5

เอกสารประกอบคำบรรยายวิชา
การวิจัยในโครงการอบรมวิจัยเชิงปฏิบัติการ

001.4
อ884
ร.2

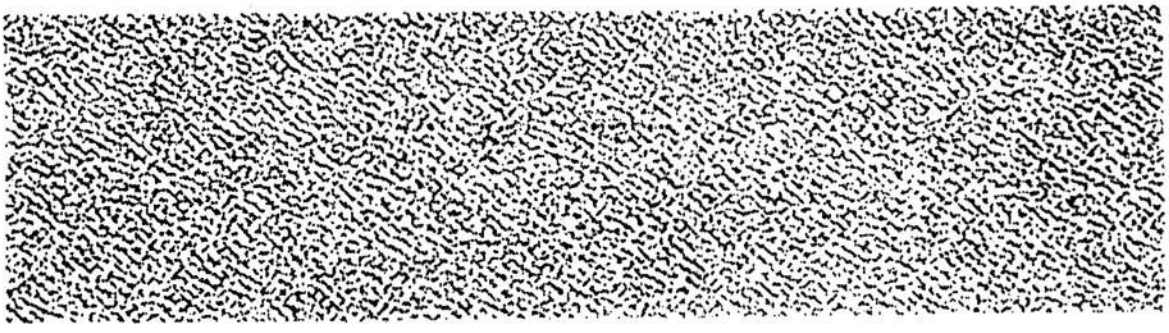
ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

001.4
อ584
ร.2

2 เม.ย. 2534

เอกสารประกอบคำบรรยายวิชาการวิจัย

ในโครงการอบรมวิจัยเชิงปฏิบัติการ



คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา มศว ประสานมิตร

341571

คำนำ

วิทยากรซึ่งเป็นอาจารย์ฝ่ายวัดผลและวิจัย ภาควิชาพื้นฐานของการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ได้ร่วมกันเรียบเรียงเอกสารประกอบการบรรยาย ในการอบรมวิจัยเชิงปฏิบัติการ ภาคฤดูร้อน ประจำปี 2534 สำเร็จลุล่วงด้วยความวิริยะอุตสาหะยิ่ง เอกสารประกอบการบรรยายนี้จะทำให้การสอนอบรมเป็นไปโดยเร็วเพราะไม่ต้องคอยจดตามคำบอกของวิทยากร ทำให้ผู้บรรยายและผู้เข้ารับการอบรม ได้มีโอกาสอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางโดยไม่ต้องคอยพะวงที่จะจดเนื้อหาจากการบรรยาย และใช้อ่านค้นคว้าเพิ่มเติมอันจะทำให้ผู้เข้ารับการอบรมได้มีความรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ในนามของภาควิชาพื้นฐานของการศึกษา ขอขอบคุณอาจารย์ผู้เขียนเอกสารนี้ขึ้นมาด้วยความวิริยะอุตสาหะ และขอขอบคุณที่ได้มีส่วนช่วยให้งานเอกสารและงานด้านวิชาการของภาควิชาฯ ได้ก้าวหน้าแพร่หลายออกไป

รองศาสตราจารย์ บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์
หัวหน้าภาควิชาพื้นฐานของการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
วันที่ 1 เมษายน 2534

สารบัญ

เอกสารหมายเลขที่	ชื่อเอกสารวิจัย	ชื่อผู้เขียน
1	การวิจัย	รศ.ดร.อนันต์ ศรีโสภา
2	การเลือกหัวข้อปัญหาที่จะทำวิจัยและตัวแปร	ดร.วัน สังข์สะอาด
3	การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ
4	การนิยามปัญหา	รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ
5	สมมติฐาน	รศ.นิภา ศรีไพโรจน์
6	เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง	ดร.วัน สังข์สะอาด
7	การหาค่าสถิติพื้นฐาน	อจ.ยุพา มานะจิตต์
7/1	การแจกแจงความน่าจะเป็นมาตรฐาน	อจ.ยุพา มานะจิตต์
8	การทดสอบสมมติฐานโดยใช้ z - test และ t - test	รศ.ล้วน สายยศ
9	การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	อจ.ยุพา มานะจิตต์
10	การทดสอบสมมติฐานโดยใช้ χ^2 - test	รศ.บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบมีองค์ประกอบเดียว	ผศ.อาวุธ วัฒนสิน
12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสององค์ประกอบ	ผศ.อาวุธ วัฒนสิน
13	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	รศ.วัญญา วิศาลาภรณ์
13/1	การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	รศ.บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์
14	การวิจัยเชิงบรรยาย และการวิจัยเชิงเปรียบเทียบสาเหตุ	รศ.นิภา ศรีไพโรจน์
15	การวิจัยการศึกษาและการพัฒนา	รศ.บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์
16	การวิจัยเชิงทดลอง	รศ.ดร.อนันต์ ศรีโสภา
17	การเขียนเค้าโครงการวิจัย	รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ
18	การรายงานการวิจัย	รศ.วัญญา วิศาลาภรณ์
19	การรายงานการวิจัย	รศ.ดร.อนันต์ ศรีโสภา
20	การเขียนรายงานการวิจัย	รศ.วัญญา วิศาลาภรณ์

การวิจัย

รศ.ดร.อนันต์ ศรีโสภา

1. การวิจัยคืออะไร มีบทบาทอย่างไร

การวิจัย (Research) เป็นกระบวนการพิจารณาปัญหาโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น เพื่อตีความหมายและหาข้อสรุปในปัญหานั้นอย่างมีระบบด้วยความระมัดระวังและไม่ลำเอียง

ทุกคนยอมรับแล้วว่า ความเจริญของสังคมนั้นเป็นผลมาจากการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์แทบทั้งสิ้น การวิจัยเป็นเครื่องมืออย่างสำคัญที่สุดในการเพิ่มพูนความรู้ ส่งเสริมความเจริญก้าวหน้า และช่วยให้มนุษย์มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวิจัยช่วยให้มนุษย์สามารถดำเนินงานบรรลุเป้าหมายได้ และยังช่วยขจัดปัญหาข้อขัดแย้งต่าง ๆ ให้หมดไป ความสำเร็จของนักวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ การประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นโดยมากเป็นผลสืบเนื่องมาจากการวิจัยแทบทั้งสิ้น ซึ่งยังผลให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ดีขึ้น มีมาตรฐานการครองชีพสูงขึ้น มีความปลอดภัยจากภยันตรายต่าง ๆ มากขึ้น ทำให้การผลิตอาหารมีปริมาณและคุณภาพสูงขึ้น นอกจากนี้การวิจัยยังช่วยในกิจการแพทย์สาขาต่าง ๆ ยังผลให้มนุษย์มีสุขภาพดีขึ้น อัตราส่วนการตายของมนุษย์ลดลง มนุษย์มีอายุยืนยาวขึ้น และผลจากการวิจัยช่วยให้นักการศึกษาสามารถพิจารณาว่าจะจัดสภาพการเรียนการสอนอย่างไร จึงจะทำให้นักเรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ได้ การวิจัยทางการศึกษามุ่งที่จะแสวงหาหลักหรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับพฤติกรรมของนักเรียน เพื่อนำมาใช้พยากรณ์และควบคุมภาวะการณ์ต่าง ๆ ในการให้การศึกษาให้สามารถดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ชนิดของการวิจัย

การวิจัยอาจแบ่งออกได้หลายชนิดซึ่งขึ้นอยู่กับการที่เราจะใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ถ้าหากจะใช้จุดมุ่งหมายเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ก็อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ การวิจัยบริสุทธิ์ (pure research) และการวิจัยประยุกต์ (applied research) ถ้าหากใช้ระเบียบวิธี (method) เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง อาจแบ่งออกได้ 3 ชนิดคือ การวิจัยเชิงประวัติศาสตร์ (historical research) การวิจัยเชิงพรรณนา (descriptive research) และการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) ถ้าหากใช้ชื่อเนื้อหาวิชาที่ทำการวิจัยเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ก็เรียกการวิจัยตามชื่อเนื้อหาวิชานั้น ๆ เช่น การวิจัยการศึกษา (educational research) การวิจัยเศรษฐกิจ (economic research) การวิจัยพยาบาล (nursing research) การวิจัยตลาด (marketing reseerch)

3. การวิจัยที่ดีมีคุณลักษณะอย่างไร

การวิจัยที่ดี ควรมีคุณลักษณะที่สำคัญดังนี้

(1) มีความเที่ยงตรงภายใน (internal validity) และมีความเที่ยงตรงภายนอก (external validity) การวิจัยที่มีความเที่ยงตรงภายในนั้น หมายความว่าผลการวิจัยที่ค้นพบนั้นเป็นสิ่งที่เกิดจากการทดสอบและการวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหานั้นโดยตรง มิได้เกิดจากสาเหตุอื่น ๆ ที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษาแต่อย่างใด ส่วนการวิจัยที่มีความเที่ยงตรงภายนอกนั้น หมายความว่าผลการวิจัยที่ค้นพบนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่คล้ายกันได้อย่างถูกต้อง

(2) เป็นการวิจัยในปัญหาใหม่ที่ไม่ซ้ำซ้อนกับการวิจัยอื่น ๆ

(3) เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาโดยตรง โดยทั่วไปมักจะกำหนดปัญหาในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล การวิจัยจึงเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลโดยใช้กระบวนการทดสอบสมมุติฐาน ปัญหาบางชนิดไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยวิธีการทางวิจัยเพราะไม่สามารถทดสอบสมมุติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานั้นได้ เรายอมรับความรู้ที่ได้จากการวิจัยโดยการตรวจสอบหรือวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องก่อนเท่านั้น

(4) จะต้องเป็นกิจกรรมที่กำหนดขึ้นอย่างมีระบบและมีเหตุมีผลในการวิเคราะห์ข้อมูล กิจกรรมที่ไม่มีระบบ เช่น การลองผิดลองถูก หรือการเดาอย่างสุ่ม โอกาสที่จะได้ผลการวิจัยที่ถูกต้องเชื่อถือได้นั้นมีน้อยมาก จึงไม่ถือว่ากิจกรรมเช่นนี้เป็นการวิจัย

(5) เป็นการวิจัยที่เน้นการพัฒนาทฤษฎีที่เชื่อถือได้หรือเน้นเกี่ยวกับการค้นพบหลักเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้พยากรณ์สถานการณ์ในอนาคต

(6) มีนักวิจัยที่มีความรู้ความสามารถในปัญหาที่จะทำโดยเฉพาะ

(7) มีเครื่องมือและวิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้

(8) เป็นกระบวนการที่มีเหตุผลและเป็นปรนัย เราสามารถทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นได้ทุกขั้นตอนจากข้อมูลที่เก็บมาได้ การวิจัยที่ดีจะต้องขจัดความรู้สึกส่วนบุคคลและความลำเอียงต่าง ๆ ให้หมดไป

(9) เป็นกระบวนการที่จะต้องกระทำอย่างระมัดระวังไม่รีบร้อน ผลการวิจัยที่คิดว่าไม่เกิดขึ้นได้ง่ายนัก และนักวิจัยจะต้องเตรียมใจยอมรับผลการวิจัยที่อาจจะไม่ตรงกับที่ตนคิดไว้ก็ได้ นักวิจัยจะต้องทำการสรุปผลการวิจัยตามข้อเท็จจริงที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเท่านั้น ไม่ควรให้ความรู้สึกหรือความคิดเห็นส่วนตัวเข้ามามีอิทธิพลต่อการสรุปผลการวิจัย

(10) มีนักวิจัยที่มีความซื่อสัตย์และมีความกล้าหาญในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนมีความกล้าในการรายงานผลการวิจัย

(11) เป็นการวิจัยที่มีการบันทึกข้อมูลและการเขียนรายงานผลการวิจัยอย่างระมัดระวังและถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนดไว้

4. ขั้นตอนการทำวิจัย

การนำวิธีการวิจัยไปใช้เพื่อแสวงหาข้อเท็จจริงหรือคำตอบในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งนั้น ประกอบด้วยขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

(1) **การเลือกปัญหา** นักวิจัยเริ่มดำเนินงานจากการที่มีปัญหาก่อน ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องตอบโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นปัญหาที่มีคุณค่าน่าสนใจ และเป็นปัญหาที่ไม่สามารถตอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ง่าย ๆ ได้ เช่น "เราควรสอนเพศศึกษาในโรงเรียนชั้นประถมศึกษาหรือไม่" คำตอบของคำถามประเภทนี้จัดเป็นพวกความเชื่อและค่านิยมซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและเหตุการณ์ จึงไม่ควรนำมาใช้ในการวิจัย แต่อาจใช้เป็นหัวข้อในการประเมินผลความคิดเห็นได้ เป็นต้น

(2) **การวิเคราะห์ปัญหา** หลังจากได้กำหนดปัญหาที่จะทำการวิจัยแล้ว ขั้นต่อไปก็คือการวิเคราะห์ปัญหา นักวิจัยจะต้องทำการนิยามปัญหาให้ชัดเจน ศึกษาผลงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้ การศึกษาผลงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องนั้นนับว่าช่วยเป็นพื้นฐานให้สามารถสร้างสมมุติฐานในปัญหาที่กำลังศึกษาได้ดีขึ้น และยังเป็นแนวทางให้ทราบว่าจะต้องเก็บข้อมูลอะไรบ้าง และจะเก็บข้อมูลเหล่านี้อย่างไร

(3) **การเลือกระเบียบวิธีในการวิจัย การเลือกตัวอย่างและการสร้างเครื่องมือการวิจัย** ปัญหาที่จะทำการวิจัยมักจะระบุถึงวิธีการวิจัยตามมาด้วยเสมอ ปัญหาบางปัญหาต้องใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลอง (experimentation) บางปัญหาต้องใช้วิธีการวิจัยแบบบรรยาย (descriptive) การเลือกระเบียบวิธีในการวิจัยย่อมมีอิทธิพลต่อรายการต่าง ๆ ในการออกแบบการวิจัย (research design) และการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ อีกด้วย นอกจากนี้นักวิจัยจำเป็นจะต้องเลือกสุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรที่ศึกษา ตลอดจนปรับปรุงและสร้างเครื่องมือในการวัดข้อมูลต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับการออกแบบแผนวิจัยด้วย

(4) **การรวบรวมและตีความหมายของข้อมูล** ในขั้นนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลซึ่งหมายถึงการนำแบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบสังเกต และแบบสัมภาษณ์ต่าง ๆ ทดสอบหรือสอบถามกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้แล้ว หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลมาแล้ว จึงนำข้อมูลมาจัดกระทำและวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมุติฐานและตีความหมายจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น

(5) **การเขียนรายงาน** นักวิจัยจะต้องเขียนรายงานผลการวิจัยของเขาให้ผู้ที่สนใจทราบอย่างถูกต้องและชัดเจน รายงานนี้ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ในการวิจัย ตลอดจนข้อสรุปต่าง ๆ ของการค้นพบข้อเท็จจริง

การเลือกหัวข้อปัญหาที่จะทำการวิจัยและตัวแปร

การเลือกหัวข้อปัญหาที่จะทำการวิจัย

ดร.วัน สังข์สะอาด

การเลือกหัวข้อปัญหาในการทำวิจัยนับว่าเป็นเรื่องสำคัญอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะผู้ที่ไม่มีความรู้ และไม่เคยทำการวิจัยมาเลย มักจะหาหัวข้อเรื่องไม่ได้ ทั้ง ๆ ที่ในชีวิตได้ประสบกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย เช่น เปิดสวิทซ์ไฟแล้วไฟไม่ติด อยากนอนแต่นอนไม่หลับ ปลูกผลไม้ก็ไม่ได้ผล สอนนักเรียนจบ ป.4 ก็อ่านหนังสือไม่ออก นักเรียนในโรงเรียนสอบตกมาก บรรจุครูเข้ามาทำงานก็ไม่ค่อยอยากจะทำ เหล่านี้ล้วนแต่เป็นปัญหาทั้งสิ้น

คำถามที่ว่า ทำไมจึงเลือกหัวข้อการทำวิจัยไม่ได้ทั้ง ๆ ที่มีปัญหาซึ่งต้องการคำตอบอยู่มากมาย อาจจะเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. ยังไม่ทราบว่าการวิจัยคืออะไร
2. การวิจัยมีระเบียบวิธีการอย่างไรบ้าง
3. หัวข้อเรื่องที่ทำนั้นจะเรียกได้ว่าเป็นการวิจัยหรือไม่
4. หัวข้อเรื่องนั้นควรจะทำการวิจัยหรือไม่

การวิจัยคืออะไรถ้าจะพูดสั้น ๆ ก็คงจะสรุปได้ว่า คือการค้นหาคำตอบของปัญหาต่าง ๆ ที่สงสัย การค้นหาคำตอบจะต้องกระทำอย่างมีระบบ และกระทำด้วยวิธีการที่เชื่อถือได้

ส่วนระเบียบวิธีการวิจัยนั้นก็มีขั้นตอนต่าง ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อนจนเกินความสามารถของพวกเราเลย ในการอบรมนี้จะได้มีการอธิบายทุกขั้นตอน อย่างละเอียด

สำหรับหัวข้อเรื่องที่จะทำนั้นจะเรียกได้ว่าเป็นงานวิจัยได้หรือไม่ มีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

1. คำตอบของหัวข้อปัญหานั้นได้มาด้วยวิธีการที่เชื่อถือได้หรือไม่ ถ้าได้มาด้วยวิธีการที่เชื่อถือไม่ได้ หรือเป็นคำตอบของการใช้สามัญสำนึกตอบ ก็ไม่ถือว่าเป็นงานวิจัย

2. คำตอบที่ได้มานั้น เป็นคำตอบที่คนทั่วไปรู้อยู่แล้วหรือไม่ ถ้าเป็นที่รู้ของคนทั่วไปแล้วก็ไม่ถือว่าเป็นงานวิจัย

3. หัวข้อปัญหานั้นมีผู้อื่นทำการวิจัยแล้วหรือไม่

4. หัวข้อปัญหานั้นมีความสำคัญหรือมีประโยชน์มากน้อยเพียงใด

ส่วนหัวข้อเรื่องนั้นควรจะทำการวิจัยหรือไม่ ก็มีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

1. ความยากง่ายของเรื่องที่จะทำ โดยคำนึงถึง

1.1 ความรู้ความสามารถของตนเอง

1.2 ค่าใช้จ่าย เวลา และกำลังงาน

2. คุณค่าหรือประโยชน์ที่จะได้รับ

3. ความเป็นไปได้ของการทำเรื่องนั้น ถ้าเป็นปัญหาที่ยังตกลงกันไม่ได้ ไม่ควรทำ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5. ความกว้างของปัญหาที่จะทำ

สำหรับผู้ที่หาหัวข้อเรื่องไม่ได้โดยคิดว่า บุคคลอื่นได้ทำการวิจัยไปหมดแล้วนั้น ไม่เป็นความจริง เพราะว่ายังมีเรื่องต่าง ๆ ที่ต้องการให้มีผู้ทำการวิจัยอีกมาก ด้วยเหตุผลต่อไปนี้

1. ในปัจจุบันได้มีการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น มีหลักการ วิธีการ ตลอดจนแนวความคิดใหม่ ๆ เป็นอันมาก ซึ่งเป็นเหตุให้ต้องศึกษาหาคำตอบที่มีผลกระทบทั้งทางตรงและข้างเคียงตามมา

2. การประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือ เครื่องทุ่นแรง และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทั้งหลายจะช่วยให้มีความสามารถในการศึกษาวิจัยหาคำตอบที่ลึกซึ้ง สลับซับซ้อนได้มากกว่าเดิม คำตอบที่แต่เดิมไม่สามารถหาได้ ด้วยวิธีการและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ในปัจจุบันจะช่วยให้หาคำตอบนั้น ๆ ได้ ทั้งจะได้คำตอบที่ชัดเจนและถูกต้องมากกว่าเดิม

3. สิ่งต่าง ๆ ย่อมเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา และสถานที่ โดยเฉพาะเกี่ยวกับเรื่องของพฤติกรรม และสังคมศาสตร์ ฉะนั้นการศึกษาค้นคว้าคำตอบต่าง ๆ ที่เคยทำไว้ในอดีต ปัจจุบันอาจจะเปลี่ยนไปแล้ว คำตอบอาจไม่เหมือนเดิม จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาค้นคว้าใหม่

4. ความครบถ้วนของคำตอบ ไม่มีงานวิจัยใด ๆ ที่จะตอบปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมบูรณ์ โดยทั่วไปงานวิจัยแต่ละเรื่องมักจะตอบปัญหาเฉพาะด้าน หรือบางแง่ของปัญหาเท่านั้น จึงยังมีเรื่องข้างเคียง หรือพาดพิง หรือองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งยังไม่ได้ศึกษา และต้องการคำตอบในแง่มุมเหล่านั้นอีก

5. งานวิจัยนั้นมีหลายระดับ มีตั้งแต่ระดับง่ายหรือระดับพื้น ๆ ไปจนถึงระดับที่ยุ่งยากสลับซับซ้อนยิ่ง งานวิจัยโดยทั่วไปในแต่ละเรื่องมักจะทำอยู่ในระดับใดระดับหนึ่งเท่านั้น บางเรื่องอาจจะศึกษาในมุมลึก แต่ไม่ได้ศึกษาในมุมกว้างหรือในทางกลับกัน

6. ความรู้ ทฤษฎี ตลอดจนกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่มีผู้คิดค้นหรือตั้งขึ้นในอดีตหลายเรื่องต้องการการทบทวน หรือการพิสูจน์ซ้ำ ว่ายังคงเป็นจริงตามที่ได้กล่าวไว้หรือไม่ เช่น ดังที่ได้เคยกล่าวว่าโลกกลมเหมือนผลส้ม ซึ่งปัจจุบันมนุษย์สามารถออกไปนอกโลกได้ ก็เห็นว่าโลกกลมเหมือนหยดน้ำตา หรือมีผู้กล่าวว่าสสารย่อมไม่หายไปจากโลก คำกล่าวนี้ก็ไม่เป็นความจริงต่อไปอีกแล้ว หรือนักวิทยาศาสตร์เคยกล่าวว่าอะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุด ต่อมาก็พบว่าไม่เป็นความจริง และเรื่องอื่น ๆ อีกมากมายที่เปลี่ยนแปลงไป

7. ยังมีเรื่องต่าง ๆ ที่ต้องการคำตอบอีกมากซึ่งในปัจจุบันยังหาคำตอบไม่ได้ เช่น ทำไมเราไม่ส่งกระแสไฟฟ้าไปตามบ้านคนโดยไม่ต้องใช้สาย ทำไมเราไม่ส่งคลื่นไปแบบเดียวกับส่งภาพ นั่นอาจจะยากไปถ้าจะให้เป็นเรื่องที่หาคำตอบได้ง่ายกว่า เช่น ทำไมเด็กจบ ป.4 แล้วยังอ่านหนังสือไม่ออก ทำไมนักเรียนในปัจจุบันส่วนใหญ่ไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ทำอย่างไรคนเราจะอายุยืนกว่าทุกวันนี้ เพราะสัตว์อื่นเช่น เต่ายังมีอายุยืนกว่าคนหลายเท่า หรือทำไมวัวควายกินแต่หญ้าก็เจริญเติบโตตัวใหญ่ แข็งแรง ไม่จำเป็นต้องกินคาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน เกลือแร่ เลย เป็นต้น

<u>แหล่งที่มาของหัวข้อปัญหาในการวิจัย</u>

ในการหาหัวข้อปัญหาในการวิจัยนั้น ถ้าใช้วิธีการนั่งนึกหรือนั่งคิดเฉย ๆ คงจะได้หัวข้อปัญหายาก แต่ถ้าใช้วิธีการเสาะแสวงหาตามแหล่งต่าง ๆ จะช่วยให้ได้หัวข้อปัญหาเร็วขึ้น แหล่งต่าง ๆ มีดังนี้

1. ความสนใจ การปฏิบัติงาน และประสบการณ์ของผู้วิจัยเอง เพราะในการปฏิบัติงานต่าง ๆ มักจะเผชิญกับปัญหาอยู่เสมอ ปัญหาต่าง ๆ เหล่านั้นอาจนำมาทำเป็นงานวิจัยได้

2. การพูดคุยหรือสนทนากับบุคคลอื่น ๆ อาจจะในอาชีพเดียวกันหรือต่างอาชีพก็ตาม จะช่วยให้ได้แง่คิด ได้ทราบปัญหาที่ไม่เหมือนกันซึ่งแต่ละคนก็มีปัญหาไปคนละอย่าง ก็อาจจะช่วยให้ได้หัวข้อปัญหาที่จะทำการวิจัยได้

3. การศึกษางานวิจัยของบุคคลอื่นที่ได้ทำไว้ จะช่วยให้ได้แนวความคิดโดยเฉพาะข้อเสนอแนะของผู้ทำการวิจัยนั้น ๆ

4. การอ่าน ศึกษา ค้นคว้า ตำรา เอกสาร วารสารทางวิชาการ จะมีเรื่องราวต่าง ๆ ที่ต้องการคำตอบ ต้องการการคิดค้นเพิ่มเติม ต้องการสิ่งที่ดีกว่าสะดวกกว่า

5. การศึกษาวิทยานิพนธ์ของนิสิตนักศึกษาของสถาบันต่าง ๆ จะทำให้ทราบข้อจำกัด ตลอดจนแนวคิดข้างเคียงหรือแตกแขนงจากเรื่องที่ทำนั้น ๆ อีก ซึ่งสามารถนำมาเป็นหัวข้อปัญหาที่จะทำการวิจัยได้

6. หน่วยงาน สถาบันต่าง ๆ ทั้งของรัฐและเอกชนที่ดำเนินงานอยู่นั้นย่อมมีปัญหา และอยากทราบคำตอบอีกเป็นอันมาก แต่ไม่สามารถจะทำการวิจัยได้ ซึ่งเป็นโอกาสดีของผู้ที่ต้องการหาหัวข้อในการทำวิจัย

