใช้กับการวิจัยทางด้านการศึกษาศาชาวิชาอื่น ๆ ปัจจุบันมีแนวโน้มว่าจะนำใช้ทางด้านพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์เพิ่มขึ้น เพราะสามารถทดสอบโมเดลด้วยวิธีการทางสถิติได้ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างทฤษฎีในสาขาวิชานั้น

ลักษณะสำคัญของโมเดลประเภทนี้ก็คือ การแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหรือตัวแปรโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง ทัทสุโอกะ (Tatsuoka, 1968, quoted in Keeves, 1988) ศึกษาพบว่าโมเดลประเภทนี้ ส่วนใหญ่พัฒนามาจากโมเดลเชิงข้อความ (Semantic Models)

โมเดลเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ในทางการศึกษาก็เช่น โมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางสติปัญญากับลำดับที่การเกิดของบุตร (The Confluence Model) ของ ซาโจนซ์ และมาร์คัส (Zajone and Markus, 1975) โมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ริเชย์ (Richey, 1990) เป็นต้น

โมเดลเชิงคณิตศาสตร์ของริเชย์ แสดงได้ดังนี้

$$Ach = bL + bC + bE + bD + e$$

เมื่อ Ach คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

L คือ ผู้เรียน

C คือ เนื้อหาวิชา

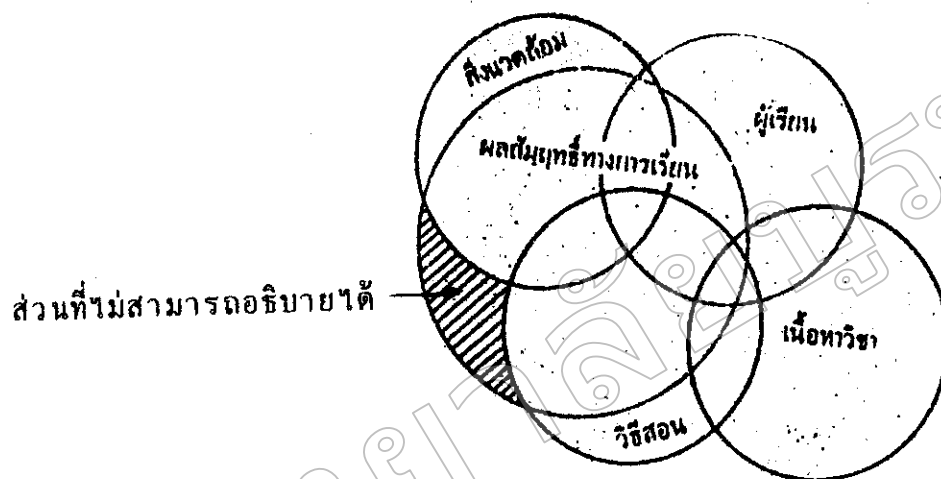
E คือ สิ่งแวดล้อม

D คือ วิธีสอน

e คือ ส่วนที่ไม่สามารถอธิบายได้

b คือ ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ที่เป็นผลจากตัวแปรแต่ละตัว

จากโรมเดลของริเชย์ สามารถเขียนได้ ดังแผนภาพที่ 7



แผนภาพที่ 7 โรมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของริเชย์ (Richey, 1990 : 134)

จากแผนภาพที่ 7 จะเห็นว่า ตัวแปรแต่ละตัวคาบเกี่ยวกัน บริเวณที่คาบเกี่ยวกันนั้น แสดงว่าตัวแปรต่าง ๆ มีปฏิสัมพันธ์กัน สำหรับส่วนที่ไม่สามารถอธิบายได้เป็นผลมาจากความคลาดเคลื่อนในการวัดหรือตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรทั้งสี่ตัว

โรมเดลเชิงคณิตศาสตร์สามารถเขียนออกมาเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ ทำให้สามารถทดสอบโรมเดลด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ อันอาจนำไปสู่การสร้างทฤษฎีได้

##### 5. โรมเดลเชิงสาเหตุ (Causal Models)

ในช่วงต้นของทศวรรษที่ 1970 ได้มีการนำโรมเดลเชิงสาเหตุมาใช้ในการวิจัยทางการศึกษา โดยเริ่มจากการนำเทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) ไปศึกษาเรื่องเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ ต่อมาเบอร์ก (Burks, 1928) ได้นำแนวคิดเรื่องการวิเคราะห์เส้นทางเข้า

