

**ตัวแปรสำหรับการวิจัย : ความหมาย ประเภท การคัดเลือก การวัด และการควบคุม**  
**Research Variable: Meaning, Type, Selection, Measurement and Control**

ศิริชัย กาญจนาวาสี (Sirichai Kanjanawasee) <sup>1</sup>  
ชัยลิขิต สร้อยเพชรเกษม (Chailikit Soipetkasem) <sup>2</sup>

**บทคัดย่อ**

การวิจัยเป็นกระบวนการของการศึกษาตัวแปร การวิจัยทุกเรื่องจะต้องมีการศึกษาตัวแปรอย่างน้อย 1 ตัว ดังนั้นการออกแบบเกี่ยวกับตัวแปรในงานวิจัย จึงมีความสำคัญมากต่อความน่าสนใจ และคุณค่าของการวิจัย การออกแบบตัวแปรสำหรับการวิจัย เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกตัวแปรสำคัญที่นำมาศึกษาในการวิจัย มีการวัดตัวแปรเหล่านั้นอย่างมีคุณภาพ และทำการควบคุมตัวแปรที่ต้องการศึกษาไม่ ให้ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้อยู่ในข่ายของการศึกษาให้หมดอิทธิพลไป ทั้งนี้เพื่อให้ผลการวิจัย มีความตรงภายใน และความตรงภายนอก หรือผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือ และเป็นประโยชน์ ถ้านักวิจัยสามารถดำเนินการได้เป็นอย่างดีแล้ว ผลการวิจัยย่อมมีคุณค่า คือความรู้ที่ได้ย่อมน่าเชื่อถือว่าเป็นความจริง และสามารถใช้ประโยชน์ต่อมนุษย์ได้อย่างกว้างขวาง เรียกว่าการวิจัยมีความสำคัญ หรือการวิจัยมีนัยสำคัญ

**คำสำคัญ:** ตัวแปรสำหรับการวิจัย ความหมายของตัวแปร ประเภทของตัวแปร การคัดเลือกตัวแปร การวัดตัวแปร และการควบคุมตัวแปร

**Abstract**

The research is a study of the variable process. Every research must has at least one variable. Research variable design is important, interesting and valuable for research. Variable design for research is related to select crucial variable, quality of variable measurement and crucial variable controlling without the influence

<sup>1</sup> ศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<sup>2</sup> อาจารย์ ดร. สาขาวิชาการประเมินผลและวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

of another independent variables (extraneous variables). This process of selection variable, measurement and control can make research result gain an internal and external validity or a credible and utilizable of research result. If the researchers conduct research process correctly the research result will be valuable for true credible knowledge and advantageous for the general mankind which can lead to significance of the research.

**Keywords:** Research variable, Variable meaning, Variable type, Variable selection, Variable measurement and Variable control

การวิจัยเป็นกระบวนการของการศึกษา ตัวแปร การวิจัยทุกเรื่องจะต้องมีการศึกษา ตัวแปรอย่างน้อย 1 ตัวแปร ดังนั้นการออกแบบ เกี่ยวกับตัวแปรในงานวิจัยจึงมีความสำคัญมาก ต่อความน่าสนใจและคุณค่าของการวิจัย การ ออกแบบตัวแปรสำหรับการวิจัยเกี่ยวข้องกับ การคัดเลือกตัวแปรสำคัญที่นำมาศึกษาใน การวิจัย การวัดตัวแปรเหล่านั้นอย่างมีคุณภาพ และการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้อยู่ในข่าย ของการศึกษาให้หมดอิทธิพลไป เพื่อให้ผลการ วิจัยมีความน่าเชื่อถือและเป็นประโยชน์ บทความนี้จะนำเสนอมนทัศน์ของตัวแปร การ คัดเลือก การวัด และการควบคุมตัวแปร

## 1. ตัวแปร : ความหมายและประเภท

การวิจัยเป็นกระบวนการที่มีระบบ สำหรับการสร้าง/พัฒนา/ค้นหา ข้อเท็จจริงหรือ ความรู้ใหม่ที่เชื่อถือได้ โดยมีการเก็บรวบรวม ข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีเหตุผล เพื่อ ตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่กำหนด ไว้ วิธีการวิจัยจึงเป็นกิจกรรมที่ทำอย่างเป็น ระบบ และมีจุดมุ่งหมายเฉพาะ

ขั้นตอนสำคัญขั้นตอนแรกของการวิจัย ได้แก่ การกำหนดปัญหาการวิจัย (Research Problem) ซึ่งประกอบด้วย การ “เลือกหัวข้อ วิจัย” และ “กำหนดประเด็นปัญหาเฉพาะที่ ต้องการทำการวิจัย” จากนั้นจึงนำไปสู่การ “ตั้งสมมติฐาน” ตามประเด็นปัญหาการวิจัย ซึ่ง เป็นการคาดคะเนคำตอบต่อคำถามการวิจัยไว้ ล่วงหน้า จากปัญหา วัตถุประสงค์และ สมมติฐานการวิจัยนี้ จะทำให้ทราบถึงตัวแปรที่ เกี่ยวข้องสำหรับการวิจัยนั้น ว่ามีตัวแปรสำคัญ อะไรบ้าง? ที่อยู่ในขอบข่ายของการศึกษา ควร วัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องอย่างไร? ควรควบคุมผล ของตัวแปรที่ไม่อยู่ในขอบข่ายของการศึกษา อย่างไร? จากนั้นจึงนำไปสู่ขั้นตอนต่างๆ ของ การสร้างเครื่องมือ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ข้อมูล และเขียนรายงานการวิจัย การดำเนิน งานทั้งหมดดังกล่าวอย่างเหมาะสม จำเป็นต้อง อาศัยพื้นฐานความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงใน ภาพประกอบ 1



หน่วย (Unit or Subjects) หรือผันแปรระหว่างหน่วย(Between Subjects) และผันแปรเป็นช่วงเวลา (Time) หรือผันแปรภายในหน่วย(Within Subjects) คุณลักษณะร่วมนี้หมายถึงคุณลักษณะที่ปรากฏในทุกหน่วย แต่ผันแปรหรือมีความต่างกัน ซึ่งความผันแปรนั้น อาจจะเป็นไปทางด้านปริมาณ (Quantitative) เช่น อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ความเร็ว คะแนนสอบ ฯลฯ หรืออาจผันแปรทางด้านคุณภาพ (Qualitative) เช่น เพศ เชื้อชาติ การนับถือศาสนา การศึกษา ภูมิภาค ฯลฯ ในบางกรณี ตัวแปรด้านคุณภาพอาจทำให้เป็นตัวแปรด้านปริมาณได้ เช่น การศึกษา อาจวัดเป็นระดับการศึกษา (ระดับประถมศึกษา, มัธยมศึกษา, อุดมศึกษา) หรือเป็นจำนวนปีที่เข้ารับการศึกษจากสถานศึกษาแล้วกำหนดตัวเลขลงไปแทนระดับนั้นๆ เป็นต้น การผันแปรนี้เป็นสาเหตุให้เกิดกาละ และเทศะ ตามหลักฟิสิกส์ ซึ่งเกิดขึ้นในโลก และจักรวาลเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ ธรรมชาติใดที่ไม่ประกอบด้วยกาละ และเทศะแล้ว ความผันแปรก็ไม่ได้(หรือถ้าไม่มีการผันแปร กาละและเทศะก็ไม่มี) เมื่อตัวแปรเป็นคุณลักษณะที่มีความผันแปรคุณลักษณะนั้นจึงมีความแปรปรวน หรือไม่เที่ยงไม่คงที่ (Impermanent) อันเป็นผลมาจากเหตุปัจจัยต่างๆ มีลักษณะเป็นรูปกระแสหรือกระบวนการของธรรมชาติเป็นเหตุปัจจัยต่อเนื่องอาศัยกัน คุณลักษณะของสรรพสิ่งในโลก และจักรวาลล้วนแปรปรวน ไม่เที่ยงทั้งสิ้น ถ้าคุณลักษณะทั้งหลายคงที่แม้แต่ขณะเดียวกันก็เป็นเหตุปัจจัยแก่กันไม่ได้ ความเป็นไปในธรรมชาติก็มิได้อันเป็นกฎธรรมชาติ เรียกว่า ธรรมนิยาม (Order of the norm) (พระราชวรมุนี (ประยูร ญาคูโต). 2529: 88 - 89) การวิจัย

ก็มิได้ การวิจัยจึงเป็นการศึกษาความแปรปรวนของตัวแปร ดังนั้น เราอาจนิยามความหมายของตัวแปรอย่างกะทัดรัดว่า **“ตัวแปร หมายถึงคุณลักษณะของสรรพสิ่งที่มีความแปรปรวน”** การสังเกตตัวแปรเราอาศัยอินทรีย์ คือ ตา หู จมูก ลิ้น และกาย(โดยปกติอินทรีย์จะมี 6 คือใจ หรือมน อีกอย่างหนึ่ง แต่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับจึงไม่นับด้วย) เข้าไปกระทบกับอารมณ์ คือสิ่งที่ถูกกระทบ เช่น รูป เสียง กลิ่น รส... เป็นต้น เรียกว่า ผัสสะ (Contact) ผลจากการกระทบทำให้ได้ ข้อมูล (Data) รับรู้เป็นข้อเท็จจริง (Fact) ที่ได้จากการเสาะสังเกต(Empirical Data) ถ้าไม่สามารถสังเกตได้ด้วยผัสสะโดยตรงเพราะอินทรีย์มีข้อจำกัด เราจะใช้สิ่งแทน หรือตัวช่วย เรียกว่า เครื่องมือ (Instrument) เช่น เราใช้แบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญา (IQ Test) เพื่อวัดเชาว์ปัญญาออกมาเป็นข้อมูลตัวเลข ก็เพราะอินทรีย์ไม่สามารถสังเกตเชาว์ปัญญาได้ แบบทดสอบคือเครื่องมือ(การวัด)ที่ใช้แทนอินทรีย์นั้น คำว่าอินทรีย์ หมายถึงความเป็นใหญ่ในหน้าที่ เช่น ตา เป็นใหญ่ในหน้าที่การดู คือถ้าเป็นเรื่องของการดูไม่มีอะไรจะทำหน้าที่ได้ดีเท่าตาอีกแล้ว เป็นต้น ถ้าตามีข้อจำกัด เราใช้เครื่องมือแทนได้ เช่น กล้องจุลทรรศน์ กล่าวอีกนัยหนึ่ง เครื่องมือก็คือสิ่งที่ช่วยขยายความสามารถของอินทรีย์นั่นเอง การรู้จักสร้างและใช้เครื่องมือนี้เป็นลักษณะสำคัญของมนุษย์ที่แสดงถึง “ปัญญา” ซึ่งไม่มีในสัตว์ทั่วไป

**ความผันแปรในทางปริมาณ** (Quantitative variation) จะเป็นความผันแปรตามองศา (Degree) ของค่าความแตกต่างระหว่างหน่วยหรือภายในหน่วยที่ได้จากการสังเกต ซึ่งสามารถใช้มาตราการวัด (Scaling)

วัดออกมาเป็นขนาด (Magnitude) ผลที่ได้จากการวัดตัวแปรทางปริมาณเรียกว่า ค่าของตัวแปร (Variates) เช่น น้ำหนักได้ค่าเป็นตัวเลขนานหนึ่ง มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้ค่าเป็นตัวเลขนานหนึ่ง มีหน่วยเป็นคะแนน เป็นต้น ส่วนความผันแปรในทางคุณภาพ (Qualitative variation) จะเป็นการผันแปรตามประเภท (Kind) จึงไม่ได้ให้ค่าออกมาเป็นตัวเลขนานหนึ่ง แต่เป็นการบ่งบอกหรือบรรยายลักษณะ ดังนั้นตัวแปรทางคุณภาพจึงประกอบด้วยกลุ่มของคุณลักษณะ (A set of Attributes) เช่น เพศ ประกอบด้วย 2 คุณลักษณะ (Attributes) ซึ่งผันแปรคือ ชายและหญิง การนับถือศาสนา ประกอบด้วย 4 คุณลักษณะ คือ พุทธ คริสต์ อิสลาม และอื่นๆ เป็นต้น

ตัวแปรไม่ว่าจะผันแปรในทางปริมาณหรือในทางคุณภาพก็ตาม จะมีความผันแปร 2 ลักษณะคือความผันแปรภายในตัวของหน่วยที่ให้ข้อมูลเอง เช่น คนๆ หนึ่งจะมีอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา (เปลี่ยนแปลงแล้วทำให้เกิดเวลา) ในขณะที่เดียวกันตัวแปรอาจจะมีความผันแปรระหว่างหน่วยที่ให้ข้อมูล หรือระหว่างกลุ่ม(โดยสมมติว่าเวลาคงที่) เช่น นักเรียนในชั้นหนึ่งๆ จะมีอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก เพศ