อย่างไรก็ตามสำหรับผู้เริ่มทำการวิจัยใหม่ ๆ วิธีการที่ดีที่สุดในการทำงานวิจัยก็คือการเลียนแบบงานวิจัยของบุคคลอื่นก่อนโดยเปลี่ยนกลุ่มตัวอย่างหรือเปลี่ยนท้องถิ่น เพราะจะช่วยให้เข้าใจวิธีการวิจัย การค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีการทางสถิติ ตลอดจนการใช้ภาษา การแปลผล

ขั้นต่อไปทดลองทำเรื่องง่าย ๆ ในขอบข่ายแคบ ๆ ก่อน ซึ่งจะช่วยให้เกิดกำลังใจ และเข้าใจวิธีการได้ดีขึ้น

หากท่านอยู่ในวงการศึกษา เรื่องที่น่าทำการวิจัยมีด้านต่าง ๆ เช่น

1. ด้านการวัดผล การพัฒนาข้อสอบ เครื่องมือวัดแบบต่าง ๆ

2. ด้านการเรียนรู้ของเด็ก มีองค์ประกอบอะไรบ้าง เรียนอย่างไร เรียนวิธีใดจึงจะได้ผลดี

3. ด้านธรรมชาติของผู้เรียน พัฒนาการ การเจริญเติบโต บุคลิกภาพ ความสนใจ ค่านิยม ทัศนคติ ฯลฯ

4. ด้านหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร เช่น ความรู้และทักษะใดที่มีประโยชน์ต่อชุมชนและสังคมนั้น ๆ ควรสอนเนื้อหาวิชาใดเป็นความรู้พื้นฐาน เป็นต้น

5. ด้านการบริหาร เกี่ยวกับ งบประมาณ การจัดซื้อ ขนาดของห้องเรียน การจัดเด็กเข้าชั้นเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างบ้านและโรงเรียน การแนะแนว การติดตามผล ฯลฯ

ตัวแปร (Variable)

สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรานั้นจะมีคุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่แตกต่างกัน สิ่งใดก็ตามที่มีคุณสมบัติ หรือคุณลักษณะแบ่งออกได้หลายอย่าง เรียกว่าตัวแปร เช่น เพศ อายุ ความสูง น้ำหนักของคนเรา เพราะเพศ แบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ ชาย และหญิง ส่วนอายุก็แบ่งออกได้เป็นอายุ 1 ขวบ 2 ขวบ จนถึง 70, 80 ปี วิธีสอนก็เป็นตัวแปร เพราะวิธีสอนมีหลายวิธี ดังนั้นสิ่งใดก็ตามที่สามารถแบ่งคุณลักษณะหรือคุณสมบัติได้หลายอย่าง หรือคุณลักษณะหรือคุณสมบัติเหล่านั้นเปลี่ยนค่าได้ เราเรียกว่าตัวแปร

ประเภทของตัวแปร

ในการวิจัยนั้นมีการแบ่งตัวแปรออกเป็นหลายชนิด แต่ที่ใช้กันมาก ก็คือตัวแปรต่อไปนี้

1. ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) ตัวแปรประเภทนี้เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลหรือเป็นต้นเหตุที่ทำให้สิ่งอื่นเปลี่ยนแปลงไป เช่น อาหารเป็นต้นเหตุทำให้มีการเจริญเติบโต มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น วิธีสอนต่าง ๆ เป็นต้นเหตุทำให้เกิดการเรียนรู้ ปุ๋ยก็เป็นต้นเหตุทำให้ต้นไม้เจริญงอกงาม ตัวแปรที่เป็นต้นเหตุทำให้สิ่งอื่นเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเปลี่ยนไปในลักษณะที่เพิ่มขึ้น หรือลดลงก็ตาม เรียกตัวแปรนั้นเป็นตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ

2. ตัวแปรตาม (Dependent variable) สิ่งต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปตามอิทธิพลของตัวแปรอิสระ เรียกว่าตัวแปรตาม เช่น น้ำเมื่อถูกความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอ การที่น้ำระเหยก็เพราะถูกความร้อน ความร้อนจึงเป็นตัวแปรอิสระ เพราะเป็นต้นเหตุทำให้น้ำระเหย ส่วนการระเหยของน้ำเป็นตัวแปรตาม เพราะน้ำเกิดการระเหยก็เนื่องมาจากการได้รับความร้อน หรือการเจริญงอกงามของต้นไม้ การเรียนรู้ของนักเรียน ก็จัดว่าเป็นตัวแปรตามทั้งสิ้น

3. ตัวแปรสอดแทรก (Interventing variable) เป็นตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ และเกิดขึ้นในระหว่างที่มีตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม เช่นการให้รางวัลจะช่วยทำให้ ได้ผลงานดีขึ้น หรือมากขึ้น รางวัลเป็นตัวแปรอิสระ ผลงานเป็นตัวแปรตาม การที่ได้ผลงานมากขึ้นหรือดีขึ้น เป็นเพราะผู้ปฏิบัติมีขวัญหรือกำลังใจมากขึ้น ขวัญและกำลังใจนี้เป็นตัวแปรสอดแทรก ความหกหู่ ความกระปรี้กระเปร่า ความพอใจ ความกระวนกระวายใจ ความตื่นเต้น เหล่านี้จัดเป็นตัวแปรสอดแทรกทั้งสิ้น

4. ตัวแปรแทรกซ้อน (Extraneous variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ซึ่งเกิดขึ้นเองโดยที่ผู้วิจัยไม่ได้จัดขึ้น เช่น สภาพแวดล้อมได้แก่ พวกเสียง แสง ความร้อน-หนาว ฝุ่น ฝนตก กลิ่นเหม็น พวกเหตุการณ์ต่าง ๆ เกิดขึ้นในขณะทดลองหรือศึกษาวิจัย ได้แก่พวก ลมพายุ น้ำท่วม ไฟไหม้ เป็นต้น ตัวแปรเหล่านี้ล้วนมีผลกระทบต่อตัวแปรตามเป็นอันมาก สิ่งที่เกิดขึ้นในตัวแปรตามอาจจะไม่ใช่อิทธิพลของตัวแปรอิสระอย่างเดียว อาจจะเป็นอิทธิพลของตัวแปรแทรกซ้อนด้วยก็ได้ ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจะต้องพยายามระมัดระวังในเรื่องตัวแปรนี้ด้วย

แบบฝึกหัด

1. จากหัวข้อปัญหาข้างล่างนี้ ให้เขียนตัวแปรอิสระและตัวแปรตามของแต่ละข้อ
   1.1 เปรียบเทียบผลการรับรู้กาลเวลาในการดูภาพสีซ์เปีย และภาพขาว-ดำ
   1.2 การศึกษาความเที่ยงตรงข้ามกลุ่มของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน
   1.3 ศึกษาผลการใช้คู่มือกิจกรรมการฝึกสอนที่มีต่อพัฒนาการสอนของนักเรียนฝึกหัดครู
   1.4 อิทธิพลของช่วงเวลาที่มีต่อสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบสอบซ้ำ
   1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอาชีพของพ่อแม่ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของลูก
   1.6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มาจากต่างจังหวัดกับที่มีภูมิลำเนาอยู่ใน กทม.
   1.7 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการอบรมเลี้ยงดูของพ่อแม่กับพฤติกรรมของลูก

2. ให้เขียนหัวข้อปัญหาที่ประกอบด้วยตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมา 3 หัวข้อ

หนังสืออ้างอิง

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2523

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา บริษัทศึกษาพรจำกัด 2528

อนันต์ ศรีโสภา หลักการวิจัยเบื้องต้น วัฒนาพานิช, 2527

Kerlinger F.N. Foundation of Behavioral Research. New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc. 1964.

Juckman, B.W., Conducting Educational Research. New York : Harcoust Brace Jovanovich, Inc., 1978.

Van Dalen D.B. Understanding Educational Research. An Introduction. New York : McGraw-Hill, 1973.

" การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง "

(Review of related studies)

รศ.บังอร ภูวภิรมย์ขวัญ

ในบทแรกของการวิจัยซึ่งเป็นบทนำจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับ ข้อความที่เป็นปัญหา ภูมิหลัง ความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายของการวิจัย ข้อตกลงเบื้องต้น ข้อจำกัดของการวิจัย ขอบเขตของการวิจัย (ประชากร กลุ่มตัวอย่าง ตัวแปร) นิยามศัพท์เฉพาะ อาจเขียนสมมติฐาน ไว้ในบทแรก หรือไปเขียนไว้ตอนท้าย หลังการสรุปผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วก็ได้

สำหรับบทที่สองจะเป็นการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้วิจัย จะอธิบายให้ทราบว่า เกี่ยวกับเรื่องนี้มีผู้ใดเขียนไว้ในหนังสือเล่มใด เรื่องอะไร หน้าเท่าไร พ.ศ.อะไร มีใจความสำคัญอะไรบ้าง และเนื้อหาใจความนั้นเป็นประโยชน์ สามารถให้ความรู้ ที่ชัดเจนถูกต้อง เพื่อนำมาใช้เป็นแนวความคิดประกอบการศึกษาวิจัยเรื่องนี้ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม การกล่าวถึงเอกสารที่เกี่ยวข้อง อาจรวมไว้ในบทนำ หรือแยกออกมาเป็นส่วนหนึ่งต่างหากก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสมของงานวิจัยนั้น

ตัวอย่างงานวิจัยเรื่อง "การศึกษาการแสดงออกทางศิลปะ โดยการเขียนภาพระบายสีของ นักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร" (การแสดงออกทางศิลปะด้วยการเขียนภาพ ระบายสี) มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521
2. โครงสร้างเนื้อหากลุ่มสร้างเสริมลักษณะนิสัย
3. ความหมายและความสำคัญของวิชาศิลปศึกษา
4. จุดประสงค์ทั่วไปของวิชาศิลปศึกษา
5. จุดประสงค์เฉพาะของวิชาศิลปศึกษา
6. การสอนศิลปศึกษาในชั้นประถมศึกษา
7. การแสดงออกทางศิลปะโดยการเขียนภาพระบายสี
8. วัสดุที่ใช้ในการเขียนภาพระบายสี
9. สี
10. งานสร้างสรรค์
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกทางศิลปะ โดยการเขียนภาพระบายสี
12. สมมติฐานของการศึกษาครั้งนี้

งานวิจัยส่วนต่อ ๆ ไป หลังจากรายงานการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้ว คือการอธิบายวิธีดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ โดยมีหัวข้อย่อยที่ควรหรายดังนี้

บทที่ หน้า

3 วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4 การวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

อภิปรายผล

ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

เมื่อศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ อย่างครอบคลุมทั่วถึง และคัดเลือกงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว ควรลงมือจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ อย่างมีระบบระเบียบ และบันทึกรายละเอียดครบถ้วน เพื่อจะได้ไม่ต้องเสียเวลาค้นหาใหม่เป็นครั้งที่สองหรือครั้งที่สาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการอ้างอิงถึงงานวิจัยบางเรื่อง ที่ผู้วิจัยต้องการคัดลอกข้อความบางตอน ควรใส่เครื่องหมายอัญประภาษ (quotation) ข้อความส่วนนั้น ดังตัวอย่างการอ้างอิงเกี่ยวกับความหมายของสีต่าง ๆ ในงานวิจัยที่กล่าวมาแล้ว มีดังนี้ :-

"สีดำ ให้ความรู้สึกหดหู่ เศร้าใจ ทำงานได้น้อยกว่าปกติ
สีแดง ทำให้ปวดหัว เป็นโรคประสาท
สีน้ำเงิน สงบเงียบ เอางาน เอาการ
สีเขียว เพิ่มความมีชีวิตชีวา ความสุข บำบัดโรคเส้นประสาทได้ดี
สีเหลือง ความมีชีวิตชีวา ทำให้สมองมีประสิทธิภาพมากขึ้น" เจนจิตต์ กุลพลบุตร (2499 : 300 - 400)

ถ้าต้องการเรียบเรียงด้วยสำนวนของผู้วิจัย แต่เนื้อหาใจความของเอกสารที่นำมาอ้างอิงยังคงเดิม ไม่เปลี่ยนแปลง ควรเขียนให้กระทัดรัด ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจทันที การใช้คำต่าง ๆ โดยเฉพาะคำที่แปลมาจากภาษาอังกฤษ เมื่อตัดสินใจใช้คำใด (ที่ถูกต้อง) แล้ว จะต้องใช้เหมือนกันตลอดตั้งแต่บทต้น ๆ จนถึงบทสุดท้าย การเขียนแบบเรียบเรียงใหม่ตามความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องการใช้สีในงานวิจัยดังกล่าว มีลักษณะการเขียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

การใช้สีในการออกแบบสารนั้นสำคัญยิ่ง เมื่อตัดสินใจใช้สีก็เพื่อต้องการแสดงให้เห็นชัดเจนว่าดีกว่าใช้ในลักษณะขาวดำ การตัดสินใจนี้จำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างระมัดระวังก่อนที่จะเลือกใช้สีหนึ่ง ๆ ลงไป เมื่อใช้สี ผลของความตัดกันของสีมีความสัมพันธ์กับความยากง่ายในการอ่าน สีจึงมีผลต่อเนื้อหาในการออกแบบสาร ซึ่งการเลือกใช้สีที่ถูกต้องจะก่อให้เกิดผลต่าง ๆ (Turnbull and Baird. 1968 : 276 - 277)

เมื่อผู้วิจัยเขียนบริบทเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาในลักษณะต่าง ๆ แล้ว ก่อนจะเขียนเรื่องใหม่จะต้องสรุปเป็นตอนเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เสียก่อน เช่น เมื่ออธิบายแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่อง "สี" ที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้ว ผู้วิจัยจะสรุปดังนี้

สรุปได้ว่าสี หมายถึง ความเข้มของแสงที่ส่องไปกระทบวัตถุและสะท้อนเข้าสู่ตาเรา แต่สีที่นำมาเขียนภาพเป็นวัตถุธาตุ เวลาใช้ต้องนำมาผสมขึ้นใหม่ โดยใช้แม่สี ซึ่งเป็นสีที่แท้นำมาผสมกันทำให้เกิดสีใหม่

หลักการเขียนและการพิมพ์อัญประกาศ

อัญประกาศมี 2 ชนิด คือ อัญประกาศตรง (direct quotation) และ อัญประกาศรอง (indirect quotation) อัญประกาศตรง หมายถึงข้อความที่คัดมาตรงตามต้นฉบับเดิมทุกประการ ส่วนอัญประกาศรอง หมายถึง ข้อความที่แปล เก็บความ ถอดความ หรือลรุปความมาก็ได้ อัญประกาศรอง ไม่ต้องใช้เครื่องหมายอัญประกาศ แต่ให้ใส่การอ้างอิงไว้เช่นเดียวกัน

ก่อนจะนำอัญประกาศมาแทรกไว้ ควรกล่าวนำไว้ในเนื้อเรื่องอ้างว่าเป็นคำของใคร สำคัญอย่างไรจึงต้องคัดลอกมาไว้ในที่นั้น ถ้ามีคำอธิบายเพิ่มเติมข้อความกล่าวนำอัญประกาศ จะต้องนำคำอธิบายนั้นใส่ไว้ที่การอ้างอิงตามวิธีเขียนการอ้างอิง ถ้าเป็นบทประพันธ์ที่คัดมาจากวรรณคดีที่มีชื่อเป็นที่รู้จักดี แต่ไม่ปรากฏชื่อผู้ประพันธ์ให้บอกชื่อวรรณคดีนั้น ส่วนบทประพันธ์ซึ่งไม่เป็นที่แพร่หลาย และไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง สำหรับภาษาไทยให้ใช้ "ไม่ปรากฏชื่อ" ภาษาอังกฤษให้ใช้ Anon.

ในบทนิพนธ์ภาษาไทย ถ้าต้องการคัดลอกข้อความจากภาษาต่างประเทศลงไว้ ต้องแปล หรือถอดข้อความหรือเก็บใจความเป็นถ้อยคำภาษาไทยของตนเอง

อัญประกาศตรงที่สั้นกว่าสี่บรรทัด ให้ใส่ไว้ในเครื่องหมาย อัญประกาศ แล้วเขียนหรือพิมพ์ข้อความที่ต้องการต่อไปโดยไม่ต้องย่อหน้าหรือขึ้นบรรทัดใหม่ อัญประกาศตรงที่ยาวตั้งแต่สี่บรรทัดขึ้นไป ควรจัดแยกไว้ต่างหากจากย่อหน้าบนและล่าง สองช่วงบรรทัดพิมพ์คู่สำหรับภาษาไทย หรือหนึ่งช่วงบรรทัดพิมพ์คู่สำหรับภาษาอังกฤษ หรือเว้นหนึ่งบรรทัดสำหรับบทนิพนธ์ที่เขียน และต้องย่อหน้าเข้ามาสามช่วงตัวอักษรพิมพ์ทุกบรรทัด และให้ห่างจากขอบหลังเป็นระยะเท่ากัน สำหรับอัญประกาศภาษาอังกฤษให้เว้นระยะระหว่างบรรทัดหนึ่งช่วงบรรทัดพิมพ์เดี่ยว ใช้อัญประกาศเดี่ยว (‘...’) สำหรับข้อความที่คัดลอกมาซ้อนอยู่ในอัญประกาศ สำหรับอัญประกาศภาษาอังกฤษ ถ้าข้อความที่คัดลอกมา เอามาใช้เป็นส่วนหนึ่งของประโยคของผู้เขียนบทนิพนธ์เอง ให้ใช้ตัวอักษรเล็ก แม้ว่าของเดิมจะตั้งต้นด้วยตัวใหญ่หรือไม่ก็ตาม ทั้งนี้ยกเว้นกำวิสามานยนาม

หลักการเขียนและพิมพ์การอ้างอิง

การอ้างอิงมี 2 แบบดังนี้

1. การอ้างอิงแยกจากเนื้อหา ซึ่งแบ่งเป็น
   - 1.1 การอ้างอิงอยู่ตอนล่างของหน้า ซึ่งเรียกว่าเชิงอรรถ (footnote)
   - 1.2 การอ้างอิงอยู่ท้ายบท ซึ่งแยกได้ 2 ลักษณะ
     - 1.2.1 การอ้างอิงอยู่ท้ายบทเรียงตามลำดับการอ้างอิง
     - 1.2.2 การอ้างอิงอยู่ท้ายบทเรียงตามลำดับอักษร
2. การอ้างอิงแทรกในเนื้อหา

ผู้เขียนบทนิพนธ์จะเลือกใช้การอ้างอิงแบบใดก็ให้ใช้การอ้างอิงแบบนั้นโดยตลอด จะเปลี่ยนไปมาไม่ได้

การเขียนเชิงอรรถ

1. การเขียนหรือพิมพ์เชิงอรรถแบบนี้ ต้องวางเชิงอรรถไว้ตอนล่างของหน้าแยกจากตัวเนื้อเรื่อง โดยขีดเส้นกั้นขวางจากขอบซ้ายประมาณครึ่งหน้า เส้นขวางนี้ห่างจากบรรทัดสุดท้ายของตัวเรื่องหนึ่งช่วงบรรทัดพิมพ์เดี่ยว ตัวเชิงอรรถควรห่างจากเส้นขวางนี้หนึ่งช่วงบรรทัดพิมพ์คู่
2. ระหว่างเชิงอรรถแต่ละอัน ต้องพิมพ์ให้ห่างกันหนึ่งช่วงบรรทัดพิมพ์คู่
3. ตัวเลขกำกับเชิงอรรถให้ยกระดับขึ้นสูงกว่าบรรทัดพิมพ์เหนืออักษรตัวแรกของข้อความในเชิงอรรถและให้เขียนหรือพิมพ์ติดต่อไปกับตัวเลขทันที
4. บรรทัดแรกของเชิงอรรถแต่ละอัน จะต้องย่อหน้าโดยเว้นระยะเจ็ดช่วงตัวอักษร
5. เชิงอรรถภาษาอังกฤษที่มากกว่าหนึ่งบรรทัด ควรพิมพ์เว้นระยะห่างกันเพียงหนึ่งช่วงบรรทัดพิมพ์เดี่ยว สำหรับเชิงอรรถภาษาไทยให้พิมพ์ระยะห่างปกติ
6. ตัวเลขกำกับในเชิงอรรถต้องตรงกับตัวเลขที่ใช้กำกับอัญประภาษหรือข้อความในเนื้อเรื่องในหน้าเดียวกัน
7. การเรียงลำดับตัวเลขกำกับในเชิงอรรถให้ตั้งต้นนับหนึ่งใหม่เมื่อขึ้นหน้าใหม่
8. ข้อความในเชิงอรรถแต่ละตอนควรจบในหน้าเดียว ไม่ควรให้ค้างต่อไปหน้าใหม่ คำชี้แจงในเชิงอรรถควรอยู่ในหน้าเดียวกับข้อความในเนื้อเรื่องที่คำชี้แจงนั้นกล่าวถึง
9. วัสดุอ้างอิงทั้งหมดที่กล่าวไว้ในเชิงอรรถต้องเรียงไว้ในบรรณานุกรมท้ายเล่ม
10. การอ้างหนังสือไว้ในเชิงอรรถให้แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับหนังสือนั้น ตามแบบการเขียนเชิงอรรถ
11. รายละเอียดทั้งหมดที่เขียนไว้ในเชิงอรรถ แบ่งได้เป็นสี่ส่วนสำคัญ คือ ส่วนที่เกี่ยวกับผู้แต่ง ส่วนชื่อหนังสือและหรือบทความ ส่วนที่บอกปีที่พิมพ์ และส่วนหน้าที่อ้างอิง
12. ในเชิงอรรถภาษาอังกฤษ เครื่องหมายที่ใช้คั่นระหว่างสี่ส่วนนี้ ใช้เครื่องหมายมหัพภาค ส่วนเครื่องหมายที่ใช้คั่นระหว่างภายในของแต่ละส่วนเองใช้เครื่องหมายจุลภาค เชิงอรรถในภาษาไทยก็ใช้เครื่องหมายเช่นเดียวกับเชิงอรรถในภาษาอังกฤษ
13. ในการลงชื่อผู้แต่ง ทั้งในเชิงอรรถภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ให้ลงชื่อตัวก่อนและตามด้วยชื่อสกุล
14. ถ้ามีผู้แต่งมากกว่าหนึ่งคน ให้ใช้ชื่อผู้แต่งที่ปรากฏในหน้าปกในเป็นชื่อแรก ในกรณีที่มีผู้แต่งสองคน ให้ใช้คำว่า "และ" ในเชิงอรรถภาษาไทย หรือ "and" ในเชิงอรรถ

ภาษาอังกฤษ คั่นระหว่างชื่อผู้แต่งทั้งสอง ในกรณีที่มีผู้แต่งสามคน ให้ใช้คำว่า "และ" หรือ "and" ดังกล่าว คั่นระหว่างชื่อผู้แต่งคนที่สองและที่สาม และใช้เครื่องหมายจุลภาค ระหว่างชื่อแรกและชื่อที่สอง ถ้ามีผู้แต่งมากกว่าสามคนให้แสดงชื่อผู้แต่งคนแรก และใช้คำ "และคณะ" ในภาษาไทย สำหรับภาษาอังกฤษใช้ "and others" หรือ et al.

15. ต่อจากชื่อผู้แต่ง ใส่ชื่อหนังสือที่อ้างอิงพร้อมทั้งขีดเส้นประกาศ ใส่ปีที่พิมพ์ และหน้าที่อ้างอิง

16. หลังปีที่พิมพ์ ให้ใส่เลขหน้าของหนังสือที่ใช้อ้างอิง ในเชิงอรรถภาษาอังกฤษ ให้ลงคำว่า "p." ก่อนเลขบอกหน้า ส่วนในเชิงอรรถภาษาไทยให้ลงคำว่า "หน้า" ก่อนเลขบอกหน้า

17. ถ้าหากไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ให้ใช้อักษรย่อ "ม.ป.ป." ซึ่งย่อมาจาก "ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์" ส่วนภาษาอังกฤษใช้ "n.d." ซึ่งย่อมาจาก "no date"

18. ถ้าไม่ปรากฏเลขหน้า ให้ลงว่า "ไม่มีเลขหน้า" ในภาษาไทย และ "unpaged" ในภาษาอังกฤษ

19. รูปแบบการเขียนเชิงอรรถโดยทั่วไปคือ หมายเลข/ชื่อ/ชื่อสกุล/ชื่อหนังสือ/ปีที่พิมพ์/หน้าที่อ้างอิง.

<u>หลักการเขียนบรรณานุกรม</u> (Bibliography)

1. ชื่อผู้แต่งไม่ลงคำนำหน้าชื่อ เช่น นาย นาง นางสาว ดร. ศจ. หรือ Mr., Mrs., Dr., Prof. เว้นแต่ผู้แต่งที่เป็นนักบวชในคริสต์ศาสนา ในบรรณานุกรมภาษาอังกฤษให้แสดงไว้ด้วย โดยใส่หลังชื่อ

   Mary,Annette,Sister. <u>Manual for Cataloging in School Libraries</u>. Sioux City, Lowa : Brian Cliff College, 1951.