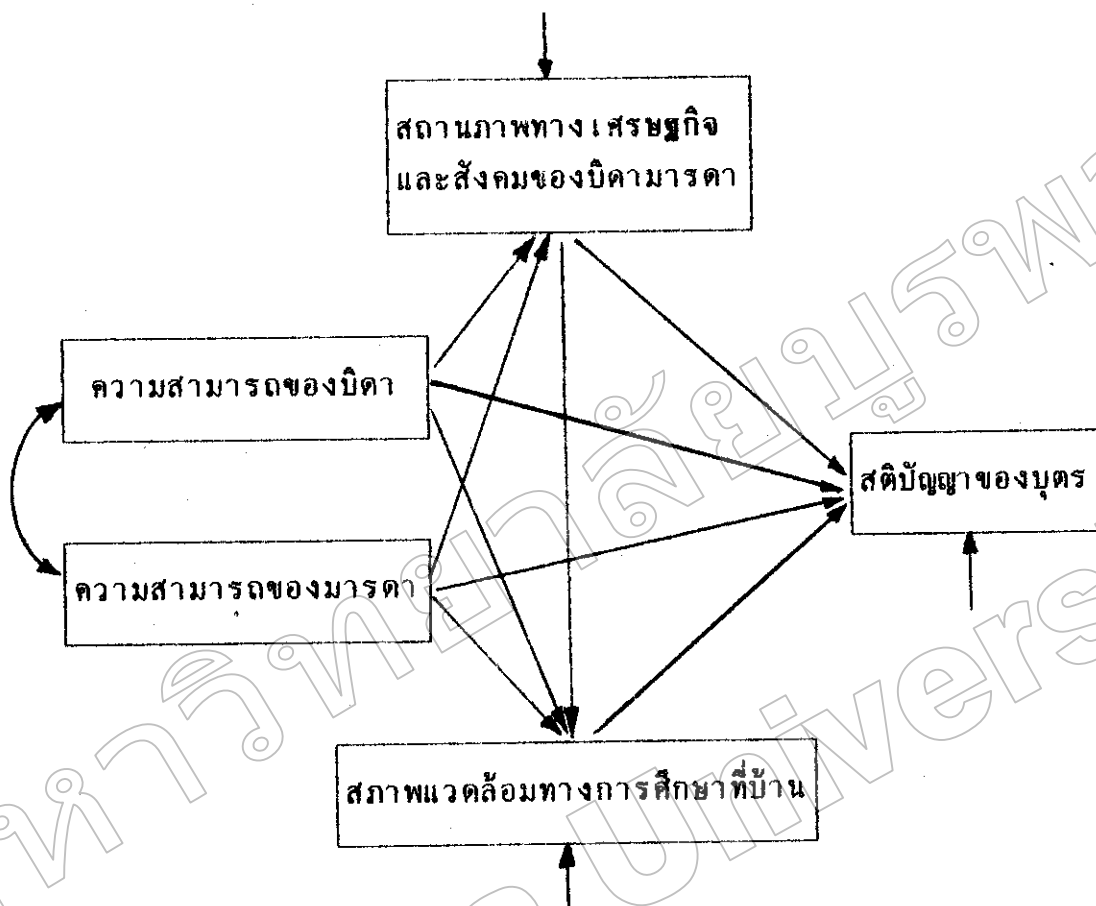
มาใช้นวทางการศึกษา แต่ก็ไม่มีใครสนใจ จนกระทั่งพีเกอร์ (Peaker, 1971) ได้นำเอาเทคนิคการวิเคราะห์เส้นทางตามวิธีการของ บลาลอค (Blalock, 1961) มาใช้กับงานวิจัยที่ไม่ใช่การวิจัยเชิงการทดลอง ทำให้โมเดลประเภทนี้แพร่หลายในทางการศึกษา

โมเดลเชิงสาเหตุทำให้เราสามารถศึกษาโมเดลเชิงข้อความซึ่งตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างสลับซับซ้อนได้ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง แนวความคิดที่สำคัญของโมเดลเชิงสาเหตุก็คือ โมเดลต้องสร้างขึ้นจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องหรืองานวิจัยที่มีมาแล้ว ความสัมพันธ์ของตัวแปรจะถูกเขียนออกมาเป็นสมการเส้นตรง ซึ่งแต่ละสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างตัวแปร จากนั้นก็เก็บรวบรวมข้อมูลในสมภาพรรณชาติมาใช้ทดสอบโมเดลว่า ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้สอดคล้องกับโมเดลที่สร้างขึ้นหรือไม่ ทำให้เราสามารถใช้อ้างอิงข้อมูลตรวจสอบเพื่อยืนยันหรือปฏิเสธโมเดล/ทฤษฎีที่เราศึกษาได้