การนับถือศาสนา ต่างๆ กันไป เราจึงเรียกคุณลักษณะที่ผันแปรทั้งหลายไม่ว่าในแง่ใดก็ตามว่า “ตัวแปร”อนึ่ง ควรทำความเข้าใจให้ชัดว่าการแปร หรือการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นสาเหตุให้เกิดเวลาและสถานที่(กาลและเทศะ) ไม่ใช่เวลาทำให้เกิดการแปร หรือการเปลี่ยนแปลง เพราะเวลาเกิดจากการเคลื่อนตามระยะทางและความเร็ว ถ้าไม่มีการ

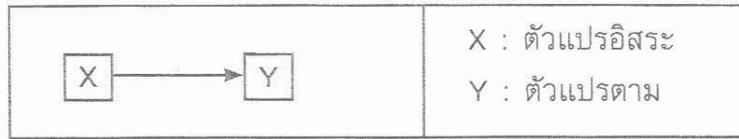
เปลี่ยนแปลง โลกและจักรวาลก็ไม่มีกระบวนการทางธรรมชาติ ความเกี่ยวข้องและความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (กระบวนการธรรม) ก็มีไม่ได้

**1.2 ประเภทของตัวแปร** เราสามารถแบ่งประเภทของตัวแปรได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ถ้าใช้เกณฑ์ต่างกัน ก็จะมีชื่อเรียกตัวแปรต่างกันไปด้วย ดังนี้

**1.2.1 แบ่งตามความเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน** การวิจัยโดยทั่วไปนิยมที่จะแบ่งตัวแปรโดยพิจารณาความเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน มักใช้กันบ่อยในการวิจัยเชิงทดลองหรือกึ่งทดลอง หรือการวิจัยเชิงเปรียบเทียบสาเหตุ ซึ่งนิยมแบ่งตัวแปรเป็นตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

**1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)** หรือบางครั้งเรียกว่า ตัวแปรต้น หมายถึง ตัวแปรที่เกิดขึ้นก่อน และถือว่าเป็นเหตุของตัวแปรอื่น ตัวแปรอิสระจึงเป็นตัวแปรตั้งต้น หรือตัวแปรเหตุ ที่เกิดขึ้นมาโดยไม่จำเป็นต้องมีตัวแปรอื่นเกิดขึ้นมาก่อน โดยสมมติว่าเป็นตัวแปรแรกหรือเป็นเหตุแรก (ซึ่งแท้จริงแล้วเหตุแรกย่อมเป็นไปไม่ได้ เพราะสิ่งหรือคุณลักษณะทั้งหลายเกิดจากเหตุ) คำว่าอิสระหมายถึง ไม่ขึ้นกับตัวแปรตัวอื่น ไม่ขึ้นกับการแปรของตัวแปรอื่น หรือไม่เป็นผลมาจากตัวแปรตัวอื่น หรือคำว่าต้น หมายถึงเริ่มแรก

**2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable)** หมายถึงตัวแปรที่เกิดขึ้นตามมาและถือว่าเป็นผลจากตัวแปรอื่น แปรไปได้เพราะตัวแปรอื่นเกิดการผันแปร หรือขึ้นกับตัวแปรอื่น ซึ่งเป็นตัวแปรผล ในการวิจัยโดยทั่วไป จึงเป็นตัวแปรเป้าที่สนใจศึกษา แสดงดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

ตัวอย่าง : ประสิทธิภาพของวิธีการสอน 3 วิธีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ตัวแปรอิสระ คือ วิธีการสอน (แปรเป็น 3 วิธี ได้แก่ แบบบรรยาย, อภิปราย และสัมมนา)

ตัวแปรตาม คือ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตัวอย่าง : ผลของภาพยนตร์โฆษณาทางโทรทัศน์ความยาว 30 และ 15 วินาทีที่มีผลต่อการระลึกโฆษณา

ตัวแปรอิสระ คือ ความยาวของภาพยนตร์โฆษณา (แปรเป็น 2 ระดับ ได้แก่ 30 วินาที และ 15 วินาที)

ตัวแปรตาม คือ คะแนนการระลึกโฆษณา

### 1.2.2 แบ่งตามการจัดกระทำ

**ตัวแปรโดยทั่วไป** โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวแปรอิสระ อาจจัดจำแนกออกได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ ตัวที่สามารถจัดกระทำได้ และตัวที่ไม่สามารถจัดกระทำได้

1) ตัวแปรที่สามารถจัดกระทำได้ (Active Variable) เป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยสามารถดำเนินการให้มีการแปรค่าตามที่ต้องการได้ หรือสร้างคุณลักษณะนั้นขึ้นมาได้ เช่น ระยะเวลาการฝึกอบรม วิธีการสอนคณิตศาสตร์ ความยาวของภาพยนตร์โฆษณา ความเข้มของแสงสว่างในโรงงาน อุณหภูมิในห้องทำงาน เป็นต้น

ตัวแปรที่สามารถจัดกระทำได้ มักใช้เป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรทดลอง เพื่อศึกษาผลของมันในตัวแปรตาม

2) ตัวแปรที่ไม่สามารถจัดกระทำได้ มักเป็นตัวแปรคุณลักษณะ (Attribute Variable) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยไม่สามารถกระทำการสร้างคุณลักษณะนั้นขึ้นมาได้ เนื่องจากเป็นคุณลักษณะภายในที่มีอยู่เดิมในประชากรนั้นอยู่แล้ว เช่น เพศ เชื้อชาติ สีผิว เศรษฐฐานะ การนับถือศาสนา เป็นต้น จึงเป็นตัวแปรที่จัดกระทำไม่ได้ ในการวิจัยทดลองมักใช้ตัวแปรที่ไม่สามารถจัดกระทำได้เป็นตัวแปรควบคุมหรือตัวแปรเกิน เพื่อควบคุมอิทธิพลหรือผลของมันที่อาจอยู่ในตัวแปรตาม แต่ถ้าเป็นการวิจัยเชิงย้อนรอย (Ex post facto Research) เราจะจัดพวก/ประเภทของมัน โดยมีเงื่อนไขว่าถ้าเราจัดพวกหรือทำให้มันผันแปรแล้วเราสังเกตว่าตัวแปรอื่นที่เราจะดูความสัมพันธ์ (ตัวแปรตาม) จะผันแปรหรือไม่ เช่น เพศ เราจัดกระทำให้เป็นผู้หญิงหรือผู้ชายไม่ได้ เราจึงทำเพศให้แปรโดยแบ่งพวกหรือทำพวกให้ไม่เหมือนกันเสีย (ทำให้แปร)

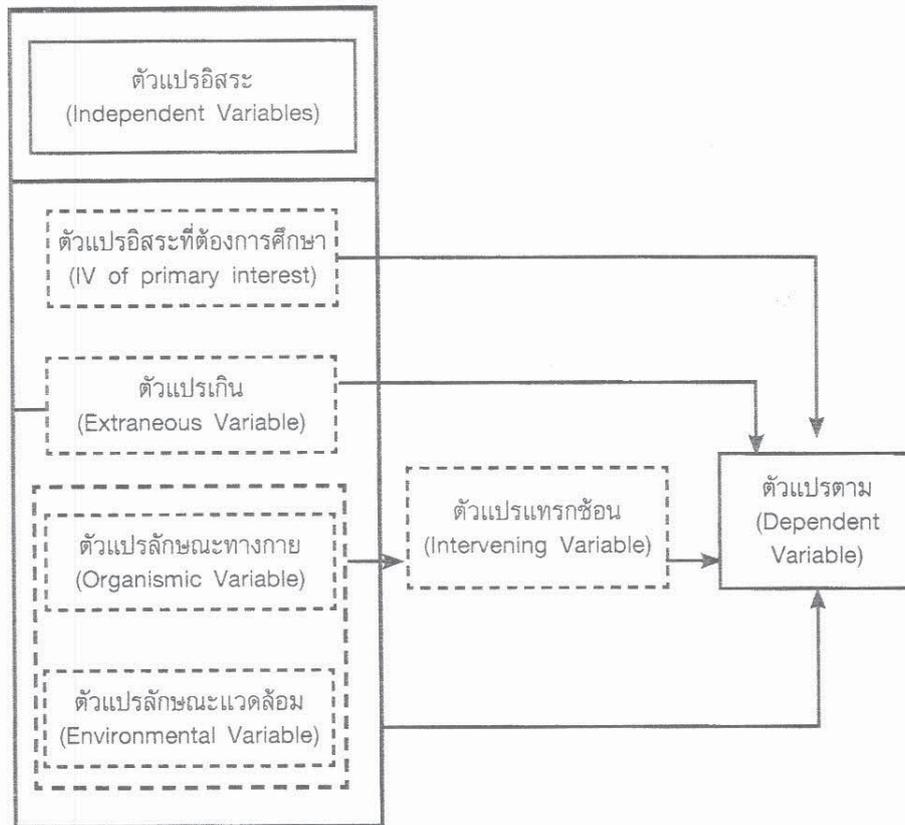
### 1.2.3) แบ่งตามภาวะแทรกซ้อน

เมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระตามเป้าหมายของการวิจัยโดยทั่วไปจะพบว่า มีตัวแปรอิสระกลุ่มหนึ่งที่เป็นตัวแปรสำคัญซึ่งอยู่ในกรอบหรือเป้าหมายของการศึกษาและมีตัวแปรอิสระกลุ่มอื่นๆ ซึ่งไม่ได้อยู่ในกรอบหรือเป้าหมายของการศึกษา

โดยตรง เรียกว่าตัวแปรเกิน (Extraneous Variables) ถ้าผู้วิจัยละเลยตัวแปรเกินเหล่านี้ อาจแทรกซ้อนผลการวิจัยได้ เพื่อความละเอียดรอบคอบในการวิจัยและการสรุปผลที่มีความตรงภายใน (Internal Validity) ซึ่งจะทำให้ผลการวิจัยถูกต้องหรือน่าเชื่อถือ จึงควรพิจารณาจัดตัวแปรเกินอย่างรัดกุม

1) **ตัวแปรอิสระที่ต้องการศึกษา (Independent Variable of primary interest)** เป็นตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเพื่อศึกษาผลของมัน อันเป็นตัวแปรหลักที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา (Primary Interest) ในการวิจัยเชิงทดลองเรียกตัวแปรอิสระที่ต้องการศึกษาว่า ตัวแปรทดลอง (Treatment Variable) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยจัดกระทำเพื่อสังเกตผลของมัน ตัวแปรประเภทนี้จึงมักเป็นตัวแปรจากทฤษฎีที่ต้องการนำมาทดสอบผลโดยการนิรนัย (Deduction) เพื่อสร้างสมมติฐาน แล้วอุปนัย (Induction) โดยเก็บข้อมูลจากการสังเกตทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน หรือเป็นตัวแปรที่น่าจะเป็นสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่สนใจ

2) **ตัวแปรเกิน (Extraneous Variables)** ตัวแปรเกิน เป็นตัวแปรอิสระที่ไม่อยู่ในข่ายของการศึกษา แต่อาจมีผลต่อตัวแปรตามที่มุ่งศึกษา ดังนั้นตัวแปรเกินจึงนับว่ามีความสำคัญที่ผู้วิจัยจะต้องพิจารณาจัดให้หมดอิทธิพล หรือนำมาเป็นตัวแปรควบคุม (Controlled Variables) คำว่าควบคุมหมายถึง การบังคับผลของมันอย่าให้ปรากฏหรือมีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของตัวแปรตาม การควบคุมทำได้โดยการดำเนินการให้มีความเท่าเทียมกัน ในระหว่างกลุ่มต่างๆ ที่ทำการศึกษา ถ้าไม่ได้ทำการควบคุมอย่างเหมาะสม ก็จะทำให้การสรุปผลการวิจัย ผิดพลาดคลาดเคลื่อนได้ ตัวแปรเกินหรือตัวแปรควบคุมเหล่านี้ สามารถจัดเป็นกลุ่มต่างๆ ได้คือ ตัวแปรลักษณะทางกาย (Organismic Variable) ตัวแปรลักษณะแวดล้อม (Environmental Variable) และตัวแปรแทรกซ้อน (Intervening Variable) ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ประเภทของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่มีผลต่อตัวแปรตาม

2.1) **ตัวแปรลักษณะทางกาย (Organismic Variable)** เป็นตัวแปรอิสระที่แสดงรูปลักษณ์หรือลักษณะทางกายหรือเกี่ยวข้องกับกาย,ติด,ปรากฏกับกายของตัวอย่าง/บุคคลที่ศึกษา ซึ่งเป็นตัวแปรทางกายภาพที่ไม่สามารถจัดกระทำหรือเปลี่ยนแปลงได้ในการวิจัย แต่อาจส่งผลต่อตัวแปรตาม เช่น ตัวแปรเกี่ยวกับบุคคล ทางด้าน เพศ อายุ ภูมิฐานะ วุฒิทางการศึกษา เป็นต้น

2.2) **ตัวแปรลักษณะแวดล้อม (Environmental Variable)** เป็นตัวแปรอิสระที่เป็นบริบท (Context) มีลักษณะแวดล้อมกลุ่มตัวอย่าง/บุคคลที่ศึกษา ซึ่งเป็นตัวแปรทางกายภาพที่ไม่สามารถจัดกระทำหรือเปลี่ยนแปลงได้ในการวิจัย แต่อาจส่งผลต่อตัวแปรตาม เช่น