2. หนังสือที่มีหลายตอน หลายเรื่องในเล่มเดียวกัน ถ้าใช้อ้างอิงทั้งเล่ม ให้ลงชื่อเรื่องเป็นรายการแรก แต่ถ้าใช้อ้างอิงเฉพาะตอนเฉพาะเรื่อง ให้ลงชื่อผู้เขียนเรื่องนั้น ๆ เป็นรายการแรก

3. ถ้าไม่ปรากฏสำนักพิมพ์หรือผู้จัดพิมพ์ให้ใช้อักษรย่อ "ม.ป.ท." ซึ่งย่อมาจาก "ไม่ปรากฏที่พิมพ์"

4. กรณีที่ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ในภาษาไทยให้ลงคำว่า "ม.ป.ป." ซึ่งมาจากคำว่า ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ ในภาษาอังกฤษให้ลงคำว่า "n.d." ซึ่งมาจากคำว่า no date

5. รายชื่อวัสดุอ้างอิงควรจะเริ่มพิมพ์หรือเขียนชิดกับขอบหน้า และถ้ามีข้อความที่จะต้องเขียนต่อจากบรรทัดแรกให้ย่อหน้าบรรทัดใหม่ 7 ช่วงตัวอักษร

6. ในรายการเดียวกันในบรรณานุกรมภาษาอังกฤษให้เว้นระยะหนึ่งช่วงบรรทัดพิมพ์เดี่ยว ในบรรณานุกรมภาษาไทยเว้นหนึ่งช่วงบรรทัดพิมพ์คู่

7. ระหว่างแต่ละรายการทั้งบรรณานุกรมภาษาไทยและอังกฤษ ถ้าเป็นบทนิพนธ์ที่เขียนให้เว้นบรรทัดเดียว แต่ถ้าพิมพ์ให้ระยะหนึ่งช่วงบรรทัดพิมพ์คู่

8. ให้ใช้รายละเอียดเกี่ยวกับหนังสือตามที่ปรากฏในหน้าปกใน ถ้าไม่มีหน้าปกในให้ใช้รายละเอียดจากปกนอกหรือจากส่วนอื่น ๆ ของหนังสือ

9. การเขียนบรรณานุกรมของสิ่งพิมพ์ มีรายการที่จะนำมาลงดังต่อไปนี้

   ชื่อผู้แต่ง
   ชื่อหนังสือ
   ครั้งที่พิมพ์ (ถ้าเป็นการพิมพ์ครั้งแรก ไม่ต้องลง)
   เมืองที่พิมพ์
   สำนักพิมพ์หรือผู้จัดพิมพ์หรือโรงพิมพ์ (ถ้าไม่มีให้ใช้คำว่า ม.ป.ท.)
   ปีที่พิมพ์ (ถ้าไม่มีให้ใช้คำว่า ม.ป.ป.)

   รูปแบบการเขียน การเว้นระยะ และเครื่องหมาย เป็นดังนี้

   บรรณานุกรมภาษาไทย

   ชื่อ ชื่อสกุล.//ชื่อหนังสือ.//ครั้งที่พิมพ์.//เมืองที่พิมพ์/: /สำนักพิมพ์,/ปีที่พิมพ์.

   บรรณานุกรมภาษาอังกฤษ

   ชื่อสกุล,/ชื่อแรก/ชื่อกลาง.//ชื่อหนังสือ.//ครั้งที่พิมพ์.//เมืองที่พิมพ์/: / สำนักพิมพ์,/ปีที่พิมพ์.

10. วัสดุอ้างอิงที่เป็นภาษาไทย ถ้าผู้แต่งเป็นคนไทยให้ลงชื่อและชื่อสกุล ถ้าผู้แต่งเป็นชาวต่างประเทศที่นิยมใช้ชื่อสกุลนำหน้าชื่อตัว ก็ให้เขียนชื่อสกุลก่อน คั่นด้วยจุลภาค ตามด้วยชื่อแรกและชื่อกลาง แต่ทั้งนี้เฉพาะชื่อผู้แต่งคนแรกเพียงชื่อเดียวเท่านั้น ส่วนชื่อผู้แต่งต่อไปให้ใช้ชื่อก่อนชื่อสกุล

11. วัสดุอ้างอิงที่เป็นภาษาต่างประเทศ การลงชื่อผู้แต่งคนแรกให้ใช้สกุลขึ้นก่อน ยกเว้นผู้แต่งที่เป็นคนไทยให้ใช้ชื่อแรกตามด้วยชื่อสกุลเช่นที่เขียนเป็นภาษาไทย

12. สิ่งที่พิมพ์ที่มีผู้แต่งมากกว่าหนึ่งคน ให้ใช้ชื่อผู้แต่งที่ปรากฏในหน้าปกในคนแรกลงก่อน กรณีที่มีผู้แต่งสองคนให้ใช้คำว่า "และ" ในภาษาไทย หรือ "and" ในภาษาอังกฤษ

คั่นระหว่างชื่อผู้แต่งทั้งสอง กรณีที่มีผู้แต่งสามคน ให้ใช้คำดังกล่าวระหว่างชื่อผู้แต่งที่สอง และสาม กรณีที่ มีผู้แต่งมากกว่าสามคนให้ลงชื่อผู้แต่งคนแรกตามด้วยคำว่า "และคนอื่น ๆ" ในภาษาไทย หรือ "and others" ในภาษาอังกฤษ

13. การขีดเส้นใต้ชื่อสิ่งพิมพ์ ให้ขีดยาวตลอดติดต่อกันไปตั้งแต่ใต้อักษรตัวต้นจนถึงอักษรตัวสุดท้ายของชื่อสิ่งพิมพ์

การนิยามปัญหา

รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ

หลังจากที่ได้หัวข้อปัญหาที่จะทำการวิจัย งานขั้นสำคัญขั้นต่อไปคือการนิยามปัญหา ปัญหาบางเรื่องอาจจะมีขอบเขตกว้างขวางเกินไป ผู้วิจัยจึงควรกำหนดขอบเขตเรื่องที่จะศึกษาให้แน่นอนว่าจะศึกษาเฉพาะบางส่วนของเรื่องทั้งหมด หรือศึกษาเรื่องที่เกี่ยวข้องทั้งหมด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ผู้วิจัยจะต้องกำหนดเรื่องที่จะทำการวิจัยให้แจ่มชัด ทั้งนี้เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยต่อไป ทั้งยังช่วยในการกำหนดระยะเวลา กำลังงาน และกำลังทุนได้ถูกต้อง นอกจากนี้การกำหนดปัญหาให้ชัดแจ้งจะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถรวบรวมข้อมูลได้ถูกต้องและครบถ้วน ตัวอย่างเช่น ผู้วิจัยเลือกหัวข้อปัญหาที่จะวิจัย คือ "การวิจัยปัญหาการเปลี่ยนแปลงทางสังคมในประเทศไทย" จะเห็นได้ว่าเป็นปัญหาที่กว้าง ผู้วิจัยจะต้องกำหนดหัวข้อให้ชัดเจนขึ้นว่าต้องการศึกษาปัญหาเรื่องอะไร ซึ่งอาจจะเป็นปัญหาพัฒนาการเศรษฐกิจ ปัญหาการบริหารราชการในประเทศไทย เป็นต้น

หลักง่าย ๆ ที่ช่วยในการนิยามปัญหาก็คือ นักวิจัยจะต้องศึกษาเรื่องที่ต้องการวิจัยอย่างจริงจัง พยายามวิเคราะห์ให้ได้ว่า มีองค์ประกอบหรือตัวแปรอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องในเรื่องนั้น ๆ พยายามอ่านเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นักวิจัยจะต้องมีความรู้ทางทฤษฎี หรือแนวความคิดในการวิจัยเป็นอย่างดี จึงจะช่วยให้นักวิจัยสามารถมองเห็นปัญหา และกำหนดปัญหาในการวิจัยได้

วิธีเขียนนิยามปัญหา

ในการเขียนนิยามปัญหา จะต้องประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ และมีหลักการเขียนดังนี้

1. ชื่อเรื่อง (ชื่อปัญหาหรือหัวข้อปัญหา)

จะต้องกล่าวถึงส่วนสำคัญที่ต้องการศึกษาโดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและชัดเจน ชื่อเรื่องที่ดีและชัดเจนควรแสดงถึงตัวแปรสำคัญที่ต้องการศึกษาและกลุ่มประชากร

ตัวอย่างชื่อเรื่องที่ชัดเจน

ตัวอย่างที่ 1 การศึกษาเจตคติต่อวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร

341574

ตัวอย่างที่ 2 บทบาทของครูใหญ่โรงเรียนประถมศึกษาที่มีต่อการพัฒนาหมู่บ้าน

ตัวอย่างที่ 3 การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีบรรยายกับวิธีอภิปราย

2. ภูมิหลัง (คำนำหรือที่มาของปัญหา)

ในส่วนนี้ควรกล่าวถึงจุดเริ่มของปัญหาที่จะวิจัยว่ามีแหล่งกำเนิดจากอะไร มีที่มาของปัญหาเป็นอย่างไร ควรมีการอ้างอิงทฤษฎี หลักการ และข้อเท็จจริงพื้นฐานเพื่อสนับสนุนให้ปัญหามีน้ำหนักขึ้น และเพื่อเป็นรากฐานความเข้าใจของผู้อ่าน นอกจากนี้ให้กล่าวถึงงานวิจัยเด่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทำวิจัย แล้วสรุปแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริง งานวิจัย และปัญหาที่จะทำวิจัย

3. ความมุ่งหมายของการวิจัย (วัตถุประสงค์ของการวิจัย)

ส่วนนี้สำคัญที่สุด ถือเป็นหัวใจของการทำวิจัย โดยต้องเขียนให้ชัดเจนว่าต้องการศึกษาอะไร กับใคร ในแง่ใด เช่น ในแง่สำรวจ เปรียบเทียบ หรือหาความสัมพันธ์ โดยต้องสอดคล้องกับชื่อเรื่อง

ความมุ่งหมายของการวิจัยเป็นการกล่าวถึงประเด็นที่นักวิจัยต้องการศึกษา ไม่ใช่เป็นการกล่าวถึงการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่ง

ตัวอย่างความมุ่งหมายของการวิจัย

ตัวอย่างที่ 1

เพื่อสำรวจปัญหาการใช้หลักสูตรประถมศึกษาของครูประถมศึกษาภาคใต้

ตัวอย่างที่ 2

เพื่อศึกษาว่าเชาวน์ปัญญามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือไม่

ตัวอย่างที่ 3

เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีบรรยายกับวิธีอภิปราย

4. ความสำคัญของการวิจัย

หัวข้อนี้จะต้องกล่าวให้เห็นชัดเจนว่า ปัญหาที่จะวิจัยนั้นให้ผลออกมาในรูปใด ในรูปของการเสริมสร้างความรู้ เพิ่มพูนทางวิชาการในแขนงที่ศึกษา

หรือให้ผลในรูปของประโยชน์ใช้สอย หรือในแง่ของการนำผลวิจัยไปใช้ในการแก้ปัญหา

ตัวอย่างการเขียนความสำคัญของการวิจัย

ตัวอย่างที่ 1 (เขียนรวมกัน)

ทำให้ทราบว่าวิธีสอนโดยใช้กิจกรรมการแสดงบทบาทสมมุติกับวิธีสอนโดยให้ทำกิจกรรมตามคู่มือครู วิธีใดให้ผลดีกว่ากัน ซึ่งจะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนภาษาอังกฤษและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

ตัวอย่างที่ 2 (เขียนแยกเป็นข้อ ๆ)

1. ทำให้ทราบว่าวิธีสอนโดยใช้กิจกรรมการแสดงบทบาทสมมุติกับวิธีสอนโดยให้ทำกิจกรรมตามคู่มือครู วิธีใดให้ผลดีกว่ากัน

2. จะได้เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนภาษาอังกฤษและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนนำไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

5. ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยจะต้องกำหนดขอบเขตของปัญหาเพื่อช่วยให้ปัญหาแจ่มชัดขึ้น โดยจะต้องกล่าวถึง ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้วิจัยว่าเป็นใคร หรืออะไร จะศึกษาตัวแปรอะไรบ้าง ตลอดจนกล่าวถึงสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่ควรจะจำกัดขอบเขต

ตัวอย่าง

- กลุ่มตัวอย่าง : ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่ 1 (วิทย์-คณิต) โรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โดยสุ่มมา 60 คน จากนักเรียนทั้งหมด 120 คน และใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling)
- ตัวแปร : การศึกษาครั้งนี้มีตัวแปรดังนี้

  ตัวแปรอิสระ : ได้แก่วิธีสอน 2 วิธี คือ การสอนแบบชี้แนะ กับการสอนตามคู่มือครู

  ตัวแปรตาม : ผลสัมฤทธิ์ในการอ่านภาษาอังกฤษ

6. ข้อตกลงเบื้องต้น

คือข้อความจริงพื้นฐานของการวิจัยที่ไม่ต้องการพิสูจน์ เป็นข้อความที่ตั้งขึ้นเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับความเข้าใจร่วมกันในการวิจัยเรื่องนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยในการสรุปตอบปัญหาและตีความอยู่ในขอบข่ายของข้อตกลงเบื้องต้นนั้น ๆ

ตัวอย่างเช่น การวิจัยเรื่อง "พฤติกรรมการสอนด้านการบรรยาย" ตั้งข้อตกลงเบื้องต้นไว้ว่า

(1) พฤติกรรมการสอนของครู เป็นผลรวมของสิ่งแวดล้อม และบุคลิกภาพของครูแต่ละคน

(2) พฤติกรรมการสอนของครู สามารถสังเกตและวัดได้อย่างปรนัย ทั้งทางตรงและทางอ้อม

(3) พฤติกรรมการสอนของครู ซึ่งได้สุ่มมาโดยการสังเกตและการตอบแบบสอบถาม ถือว่าเป็นตัวแทนของพฤติกรรมของครูทั้งหมด

7. คำนิยามศัพท์เฉพาะ

การให้คำนิยามศัพท์เฉพาะ เป็นการให้ความหมายคำที่ต้องใช้เสมอและคำที่มีความสำคัญ เพื่อให้ผู้อ่านรายงานการวิจัยมีความเข้าใจตรงกันกับผู้วิจัย และเป็นการช่วยให้ปัญหารัดกุมขึ้น คำที่จำกัดความหมายสำหรับการวิจัยควรจะมีความหมายเดียว ไม่มีความหมายหลายแง่หลายมุม

ตัวอย่างเช่น ให้ความหมายคำว่า "นักเรียน" ซึ่งเป็นคำที่ต้องใช้เสมอในการเขียนรายงานการวิจัย ที่มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนว่า

นักเรียน หมายถึง นักเรียนโรงเรียนสาธิต ระดับ มศ.4-5 ในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2520 เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปการให้ความหมายคำที่ใช้บ่อย ๆ นั้น มักจะอยู่ในรูปของการกำหนดขอบเขตนั่นเอง ส่วนการให้คำนิยามคำที่มีความสำคัญนั้น มีลักษณะเฉพาะคือ จะต้องให้คำนิยามในรูปของคำนิยามปฏิบัติการ (Operational definition)

นิยามปฏิบัติการ (Operational definition) คือการให้ความหมายตัวแปรชนิด Constructs ซึ่งเป็นนามธรรม ให้อยู่ในรูปที่สามารถวัดได้ สังเกตได้ และสามารถมองเห็นว่าควรใช้เครื่องมืออะไรวัด

ตัวอย่าง

เจตคติ คือความรู้สึกหรือความคิดเห็นที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด อาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือคัดค้านก็ได้

เจตคติต่อภาษาไทย คือความรู้สึกหรือความคิดเห็นที่มีต่อกลุ่มทักษะภาษาไทย เกี่ยวกับคุณประโยชน์และความสำคัญของเนื้อหา และกิจกรรม ซึ่งวัดได้จากแบบวัดเจตคติต่อภาษาไทยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บางครั้งอาจให้นิยามปฏิบัติการในลักษณะของค่าการวัดจากเครื่องมือก็ได้ ถ้าการวิจัยเรื่องนั้นใช้เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีคุณภาพดี ตัวอย่างเช่น นิยามคำว่า "สมรรถภาพทางด้านเหตุผล" หมายถึง คะแนนที่ได้จากการสอบแบบทดสอบมาตรฐานวัดความถนัดทางการเรียนฉบับสรุปความของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งสร้างขึ้นใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นต้น

ตัวอย่างการนิยามปัญหา

ชื่อเรื่อง

การบริหารงานวิชาการของศึกษาธิการจังหวัด ตามทัศนะของศึกษาธิการอำเภอและผู้บริหารโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตการศึกษา 11

ภูมิหลัง

กล่าวถึงความสำคัญของการศึกษาและการบริหารการศึกษา หน่วยงานที่รับผิดชอบ บทบาทของศึกษาธิการจังหวัด และกล่าวถึงปัญหาเรื่องคุณภาพการศึกษา แล้วสรุปว่าจะศึกษาอะไร เพื่ออะไร

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาทัศนะของศึกษาธิการอำเภอและผู้บริหารโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ที่มีต่อการบริหารงานวิชาการของศึกษาธิการจังหวัด ในเขตการศึกษา 11

2. เพื่อเปรียบเทียบทัศนะของผู้ดำรงตำแหน่งศึกษาธิการอำเภอ และผู้ดำรงตำแหน่งผู้บริหารโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ที่มีต่อการบริหารงานวิชาการของศึกษาธิการจังหวัด ในเขตการศึกษา 11

3. เพื่อเปรียบเทียบทัศนะของศึกษาธิการอำเภอที่มีประสบการณ์ในการบริหารงานแตกต่างกัน ที่มีต่อการบริหารงานวิชาการของศึกษาธิการจังหวัด ในเขตการศึกษา 11

4. เพื่อเปรียบเทียบทัศนะของผู้บริหารโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ที่มีประสบการณ์ในการบริหารงานแตกต่างกัน ที่มีต่อการบริหารงานวิชาการของศึกษาธิการจังหวัด ในเขตการศึกษา 11

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อศึกษาธิการจังหวัด ในอันที่จะได้ทราบถึงผลการบริหารงานด้านวิชาการตามทัศนะของผู้ร่วมงาน ซึ่งจะเป็นแนวทางให้ศึกษาธิการจังหวัดนำไปปรับปรุงการบริหารงานด้านวิชาการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนั้นผู้บริหารการศึกษาที่เกี่ยวข้องในกระทรวงศึกษาธิการสามารถนำผลการศึกษาค้นคว้านี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการปรับปรุงโครงสร้าง อำนาจหน้าที่ภารกิจรับผิดชอบของศึกษาธิการจังหวัด และบุคลากรของสำนักงานศึกษาธิการจังหวัด เพื่อให้การบริหารงานวิชาการของศึกษาธิการจังหวัดดียิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ผู้ซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวข้องใกล้ชิดกับศึกษาธิการจังหวัด แยกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่

1.1 กลุ่มศึกษาธิการอำเภอในเขตการศึกษา 11 ทุกอำเภอ ในปีการศึกษา 2526 จำนวน 75 คน

1.2 กลุ่มผู้บริหารโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตการศึกษา 11 ทุกโรง ในปีการศึกษา 2526 จำนวน 154 คน

รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 229 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

2.1.1 ตำแหน่งของบุคลากรของกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น

2.1.1.1 ตำแหน่งศึกษาธิการอำเภอ

2.1.1.2 ตำแหน่งผู้บริหารโรงเรียน

2.1.2 ประสบการณ์ในการบริหารงานของศึกษาธิการอำเภอ และผู้บริหารโรงเรียน แบ่งเป็น

2.1.2.1 ประสบการณ์ต่ำกว่า 6 ปี

2.1.2.2 ประสบการณ์ 6 - 10 ปี

2.1.2.3 ประสบการณ์มากกว่า 10 ปีขึ้นไป

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทัศนะที่มีต่อการบริหารงานวิชาการของศึกษาธิการจังหวัดสองด้าน คือ

2.2.1 การวางแผนการศึกษา

2.2.2 การนิเทศและติดตามผลการศึกษา

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. การบริหารงานวิชาการ หมายถึง งานที่ศึกษาธิการจังหวัดจะต้องรับผิดชอบและปฏิบัติให้ปรากฏแก่ผู้ร่วมงานในด้านการวางแผนการศึกษา การนิเทศและติดตามผลการศึกษา

2. ทัศนะที่มีต่อการบริหารงานวิชาการ หมายถึง ความคิดเห็นหรือแนวความคิดของศึกษาธิการอำเภอ และผู้บริหารโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ที่มีต่อการบริหารงานวิชาการของศึกษาธิการจังหวัด ในด้านการวางแผนการศึกษา การนิเทศและติดตามผลการศึกษา ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.1 ทัศนะที่มีต่อการวางแผนการศึกษา หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับการกำหนดเค้าโครงการจัดดำเนินการศึกษาให้เหมาะสมและเพียงพอแก่ความต้องการของประชาชน โดยมีการกำหนดความมุ่งหมายและแนวทางการปฏิบัติงานในช่วงต่าง ๆ

2.2 ทัศนะที่มีต่อการนิเทศและติดตามผลการศึกษา หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับการแนะนำปรับปรุงการเรียนการสอน และการดำเนินงานเพื่อตรวจสอบคุณภาพการศึกษา

3. ศึกษาธิการจังหวัด หมายถึง บุคคลที่ได้รับแต่งตั้งจากสำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ ให้ดำรงตำแหน่งศึกษาธิการจังหวัด หรือผู้รักษาการในตำแหน่งศึกษาธิการจังหวัด ให้ทำหน้าที่บริหารการศึกษาประจำสำนักงานศึกษาธิการจังหวัด ในเขตการศึกษา 11

4. ศึกษาธิการอำเภอ หมายถึง บุคคลที่ได้รับแต่งตั้งจากสำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ ให้ดำรงตำแหน่งศึกษาธิการอำเภอ ศึกษาธิการอำเภอประจำกิ่งอำเภอ หรือผู้รักษาการในตำแหน่งดังกล่าว ให้ทำหน้าที่บริหารการศึกษาประจำสำนักงานศึกษาธิการอำเภอ หรือสำนักงานศึกษาธิการกิ่งอำเภอ ในเขตการศึกษา 11 ในปีการศึกษา 2526

5. ผู้บริหารโรงเรียน หมายถึง บุคคลที่ได้รับแต่งตั้งจากกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ให้ดำรงตำแหน่งครูใหญ่ อาจารย์ใหญ่ ผู้อำนวยการโรงเรียน หรือผู้รักษาการในตำแหน่งดังกล่าว ให้ทำหน้าที่บริหารการศึกษาประจำโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในเขตการศึกษา 11 ในปีการศึกษา 2526

6. ประสบการณ์ หมายถึง ระยะเวลาที่ศึกษาธิการอำเภอ และผู้บริหารโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตการศึกษา 11 ดำรงตำแหน่งและปฏิบัติหน้าที่ตามตำแหน่งนั้น โดยนับเวลาตั้งแต่วันดำรงตำแหน่งจนถึงปี พ.ศ. 2526 แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

6.1 ประสบการณ์ต่ำกว่า 6 ปี

6.2 ประสบการณ์ 6 – 10 ปี

6.3 ประสบการณ์มากกว่า 10 ปีขึ้นไป

7. เขตการศึกษา 11 หมายถึง อาณาเขตที่รวมหน่วยงานที่มีหน้าที่ความรับผิดชอบในการจัดการศึกษา ซึ่งแบ่งตามสภาพภูมิศาสตร์ สังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรม และปริมาณงานด้านการศึกษา มีห้าจังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ สุรินทร์ และศรีสะเกษ

ปฏิบัติการเขียนนิยามปัญหา

รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ

1. จากข้อความที่กำหนดให้ จงพิจารณาว่าเป็นส่วนใดของการนิยามปัญหา

ถ้าเป็นชื่อเรื่อง	ให้ตอบ ก
ถ้าเป็นความมุ่งหมายของการวิจัย	ให้ตอบ ข
ถ้าเป็นความสำคัญของการวิจัย	ให้ตอบ ค
ถ้าเป็นขอบเขตของการวิจัย	ให้ตอบ ง
ถ้าเป็นสมมุติฐานของการวิจัย	ให้ตอบ จ

(.....) 1.1 ผู้ปกครองที่ประกอบอาชีพรับราชการจะนิยมส่งบุตรเข้าเรียนในโรงเรียนรัฐบาลมากกว่าผู้ปกครองที่ประกอบอาชีพธุรกิจ

(.....) 1.2 เพื่อเปรียบเทียบความเชื่อมั่นในตนเองระหว่างเด็กที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตยกับเด็กที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบเผด็จการ

(.....) 1.3 การศึกษาปัญหาการใช้หลักสูตรประถมศึกษาของครูในสังกัดกรุงเทพมหานคร

(.....) 1.4 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำเอกสารให้เหมาะสมกับประชาชนที่ใช้ภาษาเขมรและภาษาส่วยในชีวิตประจำวัน

(.....) 1.5 นักเรียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นประถมปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนในเขตบางขุนเทียน จำนวน 34 โรงเรียน

(.....) 1.6 เพื่อจะได้ทราบถึงระดับจริยธรรมของนักเรียน ซึ่งจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนจริยธรรม และส่งเสริมจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

(.....) 1.7 เพื่อศึกษาสภาพความเข้าใจภาษาไทยของชาวบ้านในจังหวัดสุรินทร์

(.....) 1.8 การเปรียบเทียบจริยธรรมระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เคยเรียนและไม่เคยเรียนในโรงเรียนพุทธศาสนาวันอาทิตย์ โรงเรียนบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี

(.....) 1.9 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับคะแนนสอบคัดเลือกเข้ามหาวิทยาลัย

(.....) 1.10 เด็กที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูต่างกัน จะมีบุคลิกภาพแตกต่างกัน

2. จงตั้งสมมุติฐานทางการวิจัยเพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัยที่กำหนดให้

ความมุ่งหมายของการวิจัย	สมมุติฐานทางการวิจัย
2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสนใจกิจกรรมทางการเมืองระหว่างนิสิตในมหาวิทยาลัยเปิดกับนิสิตในมหาวิทยาลัยปิด	2.1
2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสนทนาภาษาอังกฤษระหว่างนักเรียนที่เรียนกับครูชาวต่างประเทศกับครูชาวไทย	2.2
2.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างนักเรียนที่มีภูมิลำเนาอยู่ในภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	2.3
2.4 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความซื่อสัตย์กับความเกรงใจของนิสิตคณะศึกษาศาสตร์	2.4
2.5 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาไฟฟ้าระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมกับที่เรียนด้วยวิธีสอนตามปกติ	2.5

3. จากสมมุติฐานทางการวิจัยที่กำหนดให้ จงพิจารณาว่าเป็นสมมุติฐานทางการวิจัยชนิดใด (มีทิศทางหรือไม่มีทิศทาง)