โมเดลเชิงสาเหตุ จำแนกอย่างกว้าง ๆ ได้ 2 ลักษณะดังนี้

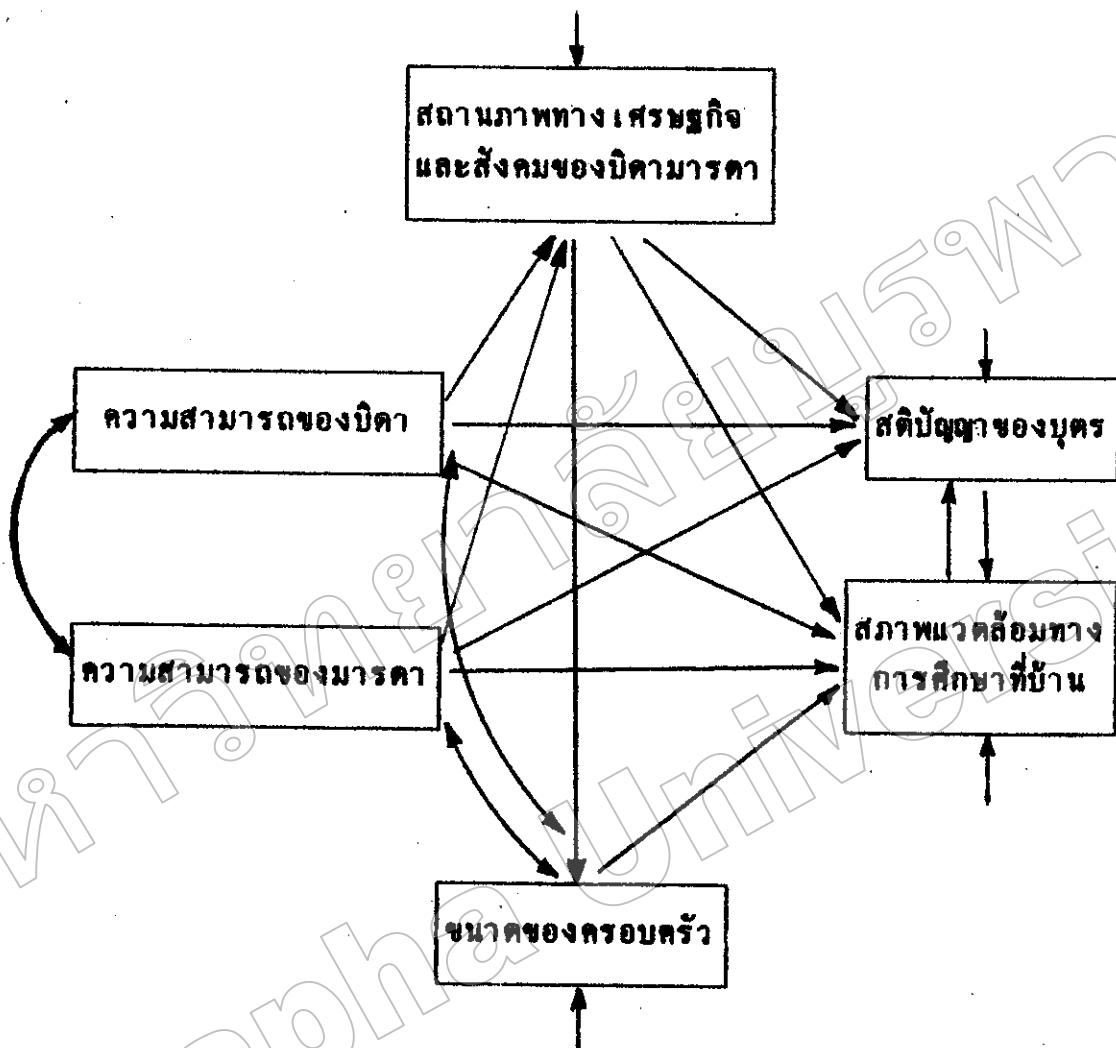
1. โมเดลที่มีทิศทางของสาเหตุไปในทิศทางเดียว (Recursive Models) เป็นโมเดลที่แสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรด้วยเส้นโยงที่มีทิศทางของการเป็นสาเหตุไปในทางเดียวกัน หรือไม่มีความสัมพันธ์ย้อนกลับ ตัวอย่างโมเดลลักษณะนี้ได้แก่ โมเดลที่แสดงความสามารถทางสติปัญญาของบุตรมีสาเหตุมาจากตัวแปรความสามารถของบิดามารดา สถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของบิดามารดา และสภาพแวดล้อมทางการศึกษาที่บ้าน (Inheritance of Ability Model) ของ วิลเลียม (Williams, 1976) ดังแผนภาพที่ 8





แผนภาพที่ 8 โมเดลแสดงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสติปัญญาของบุตร  
(Williams, 1976, quoted in Keeves, 1988 : 565)