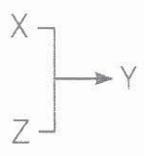
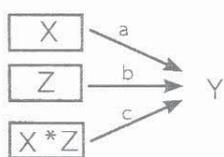
สภาพแวดล้อมของสถานบัน/หน่วยงาน สภาพแวดล้อมทางโรงเรียนของนักเรียน ประกอบด้วย ประเภทโรงเรียน ขนาดโรงเรียน ลักษณะที่ตั้งโรงเรียน เป็นต้น

2.3) **ตัวแปรแทรกซ้อน (Intervening Variables)** เป็นตัวแปรอิสระที่เป็นลักษณะภายในของกลุ่มตัวอย่างบุคคลที่ศึกษา หรือสภาพแวดล้อมซึ่งไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงในการวัดจะต้องวัดจากพฤติกรรมที่สังเกตหรือสิ่งที่ปรากฏภายนอก เพื่อสรุปอ้างอิงถึงคุณลักษณะภายในตัวแปรลักษณะภายในของกลุ่มตัวอย่าง เช่น IQ, ทักษะคิด, บุคลิกภาพ, พื้นความรู้เดิม, ความวิตกกังวล, แรงจูงใจ เป็นต้น ตัวแปรสภาวะแวดล้อมของโรงเรียน เช่น บรรยากาศทางวิชาการ ความเป็นผู้นำของผู้

อำนาจการโรงเรียน การประสานงาน เป็นต้น  
ตัวแปรแทรกซ้อน เป็นตัวแปรที่คาดว่าจะมีผลแทรกซ้อนร่วมกับตัวแปรอิสระที่ต้องการศึกษา ถ้าไม่ควบคุมจะส่งผลแทรกซ้อนต่อตัวแปรตามที่น่าสนใจ ตัวแปรแทรกซ้อนมีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น ตัวแปรปรับ (Moderator Variable) ตัวแปรแทรก (Mediator Variable) ตัวแปรกดดัน (Suppressor Variable) เป็นต้น

(1) **ตัวแปรปรับ (Moderator Variable)**  
ตัวแปรปรับ เป็นตัวแปรอิสระอื่นที่ไม่ใช่เป้าหมายหลักของการศึกษา แต่คาดว่าจะมีผลต่อตัวแปรตาม โดยตัวแปรปรับ มีปฏิสัมพันธ์

(interaction) กับตัวแปรอิสระที่ผู้วิจัยตั้งใจศึกษาเป็นเป้าหมายของการศึกษา และส่งผลร่วมกันต่อตัวแปรตาม ตัวแปรปรับจึงส่งผลต่อระดับหรือทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ดังนั้นในการวิจัยที่มีสถานการณ์ของการเกิดตัวแปรปรับ การที่จะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามที่น่าสนใจศึกษาตามลำพังนั้น ผลที่ได้ อาจคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง นักวิจัยจะต้องพิจารณาผลร่วมกัน บนพื้นฐานของตัวแปรปรับด้วยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังภาพประกอบ 4

แนวคิด	ตัวแปร
	X : ตัวแปรอิสระ Y : ตัวแปรตาม Z : ตัวแปรแทรก
โมเดลการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์ Regression
	ถ้า Z เป็นตัวแปรปรับ เส้นทาง c จะต้องมีนัยสำคัญ (X และ Z ร่วมกันส่งผลต่อ Y)

ภาพประกอบ 4 ตัวแปรปรับ (Moderator Variable)

ตัวอย่าง ผลของวิธีการสอน (X) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Y)

สมมติฐาน :

X มีปฏิสัมพันธ์กับ Z ในการส่งผลต่อ Y

X : วิธีการสอน (เช่น แปรเป็น สอนแบบบรรยาย และ สอนแบบสัมมนา)

Y : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Z : พื้นความรู้เดิมของนักเรียน (เช่น ไม่มีพื้นความรู้, มีพื้นความรู้)

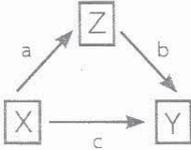
ถ้าเกิดปฏิสัมพันธ์ของ X กับ Z (X Z interaction) แสดงว่า X ส่งผลต่อ Y ขึ้นอยู่กับระดับของ Z หรือการผันแปรของ Y ขึ้นอยู่กับการผันแปรร่วมกันของ X และ Z หมายถึง X และ Z เป็นเหตุปัจจัยร่วม เช่น อาจพบว่าวิธีการสอนแบบบรรยายจะให้ผลดีกว่าสอน

แบบสัมมนา สำหรับผู้เรียนที่ไม่มีพื้นฐานความรู้ ส่วนวิธีการสอนแบบสัมมนา จะให้ผลดีกว่าการสอนแบบบรรยาย สำหรับผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้ เป็นต้น แต่ถ้าไม่เกิดปฏิสัมพันธ์ของ X กับ Z (no X Z interaction) แสดงว่า X ส่งผลต่อ Y ไม่ขึ้นกับระดับของ Z เช่น อาจพบว่าวิธีการสอนแบบสัมมนาจะให้ผลดีกว่าการสอนแบบบรรยาย สำหรับทั้งผู้เรียนที่ไม่มีพื้นฐานความรู้และผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้เดิม

## (2) ตัวแปรแทรก (Mediator Variable)

ตัวแปรแทรก เป็นตัวแปรอิสระอื่นที่ไม่ใช่ตัวแปรอิสระที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา แต่คาดว่าจะมีผล

ต่อตัวแปรตาม โดยตัวแปรแทรกเข้ามาคั่นกลางระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามที่สนใจศึกษา ตัวแปรอิสระจะส่งผลต่อตัวแปรแทรก แล้วตัวแปรแทรกจึงส่งผลต่อตัวแปรตาม ดังนั้นในการวิจัยที่มีสถานการณ์ของการเกิดตัวแปรแทรก การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามที่สนใจศึกษาตามลำพัง ผลที่ได้อาจคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง จะต้องพิจารณาผลของตัวแปรอิสระผ่านตัวแปรแทรกไปยังตัวแปรตามด้วย อธิบายความสัมพันธ์ดังภาพประกอบ 5

แนวคิด	ตัวแปร
$X \longrightarrow Z \longrightarrow Y$	X : ตัวแปรอิสระ Y : ตัวแปรตาม Z : ตัวแปรก่ดต้น
โมเดลการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์ Regression
 <pre> graph LR   X[X] -- a --&gt; Z[Z]   Z[Z] -- b --&gt; Y[Y]   X[X] -- c --&gt; Y[Y] </pre>	ถ้า Z เป็นตัวแปรก่ดต้น เส้นทาง a และ b จะต้องมึนัยสำคัญ แต่ถ้าควบคุมเส้นทาง a = 0 เส้นทาง b จะมีค่าต่ำ หรือเป็น 0 (ไม่มีนัยสำคัญ)

ภาพประกอบ 5 ตัวแปรแทรก (Mediator Variable)

ตัวอย่าง : ผลของวิธีการสอน (X) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Y)

สมมติฐาน :

X ส่งผลต่อ Y โดยผ่าน Z

X : วิธีการสอน (เช่น สอนแบบบรรยาย, สอนแบบสัมมนา)

Y : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

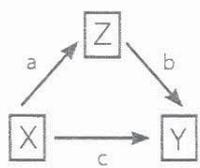
Z : ความตั้งใจเรียนของนักเรียน

ถ้า Z เป็นตัวแปรแทรกระหว่าง X กับ Y แสดงว่า X ส่งผลต่อ Y ผ่าน Z เช่น อาจพบว่าวิธีการสอนแบบสัมมนา จะทำให้นักเรียนเกิดความตั้งใจเรียนมากกว่าการสอนแบบบรรยาย จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีการสอนแบบสัมมนาสูงกว่าการสอนแบบบรรยาย แต่ถ้า

ควบคุมให้เด็กเรียนด้วยความตั้งใจเท่ากัน การสอนแบบบรรยาย และการสอนแบบสัมมนาจะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

(3) ตัวแปรกดดัน (Suppressor Variable) ตัวแปรกดดัน เป็นตัวแปรอิสระอื่นที่ผู้วิจัยไม่ต้องการศึกษา แต่คาดว่าจะมีผลต่อตัวแปรตาม โดยตัวแปรกดดันส่งผลต่อตัวแปรอิสระทำให้ตัวแปรอิสระ ส่งผลต่อตัวแปรตามที่สนใจศึกษา ตัวแปรกดดันจึงทำหน้าที่กดดัน

ตัวแปรอิสระให้ส่งผลต่อตัวแปรตาม ดังนั้นในการวิจัยที่มีสถานการณ์ของการเกิดตัวแปรกดดัน การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามที่สนใจตามลำพังผลที่ได้อาจคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง จะต้องพิจารณาผลของตัวแปรกดดันผ่านตัวแปรอิสระไปยังตัวแปรตามด้วย อธิบายความสัมพันธ์ดังภาพประกอบ 6

แนวคิด	ตัวแปร
$Z \rightarrow X \rightarrow Y$	X : ตัวแปรอิสระ Y : ตัวแปรตาม Z : ตัวแปรกดดัน
โมเดลการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์ Regression
	ถ้า Z เป็นตัวแปรกดดัน เส้นทาง a และ b จะต้องมีนัยสำคัญ แต่ถ้าควบคุมเส้นทาง a = 0 เส้นทาง b จะมีค่าต่ำ หรือเป็น 0 (ไม่มีนัยสำคัญ)

ภาพประกอบ 6 ตัวแปรกดดัน (Suppressor Variable)

ตัวอย่าง : ผลของวิธีการสอน (X) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Y)

สมมติฐาน : Z ส่งผลต่อ Y ผ่าน X

X : วิธีการสอน (เช่น สอนแบบบรรยาย, สอนแบบสัมมนา)

Y : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Z : ความมุ่งมั่นในการสอนของครู

ถ้า Z เป็นตัวแปรกดดันให้ X ส่งผล

ต่อ Y แสดงว่า Z ส่งผลต่อ Y ผ่าน X เช่น อาจพบว่าความมุ่งมั่นในการสอนของครู มีผลต่อคุณภาพการสอนแบบบรรยายและแบบสัมมนา ทำให้การสอนแบบสัมมนาส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบบรรยาย แต่ถ้าควบคุมความมุ่งมั่นในการสอนของครู การสอนแบบบรรยายและการสอนแบบสัมมนาอาจส่งผลต่อการเรียนรู้ของ

นักเรียนได้ไม่แตกต่างกันหรือวิธีการสอนไม่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## 2. การคัดเลือกตัวแปร

การวิจัยเป็นกระบวนการของการศึกษาค้นคว้า จะสังเกตได้ว่าการวิจัยทุกเรื่องจะต้องเกี่ยวข้องกับตัวแปรอย่างน้อยที่สุด 1 ตัว การคัดเลือกตัวแปรที่น่าสนใจซึ่งสอดคล้องกับประเด็นปัญหาการวิจัย จะต้องอาศัยความรู้ในเนื้อเรื่องที่ศึกษาและแนวคิด/ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การใช้วิจารณ์ญาณในการคัดเลือกตัวแปรมาทำการศึกษาค้นคว้าจะต้องกระทำอย่างมีโครงสร้างและทิศทาง ถ้าอาศัยเพียงสามัญสำนึกถือว่ายังไม่เพียงพอ ควรมีพื้นฐานของแนวคิดหรือทฤษฎีที่เชื่อถือได้เป็นหลักในการคัดเลือก เพื่อเลือกตัวแปรได้อย่างครอบคลุม ตัวแปรจึงควรมีจำนวนที่เหมาะสม ครอบคลุมกรอบแนวคิดหรือทฤษฎีสำคัญที่ใช้ในการวิจัย แต่ไม่ควรมีตัวแปรมากจนทำให้การวิจัยมีความสลับซับซ้อนมากเกินไปจนเกิดความจำป็น ดังตัวอย่างงานวิจัยต่อไปนี้

### 2.1 ตัวอย่างงานวิจัย

■ ชื่อเรื่อง : ผลของวิธีการสอน และระดับพื้นฐานความรู้เดิม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

■ วัตถุประสงค์ของการวิจัย :

1) เพื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการสอนแบบบรรยายกับแบบสัมมนา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2) เพื่อเปรียบเทียบผลของพื้นฐานความรู้เดิม ระดับสูง กลางและต่ำ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนกับระดับพื้นฐานความรู้เดิม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

■ สมมติฐานของการวิจัย :

1) ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยวิธีบรรยายน่าจะสูงกว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่สอนโดยวิธีสัมมนา

2) ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีระดับพื้นฐานความรู้ คณิตศาสตร์เดิมในระดับสูง น่าจะสูงกว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับพื้นฐานความรู้คณิตศาสตร์เดิมในระดับกลางและต่ำ ตามลำดับ

3) ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนกับระดับพื้นฐานความรู้เดิมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

### 2.2 การกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรเกิน

การวิจัยในเรื่องนี้ (ตามตัวอย่าง) ประกอบด้วยตัวแปรสำคัญและตัวคงที่ดังนี้

■ ตัวคงที่ : - ระดับชั้นของนักเรียน (นักเรียนทุกคนศึกษาอยู่ในระดับชั้นเดียวกันคือ ชั้น ม. 1)