สมมุติฐานทางการวิจัย	ชนิดของสมมุติฐาน
3.1 นักเรียนในกรุงเทพฯ มีเจตคติต่อระบอบประชาธิปไตยดีกว่านักเรียนในชนบท	
3.2 เจตคติต่ออาชีพครูและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตคณะศึกษาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก	
3.3 ความตั้งใจในการทำงานกับประสิทธิภาพของงานมีความสัมพันธ์กัน	
3.4 นักเรียนที่มีลำดับการเกิดต่างกัน จะมีความสามารถในการปรับตัวแตกต่างกัน	

4. การวิจัยเรื่อง "การสำรวจทัศนะของนักศึกษาที่มีต่อการสอนของอาจารย์ในมหาวิทยาลัยศิลปากร" ได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ดังนี้

(1) เพื่อสำรวจทัศนะของนักศึกษาที่มีต่อการสอนของอาจารย์

(2) เพื่อเปรียบเทียบทัศนะที่มีต่อการสอนของอาจารย์ระหว่างนักศึกษาชั้นปีที่ 3 กับชั้นปีที่ 4

จากหัวข้อวิจัยและความมุ่งหมายของการวิจัยที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 4.1 - 4.5

4.1 จงตั้งความมุ่งหมายของการวิจัยเพิ่มเติมอีก 2 ข้อ

4.2 จงเขียนความสำคัญของการวิจัย

4.3 จงกำหนดขอบเขตของการวิจัย

4.4 จงระบุคำศัพท์ที่ต้องนิยาม

4.5 จงตั้งสมมุติฐานทางการวิจัยที่เหมาะสม

4.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

4.2 ความสำคัญของการวิจัย

4.3 ขอบเขตของการวิจัย

4.4 คำศัพท์ที่ต้องนิยาม

4.5 สมมุติฐานทางการวิจัย

สมมุติฐาน

(Hypothesis)

รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์

การวิจัยโดยทั่วไปมักจะเริ่มต้นด้วยปัญหาเสมอ เมื่อมีปัญหาผู้วิจัยมักจะมีการคาดคะเนหรือเดาคำตอบของปัญหานั้นล่วงหน้าก่อน ซึ่งการเดาหรือคาดคะเนนี้จะผ่านการคิดกลั่นกรองอย่างรอบคอบ เพื่อให้มีเหตุผล โดยอาศัยประสบการณ์และความรู้ที่ได้จากเอกสารวิจัยเกี่ยวข้องมาประกอบกัน ในทางการวิจัยเรียกการเดาหรือการคาดคะเนอย่างมีเหตุผลนี้ว่า สมมุติฐาน (Hypothesis)

ความหมายของสมมุติฐาน

ในการแก้ปัญหาหรือการวิจัยนั้น สมมุติฐานนับเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะสมมุติฐานเป็นเสมือนหนึ่งเครื่องชี้นำคำตอบของปัญหาในการวิจัย มีผู้ให้ความหมายของสมมุติฐานไว้ดังนี้

สมมุติฐาน หมายถึง ข้อความที่ผู้วิจัยเสนอ หรือคาดคะเนว่าเป็นคำตอบของปัญหา ซึ่งมักจะเขียนอยู่ในรูปของข้อสรุป (Generalization) หรือปัญหาที่ต้องการพิสูจน์ (Proposition) เป็นข้อความที่บ่งบอกลักษณะหรืออธิบายถึงสภาพการณ์ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ยังขาดข้อเท็จจริงมาสนับสนุน

สมมุติฐาน หมายถึง ข้อความที่ผู้วิจัยคิดขึ้นเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ หรือตอบปัญหาต่าง ๆ โดยอาศัยประสบการณ์ ความรู้ ฯลฯ เป็นการเสนอคำตอบชั่วคราวของปัญหา ยังไม่ได้ทำการตรวจสอบโดยอาศัยข้อมูลแต่ประการใด คิดเป็นการเดาอย่างมีเหตุผลนั่นเอง

สมมุติฐาน หมายถึง ข้อความที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ที่คาดว่าจะเป็นไปได้ระหว่างตัวแปร 2 ตัว หรือมากกว่า 2 ตัว เพื่อใช้ในการอธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือช่วยอธิบายถึงตัวแปรที่เป็นต้นเหตุของปัญหา

สมมุติฐาน หมายถึง ข้อความที่ประกอบด้วยข้อเสนอ ข้อแม้ และหลักการที่กล่าวคาดคะเนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัว ขึ้นไป

สมมุติฐาน คือ คำตอบที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าอย่างสมเหตุสมผลต่อปัญหาที่ศึกษา และเขียนอยู่ในลักษณะของข้อความที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป คำตอบนี้อาจถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ จึงต้องมีการทดสอบโดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ และวิธีการทางสถิติ

สมมุติฐานในการวิจัยคือ คำตอบสรุปของผลการวิจัย ที่ผู้วิจัยคาดการณ์หรือพยากรณ์ไว้ล่วงหน้า ก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล คำตอบดังกล่าวได้มาจากการไตร่ตรองโดยใช้หลักเหตุผลที่น่าจะเป็นให้มากที่สุด โดยมีรากฐานของทฤษฎีการศึกษาค้นคว้า หรือผลการวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องนั้น ผู้วิจัยเชื่อว่าผลการวิจัยน่าจะตรงกับสมมุติฐานที่ได้ระบุไว้ สมมุติฐานที่ตั้งไว้นี้อาจถูกต้องตามหลักฐานที่ปรากฏจากการวิจัย หรืออาจไม่ถูกต้องก็ได้

จากความหมายของสมมติฐานดังกล่าวนี้ หากจะกล่าวโดยสรุปอาจกล่าวได้ว่า สมมติฐาน ก็คือข้อความหรือคำอธิบายที่ตั้งขึ้นมาชั่วคราวยังไม่มีการพิสูจน์ และถ้าได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นความจริงหรือ ตรงกับข้อเท็จจริง สมมติฐานนั้นก็กลายเป็นคำอธิบายที่ถูกต้อง กลายเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ใหม่ สามารถสร้างเป็นหลักทั่ว ๆ ไป หรือกลายเป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีที่ใช้อธิบายพฤติกรรมในเรื่องนั้น ๆ ได้

<u>ความสำคัญของสมมุติฐาน</u>

สมมุติฐานถือได้ว่าเป็นเครื่องช่วยในการทำงานวิจัยที่จำเป็นอย่างยิ่ง เพราะสมมุติฐานจะเป็นสะพานเชื่อมโยงระหว่างปัญหากับแหล่งหลักฐานที่จะช่วยในการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้สมมุติฐานจึงมีความสำคัญมากในการวิจัย การแก้ปัญหาใดที่ไม่มีการคาดคะเนคำตอบไว้ก่อน การแก้ปัญหานั้นก็อาจยุ่งยาก เพราะไม่มีทิศทางในการแก้ปัญหาที่แน่นอนนั่นเอง จึงเป็นการยากที่จะแก้ปัญหานั้นได้ แต่หากมีสมมุติฐานไว้ก่อนอาจจะมากหรือน้อยก็ตาม ก็สามารถดำเนินการแก้ปัญหานั้นเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ จึงอาจกล่าวได้ว่าสมมุติฐานเปรียบเสมือนแผนที่ที่จะช่วยชี้แนวทางในการวิจัย และช่วยให้การค้นหาความจริงรวดเร็วขึ้น เพราะสมมุติฐานจะช่วยให้ผู้วิจัยมองเห็นปัญหาของการวิจัยได้อย่างชัดเจน ช่วยกำหนดข้อเท็จจริงที่ผู้วิจัยจะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และบอกให้ทราบว่าข้อเท็จจริงทั้งหลายที่ได้นำมานั้นจะนำไปทดสอบผลที่ตามมาได้อย่างไร

จะเห็นได้ว่า สมมุติฐานมีความสำคัญในการทำวิจัยมาก จะขอแยกกล่าวเป็นข้อ ๆ เพื่อให้เห็นชัดเจนขึ้น ดังต่อไปนี้

1. สมมุติฐานช่วยให้ผู้วิจัยมองเห็นปัญหาของการวิจัยชัดเจนขึ้น เช่น ปัญหานั้นเกี่ยวข้องกับตัวแปรใดบ้าง และเป็นปัญหาลักษณะใด เป็นต้น

2. สมมุติฐานช่วยจำกัดขอบเขตของการวิจัย คือ ผู้วิจัยจะทำการวิจัยตามแนวทางของสมมุติฐานที่ตั้งไว้

3. สมมุติฐานอาจบอกให้ทราบถึงรูปแบบของการวิจัย (Research design) หรือวิธีแก้ปัญหาด้วย

4. สมมุติฐานช่วยให้มองเห็นภาพของข้อมูลต่าง ๆ และความสัมพันธ์ของข้อมูลที่จะนำมาทดสอบสมมุติฐานนั้น

5. สมมุติฐานช่วยให้สามารถหาเครื่องมือในการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้องและมีคุณภาพ

6. สมมุติฐานช่วยให้ผู้วิจัยมีความเข้าใจตัวแปรที่ศึกษาอย่างแจ่มแจ้ง เพราะการตั้งสมมุติฐานเป็นการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องศึกษาลักษณะและธรรมชาติของตัวแปรให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง

7. สมมุติฐานจะช่วยชี้แนวทางในการแปลผลและสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล หรือเป็นตัวช่วยกำหนดโครงร่างหรือแผนงาน (Frame work) ในการสรุปผลให้แก่ผู้วิจัยนั่นเอง ทั้งนี้เพราะในการแปลผลวิจัยนั้นจะยึดสมมุติฐานเป็นหลัก โดยพิจารณาว่าผลที่ได้สอดคล้องหรือขัดแย้งกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้เพียงใด อันจะทำให้การแปลผลและสรุปผลง่ายขึ้น

แหล่งที่มาของสมมุติฐาน

เนื่องจากสมมุติฐานเป็นการคาดคะเนผลการวิจัยที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ในกรณีที่ผู้วิจัยต้องการให้คำตอบหรือสมมุติฐานนั้นน่าเชื่อถือหรือถูกต้องมากที่สุด ผู้วิจัยจะต้องศึกษาหาเหตุผลที่จะนำมาใช้ประกอบการตั้งสมมุติฐานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งอาจหาจากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้

1. จากความรู้ของผู้วิจัย ปกติผู้วิจัยจะทำการวิจัยในสาขาที่ตนเองถนัดที่สุดอยู่แล้ว และมีความรู้ในเรื่องนั้นเป็นอย่างดี จึงสามารถใช้ ความรู้ที่มีอยู่มาช่วยตั้งสมมุติฐานได้ หากเรื่องที่ทำการวิจัยนั้นเป็นเรื่องที่ผู้วิจัยไม่มีความรู้มากนักจะดำเนินการไปได้ลำบาก ด้วยเหตุนี้การทำวิจัยเรื่องใดก็ตามผู้วิจัยจะต้องมีความรู้ดีในเรื่องนั้นก่อน จะช่วยให้การตั้งสมมุติฐานเป็นไปได้อย่างเหมาะสม

2. จากประสบการณ์ หากผู้วิจัยได้สัมผัสหรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่วิจัยมากพอหรือได้คลุกคลีโดยตรงกับสิ่งนั้น ได้สนทนากับผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ จะทำให้เกิดจินตนาการในการสร้างสมมุติฐานได้ เป็นการนำเอาประสบการณ์มาประมวลกันเข้าเป็นเหตุผลนั่นเอง

3. จากการใช้หลักเหตุผล เนื่องจากสมมุติฐานที่ตั้งต้องสมเหตุสมผล ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรใช้หลักเหตุผลและความเป็นไปได้มาคิดวิเคราะห์ หรือแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ออกเพื่อหาเหตุและผลว่ามีอะไรที่สำคัญ มีอะไรที่สัมพันธ์กันบ้าง จากการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลนี้ก็จะสามารถสร้างสมมุติฐานได้

4. จากทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ การตั้งสมมุติฐานจำเป็นต้องอาศัยทฤษฎี หลักการและโครงสร้างต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวแปรของเรื่องที่วิจัย หากผู้วิจัยเข้าใจทฤษฎีและหลักการดีแล้วจะทำให้เกิดแนวคิดในการตั้งสมมุติฐานได้

5. จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การศึกษาผลการวิจัยของผู้อื่น โดยเฉพาะการวิจัยในทำนองเดียวกันจะให้ประโยชน์ต่อผู้วิจัยมาก ในการที่จะนำมาใช้ตั้งสมมุติฐานในการวิจัยของตน หรือช่วยแนะแนวการตั้งสมมุติฐาน

6. จากการเปรียบเทียบ การเปรียบเทียบกับสิ่งที่เป็นอยู่ในธรรมชาติ หรือจากความจริงที่พบในสาขาวิชาอื่น อาจทำให้ผู้วิจัยนำไปตั้งสมมุติฐานได้

7. จากความเชื่อและปรัชญา ในการวิจัยบางเรื่องผู้วิจัยอาจตั้งสมมุติฐานโดยอาศัยความเชื่อหรือปรัชญา เช่น การวิจัยทางประวัติศาสตร์ เป็นต้น ดังนั้นความเชื่อและปรัชญาของมนุษย์อาจทำให้เกิดสมมุติฐานได้

ลักษณะของสมมุติฐานที่ดี

ได้กล่าวแล้วว่าการวิจัยเป็นการตรวจสอบสมมุติฐาน ด้วยเหตุนี้สมมุติฐานจึงมีความสำคัญต่อการวิจัยมาก ผู้วิจัยจะต้องศึกษาค้นคว้ามาอย่างดีแล้วจึงจะตั้งสมมุติฐาน ทั้งนี้ก็เพื่อให้ได้สมมุติฐานที่ดีนั่นเองลักษณะของสมมุติฐานที่ดีมีดังนี้

1. สมมุติฐานที่ดีจะต้องเป็นคำอธิบายหรือตอบคำถามได้หมด ฉะนั้นควรเขียนสมมุติฐานในรูปของประโยคบอกเล่าที่คาดว่าอะไรจะเกิดขึ้น

2. สมมุติฐานที่ดีจะต้องใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย รัดกุม ชัดเจน ถ้าหากยังมีความหมายไม่ชัดเจนพอจะต้องนิยามศัพท์เฉพาะที่รัดกุมและชัดเจนเสียก่อน

3. สมมุติฐานที่ดีต้องสมเหตุสมผลตามทฤษฎีหรือความรู้พื้นฐาน หรือมีความเกี่ยวข้องที่เป็นไปได้ตลอดจนสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัย

4. สมมุติฐานที่ดีต้องบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามไว้อย่างชัดเจน

5. สมมุติฐานที่ดีจะต้องทำการทดสอบได้ โดยอาศัยข้อมูลทางสถิติหรือหลักฐานอื่น

6. สมมุติฐานที่ดีควรจะสามารถนำไปใช้อธิบายสภาพการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้อย่างดีหรือมีอำนาจในการพยากรณ์สูง

7. สมมุติฐานที่ดีควรเขียนในลักษณะที่ผู้วิจัยอื่นจะดำเนินการวิจัยในแนวเดียวกันได้

ตัวแปรในสมมุติฐาน

ตัวแปร (Variable) หมายถึง คุณสมบัติหรือคุณลักษณะของหน่วยที่เราศึกษาซึ่งมีค่าได้หลายอย่าง (A Characteristic which has different values) ในสมมุติฐานมักจะมีตัวแปรอยู่ 2 ชนิด คือ

1. ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable) หมายถึง ตัวแปรที่เชื่อว่ามีอิทธิพลต่อตัวแปรอื่น ๆ กล่าวคือ เป็นตัวแปรที่คาดว่าเป็นสาเหตุทำให้เหตุการณ์อื่นเปลี่ยนแปลงได้ถ้าตัวแปรนี้เปลี่ยนแปลงหรือเปรียบเสมือนเป็นสาเหตุของผล แต่อาจไม่ใช่สาเหตุก็ได้ ตัวแปรอิสระมักแทนด้วยสัญลักษณ์ X

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หมายถึง ตัวแปรที่เชื่อว่าอยู่ใต้อิทธิพลของตัวแปรอิสระ หรือถือว่าเป็นผลที่ตามมาของตัวแปรอิสระ กล่าวคือ ถ้าหากตัวแปรอิสระมีการเปลี่ยนแปลงแล้ว ตัวแปรตามนี้จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ตัวแปรตามมักแทนด้วนสัญลักษณ์ Y

การพิจารณาว่าตัวแปรใดจะเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตามนั้น ดูได้จากสมมุติฐานของการวิจัย โดยพิจารณาว่าอะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล หรืออะไรเกิดขึ้นก่อน อะไรเกิดขึ้นทีหลัง ซึ่งตัวแปรอิสระและตัวแปรตามจะเปลี่ยนแปลงไปตามสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น เช่น

ความสูงแปรตามเพศหรือขึ้นอยู่กับเพศ

ตัวแปรอิสระ : เพศ

ตัวแปรตาม : ความสูง

ความสามารถในการวิ่งขึ้นอยู่กับความสูง

ตัวแปรอิสระ : ความสูง

ตัวแปรตาม : ความสามารถในการวิ่ง

เด็กที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูต่างกันมีการปรับตัวแตกต่างกัน

ตัวแปรอิสระ : วิธีการอบรมเลี้ยงดู

ตัวแปรตาม : การปรับตัว

ตัวแปรที่สำคัญที่เป็นหลักในการตั้งสมมุติฐานก็คือ ตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตามสำหรับตัวแปรอื่น ๆ ได้แก่ตัวแปรแทรกซ้อน (Extraneous Variable) และตัวแปรสอดแทรก (Intervening Variable) ผู้วิจัยก็ควรนำมาพิจารณาด้วย เพราะตัวแปรแต่ละชนิดมีอิทธิพลต่อผลงานวิจัยทั้งสิ้น

จากความหมายของสมมุติฐานที่ว่า เป็นข้อความที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว หรือมากกว่า 2 ตัวนั้น ผู้วิจัยต้องสามารถบอกตัวแปรในสมมุติฐานได้อย่างถูกต้อง มิฉะนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลจะไม่มีความหมาย สิ่งที่ผู้วิจัยต้องระมัดระวังก็คือ บางทีตัวแปรอิสระอาจกลายเป็นตัวแปรตาม ส่วนตัวแปรตามจะกลายเป็นตัวแปรอิสระได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อความของสมมุติฐาน ดังนั้นจึงใคร่ขอยกตัวอย่างตัวแปรในสมมุติฐานไว้ให้พิจารณาบ้างตามสมควร

สมมุติฐาน : นักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามปกติ

ตัวแปรอิสระ : วิธีสอน 2 วิธี คือ วิธีใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับวิธีสอนตามปกติ

ตัวแปรตาม : เจตคติทางวิทยาศาสตร์

สมมุติฐาน : นักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบทอดทิ้ง มีความก้าวร้าวมากกว่านักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย

ตัวแปรอิสระ : การอบรมเลี้ยงดู 2 แบบ คือ แบบทอดทิ้งกับแบบประชาธิปไตย

ตัวแปรตาม : ความก้าวร้าว

สมมุติฐาน : การเลือกอาชีพของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับค่านิยมในอาชีพ

ตัวแปรอิสระ : ค่านิยมในอาชีพ

ตัวแปรตาม : อาชีพที่นักเรียนเลือก

สมมุติฐาน : ข้าราชการในเมืองและข้าราชการในชนบทมีขวัญและกำลังใจในการทำงานแตกต่างกัน

ตัวแปรอิสระ : ถิ่นที่ทำงานของข้าราชการ ได้แก่ ในเมืองกับนอกเมือง

ตัวแปรตาม : ขวัญและกำลังใจในการทำงาน

<u>ประเภทของสมมุติฐาน</u>

สมมุติฐานแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. สมมุติฐานเชิงบรรยายหรือสมมุติฐานทางการวิจัย (Descriptive hypothesis or Research hypothesis) เป็นสมมุติฐานที่เขียนเป็นข้อความในลักษณะบรรยาย หรือคาดคะเนถึงสาเหตุความสัมพันธ์ หรือวิธีแก้ปัญหาอันน่าจะเป็นไปได้ โดยใช้ภาษาที่สามารถสื่อความหมายให้คนอื่น ๆ เข้าใจได้ตรงกัน ฉะนั้นทุกคำหรือความที่สำคัญที่ใช้ในสมมุติฐานประเภทนี้จะต้องให้นิยามในเชิงปฏิบัติการ (Operational or Experimental definition) เพื่อให้ผู้วิจัยหรือผู้อื่นเข้าใจตรงกัน ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างสมมุติฐานทางการวิจัย เช่น

- นักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามปกติ

- การเลือกอาชีพของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับค่านิยมในอาชีพ
- บทบาททางวิชาการของอาจารย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสนในทัศนะของอาจารย์และนิสิตแตกต่างกัน
- ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- นักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบทอดทิ้ง มีความก้าวร้าวมากกว่านักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย
- เด็กที่ได้รับการเลี้ยงดูแบบเข้มงวดมีวินัยในตนเองมากกว่าเด็กที่ได้รับการเลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย
- ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันทางบวก

2. สมมุติฐานเชิงสถิติ (Statistical hypothesis) เป็นสมมุติฐานที่เขียนอธิบาย ข้อเท็จจริงในรูปแบบของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการทดสอบทางสถิติ ซึ่งจะเขียนอธิบายในรูปของสัญลักษณ์ การที่สมมุติฐานเขียนในลักษณะรูปแบบทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นผลเนื่องมาจากเหตุผลที่ว่าการวิจัยเป็นการค้นคว้าหาความจริงที่มีโอกาสจะเกิดขึ้น หรือมีโอกาสที่จะเป็นจริงได้มาก เราจึงยอมรับว่าสิ่งนั้นเป็นความจริง จากการยอมรับเช่นนี้ จึงต้องอาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการตรวจสอบความน่าจะเป็น (Probability) หรือที่เรียกว่า สถิติ เสมอ สมมุติฐานเชิงสถิติสามารถจำแนกได้ เป็น 2 ชนิด คือ

2.1 สมมุติฐานไร้นัยสำคัญ หรือ สมมุติฐานเป็นกลาง (Null hypothesis : H_0) เป็นสมมุติฐานที่แสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าสถิตินั้น ๆ การเขียนสมมุติฐานประเภทนี้จะเขียนในรูปของการไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาหรือไม่มีความแตกต่างกัน สมมุติฐานนี้ตั้งขึ้นเพื่อประโยชน์ในการนำค่าสถิติมาตรวจสอบในการวิจัย จำแนกได้เป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 เป็นสมมุติฐานที่คาดคะเนค่าประชากรว่าเป็นค่าใดค่าหนึ่ง เช่น

- ค่าเฉลี่ยของประชากรเป็น 60 ($H_0 : \mu = 60$)
- ความแปรปรวนของประชากรเป็น 30 ($H_0 : \sigma^2 = 30$)

กรณี 2 เป็นสมมุติฐานที่กล่าวว่า "ไม่มีความสัมพันธ์" หรือ "ไม่มีความแตกต่างกัน" เช่น

- ค่าสหสัมพันธ์ในการประชากรเป็นศูนย์ ($H_0 : \rho = 0$) ซึ่งอาจกล่าวแทนงหนึ่งได้ว่า ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดจากตัวแปรทั้งสอง ในประชากรกลุ่มนั้น
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตชายและนิสิตหญิงไม่แตกต่างกัน

($H_0 : \mu_1 = \mu_2$ หรือ $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$)

2.2 สมมุติฐานไม่เป็นกลาง (Alternative hypothesis : H_1)

เป็นสมมุติฐานที่แสดงความแตกต่างระหว่างค่าสถิตินั้น ๆ หรือเป็นสมมุติฐานที่ใช้รองรับข้อสรุปผลเมื่อนักวิจัยใช้สถิติตรวจสอบสมมุติฐานเป็นกลาง แล้วไม่ยอมรับว่าสมมุติฐานนั้นเป็นจริง (Reject H_0) หรือพบว่าสมมุติฐานเป็นกลางมีโอกาสจะเป็นจริงน้อยมาก สมมุติฐานไม่เป็นกลางมี 2 แบบ คือ

1. สมมุติฐานที่มีทิศทาง (Directional hypothesis) เป็นสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นจากรากฐานที่พออนุมานได้ว่าความสัมพันธ์ของตัวแปรจะมีทิศทางในทางใด คือ สัมพันธ์กันทางบวกหรือลบ ถ้าเป็นการตรวจสอบความแตกต่างก็บอกได้ว่ากลุ่มใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มอื่น การตั้งสมมุติฐานแบบนี้เมื่อใช้สถิติตรวจสอบสมมุติฐานต้องใช้เทคนิคการทดสอบทิศทางเดียว (One - tailed test or one sided test) เพราะเป็นการมอง**ทางใดทางหนึ่ง**เท่านั้น เช่น ดีกว่า สูงกว่ามากกว่า หรือน้อยกว่าอย่างใดอย่างหนึ่ง ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการเขียนสมมุติฐานที่มีทิศทาง เช่น

- นิสิตชายมีเหตุผลสูงกว่านิสิตหญิง ($H_1 : \mu_1 > \mu_2$)
- ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันทางบวก ($H_1 : \rho > 0$)
- การสูบบุหรี่กับการเป็นมะเร็งมีความสัมพันธ์กันทางลบ ($H_1 : \rho < 0$)
- เด็กที่ที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบเข้มงวดมีวินัยในตนเองมากกว่าเด็กที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย ($H_1 : \mu_1 > \mu_2$)
- หญิงมีความสนใจกีฬาฟุตบอลน้อยกว่าชาย ($H_1 : \mu_1 < \mu_2$)

2. สมมุติฐานที่ไม่มีทิศทาง (Nondirectional hypothesis) เป็นสมมุติฐานที่เราไม่สามารถบ่งได้ว่าสิ่งใดมากกว่ากันหรือสัมพันธ์กันในทางบวกหรือลบ เพียงแต่ทราบว่าตัวแปรนั้นมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ หรือมีความแตกต่างกันหรือไม่ สมมุติฐานไม่มีทิศทางเวลาทดสอบต้องใช้เทคนิคการทดสอบสองทิศทาง (Two-tailed test or two sided test)การเขียนสมมุติฐานแบบนี้มักจะมีคำว่า แตกต่างกัน ไม่เท่ากัน ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการเขียนสมมุติฐานที่ไม่มีทิศทาง เช่น