2. โมเดลที่มีทิศทางของสาเหตุสองทิศทาง (Non-Recursive Model) เป็นโมเดลที่แสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรโดยทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปรภายในโมเดลอย่างน้อยหนึ่งตัว เป็นได้ทั้งสาเหตุและผลของตัวแปรภายในโมเดลอีกตัวหนึ่งหรือมีทิศทางความสัมพันธ์ย้อนกลับนั่นเอง เช่น โมเดลแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุซึ่งกันและกันของสภาพแวดล้อมทางการศึกษาที่บ้านกับสติปัญญาของบุตร (Mutual Influence of Enviromental and Intelligence) ของวิลเลียม (Williams, 1976) ดังแผนภาพที่ 9



แผนภาพที่ 9 รวมเคลมแสดงอิทธิพลซึ่งกันและกันของตัวแปรสภาพแวดล้อมทางการศึกษาที่บ้านกับสติปัญญาของบุตร (Williams, 1976, quoted in Keeves, 1988 : 565)

จากแผนภาพที่ 9 จะเห็นว่า สติปัญญาของบุตรเป็นทั้งตัวแปรสาเหตุของสภาพแวดล้อมทางการศึกษาที่บ้าน ในขณะที่ตัวแปรผลของสภาพแวดล้อมทางการศึกษาที่บ้าน ส่วนตัวแปรสภาพแวดล้อมทางการศึกษาที่บ้านก็เป็นทั้งตัวแปรสาเหตุและตัวแปรผลของสติปัญญาของบุตร

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าโคมเตงแนวคิดมีหลายประเภท  
ดังนั้นนักการศึกษาที่จะศึกษาค้นคว้าปรากฏการณ์ทางพฤติกรรมศาสตร์หรือ  
สังคมศาสตร์โดยวิธีการสร้างโคมเตง จึงควรทำความเข้าใจโคมเตงและหลัก  
การของโคมเตงแต่ละประเภทอย่างต้องแท้ เพื่อหลีกเลี่ยงข้อบกพร่องที่  
สร้างขึ้นให้ได้มากที่สุด

บรรณานุกรม

- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. รูปแบบจำลองเพื่อการคาด  
ประมาณทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : พันทิพย์ลิขิต, 2529.
- ทาคาโอะ มียากาวะ. เศรษฐมิติเบื้องต้น. แปลโดย คงศักดิ์ สันติพฤษวงศ์.  
กรุงเทพฯ : รู้แจ้ง, 1986.
- อานาสตาซี, แอน. การตรวจสอบเชิงจิตวิทยา. แปลโดยประชุมสุข อาชวอรัง  
และคนอื่น ๆ. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2519.
- English, H. B., and English, A. C. A comprehensive  
Dictionary of Psychological and Psychoanalytical  
Terms. 1965
- Keeves, J. P. Models and Model Building. In J. P. Keeves  
(ed.) Educational Research, Methodology and  
Measurement : An International Handbook. pp.  
559-565. Oxford : Pergamon Press, 1988.
- Keeves, J. P. Models and Model Building. The International  
Encyclopedia of Education. 2 nd ed., 7 (1994) :  
3865-3873.
- Noonan, R., and Wold, H. Evaluating School Systems Using  
Partial Least Squares. Evaluation in Education 7  
(1983) : 219-364.
- Richey, R. C. The Theoretical and Conceptual Bases of  
Instructional Design. New York : Nichols Publishing  
Co., 1990.
- Steiner, E. Methodology of Theory Construction. Sydney :  
Educology Research Associates, 1988.

**ความเป็นนานาชาติของ  
มหาวิทยาลัยไทย :  
ปัจจัยพื้นฐานด้านภาษานานาชาติ**

สุชาดา กรเพชรปณี\*

การพัฒนามหาวิทยาลัยให้มีความเป็นนานาชาติเป็นแนวโน้มที่เกิดขึ้นทั่วโลก ทั้งในยุโรป อเมริกา เอเชีย และออสเตรเลีย เป็นความพยายามของแต่ละประเทศที่จะปรับบทบาทของมหาวิทยาลัยให้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก เนื่องจากปัจจุบันนี้ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมืองระหว่างประเทศ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการสื่อสาร เป็นไปอย่างรวดเร็วและมีผลกระทบถึงกันและกัน ไม่ว่าจะเป็นปัญหาวิกฤตการณ์น้ำมัน สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ อากาศวิปริต การสงคราม กระแสประชาธิปไตย ความยากจน การกีดกันทางการค้า และอัตราเงินเฟ้อ ล้วนมีผลกระทบ

-----  
\* อาจารย์ภาควิชาวิจัยและวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยบูรพา

นักศึกษาระดับปริญญาเอกสาขาวิชา Educational Science,  
U. of Amsterdam