■ ตัวแปร : - วิธีการสอน (กลุ่มนักเรียนที่ศึกษาได้รับวิธีการสอนที่แตกต่างกัน กลุ่มหนึ่งได้รับการสอน แบบบรรยาย อีกกลุ่มหนึ่ง ได้รับวิธีการสอนแบบสัมมนา)

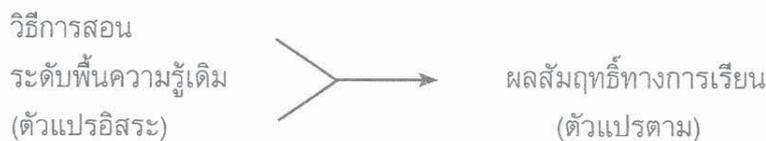
- ระดับพื้นฐานความรู้เดิม (กลุ่มนักเรียนที่ศึกษามีระดับพื้นฐานความรู้เดิมทาง

คณิตศาสตร์ แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ระดับสูง กลาง และ ต่ำ)

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (นักเรียนแต่ละคนคาดว่าจะมีคะแนนผลการเรียนคณิตศาสตร์แปรไปต่างกัน)

■ การจัดประเภทของตัวแปร (Types of Variables)

ตามตัวอย่างการวิจัยนี้ วิธีการสอน ระดับพื้นฐานความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต่างเป็นตัวแปร ถ้าพิจารณาทิศทางของความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามชื่อเรื่องของการวิจัย น่าจะ



ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

ถ้านำการสอนทั้ง 2 วิธีไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีระดับพื้นฐานความรู้เดิมแตกต่างกันทั้งชายและหญิงในโรงเรียนเดียวกัน โดยผู้สอนคนเดียวกัน ตัวแปรอิสระที่สนใจได้แก่ วิธีสอน และระดับพื้นฐานความรู้เดิม ตัวคงที่ได้แก่ ระดับชั้น โรงเรียน และผู้สอน ส่วนตัวแปรตามได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นผลการเรียนที่ถูกวัดหลังจากการสอนได้สิ้นสุดลง เนื่องจากมีสมมติฐานว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจะสูงต่ำแตกต่างกันเพียงไร เป็นผลเนื่องมาจากวิธีการสอนที่นักเรียนได้รับและระดับพื้นฐานความรู้เดิมที่ต่างกันของผู้เรียน

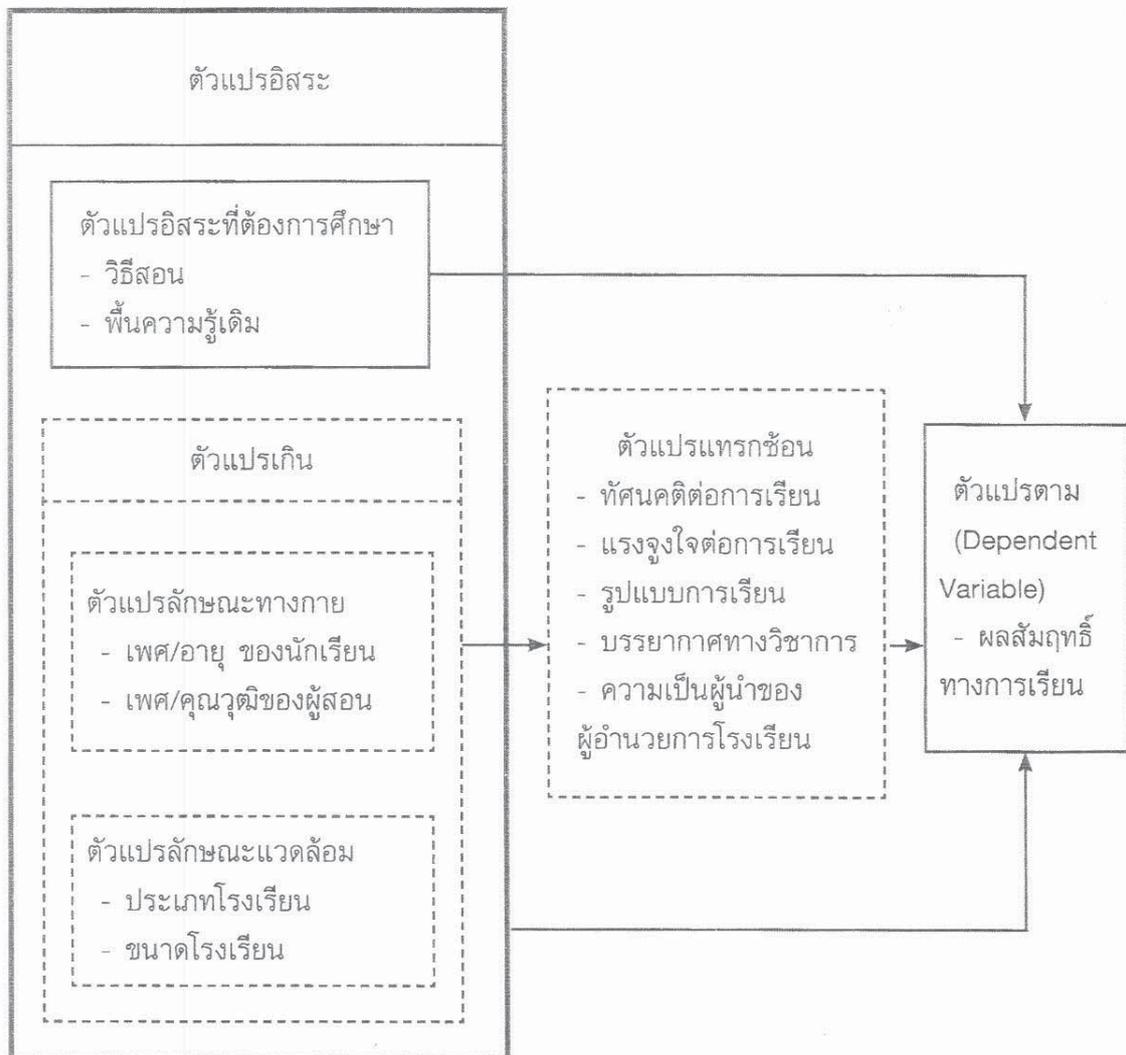
อยู่ในทิศทางทำนองว่าวิธีการสอนส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

■ ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

ตัวแปรอิสระมีผลต่อตัวแปรตาม ค่าหรือคุณลักษณะของตัวแปรอิสระจึงมีส่วนกำหนดค่าของตัวแปรตามหรือกล่าวได้ว่า ค่าของตัวแปรตามผันแปรตามค่าหรือคุณลักษณะของตัวแปรอิสระ ดังแสดงตามภาพประกอบ 7 วิธีการสอนและระดับพื้นฐานความรู้เดิม ต่างเป็นตัวแปรอิสระ โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวแปรตาม

■ ตัวแปรเกิน

นอกจากการจำแนกตัวแปรเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้เป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรตามแล้ว เพื่อความละเอียดรอบคอบในการวิจัยและการสรุปผลที่มีความตรงภายใน จึงควรพิจารณาตัวแปรต่างๆ ให้มีความรัดกุมยิ่งขึ้น โดยพิจารณาถึงตัวแปรเกิน (Extraneous Variables) ซึ่งสามารถจำแนกเป็นตัวแปรลักษณะทางกาย (Organismic Variable) ตัวแปรลักษณะแวดล้อม (Environmental Variable) และตัวแปรแทรกซ้อน (Intervening Variable) ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างกรอบความคิดเกี่ยวกับการคัดเลือกตัวแปร และจำแนกประเภทของตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรอิสระที่ต้องการศึกษา ได้แก่ วิธีสอนและพื้นความรู้เดิม ซึ่งตามสมมติฐานคาดว่าจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียน ส่วนตัวแปรเกินมีทั้งตัวแปรลักษณะทางกาย (เพศ/อายุของนักเรียน, เพศ/คุณวุฒิของผู้สอน) ตัวแปรลักษณะแวดล้อม (ประเภทโรงเรียน, ขนาดโรงเรียน) และตัวแปรแทรกซ้อน (ทักษะคิดต่อการเรียน,

แรงจูงใจต่อการเรียน, รูปแบบการเรียน, บรรยากาศทางวิชาการ, ความเป็นผู้นำของผู้อำนวยการโรงเรียน)

เมื่อพิจารณาถึงตัวแปรแทรกซ้อน อาจคิดว่าบางตัวเป็นตัวแปรลักษณะทางกาย เช่น ทักษะคิดต่อการเรียน เป็นต้น และบางตัวเป็นตัวแปรลักษณะแวดล้อม เช่น บรรยากาศทางวิชาการ เป็นต้น แต่ตัวแปรเหล่านั้นต้องวัดโดย

การสรุปอ้างอิง (inferred) จากพฤติกรรมหรือสิ่งที่สังเกตได้ภายนอก จึงควรจัดเป็นตัวแปรแทรกซ้อน

แนวทางการจำแนกตัวแปรที่เสนอนี้ไม่อาจเรียกว่าขาดจากกันได้อย่างชัดเจน แต่ได้พยายามเสนอมุมมองสำหรับการจำแนกตัวแปรต่างๆ ในการวิจัย จะได้เป็นแนวทางในการศึกษาและควบคุมตัวแปรได้รอบคอบ และรัดกุมยิ่งขึ้น

### 3. การวัดตัวแปร

การวิจัยเป็นกระบวนการศึกษาตัวแปร การที่จะนำตัวแปรมาศึกษาได้นั้น ผู้วิจัยจะต้องสามารถสังเกตหรือวัดตัวแปรเหล่านั้นๆ ให้ได้เสียก่อน การวิจัยเชิงปริมาณไม่สามารถให้ข้อสรุปเป็นผลการวิจัยที่ถูกต้องได้ ถ้าปราศจากการวัดตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม

#### 3.1 สเกลการวัดตัวแปร (Scale of Measurement)

การวัดตัวแปรเป็นการระบุคุณลักษณะของหน่วยแต่ละหน่วย(Individuals) โดยให้ค่าแก่คุณลักษณะหรือตัวแปรที่ศึกษานั้น หรือเป็นการกำหนดตัวเลขเพื่อแทนคุณลักษณะของหน่วยแต่ละหน่วย อย่างเป็นระบบ หรือเป็นทำนองเดียวกัน รูปแบบเดียวกัน (Systematic Way) การวัดตัวแปรในการวิจัยจะทำให้ได้ผลการวัดปรากฏออกมาตามสเกล ทำให้ตัวเลขเดียวกันมีความหมายต่างกันเมื่อต่างสเกล ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 4 สเกลตามความละเอียดของสารสนเทศที่ได้จากการวัดดังนี้

**3.1.1 สเกลจัดพวก (Nominal Scale)** เป็นสเกลการวัดขั้นพื้นฐานที่สุด ผลที่ได้จากการวัดตัวแปรในสเกลนี้มีลักษณะแตกต่างกันตามชื่อ หรือหมู่พวก จึงเป็นเพียงการจัด

ประเภท หรือจัดหมวดหมู่ลักษณะของตัวแปร (Distinctiveness) โดยยังมีได้แสดงถึงการจัดอันดับสูงต่ำของลักษณะที่ได้ คำว่า Nominal มีความหมายถึง การตั้งชื่อเพื่อแทน คือนามใช้เรียกชานเพื่อใช้แทนและบอกความต่าง เช่น สเกลที่ได้จากการวัดตัวแปรเกี่ยวกับ เพศของนักเรียน ซึ่งจำแนกเป็นเพียง ชาย หรือ หญิง โดยให้ 1 แทนชาย และ 2 แทนหญิง ประเภทของโรงเรียน ซึ่งอาจจำแนกเป็นโรงเรียนสหศึกษา แทนด้วย 1 โรงเรียนชาย แทนด้วย 2 และโรงเรียนหญิง แทนด้วย 3 วิธีการสอนซึ่งอาจจำแนกเป็น 2 แบบ ได้แก่ วิธีการสอนแบบบรรยาย แทนด้วย 1 กับวิธีการสอนแบบสัมมนา แทนด้วย 2 เป็นต้น

**3.1.2 สเกลจัดอันดับ (Ordinal Scale)** เป็นสเกลการวัดที่แสดงลักษณะแตกต่างและอันดับ(Rank Order)ของการวัด ผลที่ได้จากการวัดตัวแปรในสเกลนี้มีลักษณะแตกต่างกันตามหมู่พวก และแสดงอันดับสูงต่ำของผลที่ได้ตามขนาดปริมาณ(Order in Magnitude) คือตัวเลขมากกว่า(Larger Numbers)แสดงถึงคุณลักษณะนั้นๆ สูงกว่าตัวเลขที่น้อยกว่า (Smaller Numbers) เช่น การวัดระดับพินความรู้เดิม ของนักเรียน ซึ่งจัดอันดับเป็น 3 อันดับได้แก่ พินความรู้เดิมอันดับสูง กลาง และต่ำ เมื่อผลการทดสอบเป็น 90 60 และ 20 และให้ตัวเลขแทนอันดับเป็น 3 2 และ 1 หรือ 1 2 และ 3 การจัดอันดับนี้สามารถจัดจากต่ำไปสูง หรือสูงไปต่ำได้(Reverse) เป็นต้น สเกลนี้ไม่มีศูนย์สัมบูรณ์ หรือศูนย์แท้ (Absolute Zero)