- นิสิตชายและนิสิตหญิงมีเหตุผลแตกต่างกัน ($H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$)
- ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน ($H_1 : \rho \neq 0$)
- การสูบบุหรี่กับการเป็นมะเร็งมีความสัมพันธ์กัน ($H_1 : \rho \neq 0$)
- เด็กที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบเข้มงวดกับเด็กที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลยมีวินัยในตนเองแตกต่างกัน ($H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$)
- ชายกับหญิงมีความสนใจในการอ่านแตกต่างกัน ($H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$)

กล่าวโดยสรุปก็คือ สมมุติฐานทางการวิจัยจะเขียนในรูปของการบรรยายโดยใช้ข้อความ และมีความสอดคล้องกับสมมุติฐานทางสถิติประเภทสมมุติฐานไม่เป็นกลาง ซึ่งเขียนในรูปของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์นั่นเอง

เนื่องจากสมมุติฐานเป็นค่าความจริงของประชากร (Population fact) ฉะนั้นในการเขียนสมมุติฐานผู้วิจัยจะต้องใช้ค่าที่เรียกว่า พารามิเตอร์(Parameter) เท่านั้นซึ่งเป็นสัญลักษณ์แทนคุณลักษณะของประชากร

คะแนนเฉลี่ยใช้ μ (Mu)
ความเบี่ยงเบนมาตรฐานใช้ σ (Sigma)
ความแปรปรวนใช้ σ^2 (Sigma Square)
สหสัมพันธ์ใช้ ρ (Rho)

ส่วนข้อมูลที่นำมาศึกษาเพื่อตีความหมายนั้นเป็นเพียงค่าความจริงของกลุ่มตัวอย่าง (Sample fact) ซึ่งผู้วิจัยจะต้องใช้ค่าความจริงของกลุ่มตัวอย่างนี้อ้างอิง หรือขยายความไปสู่ค่าความจริงของประชากรสำหรับค่าความจริงของกลุ่มตัวอย่างเรียกว่า ค่าสถิติ (Statistics) ซึ่งมีสัญลักษณ์แตกต่างไปจากค่าพารามิเตอร์ เช่น

คะแนนเฉลี่ยใช้ $\bar{X}$

ความเบี่ยงเบนมาตรฐานใช้ S หรือ SD

ความแปรปรวนใช้ S^2 หรือ SD^2

สหสัมพันธ์ใช้ r

ผู้วิจัยต้องระลึกอยู่เสมอว่า เวลาเขียนสัญลักษณ์ในสมมุติฐานจะไม่ใช้ค่าความจริงของกลุ่มตัวอย่างแต่จะใช้ค่าพารามิเตอร์เสมอ

ตัวอย่างการเขียนสมมุติฐานเชิงสถิติ

สมมุติฐานเป็นกลางหรือสมมุติฐานไร้นัยสำคัญ	สมมุติฐานที่ไม่เป็นกลาง
ค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากับ 60 ($H_0 : \mu = 60$)	<u>การตั้งสมมุติฐานแบบไม่มีทิศทาง</u> ค่าเฉลี่ยของประชากรไม่เท่ากับ 60 ($H_1 : \mu \neq 60$) <u>การตั้งสมมุติฐานแบบมีทิศทาง</u> ค่าเฉลี่ยของประชากรมากกว่า 60 ($H_1 : \mu > 60$) หรือ ค่าเฉลี่ยของประชากรน้อยกว่า 60 ($H_1 : \mu < 60$)

สมมุติฐานเป็นกลางหรือสมมุติฐานไร้นัยสำคัญ	สมมุติฐานที่ไม่เป็นกลาง
ค่าเฉลี่ยของประชากร ก. ไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของประชากร ข.	<u>การตั้งสมมุติฐานแบบไม่มีทิศทาง</u> ค่าเฉลี่ยของประชากร ก. แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของประชากร ข. ($H_1 : \mu_ก \neq \mu_ข$) <u>การตั้งสมมุติฐานแบบมีทิศทาง</u> ค่าเฉลี่ยของประชากร ก. มากกว่าค่าเฉลี่ยของประชากร ข. ($H_1 : \mu_ก > \mu_ข$) หรือ ค่าเฉลี่ยของประชากร ก. น้อยกว่าค่าเฉลี่ยของประชากร ข. ($H_1 : \mu_ก < \mu_ข$)
ตัวแปร A กับตัวแปร B มีความสัมพันธ์กัน	<u>การตั้งสมมุติฐานแบบไม่มีทิศทาง</u> ตัวแปร A กับตัวแปร B มีความสัมพันธ์กัน ($H_1 : \rho_{AB} \neq 0$) <u>การตั้งสมมุติฐานแบบมีทิศทาง</u> ตัวแปร A กับตัวแปร B มีความสัมพันธ์กันในทางบวก ($H_1 : \rho_{AB} > 0$) หรือ ตัวแปร A กับตัวแปร B มีความสัมพันธ์กันในทางลบ ($H_1 : \rho_{AB} < 0$)

ระดับนัยสำคัญ (Level of Significance)

ระดับนัยสำคัญ หมายถึง ระดับของความผิดพลาดสูงสุด ที่ผู้วิจัยยอมให้เกิดขึ้นได้ในการทดสอบสมมุติฐานครั้งนั้น ความผิดพลาดดังกล่าวเป็นความผิดพลาดแบบ Type I Error ซึ่งเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการปฏิเสธสมมุติฐานไร้นัยสำคัญ (H_0) เมื่อสมมุติฐานนั้นเป็นจริง นิยมกำหนดเป็นค่าความน่าจะเป็น เช่น .05 หรือ .01 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ α (อ่านว่า แอลฟา) ผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดระดับนัยสำคัญ โดยทั่วไปจะกำหนดไว้ก่อนสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ระดับนัยสำคัญนอกจากจะมองในรูปของความผิดพลาดดังกล่าวแล้ว ยังอาจมองในมุมกลับกัน กล่าวคือ พิจารณาในแง่ของระดับความเชื่อมั่น หรือความมั่นใจของการทดสอบสมมุติฐาน การกำหนดระดับนัยสำคัญ .05 หรือ 5% มีโอกาสที่จะตัดสินใจผิดพลาด .05 หรือ 5% แสดงว่าโอกาสที่จะตัดสินใจถูกต้อง (ไม่ปฏิเสธสมมุติฐานเป็นกลางที่เป็นจริง) มี .95 หรือ 95% นั่นคือมีความเชื่อมั่นหรือความมั่นใจว่าตัดสินใจได้ถูกต้อง .95 หรือ 95% ดังนั้นแทนที่จะกล่าวว่า ระดับนัยสำคัญ 5% ก็อาจกล่าวว่าระดับความมั่นใจ 95%

เขตวิกฤต (Critical Region)

เขตวิกฤตหรือพื้นที่วิกฤต (Critical Region) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเขตปฏิเสธหรือพื้นที่ปฏิเสธ (Region of Rejection) เป็นเขตของการแจกแจงค่าสถิติ (Sampling Distsibution) ที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน ซึ่งถ้าค่าสถิติในการทดสอบที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง มีค่าอยู่ภายในเขตนี้ก็จะตัดสินใจปฏิเสธสมมุติฐานที่เป็นกลาง (H_0) จึงเรียกว่าเป็นเขตวิกฤต หรือเขตปฏิเสธ H_0 ความน่าจะเป็น (Probability) ที่ค่าสถิติในการทดสอบสมมุติฐานจะมีค่าอยู่ในเขตวิกฤต เท่ากับ α ดังนั้น ขนาดของเขตปฏิเสธจึงเท่ากับ α หรือระดับนัยสำคัญถ้าผู้วิจัยกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ α = .05 ขนาดของเขตวิกฤตจะเป็น .05 หรือ 5% ของพื้นที่ทั้งหมด และขนาดของเขตยอมรับจะเป็น .95 หรือ 95% ของพื้นที่ทั้งหมด

ตำแหน่งของเขตวิกฤตขึ้นอยู่กับ สมมุติฐานที่ไม่เป็นกลาง(H_1) ถ้า H_1 เป็นแบบไม่มีทิศทางของความแตกต่าง ตำแหน่งของเขตวิกฤตก็จะอยู่ทั้งสองข้างของการแจกแจงค่าสถิติ แต่ถ้าเป็นแบบมีทิศทาง ก็จะอยู่ข้างใดข้างหนึ่งตามลักษณะของ H_1

ค่าวิกฤต (Critical Value) ค่าวิกฤตเป็นค่าต่ำสุดของสถิติชนิดนั้นที่จะปฏิเสธ H_0 ณ ระดับ α ต่าง ๆ เมื่อผู้วิจัยรวบรวมข้อมูล คำนวณค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน ถ้าค่าที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่าวิกฤต ก็จะตัดสินใจปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 ที่ระดับนัยสำคัญนั้น แต่ถ้าค่าที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าวิกฤต ก็ไม่อาจปฏิเสธ H_0

การทดสอบสมมุติฐาน

การทดสอบสมมุติฐาน คือ กระบวนการที่จะต้องตัดสินว่า สมมุติฐานที่จะทำการทดสอบนั้นควรจะยอมรับว่าถูกต้อง หรือไม่ถูกต้องอย่างไร เป็นกติกาทางคณิตศาสตร์ซึ่งจะต้องทำตามเหตุผลทางคณิตศาสตร์

ในการทดสอบสมมุติฐานนั้น โอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดในการทดสอบสมมุติฐานมีอยู่ 2 อย่าง คือ

1. α- error or Type I error คือ โอกาสที่เราจะคัดค้านหรือปฏิเสธสมมุติฐานเป็นกลาง (Reject H_0) เมื่อสมมุติฐานเป็นกลางนั้นถูก (ความผิดที่เกิดจากการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 ถูก)

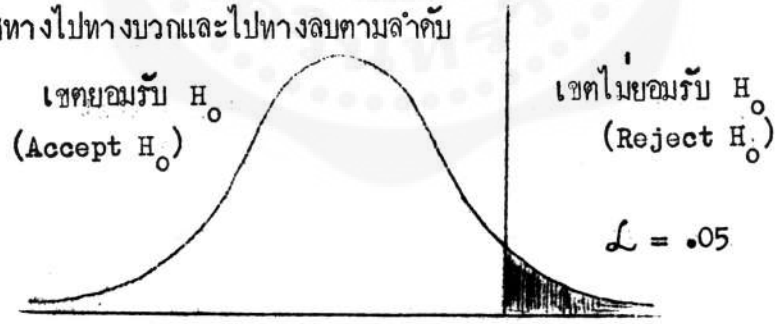
2. β - error or Type II error คือ โอกาสที่เราจะไม่คัดค้านหรือยอมรับสมมุติฐานเป็นกลาง(Accept H_0) เมื่อสมมุติฐานเป็นกลางนั้นผิด (ความผิดที่เกิดจากการยอมรับH_0 เมื่อ H_0 นั้นผิด)

ถ้าเขียนสรุปจะได้ดังนี้

สมมุติฐานเป็นกลาง	การทดสอบ	
	ยอมรับ H_0	ปฏิเสธ H_0
H_0 ถูก	No error (การตัดสินใจถูก)	α - error or Type I error
H_0 ผิด	β - error or Type II error	No error (การตัดสินใจถูก

การทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 แบบ คือ

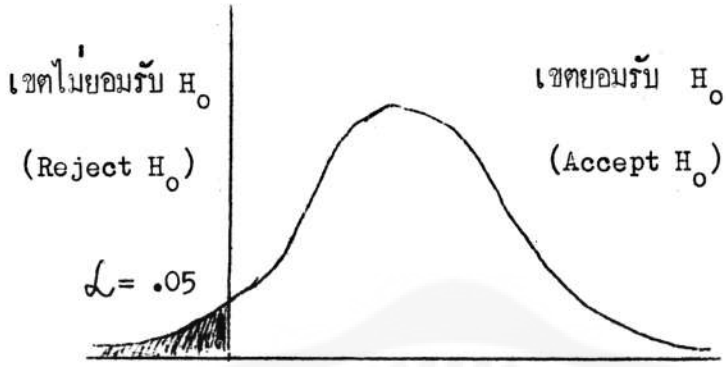
1. การทดสอบแบบมีทิศทาง (Directional Test) การทดสอบแบบนี้เน้นการทดสอบเพียงด้านเดียว เช่น ดีขึ้น หรือเลวลง เพียงอย่างเดียว นิยมใช้เทคนิคการทดสอบแบบทิศทางเดียว (One - tailed test or one sided test) เช่น การทดสอบเด็ก 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งจดตามครู อีกกลุ่มหนึ่งให้คนคว้าเองเราตั้งสมมุติฐานว่ากลุ่มคนคว้าเองจะเรียนดีกว่ากลุ่มจดตามครู ผลอย่างอื่นไม่สนใจจะทดสอบ คือมองเพียงแนวเดียว ภาพต่อไปนี้แสดงการทดสอบสมมุติฐานที่มีทิศทางไปทางบวกและไปทางลบตามลำดับ



ภาพแสดงการทดสอบแบบมีทิศทางไปทางบวก สมมุติว่ากำหนดระดับความมีนัยสำคัญไว้ที่ .05 ($\alpha = .05$)

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$



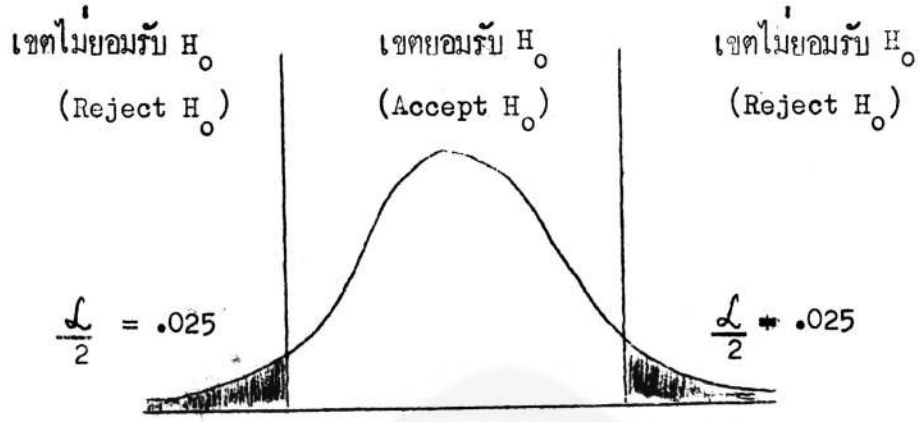
ภาพแสดงการทดสอบแบบมีทิศทางไปทางลบ สมมุติว่ากำหนดระดับความมีนัยสำคัญไว้ที่ .05 ($\alpha = .05$)

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 < \mu_2$

แสดงว่า การทดสอบแบบมีทิศทางนี้มุ่งในประเด็นที่ว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มหนึ่งมากกว่าอีกกลุ่มหนึ่งหรือไม่เท่านั้น

2. การทดสอบแบบไม่มีทิศทาง (Nondirectional test) การทดสอบแบบนี้ไม่คำนึงถึงผลว่าจะไปทิศทางใด มองในแง่ความแตกต่างกันเป็นใช้ได้ นิยมใช้เทคนิคการทดสอบสองทิศทาง (Two - tailed test or Two - sided test) เช่น การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนิสิตชายกับนิสิตหญิง ในการทดสอบสมมุติฐานไม่ได้คำนึงถึงในแง่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตชายหรือหญิงดีกว่ากัน แต่มุ่งทดสอบดูว่านิสิตชายและนิสิตหญิงมีผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันหรือไม่ ดังนั้นถ้าตั้งระดับความมีนัยสำคัญไว้ที่ .05 พื้นที่ปลายโค้งของการแจกแจงทั้งสองข้างจะเป็นข้างละ $\frac{\alpha}{2}$ หรือ $\frac{.05}{2}$ หรือ .025



ภาพแสดงการทดสอบแบบไม่มีทิศทาง สมมุติว่าในการทดสอบกำหนดระดับความมีนัยสำคัญไว้ที่ .05 ($\alpha = .05$)

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

การทดสอบสมมุติฐานแบบนี้ ค่าสถิติมีโอกาสตกอยู่ในช่วงที่ไม่ยอมรับ H_0 ได้ทั้ง 2 ด้าน คือ อาจตกทางบวกหรือทางลบก็ได้ แล้วแต่ค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณ

ตามปกติระดับความมีนัยสำคัญนิยมใช้กันอยู่ 2 ระดับ คือ $\alpha = .05$ และ $\alpha = .01$ ถ้าความน่าจะเป็นเท่ากับหรือน้อยกว่า .05 หรือ .01 เราตัดสินใจว่า μ_1 แตกต่างกับ μ_2 ถ้ามีสมมุติฐานว่า $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ และ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

ถ้าจากการทดสอบสรุปว่า ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 หมายความว่าใน 100 กรณี เหมือนกันเพียง 1 กรณี ต่างกัน 99 กรณี

ดังนั้น จะเห็นว่า .05 และ .01 หรือ 5% และ 1% เป็นตัวเลขที่บอกระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปกติถ้า $p \leq .05$ หรือ $p \leq .01$ หรือ $p \leq .001$ (p = Probability) แสดงว่ามีนัยสำคัญที่ค่อนข้างสูงเชื่อถือได้มาก

ในการทดสอบสมมุติฐาน โดยทั่วไปจะใช้ตาราง ซึ่งมีอยู่สองประเภทคือ

1. ประเภทที่ระบุค่าวิกฤต (Critical Value) ในการทดสอบด้วยสถิติเหล่านั้น หลังจากคำนวณค่าสถิติ จากข้อมูลที่รวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างแล้วก็จะนำค่าที่คำนวณได้มาเปรียบ

เทียบกับค่าวิกฤตจากตารางค่าวิกฤตของสถิตินั้น ถ้าค่าสถิติที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่าวิกฤต ก็จะปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 ตามระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้นั้น ถ้าค่าสถิติที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตในตาราง ก็ไม่อาจปฏิเสธ H_0 (ยอมรับ H_0) H_1ในการหาค่าวิกฤตจากตารางต้องหาค่าวิกฤตตามระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ และส่วนมากจะต้องหาตามค่า (Degrees of freedom) ของกลุ่มตัวอย่างนั้น

2. ประเภทที่ระบุค่าความน่าจะเป็น (Probability) ในการทดสอบสมมุติฐานโดยใช้ตารางเหล่านี้ จะนำค่าที่คำนวณและที่ได้จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าความน่าจะเป็นจากตาราง แล้วนำค่าความน่าจะเป็นดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับค่า α ถ้าค่าความน่าจะเป็นที่ได้มีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่า α ก็จะปฏิเสธ H_0 ณ ระดับ α นั้น

ข้อสรุปในการทดสอบสมมุติฐานที่เป็นกลางหรือสมมุติฐานไร้นัยสำคัญ

การทดสอบสมมุติฐาน H_0 ในกรณีสมมุติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างมีข้อสรุปอย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้

ก. ถ้ายอมรับ H_0 ก็จะนำไปสู่การสรุปที่ว่า ความแตกต่างของข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างนั้น เป็นความแตกต่างที่ไม่นัยสำคัญทางสถิติ (การยอมรับ H_0 ในที่นี้หมายความว่าเราไม่พบหลักฐานที่แสดงว่าสมมุติฐาน H_0 ไม่จริง)

ข. ถ้าไม่ยอมรับ H_0 (ปฏิเสธ H_0) ก็จะนำไปสู่การสรุปที่ว่าความแตกต่างที่พบจากข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างนั้น เป็นความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติ คำลักษณะของประชากรมีความแตกต่างกัน (การไม่ยอมรับหรือการปฏิเสธ H_0 หมายความว่า เราไม่พบหลักฐานที่แสดงว่าสมมุติฐาน H_0 นั้นเป็นจริง)

ลำดับขั้นของการทดสอบสมมุติฐาน

1. เขียนสมมุติฐานทางการวิจัย

2. เขียนสมมุติฐานเชิงสถิติ ซึ่งการเขียนสมมุติฐานเชิงสถิตินี้ก็เพื่อประโยชน์ในการทดสอบสมมุติฐาน โดยรวบรวมข้อมูลมาทดสอบทางด้านสถิติ

3. ตัดสินใจว่า การวิจัยครั้งนี้เสี่ยงที่จะทำผิดแบบใด ส่วนใหญ่จะเลือก α- error เพราะถือว่าการตั้งสมมุติฐานจะต้องมาจากรากฐานของความจริง ตั้งมาจากเหตุผล เพราะฉะนั้น

จึงเลือก α - error ถ้าตั้ง α - error น้อย โอกาสที่จะปฏิเสธ H_0 ที่ถูกก็จะมีน้อย ถ้าตั้ง α - error มาก โอกาสที่จะปฏิเสธ H_0 ที่ถูกต้องจะมีมาก

4. คำนวณค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบนัยสำคัญจากข้อมูลที่รวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง

5. พิจารณาว่าจะยอมรับหรือไม่ยอมรับ H_0 โดยพิจารณาจากการเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้กับค่าจากตาราง

บรรณานุกรม

บุญชม ศรีสะอาด , นิภา ศรีไพโรจน์ รูปแบบการสอนวิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัยที่มีประสิทธิภาพ โครงการสถาบันวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอน มศว. มหาสารคาม 2531

นิภา ศรีไพโรจน์ หลักการวิจัยเบื้องต้น บริษัทศึกษาพร จำกัด กรุงเทพมหานคร 2531

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ อัดสำเนา 2530

สมสรร วงษ์อยู่น้อย วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย อัดสำเนา 2527

แบบฝึกหัดเรื่องสมมุติฐาน

1. เกณฑ์ในการตัดสินความมีนัยสำคัญกรณีที่ใช้ตารางค่าวิกฤตกับกรณีที่ใช้ตารางค่าความน่าจะเป็นต่างกันอย่างไร
2. จงยกตัวอย่างกรณีที่ควรตั้งสมมุติฐานที่ไม่เป็นกลางแบบมีทิศทาง
3. จงยกตัวอย่างกรณีที่ควรตั้งสมมุติฐานที่ไม่เป็นกลางแบบไม่มีทิศทาง
4. ข้อ 4.1 ถึง 4.4 จงพิจารณาว่าเป็นสมมุติฐานหรือไม่ ถ้าเป็นสมมุติฐานให้เขียน ✓ หน้าข้อนั้น ถ้าไม่เป็นสมมุติให้เขียน × หน้าข้อนั้น

   .....4.1 การศึกษาผลการสอน "แบบการรับรู้" ด้วยวัสดุสามมิติ

   .....4.2 ศีล 5 มีความสัมพันธ์กับความวิตกกังวลในทางลบ

   .....4.3 กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร

   .....4.4 การเลือกอาชีพของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับค่านิยมในอาชีพ
5. ให้พิจารณาสมมุติฐานทางวิจัยต่อไปนี้ แล้วระบุว่าสมมุติฐานใดเป็นสมมุติฐานแบบมีทิศทาง และสมมุติฐานใดเป็นสมมุติฐานแบบไม่มีทิศทาง

   5.1 ครูที่สอนในโรงเรียนชนบท มีปัญหาในการสอนมากกว่าครูที่สอนในโรงเรียนในเมือง

   5.2 นิสิตเอกพลศึกษากับนิสิตเอกภาษาไทย มีความสนใจทางกีฬาแตกต่างกัน

   5.3 พฤติกรรมของผู้ปกครองกับพฤติกรรมของเด็กมีความสัมพันธ์กันเชิงนิเสธ

   5.4 นักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาที่เรียน

   5.5 ปริมาณของอาหารที่รับประทานกับน้ำหนักของร่างกายมีความสัมพันธ์กัน

6. ให้เขียนสมมุติฐานทางวิจัยในข้อ 5 ให้เป็นสมมุติฐานทางสถิติ

7. จากจุดมุ่งหมายการวิจัยที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ให้ตั้งสมมุติฐานทางวิจัยและสมมุติฐานทางสถิติ

   7.1 เพื่อศึกษาว่านักศึกษาในวิทยาลัยครูส่วนภูมิภาคประสบปัญหาการฝึกสอนมากกว่านักศึกษาในวิทยาลัยครูส่วนกลางหรือไม่

   7.2 เพื่อศึกษาว่านักเรียนที่มีผลการเรียนสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ จะมีผลการเรียนสูงในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยหรือไม่

8. ให้พิจารณาสมมุติฐานต่อไปนี้ แล้ววิจารณ์ว่าสมมุติฐานใดเป็นสมมุติฐานที่ดี และสมมุติฐานใดเป็นสมมุติฐานที่ไม่ดีตามหลักวิชา

   8.1 เด็กชายแดงและเด็กชายดำเก่งคณิตศาสตร์พอ ๆ กัน

   8.2 เด็กฝาแฝดที่อยู่กับพ่อแม่ปรับตัวได้ดีกว่า เด็กฝาแฝดที่อยู่กับผู้อื่น

   8.3 นักเรียนชายชอบกีฬาฟุตบอล มากกว่านักเรียนหญิง

9. ให้พิจารณาสมมุติฐานต่อไปนี้ แล้วระบุว่าสมมุติฐานในแต่ละข้อนั้น มีตัวแปรกี่ตัว ตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม

   9.1 ผู้ปกครองที่ทำงานนอกบ้านนิยมให้บุตรหลานเรียนพิเศษในวันหยุดมากกว่าผู้ปกครองที่ไม่ได้ทำงาน

   9.2 ความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์ เหตุผล และสรุปความส่งผลต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

   9.3 นักศึกษาปีที่ 1 มีเจตคติต่อมหาวิทยาลัยดีกว่านักศึกษาปี 2 ปี 3 และปี 4

   9.4 ชายกับหญิงมีความสนใจในการชมภาพยนต์ไทยแตกต่างกัน

   9.5 เด็กกับคนแก่ชอบดูภาพยนต์การ์ตูนไม่แตกต่างกัน

10. ข้อ 10.1 ถึง 10.8 แต่ละข้อให้พิจารณาว่าถูกหรือผิด ถ้าถูกให้เขียน ✓ หน้าข้อนั้นแต่ถ้าผิดให้เขียน ✗ หน้าข้อนั้น

.....10.1 การวิจัยบางเรื่องไม่จำเป็นต้องมีสมมุติฐานก่อนการรวบรวมข้อมูล

.....10.2 "นิสิตแต่ละหอพักมีความเชื่อโชคลางแตกต่างกัน" เป็นสมมุติฐานหลัก (Null Hypothesis)

.....10.3 $H_1 : \mu_A > \mu_B$ เป็นสมมุติฐานหางเดียว

.....10.4 $H_1 : \mu_\eta < 0$ เป็นสมมุติฐานสองหาง

.....10.5 $H_1 : \mu_x = \mu_y$ เป็นสมมุติฐานสองหาง

.....10.6 สมมุติฐานในการวิจัยมักตั้งแบบสมมุติฐานไร้นัยสำคัญ

.....10.7 สมมุติฐานทางสถิติก็คือสมมุติฐานไร้นัยสำคัญนั่นเอง

.....10.8 ในการวิจัยที่จะทดสอบสมมุติฐาน จะต้องตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง

11. ข้อ 11.1 ถึง 11.5 แต่ละข้อจะระบุระดับนัยสำคัญและค่าความน่าจะเป็น (ρ) จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล จงระบุว่าจะปฏิเสธ H_0 หรือยอมรับ H_0 ในช่องสรุป

ข้อ	ระดับนัยสำคัญ (α) ที่กำหนดไว้	ค่าความน่าจะเป็น (ρ) จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล	สรุป (ตอบว่าปฏิเสธ H_0 หรือยอมรับ H_0)
11.1	.05	.01	
11.2	.05	.10	
11.3	.01	.05	
11.4	.01	.001	
11.5	.05	.049	

12. ข้อ 12.1 ถึง 12.5 แต่ละข้อจะระบุค่าวิกฤต และค่าสถิติทดสอบที่ได้จากการคำนวณข้อมูลที่รวบรวมมาจากกลุ่มตัวอย่าง จงสรุปว่าปฏิเสธ H_0 หรือยอมรับ H_0

ข้อ	ค่าวิกฤต	ค่าสถิติทดสอบที่คำนวณได้	สรุป (ตอบว่าปฏิเสธ หรือยอมรับ)
12.1	t วิกฤต 1.96	t คำนวณ 6.19	
12.2	Z วิกฤต 2.33	Z คำนวณ 3.22	
12.3	F วิกฤต 5.39	F คำนวณ 4.07	
12.4	χ^2 วิกฤต 11.02	χ^2 คำนวณ 7.68	
12.5	F วิกฤต 3.04	F คำนวณ 3.04	

13. ข้อ 13.1 ถึง 13.4 แต่ละข้อจงระบุค่าวิกฤตซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่จะปฏิเสธ H_0

ข้อ	ระดับนัยสำคัญ (α)	สมมุติฐานตรงข้าม (H_1)	สถิติทดสอบ	ค่าวิกฤต
13.1	.05	$\mu_1 > \mu_2$	Z - test	
13.2	.01	$\mu_1 < \mu_2$	Z - test	
13.3	.05	$\mu_1 \neq \mu_2$	Z - test	
13.4	.01	$\mu_1 \neq \mu_2$	Z - test	

14. ข้อ 14.1 ถึง 14.6 แต่ละข้อจะระบุ H_0 , H_1 ระดับนัยสำคัญ และค่า Z ที่คำนวณได้ จงระบุว่าค่า Z ที่คำนวณได้นั้น อยู่ในเขตปฏิเสธหรือเขตยอมรับ H_0 และสรุปด้วยว่าตัดสินใจปฏิเสธ H_0 หรือยอมรับ H_0

ข้อ	H_0	H_1	α	Z ที่คำนวณได้	ค่า Z อยู่ในเขตปฏิเสธหรือเขตยอมรับ	สรุป (ปฏิเสธ H_0 หรือยอมรับ H_0)
14.1	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 \neq \mu_2$	.05	-3.00		
14.2	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 > \mu_2$	.01	-1.00		
14.3	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 < \mu_2$	.05	10.55		
14.4	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 \neq \mu_2$	.01	2.58		
14.5	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 \neq \mu_2$	.05	0.58		
14.6	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 \neq \mu_2$	.01	2.34		

คำชี้แจง ข้อ 15 และ 16 แต่ละข้อจะมีข้อความอยู่ 3 ข้อความ ให้พิจารณาว่าแต่ละข้อถูกหรือผิด แล้วเลือกตาอบดังนี้

ก. ข้อ 1 ถูกนอกนั้นผิด

ข. ข้อ 1 และ 2 ถูกข้อ 3 ผิด

ค. ข้อ 1 และ 3 ถูกข้อ 2 ผิด

ง. ถูกทุกข้อ

จ. ผิดทุกข้อ

15. ข้อความ

1) สมมุติฐานในการวิจัยอาจเป็นจริงหรือไม่จริงก็ได้

2) การตั้งสมมุติฐานในการวิจัยมักตั้งแบบ Alternative hypothesis

3) การวิจัยเชิงทดลอง ต้องตั้งสมมุติฐานก่อนการรวบรวมข้อมูล

16. ข้อความ

1) สมมุติฐานที่ไม่เป็นกลาง (H_1)เป็นสมมุติฐานทางสถิติ

2) ถ้ายอมรับสมมุติฐานที่ไม่เป็นกลางแสดงว่ามั่นใจว่าสหสัมพันธ์ที่คำนวณจากประชากรไม่ต่างจาก0

3) ในการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติจะต้องตั้งสมมุติฐานการวิจัยเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง

17. ข้อใดเขียนสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง

ก. $H_0 : P = Q = .50$

ข. $H_0 : \sigma_1^2 - \sigma_2^2 = 0$

ค. $H_0 : \theta_3 - \theta_4 = 1$

ง. $H_0 : \mu_M - \mu_N = 0$

จ. $H_0 : \theta_B - \theta_C = \theta_D$

18. ข้อใดเป็นสมมุติฐาน 2 หาง

ก. $H_0 : \mu_n = \mu_y$

ข. $H_1 : \sigma_N^2 \neq \sigma_M^2$

ค. $H_1 : \theta_X > \theta_Y$

ง. $H_0 : \theta_n - \theta_y = 0$

จ. $H_1 \quad \mu_B < \mu_C$

19. ข้อใดเขียนถูกต้อง

ก. $H_0 : \mu_S \neq \mu_R$

ข. $H_1 : \theta_A = \theta_B$

ค. $H_1 : \mu_4 > \mu_1$

ง. $H_1 : \sigma_5^2 - \sigma_4^2 = 0$

จ. $H_0 : \theta_3 < \theta_1$

20. ข้อใดเป็นสมมุติฐานหางเดียว

ก. $\rho < .30$

ข. $\theta_A = \theta_C$

ค. $\mu_a - \mu_b = 0$

ง. $\theta_1 \neq \theta_3$

จ. $\rho \neq 1.00$

21. ข้อใดแสดงลำดับขั้นในการทดสอบสมมุติฐานได้ถูกต้อง

1. เปรียบเทียบค่าสถิติกับค่าวิกฤต
2. ตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับ
3. เก็บข้อมูล
4. คำนวณค่าสถิติ

ก. 1 2 3 4

ข. 4 3 2 1

ค. 3 4 2 1

ง. 3 1 4 2

จ. 3 4 1 2

22. ถ้ากำหนด α ที่ระดับ .01 ผู้วิจัยจะปฏิเสธ H_0 เมื่อพบความน่าจะเป็น(p)จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในข้อใด

ก. .002

ข. .018

ค. .031

ง. .050

จ. .100

23. ถ้ากำหนดระดับนัยสำคัญเป็น .05 ผู้วิจัยจะยอมรับ H_0 เมื่อพบความน่าจะเป็น (p) จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในข้อใด

ก. .001

ข. .005

ค. .035

ง. .212

จ. ไม่มีข้อถูก

24. ถ้าที่ระดับ .05 ค่า t วิกฤต = 2.03 ผู้วิจัยจะปฏิเสธ H_0 เมื่อพบค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับในข้อใด

ก. 1.03

ข. 1.83

ค. 1.95

ง. 2.00

จ. 2.11

25. ถ้าที่ระดับนัยสำคัญ .01 ค่า t วิกฤตเท่ากับ 2.99 ผู้วิจัยจะยอมรับสมมุติฐานที่ไม่เป็นกลาง (H_1 เมื่อพบค่า t ตรงกับในข้อใด

ก. 1.99

ข. 2.33

ค. 2.58

ง. 7.00

จ. ไม่มีข้อถูก

26. ถ้า $\alpha = 0.01$ ทำการทดสอบแบบทางเดียว ค่าความน่าจะเป็นแบบทิศทางเดียวในข้อใดที่แสดงว่า ต้องปฏิเสธสมมุติฐานเป็นกลาง (H_0)

ก. .004

ข. .015

ค. .02

ง. .05

จ. .10

27. ถ้า $\alpha = 0.05$ ทำการทดสอบแบบสองทาง ค่าความน่าจะเป็นแบบสองทิศทางในข้อใดที่แสดงว่าต้องปฏิเสธสมมุติฐาน H_0

ก. .03

ข. .058

ค. .10

ง. .20

จ. .50

28. ถ้า $\alpha = 0.05$ ทำการทดสอบแบบสองทาง ค่าความน่าจะเป็นแบบทิศทางเดียวในข้อใดที่แสดงว่าจะปฏิเสธสมมุติฐาน H_0

ก. .02

ข. .028

ค. .05

ง. .10

จ. .50

29. ถ้า $\alpha = .01$ ทำการทดสอบแบบทางเดียว ค่าความน่าจะเป็นแบบสองทิศทางในข้อใดที่แสดงว่าจะปฏิเสธสมมุติฐาน H_0

ก. .018

ข. .05

ค. .10

ง. .20

จ. .50

30. ถ้า $\alpha = 0.05$ ทำการทดสอบแบบทางเดียว ค่าความน่าจะเป็นแบบสองทิศทางในข้อใด ที่แสดงว่าจะปฏิเสธสมมุติฐาน H_0

ก. .50

ข. .40

ค. .20

ง. .15

จ. .10

31. ถ้ากำหนด $H_1 : \mu_M > \mu_N$ ที่ระดับ .05 ค่า Z จะไม่มีนัยสำคัญยอมรับ H_0 เมื่อคำนวณได้ค่า Z เท่ากับในข้อใด

ก. -1.25

ข. -3.00

ค. -5.25

ง. -7.64

จ. -8.00

32. ถ้ากำหนด $H_1 : \mu_ก < \mu_ข$ ที่ระดับ .01 ค่า Z จะไม่มีนัยสำคัญ ยอมรับ H_0 เมื่อคำนวณได้ค่า Z เท่ากับในข้อใด

ก. -5.00

ข. -3.00

ค. -2.80

ง. -1.00

จ. ไม่มีข้อถูก

33. ข้อใดไม่ใช่สมมุติฐาน

ก. ความถนัดเป็นสิ่งที่มีอยู่ในตัวนักเรียน

ข. การอบรมเลี้ยงดูสัมพันธ์กับผลการเรียน

ค. นักเรียนชายมีเจตคติที่ดีต่อการทำงานกลุ่ม

ง. กลุ่มทดลองมีผลการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จ. ชาวคุ้มวัดนาคาวิชัยมีเชื้อสายมาจากนครเวียงจันทน์

คำชี้แจง ข้อ 34 และ 35 ให้ตอบโดยยึดผลการวิจัยที่สรุปได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย "**ครูกรุง**เทพมหานครมีความเพียรสูงกว่าครูต่างจังหวัด"

34. สมมุติฐานทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบเรื่องนี้มีลักษณะเช่นไร

ก. H_1 : มีทิศทาง

ข. H_1 : ไม่มีทิศทาง

ค. H_2 : มีทิศทาง

ง. H_2 : ไม่มีทิศทาง

จ. H_0

35. ถ้าผู้วิจัยจะตั้งสมมุติฐานตรงกันกับผลการวิจัย สมมุติฐานดังกล่าวมีลักษณะเช่นไร

ก. $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

ข. $H_0 : \mu_1 \neq \mu_2$

ค. $H_1 : \mu_1 = \mu_2$

ง. $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

จ. $H_1 : \mu_1 > \mu_2$

เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง

ดร.วัน สังข์สะอาด

ความหมาย

การสุ่มตัวอย่างเป็นวิธีการเลือกสมาชิกของประชากร (population) ให้เป็นตัวแทนที่ดี โดยปราศจากความลำเอียง (unbiased)

สุ่มตัวอย่างทำไม

การสุ่มตัวอย่างก็เพื่อจะกะประมาณ (estimate) หรือ ทดสอบสมมติฐาน (Testing hypothesis) ค่าพารามิเตอร์ (parameter) โดยอาศัยผลที่ได้จากการศึกษา ค่า คุณลักษณะ หรือคุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มได้มา

การกะประมาณค่า พารามิเตอร์มี 2 วิธี คือ

1. การกะประมาณค่าแบบจุด (point estimation)
2. การกะประมาณค่าแบบช่วงระยะ (Interval estimation)

การทดสอบสมมุติฐาน เป็นวิธีการทดสอบคำตอบที่ได้คิด หรือได้คาดคะเนไว้ โดยอาศัยหลักของความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจว่าจะรับหรือปฏิเสธคำตอบที่ได้คาดคะเนไว้นั้น

ประโยชน์ของการสุ่มตัวอย่าง

1. เป็นการประหยัด เงิน แรงงาน และเวลา ในการศึกษา
2. ช่วยให้การศึกษาบางอย่างเป็นไปได้ ถ้าไม่ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างจะเป็นอันตราย หรือเกิดความเสียหายเป็นอันมาก เช่น การตรวจเลือด การผลิตสินค้าออกจำหน่าย แม้แต่การปรุงอาหารเป็นต้น

ความหมายของคำที่เกี่ยวกับการสุ่มตัวอย่าง

ประชากร (population) หมายถึงกลุ่มสมาชิกทั้งหมดที่อยู่ในขอบเขตซึ่งต้องการศึกษา สมาชิกเหล่านี้อาจจะเป็นสิ่งมีชีวิต หรือไม่มีชีวิตเป็นปรากฏการณ์ เหตุการณ์ต่าง ๆ ก็ได้ ประชากรแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ประชากรที่มีจำนวนนับได้ (Finite population) ได้แก่ จำนวนบ้านในจังหวัดลำปาง เป็นต้น
2. ประชากรที่มีจำนวนนับไม่ได้ หรือนับได้ก็ต้องใช้เวลาและแรงงานเป็นอันมาก (Infinite population) ได้แก่ เม็ดทรายชายหาดหัวหิน หรือ เมล็ดข้าวเปลือกในทุ่งนา ทาเรือ เป็นต้น

พารามิเตอร์ (parameter) หมายถึง ค่า คุณลักษณะ หรือคุณสมบัติของประชากร เป็นส่วนรวม ซึ่งจะมีเพียงค่าเดียว หรืออย่างเดียว

กลุ่มตัวอย่าง (Sample) หมายถึง สมาชิกของประชากรที่ถูกเลือกด้วยวิธีการต่าง ๆ ให้เป็นตัวแทนของประชากร กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรจะประกอบด้วย 2 ลักษณะด้วยกันคือ

1. สมาชิกที่ถูกเลือกมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง จะต้องมีคุณลักษณะหรือคุณสมบัติต่าง ๆ ใกล้เคียงหรือเหมือนกับของประชากรที่ต้องการจะศึกษา

2. จำนวนสมาชิกที่ถูกเลือกมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง จะต้องมีจำนวนมากพอที่จะทดสอบความเชื่อมั่นทางสถิติได้

หน่วยการสุ่ม (Sampling units) หมายถึง จำนวนสมาชิกที่จะทำการคัดเลือกในแต่ละครั้งของการสุ่ม เช่น การสุ่มนักเรียน อาจจะสุ่มเป็นรายบุคคล แต่ละคนก็เป็นเป็นหน่วยสุ่ม แต่ถ้าสุ่มเป็นห้องเรียน นักเรียนทั้งหมดในแต่ละห้องก็เป็นหน่วยสิบ ในการสุ่มตัวอย่างนี้ถ้าสมาชิกใด เมื่อถูกสุ่มไปอยู่ในกลุ่มใดแล้วจะไปปรากฏในกลุ่มอื่นอีกไม่ได้

ค่าสถิติ (Statistics) หมายถึงค่าที่รวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่าง แต่ละกลุ่ม ถ้าทำการสุ่มตัวอย่างหลายกลุ่มก็จะมีค่าสถิติหลายค่า เพราะการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแต่ละครั้งจะได้สมาชิกมาไม่เหมือนกันทั้งหมด

วิธีการสุ่มตัวอย่าง

ในการสุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาวิจัยนั้น มีหลายวิธีด้วยกัน ถ้าจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

ประเภทที่ 1 คือ การสุ่มที่สมาชิกของประชากรแต่ละหน่วยมีโอกาสถูกเลือกไม่เท่ากัน (Non-probability sampling)

ประเภทที่ 2 คือ การสุ่มที่สมาชิกของประชากรแต่ละหน่วยมีโอกาสถูกเลือกเท่ากัน (Probability sampling)

1. การสุ่มตัวอย่างประเภทสมาชิกของประชากรแต่ละหน่วยมีโอกาสถูกเลือกไม่เท่ากันนั้น มีวิธีการสุ่มดังนี้

1.1 การสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental sampling)

1.2 การสุ่มโดยกำหนดโควต้าของแต่ละประเภท (Quota sampling) แล้วจึงสุ่มด้วยวิธีแบบบังเอิญตามโควต้านั้น

1.3 การสุ่มแบบเจาะจงหรือแบบมีจุดมุ่งหมายเลือกกลุ่มตัวอย่างตามที่ผู้วิจัยต้องการ (parposive sampling)

1.4 การสุ่มแบบเลือกตามความสะดวกของผู้วิจัย (convenience sampling)

2. การสุ่มตัวอย่างที่สมาชิกของประชากรแต่ละหน่วยมีโอกาสถูกเลือกเท่ากัน มีวิธีการสุ่มหลายวิธีดังนี้

2.1 <u>การสุ่มแบบง่าย</u> (simple random sampling) ซึ่งการสุ่มแบบนี้อาจทำได้ 2 แบบ คือ

2.1.1 ใช้วิธีการจับฉลาก

2.1.2 ใช้ตารางเลขสุ่ม (random number table)

- กำหนดเลขประจำตัวให้แก่สมาชิกของประชากรทั้งหมด
- กำหนดจุดเริ่มต้น
- กำหนดทิศทางในการอ่านตาราง
- ถ้าพบเลขซ้ำให้ข้ามไป
- อ่านค่าต่าง ๆ ในตารางจนได้จำนวนสมาชิกครบตามที่ต้องการ

2.2 <u>การสุ่มแบบมีระบบ</u> (Systematic random sampling)

เป็นการสุ่มตัวอย่างที่มีช่วงห่างเท่า ๆ กัน โดยที่สมาชิกของประชากรมีการเรียงอยู่แล้ว วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบนี้มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- กำหนดเลขประจำตัวให้แก่สมาชิกของประชากรทั้งหมดตามลำดับที่เรียงอยู่แล้ว
- หาช่วงห่างของการสุ่ม โดยนำจำนวนหรือขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (n) ไปหารจำนวนประชากรทั้งหมด (N) ผลหารที่ได้จะเป็นช่วงห่างของการสุ่ม = $\frac{N}{n}$ สมมุติ = k
- หาจุดเริ่มต้นด้วยการจับฉลาก หรือใช้ตารางเลขสุ่มก็ได้ สมมุติได้จุดเริ่มต้นที่ a ก็เป็นสมาชิกคนที่ 1 ของกลุ่มตัวอย่าง
- เมื่อได้จุดเริ่มแล้วก็บวกด้วยช่วงห่างของการสุ่ม (k) จะได้สมาชิกกลุ่มตัวอย่างคนที่ 2 คือ a + k คนที่ 3 คือ (a+k) +k เรื่อย ๆ ไปจนครบจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการสุ่ม

2.3 <u>การสุ่มแบบแบ่งชั้น</u> (Stratified random sampling)

เป็นการสุ่มที่แบ่งสมาชิกของประชากรออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยในแต่ละกลุ่มนั้น มีลักษณะเป็นเอกพันธ์ แล้วจึงสุ่มสมาชิกภายในแต่ละกลุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย หรือสุ่มแบบมีระบบ การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น นี้แบ่งเป็น 2 จำพวกคือ

2.3.1 การสุ่มแบบมีสัดส่วนที่แน่นอน proportional stratified random sampling คือจำนวนสมาชิกที่สุ่มมาจากแต่ละชั้นจะมีเปอร์เซนต์การเลือกมาเท่ากัน

2.3.2 การสุ่มแบบไม่มีสัดส่วนคงที่ non-proportional stratified random sampling คือ จำนวนสมาชิกที่สุ่มมาจากแต่ละชั้นจะมีเปอร์เซนต์การเลือกมาไม่เท่ากัน

2.4 <u>การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม</u> หรือแบบพื้นที่ (Cluster random sampling) วิธีการสุ่มแบบนี้จะต้องมีการจัดประชากรออกเป็นกลุ่ม โดยให้ภายในแต่ละกลุ่มมีลักษณะภายในแตกต่างกันมาก ๆ ส่วนระหว่างกลุ่มให้มีความคล้ายคลึงกัน แล้วใช้การสุ่มแบบง่าย หรือจะกล่าวว่าการสุ่มแบบกลุ่มนี้เป็นการสุ่มแบบง่ายนี้มีหน่วยการสุ่มเป็นกลุ่มสมาชิก ซึ่งกลุ่มต่าง ๆ เหล่านี้มีลักษณะคล้ายกัน แต่สมาชิกภายในกลุ่ม มีลักษณะแตกต่างกัน

2.5 <u>การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน</u> (multistage random sampling) เป็นการสุ่มที่ต้องผ่านขั้นต่าง ๆ หลายครั้งกว่าจะได้กลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ เช่น การสุ่มโรงเรียนทั่วประเทศ

ขั้นที่ 1 ก็สุ่มเขตการศึกษาก่อนจะใช้วิธีสุ่มแบบง่าย หรือแบบมีระบบก็ได้

ขั้นที่ 2 เมื่อได้เขตการศึกษาแล้ว ก็สุ่มจังหวัดในแต่ละเขตการศึกษา ตามที่ต้องการโดยสุ่มแบบง่ายหรือสุ่มแบบมีระบบก็ได้

ขั้นที่ 3 สุ่มอำเภอในแต่ละจังหวัดที่สุ่มได้ในขั้นที่ 2 จะใช้วิธีสุ่มแบบง่าย แบบมีระบบหรือแบบแบ่งชั้นแล้วสุ่มแบบง่ายก็ได้

ขั้นที่ 4 สุ่มโรงเรียนในแต่ละอำเภอที่สุ่มได้ในขั้นที่ 3 โดยจะสุ่มแบบง่าย แบบมีระบบก็ได้

ในการสุ่มตัวอย่างนั้นผู้วิจัยจะเลือกวิธีการสุ่มให้เหมาะสม การงานวิจัยที่ทำโดยคำนึงว่าสุ่มด้วยวิธีใดจึงจะทำให้ได้ตัวแทนที่ดีของประชากรให้มากที่สุด

บรรณานุกรม

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2, ศึกษาพรจำกัด 2531

อนันต์ ศรีโสภา เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 30 หน้า

Cochran, W.G. Sampling Techniques. 2nd ed., New York : John Wiley and Sons. Inc., 1963.

Van Dalen, D.B. Understanding Educational Research An Introduction. 3rd ed., New York, McGraw-Hill, 1973.

การหาค่าสถิติพื้นฐาน

ยุพา มานะจิตต์

สถิติหมายถึงตัวเลขที่รวบรวมมาจากปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่แสดงถึงข้อเท็จจริง เช่น จำนวนครู จำนวนนักเรียน เป็นต้น

ส่วนสถิติในอีกความหมายหนึ่งเป็นสถิติที่เกี่ยวกับการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ระเบียบวิธีการทางสถิติ ซึ่งมี 4 ขั้น ได้แก่ การรวบรวมข้อมูล การจัดระเบียบข้อมูล หรือการนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการตีความหมายข้อมูลหรือการสรุปข้อมูล สถิติเป็นวิชาที่ว่าด้วยการจัดกระทำกับข้อมูล จึงเป็นศาสตร์สาขาหนึ่งเรียกว่า สถิติศาสตร์ สถิติศาสตร์มีบทบาท 2 ประการ ประการที่หนึ่งทำหน้าที่บรรยายข้อมูลตามสภาพที่เป็นอยู่ ซึ่งเรียกว่า สถิติภาคบรรยาย (Descriptive Statistics) ประการที่สอง ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลบางส่วน แล้วนำค่าสถิติที่วิเคราะห์ได้สรุปอ้างอิงไปยังข้อมูลทั้งหมด หรือประชากร สถิติบทบาทหลังนี้เรียกว่าสถิติสรุปอ้างอิง (Inferential Statistics)

ดังนั้น การหาค่าสถิติก็คือการจัดกระทำข้อมูล เพื่อนำไปบรรยายข้อมูลตามสภาพที่มีอยู่ หรือสรุปอ้างอิงไปยังประชากร

สถิติที่นำไปใช้เพื่อจุดประสงค์แรกหรือสถิติภาคบรรยาย ประกอบด้วย

1. การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (Central Tendency Measure) เป็นการหาค่าตัวกลางหรือตัวแทน มี 5 ประเภท คือ

   1.1 มัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean)

   1.2 มัธยฐาน (Median)

   1.3 ฐานนิยม (Mode)

   1.4 มัชฌิมเรขาคณิต (Geometic Mean)

   1.5 มัชฌิมฮาร์โมนิก (Harmonic Mean)

   ตัวกลางทั้ง 5 ประเภทนี้ที่ใช้กันมากได้แก่ตัวกลาง 3 ประเภทแรก

2. การวัดการกระจาย (Dispersion) เป็นการบอกความแตกต่างของข้อมูล มี 4 ประเภท คือ

   2.1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

   2.2 ความแปรปรวน (Variance)

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์ (Quartile Deviation)

2.4 พิสัย (Range)

ค่าการกระจายที่ใช้กันมากคือ ประเภทที่ 1 และ 2

3. การนำเสนอข้อมูล มี 3 แบบ คือเสนอเป็น

3.1 ตาราง (Table)

3.2 รูปภาพ ได้แก่ กราฟต่าง ๆ

3.3 ค่าความเบ้ (Skewness) กับค่าความโด่ง (Kurtosis)

4. การเปรียบเทียบข้อมูล โดยการหาระแนมาตรฐาน ตำแหน่งเปอร์เซนไทล์ อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ

5. การหาค่าสหสัมพันธ์ เมื่อมีตัวแปรที่จะศึกษามากกว่า 1 ตัว

สถิติภาคสรุปอ้างอิง แยกได้เป็น 2 ประเภท คือ การทดสอบสมมติฐานกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ การอ้างอิงทั้ง 2 ประเภท ต้องใช้สถิติที่กล่าวแล้วในสถิติภาคบรรยายมาเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ ดังนั้นจึงมักเรียกค่าสถิติเหล่านี้ว่าสถิติพื้นฐาน

เอกสารฉบับนี้จะกล่าวถึงวิธีคำนวณและการใช้สถิติภาคบรรยายหรือสถิติพื้นฐานบางค่าที่ใช้กันมาก

การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง

1. มัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) ซึ่งมักเรียกสั้น ๆ ว่าค่าเฉลี่ย (Mean) วิธีคำนวณ นำตัวเลขมารวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N}$$ สำหรับกลุ่มตัวอย่าง

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N}$$ สำหรับประชากร

แต่นักเขียนส่วนมากมักเขียนสั้น ๆ ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n}$$

$$\mu = \frac{\Sigma X}{N}$$

$\bar{X}$ และ μ แทนค่าเฉลี่ย

ΣX แทนผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N แทนจำนวนข้อมูล

ตัวอย่าง นักเรียน 5 คน สอบข้อสอบคณิตศาสตร์ได้คะแนน 0, 1, 4, 6, 9 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มนี้เป็นเท่าไร ?