**3.1.3 สเกลอันตรภาค (Interval Scale)** เป็นสเกลการวัดที่แสดงลักษณะแตกต่าง, อันดับ และค่าของความแตกต่าง ผลที่ได้

จากการวัดตัวแปรในสเกลนี้บ่งบอกลักษณะแตกต่างกันตามหมู่พวก แสดงอันดับสูงต่ำ และค่าของแต่ละหน่วยการวัดมีช่วงค่าเท่ากัน(Equal Interval) มีจุด 0 ไม่แท้ ไม่ทราบจุดเริ่ม และจุดสิ้นสุดของสเกล ผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบความแตกต่างกันได้ตามปริมาณช่วงเท่ากัน ถ้าช่วงไม่เท่ากันจะเปรียบเทียบกันไม่ได้ และจะสมมติจุดเริ่มโดยจะให้เริ่มที่จุดใดก็ได้ เมื่อเริ่มที่จุดใด จุดนั้นจะเป็น 0 แล้วจึงเปรียบเทียบตามช่วงเท่า เช่น คะแนนผลการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน คะแนนทัศนคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นต้น สเกลนี้มักเป็นการวัดในตัวแปรทางจิตวิทยา ซึ่งไม่มีศูนย์สัมบูรณ์หรือศูนย์แท้ เช่น ความสามารถทางสมองของคน เป็นต้น (คนที่ไม่มีความสามารถทางสมองคือคนตาย)

**3.1.4 สเกลอัตราส่วน (Ratio Scale)** เป็นสเกลการวัดที่ให้สารสนเทศสมบูรณ์ที่สุด ผลที่ได้จากการวัดตัวแปรในสเกลนี้บ่งบอกลักษณะความแตกต่างกันตามหมู่พวก แสดงอันดับสูงต่ำ ค่าของแต่ละหน่วยการวัดมีค่าเท่ากัน และจุดเริ่มของสเกลเป็น 0 ที่แท้จริง คือทราบจุดเริ่มแต่ไม่ทราบจุดสิ้นสุด ผลที่วัดได้จึงเป็นค่าที่สามารถนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างกันได้ และเพราะเหตุที่ทราบจุดเริ่มจึงสามารถเปรียบเทียบอัตราส่วนต่อกันได้ด้วย เช่น อายุของนักเรียน รายได้ของผู้ปกครอง ระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียน เป็นต้น

ในทางปฏิบัติเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ ถือว่าสเกลอันดับและสเกลอัตราส่วน เป็นค่าในเชิงปริมาณ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างสำคัญ ในการวิจัยทางสังคมศาสตร์นิยมปฏิบัติให้สเกลทั้งสองมีคุณลักษณะที่สามารถนำมาวิเคราะห์ทางสถิติได้

ตัดเทียมกัน แม้ในฟิสิกส์ก็ยังสามารถใช้ได้ เช่น จินตนาการความสูงให้เป็นค่าลบ ในการคำนวณการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตั้ง เป็นต้น

### 3.2 วิธีการวัดตัวแปร (Measuring of Variable)

การวัดตัวแปรใดก็ตาม ผู้วิจัยจะต้องรู้ธรรมชาติของตัวแปรนั้นเสียก่อนว่าเป็นตัวแปรลักษณะใด? และจำต้องอธิบายได้ว่าตัวแปรนั้นมีลักษณะเช่นไร? หรือมีความหมายว่าอะไร?

เมื่อพิจารณาธรรมชาติของตัวแปรในบริบทของศาสตร์แห่งการวัด เราอาจจำแนกตัวแปรออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ ตัวแปรเชิงรูปธรรม ที่สามารถสังเกตวัดได้โดยตรง (Manifest Variable) กับ ตัวแปรเชิงนามธรรม ที่ไม่สามารถสังเกตวัดได้โดยตรง (Latent Variable) การวัดตัวแปรเชิงรูปธรรม ซึ่งเป็นการวัดทางกายภาพ (Physical Measurement) ไม่สู้มีปัญหายุ่งยากมากนัก เช่น การวัดตัวแปร เพศ อายุ รายได้ วุฒิทางการศึกษา ประเภทและขนาดของโรงเรียน เป็นต้น แต่การวัดตัวแปรเชิงนามธรรมซึ่งเป็นการวัดทางจิตวิทยา (Psychological Measurement) เช่น ทัศนคติ IQ สุขภาพจิตภาวะผู้นำ เป็นต้น จะต้องอาศัยแนวคิดและทฤษฎีการวัดผลเข้ามาช่วย

การวัดตัวแปรโดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวแปรประเภทนามธรรม จะต้องอาศัยการให้นิยามที่ชัดเจนแก่ตัวแปรที่มุ่งวัด การนิยามตัวแปรสามารถกระทำได้ 2 ระดับ ได้แก่ นิยามเชิงมโนทัศน์ หรือทฤษฎี (Conceptual Definition) กับนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Definition)

**3.2.1 นิยามเชิงมโนทัศน์** เป็นการบอกหรืออธิบายความหมายของตัวแปรในเชิง

นามธรรม หรือเชิงโมโนภาพ หรือทางทฤษฎี ซึ่งพลาโต (427-347 B.C.) นักปรัชญาจิตนิยมเรียกว่า “แบบ” (Form) นิยามจึงมีลักษณะเป็นนามธรรม คือคุณลักษณะของธรรมชาติอันสังเกตไม่ได้ด้วยอินทรีย์ทั้ง 5 ซึ่งยังไม่สามารถทำการวัดหรือสังเกตได้โดยตรง มักเป็นการให้นิยามตัวแปรตามพจนานุกรม ตัวอย่างเช่น

“ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์” หมายถึง ผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอันเกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรของครูผู้สอน

“IQ” หมายถึง ความสามารถทางสมองที่แสดงถึงไหวพริบ การคิดแก้ปัญหาและการปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อม

“ความคิดสร้างสรรค์” หมายถึง ความสามารถในการคิดเชิงนวัตกรรม หรือสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่และเป็นที่ยอมรับ

“เศรษฐกิจ” หมายถึง สภาพทางเศรษฐกิจและการดำรงอยู่ของบุคคลในสังคม

### 3.2.2 นิยามเชิงปฏิบัติการ

เป็นการบอกหรืออธิบายความหมายของตัวแปรในเชิงรูปธรรม ด้วยการกำหนดเงื่อนไขที่สามารถนำไปปฏิบัติการหรือสังเกตได้โดยตรง

จึงเป็นนิยามที่ประกอบด้วยลักษณะเฉพาะอันจำเป็นต่อการบ่งชี้สภาวะหรือลักษณะของตัวแปรที่มุ่งวัด ตัวอย่างเช่น

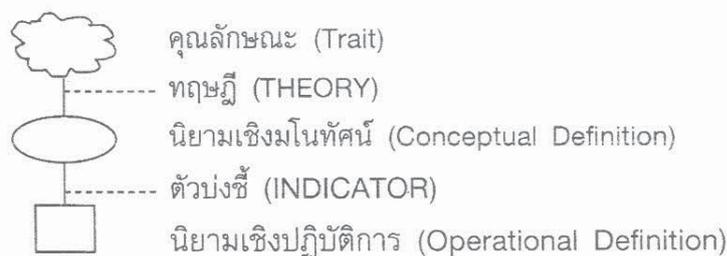
“ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์” หมายถึง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวก ลบ เลขไม่เกิน 2 หลัก ซึ่งวัดหรือสังเกตได้จากคะแนนสอบปลายภาคการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่-1 ที่ได้จากแบบสอบคณิตศาสตร์ที่ครูสร้างขึ้น

“IQ” หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบวัด Wechsler Adult Intelligence Scale

“ความคิดสร้างสรรค์” หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบสอบ Torrance Tests of Creative Thinking

“เศรษฐกิจ” หมายถึง รายได้รวมต่อเดือนของทุกคนในครอบครัว

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เหมาะสมจะต้องขึ้นอยู่กับพื้นฐานของทฤษฎีอันเป็นที่ยอมรับของการวัดคุณลักษณะนั้น และใช้ตัวบ่งชี้คุณลักษณะนั้นได้อย่างตรงประเด็นและครอบคลุม ดังแสดงในภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะที่มุ่งวัด  
นิยามเชิงโมโนทัศน์และนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทฤษฎีที่ดีจะให้คำอธิบายความหมาย และแนวทางการวัดคุณลักษณะที่ต้องการ (Trait or Construct) เช่น ทฤษฎีเกี่ยวกับทัศนคติได้เสนอโครงสร้างของมิติที่ประกอบกันเป็นทัศนคติ (ความรู้ ความเชื่อ แนวโน้มของพฤติกรรม) อันนำไปสู่แนวทางของการวัดทัศนคติ เป็นต้น จากแนวคิดของทฤษฎีเมื่อนำมาประกอบกับการค้นคว้าวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและประสบการณ์ส่วนตัวของผู้วิจัย สามารถนำมาช่วยกำหนดพฤติกรรม/อาการที่ปรากฏ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ที่บ่งบอกสภาพของคุณลักษณะที่ต้องการวัดได้ตรงประเด็นและครอบคลุม เช่น พฤติกรรมอย่างไรที่ช่วยบ่งบอกถึงนักเรียนที่มีทัศนคติที่ไม่ดี ค่อนข้างดี ดี หรือดีมาก ต่อการเรียน เป็นต้น จากนั้นจึงกำหนดรายการข้อคำถามเพื่อทำการสังเกตหรือวัดพฤติกรรมเหล่านั้น จากคะแนนพฤติกรรมนำมาสรุปอ้างอิงเป็นคะแนนทัศนคติต่อการเรียนของนักเรียน เป็นต้น

### 3.3 คุณภาพของการวัดตัวแปร

หลังจากที่ศึกษาแนวคิด/ทฤษฎี กำหนดนิยามเชิงโมโนทัศน์ ทำให้ได้สิ่งที่ควรใช้เป็นแนวทางในการบ่งชี้หรือวัดคุณลักษณะที่ต้องการ คำถามที่ตามมาก็คือ เราทราบได้อย่างไรว่า ตัวบ่งชี้เหล่านั้น เมื่อนำมาเป็นรายการคำถามแล้วสามารถวัดสิ่งที่ต้องการได้ตรง (Valid) โดยหลักการวัดแล้วเราสามารถตรวจสอบผลการวัดว่าสามารถวัดได้ถูกต้องแม่นยำ ตรงเพียงไร เรียกว่าความตรง (Validity) มีความหมายว่า ถูกต้องตรงกับหน้าที่ (Function) หรือวัตถุประสงค์ของการวัด เช่น ตรงตามโครงสร้าง หรือภาวะสันนิษฐานของตัวแปร หรือตรงตามนิยาม ตรงตามทฤษฎี

วัตถุประสงค์ของการวัด คือต้องการวัดตามโครงสร้าง หรือนิยาม เมื่อวัดได้ตรงก็ตรงตามนั้น คือตรงตามโครงสร้างหรือนิยาม และทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์นั้น เป็นต้น รวมทั้งเราสามารถพิจารณาการวัดสิ่งเดียวกันหลายครั้งที่ให้ผลการวัดออกมาคงเส้นคงวา สม่ำเสมอเพียงใด เรียกว่าการวัดนั้นมีความเที่ยง (Reliability) การวัดที่มีความเที่ยงสูง ไม่ใช่หลักประกันว่าการวัดนั้นตรงหรือได้ผลถูกต้อง (Accurate) ตามวัตถุประสงค์ ตัวอย่างเช่น ตาชั่งที่ตั้งสเกลไว้คลาดเคลื่อน แต่ก็ยังสามารถให้ผลการชั่งน้ำหนักของสิ่งเดียวกันได้ผลที่คงเส้นคงวา เป็นต้น แต่ถ้าการวัดสิ่งเดียวกันหลายครั้งแล้วยังให้ผลไม่คงเส้นคงวา (Unreliability) ย่อมไม่ประกันว่าการวัดนั้นถูกต้อง และการวัดที่มีความเที่ยงสูง ไม่ใช่หลักประกันของการวัดที่ถูกต้อง แต่การวัดที่มีความเที่ยงสูงย่อมเพิ่มโอกาสของการได้ผลการวัดที่ถูกต้อง เพราะการวัดที่มีคุณสมบัติด้านความเที่ยงเป็นส่วนหนึ่งของการวัดที่มีความตรง หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่า เมื่อมีความถูกต้อง หรือความตรง ต้องมีความคงที่ ความคงเส้นคงวา หรือความเที่ยงเสมอ

### 4. การควบคุมตัวแปร

การวิจัยส่วนใหญ่ต้องการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม และพยายามจำแนกความผันแปรตามแหล่งหรือองค์ประกอบต่างๆ ที่อยู่ในผลการผันแปรนั้น การออกแบบการวิจัยจึงต้องระมัดระวังต่อการวิเคราะห์ และแปลผลของตัวแปรอิสระ หรือองค์ประกอบที่สนใจว่าส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามอย่างไร เช่น การศึกษาผลของวิธีการสอน และระดับพื้นฐานความรู้เดิมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การจัดดำเนินการ

การกับบางตัวแปรให้เป็นตัวแปรควบคุมจึงมีความจำเป็น ถ้าผู้วิจัยสามารถควบคุมผลของตัวแปรเกินและเข้าใจความผันแปรของตัวแปรตามได้ ก็น่าจะอธิบายถึงสาเหตุของการเกิดความผันแปรดังกล่าวได้ การควบคุมตัวแปรในประเด็นนี้ หมายถึงการควบคุม หรือบังคับควบคุมแปรปรวนของตัวแปรตามคือผล โดยกระทำที่ตัวแปรเหตุ คือตัวแปรเกินไม่ให้ส่งผลต่อตัวแปรตาม หรือจัดการเหตุที่มาจากตัวแปรเกินเพื่อบังคับผลคือตัวแปรตาม

#### 4.1 วิธีการควบคุมตัวแปร (Procedures for Controlling Variance)

ตัวแปรเกินเป็นตัวแปรอิสระที่อยู่นอกเหนือความสนใจ แต่มันอาจส่งผลกระทบต่อตัวแปรตาม จึงต้องทำการควบคุมผลจากการผันแปร โดยผู้วิจัยจะต้องสามารถระบุตัวแปรเกิน เพื่อลด หรือขจัดอิทธิพลของมัน วิธีการที่ใช้ควบคุมผลจากความผันแปรของตัวแปรควบคุมสามารถกระทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การจัดกระทำแบบสุ่ม (Randomization)
2. การนำตัวแปรควบคุมมาเป็นตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษา (Building into design)
3. การทำให้ตัวแปรควบคุมคงที่ (Holding Constant)
4. การปรับค่าทางสถิติ (Statistical adjustments)

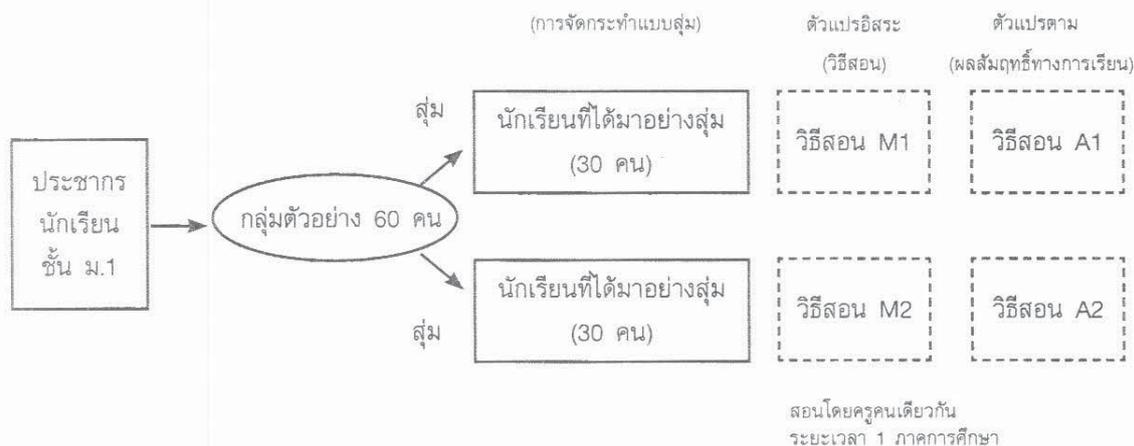
วิธีการทั้ง 4 นี้ เป็นการกระทำที่สาเหตุเพื่อจะทำให้ผล หรือตัวแปรตามไม่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรเกิน การเลือกใช้วิธีการควบคุมตัวแปรแบบใดนั้น ผู้วิจัยจะต้องพิจารณาเตรียมการตั้งแต่อยู่ในขั้นของการวางแผนโครงสร้างสำหรับออกแบบการวิจัย ส่วนวิธีที่ 4 นั้นเป็นการควบคุมตัวแปรในขั้นของการวิเคราะห์ข้อมูล แต่ก็เป็นการจัดการที่สาเหตุในทางอ้อม

รายละเอียดของแต่ละวิธีมีดังนี้

4.1.1 การจัดกระทำแบบสุ่ม (Randomization) เป็นการจัดกระทำกับตัวแปรอิสระที่สนใจและกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาแบบสุ่ม โดยใช้หลักการสุ่มทางสถิติ เช่น การสุ่มอย่างง่าย เป็นต้น การกระทำแบบสุ่มถือว่าการดำเนินงานที่ไม่เจาะจงแบบเลือกปฏิบัติ ดำเนินงานโดยปราศจากความลำเอียงและอคติ เพื่อให้เงื่อนไขของการศึกษาเป็นตัวแทนของเหตุการณ์โดยทั่วไป “การจัดกระทำแบบสุ่มทำให้ตัวแปรที่ถูกควบคุมส่งผลต่อตัวแปรตามในลักษณะคล้ายๆ หรือเหมือนกันในแต่ละเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่ทำการศึกษา” ในทางทฤษฎี การสุ่มนี้ถือเป็นยานานเอกมีสรรพคุณแก่ หรือรักษาโรคได้ทุกโรค ฆ่าเชื้อโรคได้ทุกเชื้อ การสุ่มจะช่วยขจัดสาเหตุที่ทำให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันในคุณลักษณะต่างๆ ของหน่วยตัวอย่างทุกคุณลักษณะที่อยู่ในแต่ละกลุ่ม จากการอาศัยหลักธรรมชาติคือ หลักของความน่าจะเป็น (Probability: โดยธรรมชาติเป็นอย่างนั้นเอง) อย่างไรก็ตามข้อเท็จจริง(Fact) อาจไม่เป็นเช่นนั้น เพราะโดยเหตุความคลาดเคลื่อนจากขนาดจำนวนของหน่วยทดลองที่ใช้ เป็นต้น ความหมายของ “ความเป็นธรรม” ซึ่งเข้าใจกันว่าเป็น “ความเท่าเทียม”(Equal or Balance) มีเหตุมาจากความน่าจะเป็นตามธรรมชาตินี้ เช่น เมื่อเราโยนเหรียญจำนวนอนันต์ครั้ง ( $\alpha$ -Experiments) ความน่าจะเป็นในการเกิดหัว หรือก้อยต้องเท่ากัน(ความต่างเป็นศูนย์) เครื่องหมายดาซัง จึงแสดงถึงความเป็นธรรมการใช้หลักนี้ในทางการวิจัย ตัวอย่างเช่น ผู้วิจัยทำการสุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาจำนวน 60 คน ซึ่งมีความเป็นตัวแทนนักเรียน

ชั้น ม.1 โดยทั่วไป นักเรียนที่สุ่มมาได้ทั้ง 60 คน อาจมีความหลากหลายของพื้นความรู้เดิม เพศ อายุ ทักษะคิดต่อการเรียน สไตล์การเรียนรู้ เป็นต้น จากนั้นสุ่มนักเรียนแยกออกเป็น 2

กลุ่ม ๆ ละ 30 คน แล้วจึงสุ่มสิ่งทดลองให้กลุ่ม โดยให้กลุ่มหนึ่งได้รับวิธีการสอนแบบบรรยาย ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งได้รับวิธีการสอนแบบสัมมนา ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 การออกแบบการวิจัยที่ใช้วิธีจัดกระทำแบบสุ่ม เพื่อควบคุมตัวแปร “พื้นความรู้เดิม”

จากการจัดกระทำแบบสุ่ม เพื่อควบคุมผลจากการแปรของระดับพื้นความรู้เดิม และระดับพื้นความรู้เดิมของนักเรียนน่าจะมีการแจกแจงอย่างสุ่มในลักษณะที่คล้ายกันของแต่ละกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับวิธีการสอนแต่ละวิธีและคาดว่าผลของระดับพื้นความรู้เดิม น่าจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเหมือนกันในกลุ่มทั้งสอง

นอกจากนี้การจัดกระทำแบบสุ่มนี้ ยังจะช่วยควบคุมตัวแปรอื่นๆ ให้มีลักษณะที่ตัดเทียมกันทั้งสองกลุ่มได้ด้วยดังได้กล่าวมาแล้ว เช่น เพศ ทักษะคิดต่อการเรียน แรงจูงใจต่อการเรียน สไตล์การเรียนรู้ เป็นต้น ค่าของผลจากตัวแปรควบคุมเหล่านั้นน่าจะกระจายอย่างสุ่มคล้ายๆ กันในกลุ่มทั้งสอง ถึงแม้ว่าวิธีนี้จะช่วยทำให้ตัวแปรควบคุมต่างๆ กระจายในสัดส่วนที่เท่าๆ กันในกลุ่มที่ศึกษา แต่เป็นการควบคุมที่ผู้วิจัย

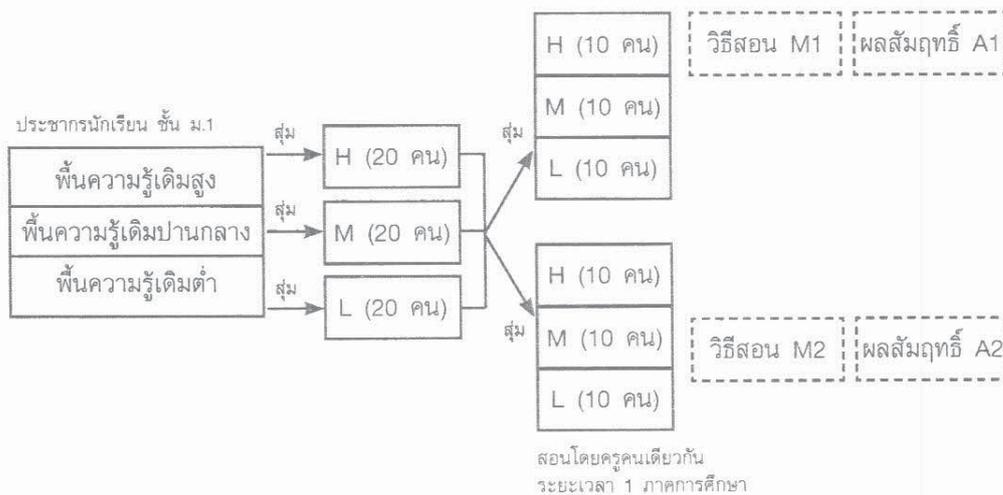
ไม่มีเป้าหมายในการวิเคราะห์และแปลผลของตัวแปรควบคุมเหล่านั้นว่าส่งผล ต่อตัวแปรตามที่สนใจแตกต่างกันหรือไม่ ในการใช้สถิติทดสอบผลการทดลองเช่น การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยประชากร จึงเปรียบเทียบความแปรปรวนระหว่างผลจากความแตกต่างของระดับของสิ่งทดลอง กับความแปรปรวนซึ่งเกิดจากความแตกต่างในคุณลักษณะระหว่างหน่วยทุกคุณลักษณะ ซึ่งเรียกว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่มว่าความแปรปรวนจากแหล่งใดมีมากกว่า ถ้าความแปรปรวนระหว่างความแตกต่างของระดับของสิ่งทดลองมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็ถือว่ามี ความแตกต่างกันอย่างแท้จริงตามความน่าจะเป็นโดยธรรมชาติ ระหว่างผลจากความแตกต่างของระดับของสิ่งทดลอง ซึ่งถือว่าเป็นความแตกต่างที่นอกเหนือไปจากความแตกต่างเดิม ดังนั้นจะ

เห็นว่า การสุ่มเพื่อให้เท่าเทียมนี้จะเป็นเงื่อนไขหนึ่งของการออกแบบการทดลองที่เรียกว่าการทดลองจริง (True Experiment) และเป็นเงื่อนไขที่สอดคล้องกับข้อตกลงของวิธีการทางสถิติทดสอบ

#### 4.1.2 การนำตัวแปรควบคุมมาเป็นตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษา (Building into design)

วิธีนี้เป็นการเปลี่ยนสภาพของตัวแปรควบคุมเป็นตัวแปรศึกษา ทำให้ผู้วิจัยสามารถ “ศึกษาผลของตัวแปรควบคุมนั้นได้” จากวิธีแรกตัวแปรระดับพื้นความรู้เดิมและตัวแปรเกินอื่นๆ ถูกควบคุมโดยการจัดการกระทำแบบสุ่ม จึงไม่มี

เป้าหมายของการศึกษาผลของตัวแปรที่ถูกควบคุมเหล่านั้น แต่ถ้าผู้วิจัยต้องการศึกษาว่าระดับพื้นความรู้เดิมมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหรือไม่? เพียงไร? ผู้วิจัยจะต้องออกแบบการวิจัยให้ตัวแปรระดับพื้นความรู้เดิมเป็นตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษา การเปลี่ยนสภาพของตัวแปรควบคุมมาเป็นตัวแปรที่ต้องการศึกษา ตามกรณีตัวอย่างนี้ ผู้วิจัยคงต้องทำการสุ่มนักเรียนที่มีพื้นความรู้เดิมครบทั้ง 3 ระดับ และมีการกระจายอย่างสุ่ม จากนั้นจึงสุ่มกลุ่มเพื่อรับวิธีการสอนแบบบรรยาย และแบบสัมมนาดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 การออกแบบการวิจัยที่ใช้วิธีนำตัวแปรควบคุม “ระดับพื้นความรู้เดิม” มาเป็นตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษา

การออกแบบการวิจัยที่เลือกใช้วิธีควบคุมตัวแปรแบบนี้ ทำให้ผู้วิจัยสามารถศึกษาผลของวิธีการสอนและระดับพื้นความรู้เดิมที่มีผลต่อความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรียกว่า ผลหลัก (Main Effect) และ ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเนื่องมาจากวิธีการสอน และ

ระดับพื้นความรู้เดิมจึงได้รับการตรวจสอบพร้อมกันไป คือผลปฏิสัมพันธ์ (Interaction Effect) ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบจะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง เป็นต้น

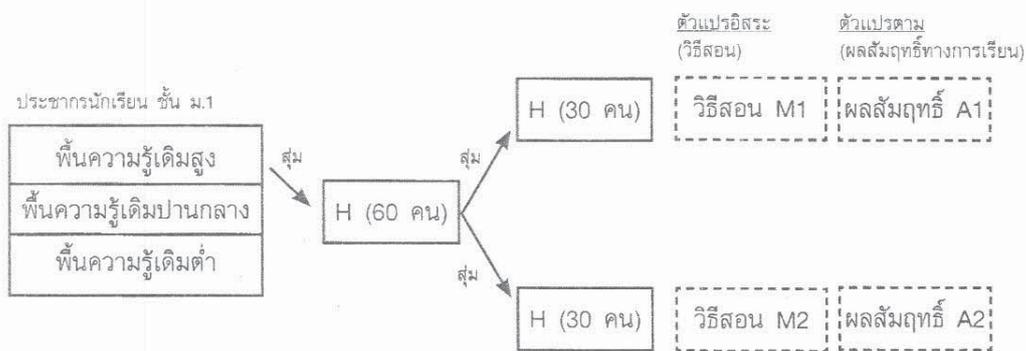
การนำตัวแปรควบคุมมาเป็นตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษา ทำให้ผู้วิจัยสามารถตรวจ

สอบผลของตัวแปรนั้นได้ แต่ถ้ามีการนำตัวแปรควบคุมมาศึกษาทั้งหมดก็อาจจะทำให้การวิจัยนั้นมีความสลับซับซ้อนเกินไป ในบางสถานการณ์ไม่อาจนำตัวแปรควบคุมมาทำการศึกษาได้เนื่องจากเหตุผลบางประการ เช่น ขาดข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรนั้น ตัวแปรแทรกซ้อนบางตัววัดได้ยาก เช่น แรงจูงใจในการเรียน เป็นต้น ในกรณีที่ไม่สามารถนำตัวแปรควบคุมมาเป็นตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษาได้ ผู้วิจัยสามารถเลือกวิธีการควบคุมตัวแปรนั้นด้วยวิธีอื่นๆ เช่น ใช้วิธีการจัดกระทำแบบสุ่ม วิธีทำให้ตัวแปรควบคุมคงที่ เป็นต้น

**4.1.3 การทำให้ตัวแปรควบคุมคงที่ (Holding Constant)** วิธีควบคุมแบบนี้เป็นการลดระดับของตัวแปรให้กลายเป็นตัวคงที่ “เมื่อ

ตัวแปรควบคุมถูกทำให้คงที่ จึงเป็นการขจัดอิทธิพลของตัวแปรควบคุมนั้น ที่จะส่งผลต่อตัวแปรตามที่สนใจ”

ในกรณีตัวอย่าง ถ้าผู้วิจัยคาดหวังระดับพื้นความรู้เดิม หรือเพศ มีแนวโน้มว่าจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยอาจทำการควบคุมตัวแปรดังกล่าว โดยการลดระดับของตัวแปรนั้นให้เป็นตัวคงที่ได้ ด้วยการศึกษานักเรียนที่มีระดับพื้นความรู้เดิมเดียวกัน เช่น ศึกษาเฉพาะนักเรียนที่มีพื้นความรู้เดิมระดับสูง กลาง หรือต่ำ ระดับใดระดับหนึ่ง หรือศึกษาเฉพาะเพศชาย หรือหญิง เพศใดเพศหนึ่ง เมื่อตัวแปรควบคุมเหล่านั้นถูกทำให้คงที่ผลของมันต่อตัวแปรตามก็จะลดลงอย่างมาก หรืออาจถูกขจัดออกไปเลยดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 การออกแบบการวิจัยที่ใช้วิธีควบคุมตัวแปร “ระดับพื้นความรู้เดิม” โดยการทำให้เป็นตัวคงที่

การออกแบบให้ตัวแปรควบคุมกลายเป็นตัวคงที่มีข้อดีคือ ช่วยลดหรือขจัดอิทธิพลของตัวแปรควบคุมนั้นๆ แต่ในขณะเดียวกันก็ทำให้เกิดข้อจำกัดในการวิจัยในแง่กลุ่มที่ใช้ศึกษา จะกลายเป็นกลุ่มที่มีลักษณะเฉพาะหรือจำกัด (Restricted Group) การใช้ประโยชน์จากการวิจัยจะอยู่ในขอบเขตที่จำกัด รวมทั้งกระทบต่อยุทธศาสตร์ของการศึกษาในด้านการ

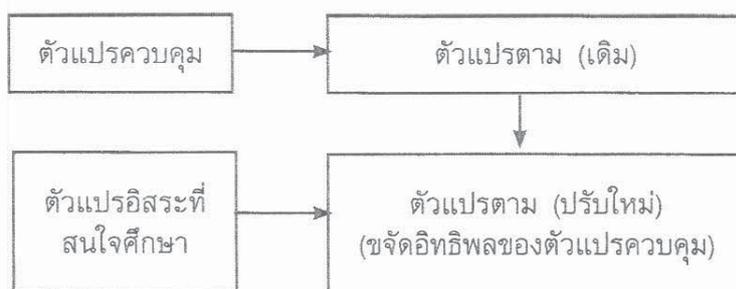
ลดขนาดของข้อมูล การกระจายของข้อมูล และลดโอกาสการส่งผลของตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษาต่อตัวแปรตาม วิธีการนี้มีข้อจำกัดอีกอย่างหนึ่งคือ ถ้านักวิจัยมุ่งขจัดตัวแปรตัวใดก็จะขจัดตัวแปรนั้นได้ แต่ตัวแปรเกินตัวอื่นจะขจัดไม่ได้ ดังนั้น การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความเป็นสาเหตุของตัวแปรจึงต้องกระทำอย่างรอบครอบ และต้องมั่นใจว่าตัวแปรที่จะควบคุมนี้มีความ

สำคัญมากที่สุด หรือมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามมาก ทำให้ตัวแปรตามแปรปรวนไปมาก ถ้าไม่ขจัดแล้วจะทำให้ผลการวิจัยสรุปผิดพลาดอย่างยิ่ง และยังมีวิธีการขจัดอย่างอื่นอีก เช่น การจับคู่ตัวอย่างตามตัวแปรที่ถูกต้องควบคู่กัน (Matching) เป็นต้น

**4.1.4 การปรับค่าทางสถิติ (Statistical Adjustments)** วิธีนี้เป็นการควบคุมตัวแปรในชั้นของการวิเคราะห์ข้อมูล จึงเป็นการควบคุมโดยวิธีการทางสถิติ (Statistical Control) วิธีการนี้เป็น “การปรับค่าของตัวแปรตามเพื่อขจัดอิทธิพลของตัวแปรควบคุม” ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการวิเคราะห์ คำนวณ เช่น การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) การวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Analysis) เป็นต้น

ในกรณีตัวอย่าง การที่จะควบคุมตัวแปรพื้นความรู้เดิม ผู้วิจัยจะต้องมีการวางแผนการวัดพื้นความรู้เดิมของนักเรียนที่จะนำมาศึกษา เป็นรายคนเมื่อมีความเชื่อว่าพื้นความรู้เดิมน่าจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ถ้าผู้วิจัยสามารถปรับคะแนนผลสัมฤทธิ์อันเนื่องมาจากความแตกต่างของพื้นความรู้เดิมได้ หรือเอาผลจากความรู้เดิมออกจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับว่าเป็นการควบคุมอิทธิพลของพื้นความรู้เดิมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ วิธีการนี้สามารถกระทำได้โดยอาศัยเทคนิคทางสถิติดัง

กล่าวข้างต้น การปรับค่าทางสถิติตามกรณีตัวอย่าง ขึ้นกับระดับความสัมพันธ์ระหว่างพื้นความรู้เดิม กับผลสัมฤทธิ์ สมมุติว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในทางบวก จึงต้องปรับค่าผลสัมฤทธิ์บนพื้นฐานความรู้เดิมที่เท่ากัน การปรับค่าก็จะเป็นไปในลักษณะที่ว่า ผู้ที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์สูงก็จะถูกปรับค่าให้ลดลง ถ้าเขามีพื้นความรู้เดิมระดับสูง โดยปรับให้เขามีพื้นความรู้เดิมอยู่ในระดับปานกลาง ในทางกลับกันผู้ที่คะแนนผลสัมฤทธิ์ต่ำก็จะถูกปรับค่าให้สูงขึ้น ถ้าเขามีพื้นความรู้เดิมต่ำ โดยปรับให้เขามีพื้นความรู้เดิมอยู่ในระดับปานกลาง นั่นคือสำหรับผู้ที่มีพื้นความรู้เดิมสูง จะถูกปรับคะแนนผลสัมฤทธิ์ให้ต่ำลง แต่สำหรับผู้ที่มีพื้นความรู้เดิมต่ำ คะแนนผลสัมฤทธิ์ของเขาจะถูกปรับให้สูงขึ้นให้เทียบเท่าผู้ที่มีพื้นความรู้เดิมระดับปานกลาง การปรับค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ให้เป็นอิสระจากพื้นความรู้เดิม ซึ่งเท่ากับว่าเป็นการขจัดอิทธิพลของพื้นความรู้เดิมนั่นเอง การทำอย่างนี้เท่ากับว่าเป็นการทำให้พื้นความรู้เดิมซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งไม่ให้เป็นแปรโดยปริยาย เพราะผลจากการผันแปรตามธรรมชาติได้รับการปรับให้เท่ากันแล้ว ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 ผังการควบคุมตัวแปรทางสถิติ

ตัวแปรควบคุมที่เหมาะสม ควรเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์หรือส่งผลต่อตัวแปรตามที่ศึกษา ควรเป็นตัวแปรที่สามารถวัดค่าได้อย่างน่าเชื่อถือ และจะต้องวัดก่อนตัวแปรตาม หรือก่อนที่จะเริ่มทำการทดลอง หรือถ้าเป็นการวัดหลังการทดลองต้องเชื่อได้ว่า ผลที่เกิดจากตัวแปรควบคุมนั้น ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับผลของตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษาที่ปรากฏอยู่ในตัวแปรตาม หรือความแปรปรวนในตัวแปรตาม ที่มาจากเหตุทั้งสองนี้ต้องแยกส่วนออกจากกัน พูดอีกอย่างว่าผลของตัวแปรควบคุมนี้ไม่ได้มีเหตุมาจากตัวแปรอิสระหรือสิ่งทดลองร่วมอยู่ด้วย โดยปกติแล้วการควบคุมแบบนี้จะกระทำภายหลังทดลอง โดยมีเหตุผลสำคัญ 2 ประการคือ 1) มีการวัดค่าตัวแปรตามแล้ว นั่นหมายถึงได้ทดลองหรือได้ให้สิ่งทดลองแล้ว และ 2) ก่อนทดลองเราไม่ทราบว่ามีตัวแปรเกิน หรือตัวแปรควบคุมนั้นที่จะส่งผลต่อตัวแปรตาม ประเด็นหลังเรามักจะทราบภายหลังทดลอง หรือเอะใจเมื่อครุ่นคิดได้ภายหลัง หากเราทราบก่อนเราจะควบคุมผลของมันโดยอาศัยการออกแบบการทดลองที่เหมาะสม พูดอีกอย่างหนึ่งว่า หากเราทราบแหล่งความ

แปรปรวนที่เป็นสาเหตุต่อตัวแปรตามว่ามาจากตัวแปรใด เราจะควบคุมโดยการออกแบบการทดลองที่เหมาะสม ยกเว้นมีข้อจำกัดของการวิจัย เช่น ออกแบบให้จัดกระทำแบบสุ่มไม่ได้ในการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experiment) เพราะเหตุที่ไม่สามารถจัดห้องเรียนใหม่โดยสุ่มได้ เป็นต้น วิธีการนี้นิยมมากในการวิจัยเชิงเปรียบเทียบสาเหตุ หรือการวิจัยย้อนรอย เพราะไม่สามารถออกแบบการทดลองเพื่อควบคุมความแปรปรวนของผลจากตัวแปรเกินได้ ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเรียกตัวแปรเกินตัวนี้ว่า ตัวแปรร่วม (Concomitant Variable) หมายถึงตัวแปรที่เกิดขึ้นพร้อมกันกับตัวแปรอิสระที่สนใจ และส่งผลต่อตัวแปรตามร่วมกัน หรือมีผลที่เป็นส่วนอยู่ในความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วย นอกจากนี้การเลือกใช้วิธีการควบคุมทางสถิติ จะต้องสอดคล้องกับธรรมชาติของตัวแปร และข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติที่เลือกใช้ สำหรับผู้วิจัยที่ไม่ค่อยคุ้นเคยกับสถิติ ควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญทางสถิติต่อไป