วิธีทำ (กรณีนักเรียน 5 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง

สูตร $\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$

$\Sigma X = 0 + 1 + 4 + 6 + 9 = 20$

$N = 5$

$\bar{X} = \frac{20}{5} = 4$

แปลความหมายได้ว่า ผู้วิจัยสุ่มนักเรียนมา 5 คน โดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนสอบคณิตศาสตร์ได้คะแนนคนละ 4 คะแนน

กรณีนักเรียน 5 คน เป็นประชากร

ค่าเฉลี่ยใช้สัญลักษณ์ $\mu = 4$

แปลความหมายได้ว่า ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มประชากรเป็นนักเรียน 5 คน โดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนสอบคณิตศาสตร์ได้คะแนนคนละ 4 คะแนน

การคำนวณค่าเฉลี่ย กรณีข้อมูลมีการแจกแจงความถี่ ใช้สูตรดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\Sigma fx}{\Sigma f}$$ หรือ $$\bar{X} = \frac{\Sigma fx}{N}$$

$\bar{X}$ แทนค่าเฉลี่ย

f แทนความถี่หรือจำนวนข้อมูล

fx แทนผลคูณระหว่างคะแนนกับความถี่ หรือคือผลรวมของคะแนนแต่ละชั้น

Σf หรือ N แทนผลรวมของความถี่ทั้งหมดหรือจำนวนข้อมูลทั้งหมด

Σfx แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 1 ในการทดสอบคำศัพท์ภาษาไทยของนักเรียน 20 คน นำผลการสอบมาแจกแจงความถี่ดังตาราง จงคำนวณค่าเฉลี่ย

X	f	fx
12	1	12
10	2	20
8	5	40
7	6	42
5	4	20
3	2	6
	20	140

สูตร $\bar{X} = \frac{\Sigma fx}{\Sigma f}$

แทนค่า $\bar{X} = \frac{140}{20}$

$= 7$

แปลความหมายได้ว่า ผู้วิจัยสุ่มนักเรียนมา 20 คน โดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนสอบคำศัพท์ภาษาไทยได้คนละ 7 คะแนน

ตัวอย่างที่ 2 จงคำนวณน้ำหนักเฉลี่ยของนักเรียน 20 คน

น้ำหนัก (กก)	f	x	fx
50-54	1	52	52
45-49	4	47	188
40-44	8	42	336
35-39	5	37	185
30-34	2	32	64
	20		825

สูตร $\mu = \frac{\Sigma fx}{\Sigma f}$

$\mu = \frac{825}{20}$

$= 41.28$

แปลความหมายได้ว่า ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มประชากรเป็นนักเรียน 20 คน โดยเฉลี่ยนักเรียนมีน้ำหนักคนละ 41.28 กก.

การคำนวณค่าเฉลี่ย กรณีข้อมูลที่วัดได้มีค่าสูง หรือมีค่าเป็นทศนิยม

เพื่อช่วยให้คำนวณสะดวกและลดความยุ่งยากในการคิดตัวเลข จะใช้วิธีเพิ่ม-ลดข้อมูลด้วยค่าคงที่ ซึ่งอาจจะใช้ค่าคงที่ บวก หรือลบ หรือคูณ หรือหาร ข้อมูลชุดนั้นอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะข้อมูลชุดนั้น ๆ

ตัวอย่างที่ 1 จงหาคะแนนเฉลี่ยของการสอบวิชาสังคมของนักเรียน 4 คน ซึ่งได้คะแนนดังนี้ 128, 131, 103, 118

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ลบข้อมูลทุกค่าด้วย 100 จะเหลือข้อมูลเพียง 28, 31, 3, 18

ขั้นที่ 2 หาค่าเฉลี่ยจากข้อมูลชุดใหม่

$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$

แทนค่า $\bar{X} = \frac{28 + 31 + 3 + 8}{4}$

$= \frac{80}{4}$

$= 20$

ขั้นที่ 3 นำค่าคงที่บวกกับค่าเฉลี่ยที่ได้ จะได้ข้อมูลจริง

$$\text{คะแนนเฉลี่ยจริง} = 20 + 100 = 120$$

แปลความหมายได้ว่า โดยเฉลี่ยนักเรียนสอบวิชาสังคมได้คะแนนละ 120 คะแนน

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> ต้องการทราบว่านิสิตเอกวัดผลชั้นปีที่ 3 มีผลการเรียนเป็นอย่างไร จึงสุ่มนิสิตมา 5 คน ผลการเรียนของนิสิตทั้งห้าคิดเป็นคะแนนสะสมดังนี้ 3.62, 2.51, 1.68, 2.04, 3.12

<u>วิธีทำ</u> ขั้นที่ 1 คูณข้อมูลทุกค่าด้วย 100 เพื่อให้เป็นจำนวนเต็ม จะได้ 362, 251, 168, 204, 312

ขั้นที่ 2 หาค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดใหม่

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n}$$

$$= \frac{362 + 251 + 168 + 204 + 312}{5}$$

$$= \frac{1297}{5}$$

$$= 259.4$$

ขั้นที่ 3 นำค่าคงที่คือ 100 ไปหารค่าเฉลี่ยที่ได้ จะได้ค่าเฉลี่ยจริง

$$\therefore \text{ค่าเฉลี่ยจริง} = \frac{259.4}{100} = 2.59$$

แปลความหมายได้ว่า โดยเฉลี่ยนิสิตเอกวัดผลมีผลการเรียนเป็นคะแนนสะสม 2.59

<u>การคิดคำนวณค่าเฉลี่ยรวม</u>

ในกรณีมีข้อมูลย่อยหลายชุด แต่ละชุดมีค่าเฉลี่ยอยู่แล้ว ถ้าต้องการหาค่าเฉลี่ยรวมทำได้โดยเอาผลรวมของข้อมูลแต่ละชุดมารวมกัน จะได้ผลรวมทั้งหมด แล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทุกชุดรวมกัน

<u>ตัวอย่าง</u> จงคำนวณค่าเฉลี่ยรวม จากข้อมูล 3 ชุดในตาราง

	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3
n	10	20	30
$\bar{X}$	25	22	20

วิธีทำ 1) หาผลรวมของข้อมูลในกลุ่มที่ 1 เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ว่า $N_1\bar{X}_1$

$$N_1\bar{X}_1 = (10)(25) = 250$$

2) หาผลรวมของข้อมูลในกลุ่มที่ 2 $(N_2\bar{X}_2)$

$$N_2\bar{X}_2 = (20)(22) = 440$$

3) หาผลรวมของข้อมูลในกลุ่มที่ 3 $(N_3\bar{X}_3)$

$$N_3\bar{X}_3 = (30)(20) = 600$$

4) หาค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}_{รวม}$)

<u>สูตร</u> $$\bar{X}_{รวม} = \frac{N_1\bar{X}_1 + N_2\bar{X}_2 + N_3\bar{X}_3}{N_1+N_2+N_3}$$

แทนค่า $$\bar{X}_{รวม} = \frac{250+440+600}{10+20+30}$$

$$= \frac{1290}{60}$$

$$= 21.5$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยรวมของข้อมูล 3 กลุ่มนี้คือ 21.5

<u>การใช้ค่าเฉลี่ย</u> การหาตัวกลางหรือตัวแทนของข้อมูลด้วยค่านัยสำคัญเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย ใช้เมื่อข้อมูลชุดนั้นมีค่าแต่ละค่าไม่แตกต่างกันมาก หรือมีการกระจายที่สม่ำเสมอ ไม่มีข้อมูลที่มีค่าสูงสุดหรือต่ำสุดแตกต่างไปจากกลุ่มมาก ทั้งนี้เนื่องจากค่าเฉลี่ยเป็นค่าที่คำนวณได้จากข้อมูลทุกค่า หรือต้องนำทุกค่ามาเฉลี่ย ดังนั้นถ้าข้อมูลบางค่าแตกต่างไปมากจากกลุ่มซึ่งเรียกว่าข้อมูลเบ้มาก หรือการแจกแจงไม่เป็นปกติ การใช้ค่าเฉลี่ยจะทำให้การบรรยายลักษณะข้อมูลผิดไปจากความเป็นจริง ฉะนั้นกรณีข้อมูลมีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็นตัวกลางที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง เพราะนอกจากจะใช้บรรยายหรืออธิบายข้อมูลแล้วยังใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงอีกด้วย

การหาค่าเฉลี่ยต้องนำข้อมูลมาบวก-ลบ-คูณ-หาร กัน ในทางทฤษฎีใช้กับข้อมูลแบบอัตราส่วน (Ratio Scale) เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง เป็นต้น ตัวเลขเหล่านี้สามารถนำมา บวก ลบ คูณ หาร กันได้ แต่ในทางปฏิบัติมักใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของข้อมูลแบบช่วง (Interval Scale) ด้วย เช่นคะแนนมาตรฐาน ข้อมูลประเภทนี้ค่าแต่ละค่ามีช่วงเท่ากัน สามารถนำค่าที่มาจากข้อมูลคนละชุดมาเรียงเปรียบเทียบในเส้นตรงเดียวกันได้ แต่อย่างไรก็ตามคุณสมบัติของตัวเลขเหล่านี้เพียงนำมาบวกลบกันได้เท่านั้น ไม่อาจนำมาคูณ-หารกันได้ เนื่องจากค่าศูนย์แท้ไม่มี รวมทั้งการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนดิบซึ่งไม่ใช่ข้อมูลแบบอัตราส่วน ความจริงเป็นเพียงข้อมูลแบบอันดับ (Ordinal Scale) ค่าที่วัดได้เกี่ยวข้องกับตำแหน่งเปรียบเทียบคุณภาพกันได้ว่า ดีกว่า หรือเลวกว่า เท่านั้น ไม่สามารถนำมาบวก ลบ คูณ หาร กันได้เช่นกัน แต่ในทางปฏิบัติก็ยังใช้ค่าเฉลี่ยกับข้อมูลแบบอันดับ ฉะนั้นต่อไปนี้จะเสนอการใช้ค่าเฉลี่ยสำหรับข้อมูลแบบอันดับที่ปฏิบัติกันอยู่

ตัวอย่าง จากการสอบถามความเห็นเกี่ยวกับการประกอบอาชีพของครู โดยมีข้อคำถามว่า "ท่านมากภูมิใจในอาชีพครูมากน้อยเพียงใด?" ปรากฏคำตอบดังตาราง

ความเห็นของครูต่อข้อคำถาม	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
จำนวนครูผู้ตอบ	13	22	20	15	10

จงสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีทำ ขั้นที่ 1 กำหนดคะแนนในมาตราส่วนประมาณค่าดังนี้

มากที่สุด = 5, มาก = 4, ปานกลาง = 3, น้อย = 2,
น้อยที่สุด = 1

ขั้นที่ 2 นำคำตอบที่ได้มาแจกแจงความถี่ และคำนวณค่าเฉลี่ย

คะแนน x	f	fx
5	13	65
4	22	88
3	20	60
2	15	30
1	10	10
	80	253

$$\bar{X} = \frac{\Sigma fx}{\Sigma f}$$
$$= \frac{253}{80}$$
$$= 3.16$$

ขั้นที่ 3 พิจารณาค่าเฉลี่ย แล้วให้ความหมายโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.45 หมายถึง ภูมิใจในอาชีพครูน้อยที่สุด

1.50 - 2.49 หมายถึง ภูมิใจในอาชีพครูน้อย

2.50 - 3.49 หมายถึง ภูมิใจในอาชีพครูปานกลาง

3.50 - 4.49 หมายถึง ภูมิใจในอาชีพครูมาก

4.50 - 5.00 หมายถึง ภูมิใจในอาชีพครูมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย = 3.16 แปลความหมายจากเกณฑ์ได้ว่า ครูกลุ่มตัวอย่างนี้มีความภาคภูมิใจในอาชีพครูปานกลาง

2. มัธยฐาน (Median) คือค่าตัวกลางหรือตัวแทนที่อยู่ตรงกลางของกลุ่มข้อมูล เมื่อมีการจัดลำดับข้อมูลชุดนั้น สัญลักษณ์ที่ใช้แทนมัธยฐานคือ Mdn.

วิธีคำนวณ นำสิ่งที่ศึกษามาเรียงลำดับจากค่ามากไปหาค่าน้อย หรือจากค่าน้อยไปหาค่ามากก็ได้ ค่าที่อยู่ตำแหน่งตรงกลางคือค่ามัธยฐาน ใช้สัญลักษณ์ว่า Mdn.

ตัวอย่างที่ 1 ข้อมูลที่วัดได้มีค่าดังนี้ 0, 1, 4, 6, 9

ค่ามัธยฐาน คือ 4

ตัวอย่างที่ 2 ข้อมูลที่วัดได้คือ 2, 3, 5, 6, 8, 9

ค่ามัธยฐาน = $\frac{5+6}{2}$ = 5.5

จากตัวอย่างที่ 1 ข้อมูลมีจำนวนคี่ จัดเรียงลำดับจากค่าน้อยไปหาค่ามาก ค่ามัธยฐานจึงเป็นค่าที่อยู่ตรงกลางพอดี แต่ถ้าข้อมูลมีจำนวนคู่ ค่ามัธยฐานจะเป็นค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 ค่าที่อยู่ตำแหน่งตรงกลาง ดังตัวอย่างที่ 2

<u>การคำนวณค่ามัธยฐาน กรณีข้อมูลมีจำนวนมากและมีการแจกแจงความถี่</u> จะคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

<u>สูตร</u>

$$Mdn = L + \left(\frac{\frac{N+1}{2} - f_c}{f_m} \right) i$$

Mdn แทน ค่ามัธยฐาน

L แทน ขอบเขตต่ำสุด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

f_c แทน ความถี่สะสมของชั้นที่ต่ำกว่าชั้นมัธยฐาน

f_m แทน ความถี่ของชั้นมัธยฐาน

i แทน อันตรภาคชั้น

<u>ตัวอย่าง</u> จงคำนวณค่ามัธยฐานของคะแนนภาษาอังกฤษของนักเรียน 31 คน ซึ่งแจกแจงความถี่ไว้ในตาราง

คะแนน	f	cf
25–29	6	31
20–24	12	25
15–19	7	13
10–14	3	6
5–9	2	3
0–4	1	1
	31	

วิธีทำ 1) <u>หาชั้นมัธยฐาน</u>

- ข้อมูลชุดนี้ตำแหน่งของค่ามัธยฐานคือตำแหน่งที่ 16
- ตำแหน่งที่ 16 อยู่ในชั้นที่ 5 นับจากชั้นล่างของการแจกแจงคะแนนชุดนี้ (ดูเส้นประในตาราง)
- ในสดมภ์ที่ 3 ช่องความถี่สะสม (cf) cf ของชั้นที่ 5 มีค่า 25 หมายความว่าชั้นนี้มีคะแนนลำดับที่ 14 ถึง 25 เมื่อเรียง

คะแนนจากคะแนนต่ำไปหาคะแนนสูง นับจากชั้นล่างขึ้นมา
ดังนั้นค่ามัธยฐานซึ่งอยู่ในลำดับที่ 16 จะอยู่ในช่วงลำดับที่ 14-25
ซึ่งอยู่ในชั้นที่ 5 ชั้นนี้เรียกว่าชั้นมัธยฐาน

2) <u>คำนวณค่ามัธยฐาน</u> จากสูตร

สูตร $$Mdn = L + \left(\frac{\frac{N+1}{2} - F_c}{f_m} \right) i$$

แทนค่า $L = 19.5,\ N = 51,\ f_c = 13,\ f_m = 12,\ i = 5$

$$Mdn = 19.5 + \left(\frac{\frac{32}{2} - 13}{12} \right) 5$$

$$= 19.5 + \left(\frac{16 - 13}{12} \right) 5$$

$$= 19.5 + \left(\frac{3}{12} \right) 5$$

$$= 19.5 + \frac{15}{12}$$

$$= 19.5 + 1.25$$

$$= 20.75$$

ค่ามัธยฐานของคะแนนภาษาอังกฤษของนักเรียนกลุ่มนี้เท่ากับ 20.75

<u>การใช้ค่ามัธยฐาน</u>

มัธยฐานนิยมใช้เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ ข้อมูลบางค่าจะสูงหรือต่ำแตกต่างไปจากกลุ่มมาก นั่นคือมีลักษณะเบ้มาก จากตัวอย่างข้างบน การหาค่ากลางด้วยค่ามัธยฐาน นับว่าเป็นตัวแทนที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลชุดนี้ เนื่องจากข้อมูลมีลักษณะเบ้ขวา การเลือกใช้มัธยฐานกับข้อมูลที่เบ้ก็เพราะว่าคะแนนสูงหรือต่ำผิดปกติของค่าบางค่าจะไม่มีผลกระทบต่อค่ามัธยฐาน ตัวอย่าง 0, 3, 5, 8, 30 การใช้ค่ามัธยฐานเป็นตัวแทนข้อมูลชุดนี้ดีกว่าใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทน

ข้อได้เปรียบอีกประการในการใช้ค่ามัธยฐานก็คือ แม้ข้อมูลไม่ครบก็สามารถหาค่ามัธยฐานได้ เพราะไม่ต้องใช้ค่าของข้อมูลทุกค่าในการวิเคราะห์ ซึ่งต่างกับการหาค่าเฉลี่ยที่ต้องหาจากข้อมูลทุกค่า ตัวอย่างเช่น มีข้อมูลอยู่ 9 ค่า หายไป 4 ค่า ดังนี้ 0, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 9 กรณีข้อมูลจัดลำดับไว้แล้วเช่นนี้ แม้ 4 ค่าหลังจะสับเลื่อนไปก็สามารถบอกได้ว่าค่ามัธยฐานคือ 6 แต่ถ้าต้องการหาค่าเฉลี่ยจะไม่สามารถหาได้

ถ้าข้อมูลที่วัดได้เป็นแบบอันดับ ต้องใช้ค่ามัธยฐานเป็นตัวกลางของข้อมูลเพราะเกี่ยวข้องกับตำแหน่ง แต่ในทางปฏิบัติแม้ข้อมูลแบบอัตราส่วนหรือแบบช่วงก็ยังวิเคราะห์ค่ามัธยฐาน ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการหาค่ามัธยฐานกับข้อมูลแบบอันดับ

ตัวอย่าง ในการสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์คนหนึ่ง ผลการสังเกตพฤติกรรมการสอนด้าน "การนำเข้าสู่บทเรียน" ของกลุ่มผู้สังเกตปรากฏดังนี้

ระดับพฤติกรรม	ควรปรับปรุงอย่างยิ่ง	ควรปรับปรุง	พอใช้	ดี	ดีมาก
จำนวนผู้สังเกต	2	5	12	15	6

จงสรุปผลการวิเคราะห์

วิธีทำ ขั้นที่ 1 กำหนดอันดับหรือระดับในมาตราส่วนประมาณค่าเป็นคะแนนดังนี้

ควรปรับปรุงอย่างยิ่ง = 1, ควรปรับปรุง = 2, พอใช้ = 3,

ดี = 4, ดีมาก = 5

ขั้นที่ 2 นำคำตอบที่ได้มาแจกแจงความถี่ และหาความถี่สะสม

อันดับ	f	cf
5	6	40
4	15	34
3	12	19
2	5	7
1	2	2
	40	

ขั้นที่ 3 หาชั้นมัธยฐาน

- ข้อมูลชุดนี้มี 40 ค่า หรือมีคน 40 คน

  ∴ ตำแหน่งมัธยฐานคือ 20.5

- ค่าความถี่สะสมในชั้นที่ 4 คือ 34 บอกให้ทราบว่าตำแหน่งที่ 20-34 อยู่ในชั้นนี้

  ∴ ชั้นนี้จึงเป็นชั้นมัธยฐาน

ขั้นที่ 4 หาค่ามัธยฐาน

$$Mdn = L + \left(\frac{\frac{N+1}{2} - f_c}{f_m} \right) i$$

$$= 3.5 + \left(\frac{20.5 - 19}{15} \right) 1$$

$$= 3.5 + \frac{1.5}{15}$$

$$= 3.5 + .1$$

$$= 3.6$$

ขั้นที่ 5 กำหนดเกณฑ์สำหรับแปลความหมายดังนี้

ค่ามัธยฐาน 4.50 ขึ้นไป หมายถึงผู้สังเกตเห็นว่าครูสอนคณิตศาสตร์มีพฤติกรรมการสอนด้าน "การนำเข้าสู่บทเรียน" อยู่ในระดับดีมาก

ค่ามัธยฐานระหว่าง 3.50 - 4.49 หมายถึงผู้สังเกตเห็นว่าครูสอนคณิตศาสตร์มีพฤติกรรมการสอนด้าน "การนำเข้าสู่บทเรียน" อยู่ในระดับดี

ค่ามัธยฐานระหว่าง 2.50 - 3.49 หมายถึงผู้สังเกตเห็นว่าครูสอนคณิตศาสตร์มีพฤติกรรมการสอนด้าน "การนำเข้าสู่บทเรียน" อยู่ในระดับพอใช้

ค่ามัธยฐานระหว่าง 1.50 - 2.49 หมายถึงผู้สังเกตเห็นว่าครูสอนคณิตศาสตร์มีพฤติกรรมการสอนด้าน "การนำเข้าสู่บทเรียน" อยู่ในระดับควรปรับปรุง

ค่ามัธยฐานต่ำกว่า 1.50 หมายถึงผู้สังเกตเห็นว่าครูสอนคณิตศาสตร์มีพฤติกรรมการสอนด้าน "การนำเข้าสู่บทเรียน" อยู่ในระดับควรปรับปรุงอย่างยิ่ง

ขั้นที่ 6 แปลความหมายค่ามัธยฐานที่วิเคราะห์ได้

ค่ามัธยฐาน 3.6 แปลความหมายได้ว่าผู้สังเกตกลุ่มนี้เห็นว่าครูคณิตศาสตร์ผู้นี้มีพฤติกรรมการสอนด้าน "การนำเข้าสู่บทเรียน" อยู่ในระดับดี

3. ฐานนิยม (Mode) คือค่าตัวกลางหรือตัวแทนของข้อมูลชุดหนึ่งชุดใดซึ่งเป็นค่าที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด หรือเกิดซ้ำมากที่สุด สัญลักษณ์ที่ใช้แทนฐานนิยมคือ Mo.