#### 4.2 การใช้วิธีควบคุมตัวแปรแบบ ผสม

วิธีควบคุมตัวแปรทั้ง 4 วิธีที่กล่าว  
มานี้ ผู้วิจัยสามารถเลือกใช้วิธีเดียว หรือวิธี  
ผสมกันได้ตามความเหมาะสมของแต่ละการ  
วิจัย ผู้วิจัยสามารถเลือกใช้วิธีหนึ่งควบคุม  
ตัวแปรหนึ่ง และใช้อีกวิธีหนึ่งควบคุมตัวแปร  
อื่นๆ ก็ได้ และถ้าผู้วิจัยสามารถควบคุม  
ตัวแปรได้มากเท่าไร ผลการวิจัยก็มีความเชื่อ  
ถือได้มากเท่านั้น การใช้วิธีควบคุมตัวแปร  
แบบผสมนี้จึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการ  
ออกแบบการวิจัย

ตามกรณีตัวอย่าง การวิจัยเรื่อง “ผล  
ของวิธีการสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
1” ตัวแปรอิสระที่สนใจในที่นี้ได้แก่วิธีการ  
สอน ซึ่งออกแบบไว้ 2 วิธีคือ การสอนแบบ  
บรรยาย และการสอนแบบสัมมนา ตัวแปร  
ตามได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ ส่วนตัวแปรเกินสำคัญๆ ที่  
ต้องการควบคุมประกอบด้วย ตัวแปรลักษณะ  
ทางกาย ตัวแปรลักษณะแวดล้อมและ  
ตัวแปรแทรกซ้อน รายละเอียดของตัวแปร  
เกิน ตลอดจนวิธีการควบคุม ดังแสดงใน  
ตาราง 1

ตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษา	ตัวแปรตาม
ตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษา	ตัวแปรตาม
วิธีการสอน (พื้นความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์)	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ตัวแปรเกิน	วิธีการควบคุม
ตัวแปรลักษณะทางกาย เพศ/อายุของนักเรียน เพศ/วุฒิของครู	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ทำการสุ่มนักเรียนและสุ่มนักเรียนเข้ากลุ่ม</li> <li>• ทำให้คงที่โดยใช้ครูสอนคนเดียวกัน</li> </ul>
ตัวแปรลักษณะแวดล้อม ประเภทโรงเรียน ขนาดโรงเรียน	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ทำให้คงที่โดยใช้โรงเรียนสหศึกษา</li> <li>• ทำให้คงที่โดยใช้โรงเรียนขนาดใหญ่</li> </ul>
ตัวแปรแทรกซ้อน พื้นความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์ ทัศนคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจต่อการเรียน รูปแบบการเรียน บรรยากาศทางวิชาของโรงเรียน ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้อำนวยการโรงเรียน	<ul style="list-style-type: none"> <li>• นำมาเป็นตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษา</li> <li>• ใช้วิธีควบคุมทางสถิติ โดยวิเคราะห์ ANCOVA</li> <li>• ทำการสุ่มนักเรียน และสุ่มนักเรียนเข้ากลุ่ม</li> <li>• ทำการสุ่มนักเรียน และสุ่มนักเรียนเข้ากลุ่ม</li> <li>• ทำให้คงที่โดยใช้โรงเรียนเดียวกัน</li> <li>• ทำให้คงที่โดยใช้โรงเรียนเดียวกัน</li> </ul>

ตาราง 1 ตัวแปรเกินและวิธีการควบคุม

เมื่อผู้วิจัยสามารถระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม ตัวแปรเกิน และวิธีการควบคุม ตัวแปรเกินของการวิจัยได้แล้ว จะทำให้ผู้วิจัยออกแบบวิจัยและวางแผนการวิจัยได้ตั้งภาพประกอบ 14 โดยสัญลักษณ์มีความหมาย ดังนี้

$H_1, H_2$  = คะแนนพื้นความรู้เดิมของนักเรียนที่มีพื้นความรู้เดิมสูง ของกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2

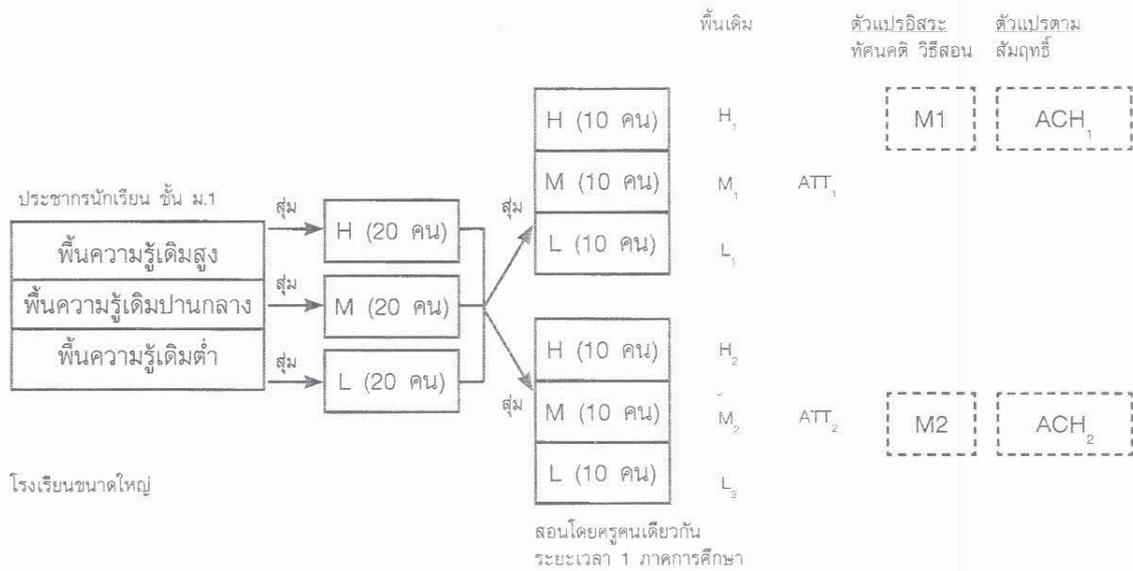
$M_1, M_2$  = คะแนนพื้นความรู้เดิมของนักเรียนที่มีพื้นความรู้เดิมปานกลาง ของกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2

$L_1, L_2$  = คะแนนพื้นความรู้เดิมของนักเรียนที่มีพื้นความรู้เดิมต่ำ ของกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2

$ATT_1, ATT_2$  = คะแนนทัศนคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2

$M_1, M_2$  = วิธีการสอนแบบบรรยาย และวิธีการสอนแบบสัมมนา สำหรับนักเรียนกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2

$ACH_1, ACH_2$  = คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2



**ภาพประกอบ 14** การออกแบบการวิจัยและวิธีควบคุมตัวแปรแบบต่างๆ

จากการออกแบบการวิจัยและควบคุมตัวแปรเกินอย่างรัดกุม จะทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่แตกต่างกัน เป็นผลอันเนื่องมาจากวิธีการสอนที่ใช้ หรืออาจกล่าวได้ว่า การออกแบบการวิจัยมีความตรงภายใน (Internal Validity) ทำให้การแปลความหมายของผลการวิจัยสามารถกระทำได้อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ สำหรับการสรุปข้อค้นพบเป็นนัยทั่วไป (Generalization) ต้องกระทำด้วยความรอบคอบโดยพิจารณาถึงความตรงภายนอก (External Validity) หรือ การนำผลไปใช้ ความเป็นประโยชน์ของผลการวิจัยด้วย การพิจารณาถึงกลุ่มตัวอย่างนักเรียน ครูผู้สอนและลักษณะโรงเรียนที่ใช้ในการศึกษามีลักษณะเป็นตัวแทนของนักเรียน ครู และโรงเรียนโดยทั่วไป หรือไม่? ถ้ามีความเป็นตัวแทน การสรุปเป็นนัยทั่วไปจึง

กระทำได้ เรียกว่า มีความตรงต่อประชากร (Population Validity) ถือว่าเป็นความตรงภายนอก ทำให้สามารถอ้างอิงผลการวิจัยไปใช้ในตัวอย่างอื่นซึ่งเป็นประชากรเดียวกันหรือในสถานการณ์อื่นๆ ได้ แต่ถ้าไม่เป็นตัวแทน การสรุปผลจะต้องกระทำในขอบเขตเฉพาะกลุ่มที่ทำการศึกษาเท่านั้น

### สรุป

**การวิจัย** เป็นกระบวนการของการศึกษาตัวแปร ตัวแปรในการวิจัยสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ ตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม โดยตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อตัวแปรตาม นอกจากนี้ยังควรพิจารณาถึงตัวแปรเกิน ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระที่ไม่อยู่ในข่ายของการศึกษา แต่คาดว่าจะส่งผลต่อตัวแปรตาม จึงจำเป็นต้องควบคุมอิทธิพลของมันที่มีต่อตัวแปรตาม

การศึกษาตัวแปรจะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อผู้วิจัยจะต้องสามารถวัดตัวแปรได้อย่างเหมาะสมเสียก่อน

การวัดตัวแปรเชิงนามธรรม จะต้องอาศัยการให้นิยามที่ตรงประเด็นครอบคลุมและชัดเจน ทั้งนิยามเชิงมโนทัศน์และนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยอาศัยแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็นแนวทางสำหรับกำหนด ตัวบ่งชี้คุณลักษณะที่ต้องการวัด และการวัดตัวแปรจะทำให้ทราบลักษณะหรือค่าของตัวแปรที่ศึกษา ซึ่งมีความหลากหลายแตกต่างกันไปตามบริบทของการวิจัย คุณภาพของการวัด หรือเครื่องมือวัดตัวแปรจะต้องมีทั้งความเที่ยง และความตรง

การวิจัยส่วนใหญ่ที่มุ่งศึกษาความผันแปรของตัวแปรตาม และพยายามจำแนกความผันแปรตามแหล่งหรือองค์ประกอบต่างๆ ที่ส่งผลให้เกิดความผันแปรนั้น การออกแบบการวิจัย จึงต้องระมัดระวังในการ

วิเคราะห์และแปลผลของตัวแปรอิสระที่สนใจต่อตัวแปรตามที่ศึกษา การควบคุมตัวแปรเกินจึงมีความจำเป็นต่อการบรรลุเป้าหมายดังกล่าว การควบคุมผลจากความผันแปรของตัวแปรเกิน สามารถกระทำที่สาเหตุได้หลายวิธีได้แก่ การจัดกระทำแบบสุ่ม การนำตัวแปรควบคุมมาเป็นตัวแปรศึกษา การทำให้คงที่ และการปรับค่าทางสถิติ ผู้วิจัยสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมของแต่ละการวิจัย

การออกแบบการวิจัย ตลอดจนการจัดกระทำกับตัวแปร (การคัดเลือก การวัด และการควบคุม) อย่างรอบคอบและรัดกุม จะช่วยให้ผลการวิจัยมีความตรงภายใน (ความน่าเชื่อถือของผลการศึกษา) ซึ่งส่งผลต่อความตรงภายนอก (ความเป็นประโยชน์) ของการวิจัยอีกด้วย

### เอกสารอ้างอิง

- ชัยลิขิต สร้อยเพชรเกษม. (2545). "การอธิบายโครงสร้างและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ," วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร. 10(1), 75 – 82.
- พระราชวรมุณี (ประยุทธ์ ปยุตโต). (2529). **พุทธธรรม**. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2535). "นิยามเชิงปฏิบัติการ" เอกสารประกอบคำบรรยายรายการท่องเที่ยวแดนวิจัย, ฝ่ายวิจัย, คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี, ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และดิเรก ศรีสุขโข. (2555). **การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย**. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กทม. : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Allen, M.J. and Yen, W.M. (1979). **Introduction to Measurement Theory**. California : Wadsworth, Inc.
- Best, J., and Kahn, J.V. (1985). **Research in Education**. 5<sup>th</sup> ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice – Hall, Inc.
- Kirk, R.E. (1995). **Experimental Design : Procedures for the Behavioral Sciences**. 3<sup>rd</sup> ed. California : Brooks/Cole Publishing Company.
- Kerlinger, F.N. (1986). **Foundations of Behavioral Research**. 3<sup>rd</sup> ed. Florida : Holt, Rinehart and Winston, Ins.
- Kohout, F.J. (1974). **Statistical for Social Scientists : A Coordinated Learning System**. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Sprinthall, R.C., Schmitte, G.T., and Sirois, L. (1991). **Understanding Educational Research**. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - Hall, Inc.
- Wierman, W. (1991). **Research in Education**. 5<sup>th</sup> ed. Boston : Allyn and Bacon.