เช่น ข้อมูล 1 2 4 4 4 6 ฐานนิยมคือ 4

ข้อมูล 0 3 5 6 7 9 ฐานนิยมไม่มี

ข้อมูล 2 2 4 6 8 8 ฐานนิยมคือ 2 กับ 8

สำหรับข้อมูลที่จัดเป็นชั้น แต่ละชั้นมีช่วงคะแนนเท่า ๆ กัน ฐานนิยมคือจุดกลางของชั้นที่มีความถี่สูงที่สุด แต่อาจมีค่าไม่คงที่ อาจเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของอันตรภาคชั้น ถ้ามีการจัดช่วงคะแนนของชั้นใหม่ให้แตกต่างไปจากเดิม

การคำนวณค่าฐานนิยมโดยใช้สูตรในที่นี้ไม่แสดงไว้

<u>การใช้ฐานนิยม</u>

ฐานนิยมเป็นตัวกลางที่หาได้ง่ายที่สุด แต่เนื่องจากมีค่าไม่คงที่ ข้อมูลบางชุดมีฐานนิยมมากกว่า 1 ค่า บางชุดอาจหาฐานนิยมไม่ได้ ดังตัวอย่างข้างต้น การเลือกใช้ค่าใดเป็นตัวแทนข้อมูลชุดนั้นคงเป็นปัญหา และการนำค่าฐานนิยมไปใช้คำนวณในขั้นต่อไปจึงไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงไม่ค่อยมีใช้บ่อยนักในการวิเคราะห์ข้อมูล แต่จะใช้เหมาะสมในบางเรื่อง โดยเฉพาะข้อมูลแบบนามบัญญัติหรือการวัดแบบจัดพวกแบ่งกลุ่มต้องใช้ฐานนิยมเป็นตัวแทนเพียงอย่างเดียว เช่นต้องการศึกษาความนิยมในการเลือกวิชาเอกของนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ มศว ประสานมิตร, ต้องการหาจำนวนคนนิยมชม TV. ช่องต่าง ๆ, หาจำนวนคนนิยมใช้สบู่ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น ฉะนั้นค่าฐานนิยมจะช่วยบอกแต่ละลักษณะของประชากร ว่ามีคุณลักษณะใดมาก มีคุณลักษณะใดน้อย และมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการตัดสินใจ

<u>การวัดการกระจาย</u> (Dispersion) เป็นการบอกความแตกต่างของข้อมูล ถ้าข้อมูลแตกต่างกันมาก บอกได้ว่าข้อมูลมีการกระจายมาก แต่ถ้าข้อมูลไม่แตกต่างกันหรือเหมือนกัน เรียกว่าไม่มีการกระจายหรือค่าการกระจายเป็น 0 ค่าการกระจายจะช่วยบอกลักษณะของข้อมูล ข้อมูลที่ต่างชุดกันแม้ค่าเฉลี่ยจะเท่ากัน ก็มิได้หมายความว่าลักษณะข้อมูลเหมือนกัน เช่น

ข้อมูลชุดที่ 1 0 1 3 5 6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3

ข้อมูลชุดที่ 2 2 3 3 3 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3

ข้อมูลชุดที่ 3 3 3 3 3 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3

จากข้อมูลทั้ง 3 ชุด จะเห็นว่ามีลักษณะการกระจายของข้อมูลแตกต่างกัน ชุดที่ 1 มีการกระจายมาก ชุดที่ 2 มีการกระจายบ้างเล็กน้อย ชุดที่ 3 ไม่มีการกระจาย หรือข้อมูลทุกค่าเหมือนกัน ถ้าข้อมูลทั้ง 3 ชุด เป็นคะแนนสอบของนักเรียน 3 กลุ่ม ถ้าเรานำค่าเฉลี่ยไปบรรยายลักษณะข้อมูลโดยไม่เห็นข้อมูลจริง อาจเข้าใจผิดว่านักเรียน 3 กลุ่มมีความสามารถพอกัน ฉะนั้นการบรรยายหรืออธิบายลักษณะข้อมูล โดยใช้ค่าตัวกลางเพียงอย่างเดียวในบางครั้งไม่เป็นการเพียงพอ จำเป็นต้องวัดการกระจายอธิบายควบคู่ไปด้วย เนื่องจากข้อมูลที่มีการกระจายน้อย ตัวกลางที่วิเคราะห์ได้โดยเฉพาะค่าเฉลี่ยย่อมเป็นตัวแทนของข้อมูลอย่างเชื่อมั่นได้มากกว่าข้อมูลที่มีการกระจายมาก การกระจายที่จะบรรยายในที่นี้คือ

1. <u>ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน</u> (Standard Deviation) คือ ความแตกต่างอย่างเฉลี่ยของข้อมูล คำนวณจากค่าความแตกต่างหรือค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย แล้วนำมายกกำลังสองก่อน จึงทำการเฉลี่ย สัญลักษณ์ที่ใช้แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ SD หรือ s สำหรับกลุ่มตัวอย่าง และใช้ σ (อิกม่า) สำหรับกลุ่มประชากร มีสูตรดังนี้

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X-\bar{X})^2}{N-1}} \qquad \text{สำหรับกลุ่มตัวอย่าง} \quad \ldots\ldots(1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X-\mu)^2}{N-1}} \qquad \text{สำหรับประชากร}$$

$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2-(\sum X)^2}{N(N-1)}} \qquad \ldots\ldots(2)$$

$$s = \sqrt{\frac{N\sum fx^2-(\sum fx)^2}{N(N-1)}} \qquad \ldots\ldots(3)$$

สูตรที่ 1 และ 2 ใช้คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เมื่อข้อมูลไม่มีการแจกแจงความถี่ แต่ในทางปฏิบัติมักใช้สูตรที่ 2 ซึ่งดัดแปลงมาจากสูตรที่ 1 เนื่องจากสูตรที่ 1 ไม่ค่อยสะดวกในการคำนวณ ตัวเลขที่นำมาวิเคราะห์มักมีค่าทศนิยม สำหรับสูตรที่ 3 ใช้คำนวณเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงความถี่

ตัวอย่าง จงคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลต่อไปนี้

x	x^2
6	36
10	100
8	64
2	4
12	144
4	16
42	364

วิธีทำ สูตร $s = \sqrt{\frac{N\Sigma x^2-(\Sigma x)^2}{N(N-1)}}$

$$= \sqrt{\frac{6(364) - 42^2}{6 \times 5}}$$

$$= \sqrt{\frac{2184 - 1764}{30}}$$

$$= \sqrt{\frac{420}{30}}$$

$$= \sqrt{14}$$

$$= 3.74$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลชุดนี้คือ 3.74

ตัวอย่าง จงหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการตอบแบบสอบถามที่ว่า "ท่านมีภาคภูมิใจในอาชีพครูมากน้อยเพียงใด?"

ตัวเลือก	น้ำหนักคะแนน(x)	จำนวนผู้ตอบ
ภูมิใจมากที่สุด	5	13
ภูมิใจมาก	4	22
ภูมิใจปานกลาง	3	20
ภูมิใจน้อย	2	15
ภูมิใจน้อยที่สุด	1	10
		80

วิธีทำ นำคำตอบที่กำหนดคะแนนในมาตราส่วนประมาณค่าแล้วมาแจกแจงความถี่และคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x	f	fx	fx^2
5	13	65	325
4	22	88	352
3	20	60	180
2	15	30	60
1	10	10	10
	80	253	927

สูตร $s = \sqrt{\frac{N\sum fx^2-(\sum fx)^2}{N(N-1)}}$

แทนค่า $s = \sqrt{\frac{80(927) - 253^2}{80(80-1)}}$

$= \sqrt{\frac{74160 - 64009}{6320}}$

$= 0.16$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบความภาคภูมิใจในอาชีพครูชั้นนี้ = 0.16

การใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จะบอกให้เราทราบว่า การกระจายของข้อมูลนั้นห่างไกลหรือใกล้ค่าเฉลี่ยอย่างไร ถ้า s มีค่าสูงมากแสดงว่ากระจายไกลมาก ค่าเฉลี่ยไม่อาจจะเป็นดัชนีสรุปการกระจายทั้งหมดได้เป็นที่น่าพอใจนัก และถ้า s มีค่าน้อย แสดงว่าการกระจายแคบ ประชากรมีความคล้ายกลึงกันดี ค่าเฉลี่ยสามารถเป็นดัชนีสรุปการกระจายของข้อมูลได้ดี

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไปพร้อมกัน จะทำให้ทราบว่าระหว่างช่วงหนึ่ง ๆ มีจำนวนประชากรคิดเป็นสัดส่วนเท่าใด เช่น ถ้าสมมติว่าข้อมูลมีการกระจายในลักษณะปกติ (Normal) จะพบว่าประชากรที่ตกอยู่ในช่วง $\bar{X} \pm s$ มีประมาณร้อยละ 68.27 ในช่วง $\bar{X} \pm 2s$ ร้อยละ 95.45 และช่วง $\bar{X} \pm 3s$ ร้อยละ 99.73

โดยสรุป ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นสถิติที่สามารถนำไปใช้กับข้อมูลแบบช่วงและแบบอัตราส่วนเพื่อสรุปบรรยายข้อมูล ตามปกติจะใช้ควบคู่กัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการเปรียบเทียบการกระจายระหว่างประชากร

2. <u>ความแปรปรวน</u> (Variance)

เป็นการบอกการกระจายอีกแบบหนึ่ง มีค่าเท่ากับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานยกกำลังสอง

ความแปรปรวนเป็นการวัดการกระจายของข้อมูลในรูปพื้นที่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นการวัดเชิงเส้นซึ่งมีหน่วยเหมือนค่าเฉลี่ยและข้อมูลดิบ

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความแปรปรวนคือ s^2 สำหรับกลุ่มตัวอย่างและ σ^2 (ซิกม่ากำลังสอง) สำหรับประชากร

สูตรและการคำนวณเหมือนกับการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่ไม่มีสแควร์รูท เพราะเป็นค่ากำลังสองของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังเช่น

ถ้าคำนวณค่า $s = 3.74$

ค่า $s^2 = (3.74)^2 = 14$

ความแปรปรวนมีความสำคัญและใช้มากในสถิติชั้นสูง

3. <u>ส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์</u> (Quartile Deviation) เป็นค่าบอกการกระจายของข้อมูลที่หยาบกว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพราะเป็นการหาค่าเฉลี่ยของจุด 2 จุดคือ

Q_1 เป็นค่าที่อยู่ตรงตำแหน่ง $\frac{1}{4}$ ของข้อมูลที่เรียงลำดับ

Q_3 เป็นค่าที่อยู่ตรงตำแหน่ง $\frac{3}{4}$ ของข้อมูลที่เรียงลำดับ

มีสูตรคำนวณดังนี้

$$QD = \frac{Q_3 - Q_1}{2}$$

<u>ตัวอย่าง</u> นักเรียน 10 คน มีส่วนสูงเป็น ซม.ดังนี้

ก. 125
ข. 130
ค. 131 ——→ Q_1
ง. 142
จ. 145 ——→ Mdn มัธยฐาน (Q_2)
ฉ. 145
ช. 146
ซ. 150 ——→ Q_3
ฌ. 151
ญ. 160

สูตร $QD = \frac{Q_3 - Q_1}{2}$

$QD = \frac{150 - 131}{2}$

$= 9.5$

สรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

$N = 10$

$Mdn = 145$

$QD = 9.5$

ส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์ของส่วนสูงของนักเรียนกลุ่มนี้คือ 9.5 ซม.

<u>การใช้ส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์</u>

จะเห็นได้ว่า QD เกี่ยวข้องกับ Q_2 ซึ่งเป็นค่ามัธยฐาน ดังนั้นข้อมูลชุดใดวัดตัวกลางด้วยมัธยฐาน ก็ควรจัดการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์ ตามปกติค่ามัธยฐานกับค่าเบี่ยงเบนควอไทล์จะใช้ควบคู่กัน เป็นสถิติที่ใช้บรรยายสรุปข้อมูลประเภทจัดอันดับ แต่ในทางปฏิบัติก็สามารถนำมาใช้บรรยายสรุปข้อมูลแบบช่วงและอัตราส่วนได้เช่นกันในเงื่อนไขที่กล่าวไว้แล้วในเรื่องการใช้ค่ามัธยฐาน

4. <u>พิสัย</u> (Range) สัญลักษณ์ R

เป็นการบอกค่าความแตกต่างที่หยาบมาก ใช้หาความแตกต่างของจุดปลายสุด (ค่าสูงสุด - ค่าต่ำสุด) ของข้อมูล

<u>ตัวอย่าง</u> พิสัยของส่วนสูงของนักเรียน 10 คน ในตัวอย่างข้างบน คำนวณได้ดังนี้

$R = 160 - 125 = 35$

<u>การใช้ค่าพิสัย</u>

การวัดการกระจายด้วยพิสัยทำให้เห็นลักษณะข้อมูลได้เร็วที่สุด และคำนวณได้ง่าย นอกจากนี้ยังช่วยในการแจกแจงความถี่เป็นช่วงคะแนน ซึ่งทำให้เข้าใจลักษณะข้อมูลดีขึ้นกว่าเดิม เช่น คน 100 คน มีอายุตั้งแต่ไม่ถึง 1 ขวบ ถึง 80 ปี

ถ้านำมาแจกแจงเป็นรายอายุ อาจมีไม่ต่ำกว่า 80 รายการ แต่ถ้าแบ่งลักษณะประชากรเป็นกลุ่มชั้นหรือช่วงคะแนนจะช่วยให้มองเห็นสภาพประชากรได้รวดเร็วและดีขึ้น ดังเช่น

อายุ	ความถี่
80 ปีขึ้นไป	3
70 - 79	6
60 - 69	7
50 - 59	10
40 - 49	12
30 - 39	12
20 - 29	15
10 - 19	10
ต่ำกว่า 10	25
	100

ค่าพิสัยเป็นค่าการกระจายที่หยาบ เนื่องจากเป็นค่าที่มีความคงที่น้อยมาก เช่น ถ้าค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดเพียง 2 ค่า เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จะทำให้ค่าพิสัยเปลี่ยนทันที และแม้ค่าตัวอื่นที่ไม่ใช่ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดเปลี่ยนค่า ค่าพิสัยก็จะมีค่าเท่าเดิม ดังนั้น ค่าพิสัยจึงไม่ค่อยมีใช้ในการวิเคราะห์ค่าสถิติชั้นสูง ตามปกติจะใช้ควบคู่กับฐานนิยม ใช้สรุปบรรยายลักษณะข้อมูลแบบนามบัญญัติหรือข้อมูลแบบแบ่งพวกแบ่งกลุ่ม

การเปรียบเทียบข้อมูล

เมื่อผู้วิจัยมีข้อมูลหลายชุด และต้องการเปรียบเทียบข้อมูล นอกเหนือจากการบรรยายข้อมูล วิธีหนึ่งที่ทำได้คือการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน (Standard Score) เป็นการแปลงข้อมูลเดิมให้เป็นข้อมูลชุดใหม่ที่มีฐานเป็น 0 และหน่วยการกระจายเป็น 1 สำหรับทุก ๆ ค่า(มีค่าคงที่หรือมีช่วงคะแนนเท่ากัน)

แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกัน เช่น ต้องการเปรียบเทียบเงินสกุลปอนด์ กับเงินสกุลดอลล่า ย่อมเปรียบเทียบกันไม่ได้ นอกจากแปลงเป็นหน่วยเดียวกัน จากปอนด์เป็นบาท และจากดอลล่าเป็นบาท แปลงทั้ง 2 สกุล เป็นเงินสกุลใหม่ก็คือบาท แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกัน

คะแนนมาตรฐานเป็นคะแนนของผลต่างระหว่างคะแนนดิบกับค่าเฉลี่ย หารด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จะคำนวณได้ตามสูตรดังนี้

สูตร $$Z = \frac{X-\bar{X}}{s}$$

Z แทนคะแนนมาตรฐาน

X แทนคะแนนดิบ

$\bar{X}$ แทนค่าเฉลี่ย

s แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอย่าง ครูต้องการเปรียบเทียบคะแนนสอบของ ดช.ปัท ในวิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์ และสังคมศึกษา

วิชา	$\bar{X}$	s	X (คะแนนดิบ)
ไทย	54	2	50
คณิตศาสตร์	30	3	39
สังคมศึกษา	40	4	40

ในการเปรียบเทียบคะแนนดิบ (X) ของนักเรียนคนนี้ ต้องการทราบว่าเขาเรียนวิชาใดดีกว่ากัน ย่อมทำไม่ได้เพราะใช้ข้อสอบคนละชุด เป็นการวัดความสามารถคนละด้าน จึงน่าจะต้องแปลงคะแนนดิบเป็นหน่วยเดียวกันเสียก่อน

วิธีทำ แปลงคะแนนภาษาไทย เป็นคะแนนมาตรฐาน

สูตร $$Z = \frac{X-\bar{X}}{s}$$

$$Z = \frac{50-54}{2} = \frac{-4}{2} = -2$$

แปลงคะแนนคณิตศาสตร์ เป็นคะแนนมาตรฐาน

$$Z_{ค} = \frac{39-30}{3} = \frac{9}{3} = +3$$

แปลงคะแนนสังคมศึกษา เป็นคะแนนมาตรฐาน

$$Z_{ส} = \frac{40-40}{4} = \frac{0}{4} = 0$$

สรุปได้ว่า คะแนนมาตรฐานทั้ง 3 ค่า จัดอยู่ในหน่วยเดียวกันแล้ว มีค่าเฉลี่ย ($\bar{Z}$) เป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s_Z) เป็น 1 ค่าทั้งสามซึ่งนำมาเขียนบนสเกลหรือเส้นตรงเดียวกันได้ดังนี้

	ภาษาไทย	สังคมศึกษา	คณิตศาสตร์
ค่า Z	-2	0	+3
	ต่ำกว่า Mean	Mean	สูงกว่า Mean

แสดงว่า นักเรียนคนนี้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์มากกว่าสังคมศึกษาและภาษาไทย วิชาภาษาไทยเขามีความสามารถน้อย

แบบฝึกหัด

1. **จงคำนวณค่าตัวกลางจากข้อมูลต่อไปนี้** และบอกเงื่อนไขในการหาตัวกลางชนิดนั้น

1.1 104 108 112 116

1.2 1 3 5 9 40

1.3 0 2 4 4 4 4 6 10

2. จงคำนวณค่ารถโดยสารโดยเฉลี่ยต่อวันต่อคนของนักเรียน 50 คน พร้อมทั้งหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวนของค่ารถ

จำนวนเงิน/วัน	จำนวนนักเรียน
12	3
11	4
10	5
9	8
8	10
7	9
6	6
5	3
4	2
	50

3. จงคำนวณคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน 40 คน และหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

คะแนน	จำนวนนักเรียน
29-30	1
25-27	4
22-24	9
19-21	11
16-18	8
13-15	5
10-12	2
	40

4. การทดสอบความสามารถในการใช้ภาษาของนักเรียน 2 กลุ่มของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ปรากฏผลการคำนวณดังตาราง

	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
N	22	18	15	25
$\bar{X}$	15	20	16	18

4.1 จงคำนวณคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่ 1

4.2 จงคำนวณคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่ 2

4.3 จงคำนวณคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชาย

4.4 จงคำนวณคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิง

4.5 จงคำนวณคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด

5. นิดสอบข้อสอบ 2 ฉบับ ฉบับแรกทำคะแนนได้ 85 คะแนนชุดนี้มีค่าเฉลี่ย 90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8 ฉบับที่สองทำคะแนนได้ 80 คะแนนชุดนี้มีค่าเฉลี่ย 70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6 จงพิจารณาว่านิดทำข้อสอบฉบับใดได้ดีกว่ากัน พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

6. นักเรียน 12 คน มีน้ำหนักเป็นกิโลกรัมดังนี้

25 30 31 34 38 40 42 44 45 45 66 70

จงพิจารณาว่าจะวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวกลางใด และจะวัดค่าการกระจายด้วยค่าใด ค่าตัวกลางและค่าการกระจายมีค่าเท่าใด

เฉลยแบบฝึกหัด

ข้อ 1) $\bar{X}$ = 110

Mdn = 5

Mode = 4

ข้อ 2) $\bar{X}$ = 8.08, s = 1.849, s^2 = 3.422

ข้อ 3) $\bar{X}$ = 19.7, s^2 = 18.3718, s = 4.286

ข้อ 4)

4.1) 17.25

4.2) 17.25

4.3) 15.41

4.4) 18.84

4.5) 17.25

ข้อ 5) $Z_{\text{ฉบับ 1}}$ = -0.625

$Z_{\text{ฉบับ 2}}$ = 1.667

นิดหน่อยสอบฉบับที่ 2 ดีกว่าฉบับที่หนึ่ง

ข้อ 6) Mdn = 41

QD = 5.5

การแจกแจงความน่าจะเป็นมาตรฐาน

(Probability Standard Distribution)

ยุพา มานะจิตต์

การแจกแจงความน่าจะเป็นมาตรฐาน เป็นการแจกแจงทางทฤษฎีของตัวแปรมาตรฐาน ได้แก่ Z, t, X^2 และ F การศึกษาการแจกแจงของแต่ละตัวแปรเหล่านี้ จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับความหมายของศัพท์หรือเทอมบางเทอม เพื่อเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจเรื่องนี้ ดังนี้

<u>ความน่าจะเป็น</u> (Probability) หรือความเป็นไปได้ เป็นเรื่องของการคาดคะเนเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างมีแบบแผน ว่าเหตุการณ์เหล่านั้นจะมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าไรในจำนวนที่เป็นไปได้ทั้งหมด ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

ในการทดลองชนิดสุ่มอย่างหนึ่ง ทำให้เกิดเหตุการณ์ทั้งหมด N ครั้ง ถ้า E เป็นเหตุการณ์ที่เราสนใจต้องการวัด และเกิดขึ้น n ครั้ง ความน่าจะเป็นหรือความเป็นไปได้ที่จะเกิดเหตุการณ์ $E = \frac{n}{N}$ ซึ่งเรียกอัตราส่วนนี้ว่า ความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency) เขียนเป็นประโยคสัญญลักษณ์ได้ดังนี้

$$P(E) = \frac{n}{N}$$

เช่น นักเรียนห้องหนึ่งมี 10 คน เป็นชาย 7 คน หญิง 3 คน ถ้าต้องการตัวแทนห้อง 1 คน โดยการจับฉลาก ความน่าจะเป็นหรือความเป็นไปได้ที่ผู้หนึ่งจะได้เป็นตัวแทนห้องคือ $\frac{3}{10}$ หรือ .30

<u>ตัวแปรสุ่ม</u> (Random Variable) เป็นเซ็ตของตัวเลขที่ใช้แทนสมาชิกใน Sample Space เขียนเป็นสัญญลักษณ์ได้ว่า X เป็นตัวแปรสุ่มของ S ตัวเลขเหล่านี้มีค่าอยู่ในช่วง ซึ่งเกี่ยวกับเรื่องความน่าจะเป็น

ตัวแปรสุ่มมี 2 ชนิดคือ

1. ตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง ถ้าสมาชิกใน Sample Space เป็นสมาชิกที่นับไม่ถ้วน หรือมีไม่จำกัดหรือเป็นค่าต่อเนื่อง เช่น ข้อมูลที่เป็นส่วนสูง น้ำหนักอุณหภูมิ เป็นต้น ตัวแปรสุ่ม X ใน Sample space นี้ก็เป็นตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง

2. ตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง ถ้าสมาชิกใน Sample Space เป็นสมาชิกที่นับถ้วนมีค่าไม่ต่อเนื่อง และตัวแปรสุ่ม X ถูกกำหนดได้ด้วยจำนวนนับใด ๆ เช่น X เป็นจำนวนหัวในการโยนเหรียญ 3 อัน 1 ครั้ง เหรียญอาจขึ้นหัวทั้ง 3 อัน หรือขึ้นหัว 2 อัน, 1 อัน หรือไม่ขึ้นเลย ดังนั้น ตัวแปรสุ่ม X อาจจะมีค่า 3, 2, 1 หรือ 0 ค่าระหว่าง 3 กับ 0 มีเพียงเลขจำนวนเต็ม 1 กับ 2 เท่านั้นมีค่าละเอียดได้ไม่ทุกค่า

<u>การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม</u> (Probability Distribution of Random Variable)

โดยเหตุที่ตัวแปรสุ่มเป็นเซ็ตของตัวเลขใช้แทนเหตุการณ์ใน Sample Space และเหตุการณ์ใน Sample Space เกิดขึ้นด้วยความน่าจะเป็นต่าง ๆ กัน การที่ตัวแปรสุ่มตัวหนึ่ง ๆ จะมีขึ้นได้ ย่อมขึ้นอยู่กับความน่าจะเป็นที่แตกต่างกัน ฟังค์ชั่นที่แสดงว่าตัวแปรสุ่มค่าหนึ่ง ๆ จะมีค่าเท่ากับเท่าใด ด้วยความน่าจะเป็นเท่าใดนั้น เรียกว่า ฟังค์ชั่นของความน่าจะเป็น (Probability density function : p.d.f) ใช้สัญญลักษณ์

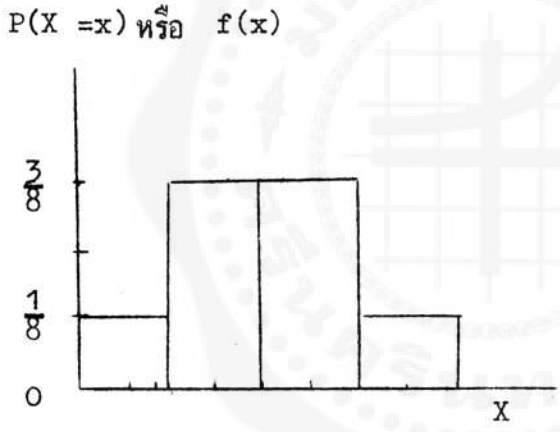
$$P(X = x) \qquad \text{หรือ} \qquad f(x)$$

โดยที่ x เป็นสมาชิกของเซ็ตของตัวแปรสุ่ม X

การแจกแจงของค่าตัวแปรสุ่มเหล่านี้เรียกว่า การแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution function) ของตัวแปรสุ่มตัวนั้น ตัวอย่าง จากการทดลองโยนเหรียญเที่ยง 3 อัน 1 ครั้ง ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มแทนจำนวนที่ขึ้นหัวจากการโยนเหรียญ x อาจจะมีค่าเป็น 0, 1, 2 หรือ 3 ดังตาราง

ตารางแสดงการแจกแจงความน่าจะเป็นของ X

X	เหตุการณ์ (E)	P(X = x) หรือ f(x)
0	TTT	P(X = 0) = f(0) = $\frac{1}{8}$
1	HTT, THT, TTH	P(X = 1) = f(1) = $\frac{3}{8}$
2	HHT, HTH, THH	P(X = 2) = f(2) = $\frac{3}{8}$
3	HHH	P(X = 3) = f(3) = $\frac{1}{8}$
		$\sum f_x$ = 1



ภาพที่ 1 กราฟแสดงการแจกแจงความน่าจะเป็นของ X

การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่มีค่าต่อเนื่องที่สำคัญที่สุดคือ การแจกแจงปกติ ทั้งนี้เพราะทฤษฎีต่าง ๆ ในทางสถิติมักตั้งอยู่บนพื้นฐานของการแจกแจงแบบนี้ กราฟที่แสดงลักษณะของการแจกแจงปกติ เรียกว่า เส้นโค้งปกติ (Normal curve) เส้นโค้งปกติมีประโยชน์มากในวิชาสถิติ เพื่อวิเคราะห์เหตุการณ์ที่เป็นจริงในชีวิตประจำวัน ในวงการอุตสาหกรรม และในการวิจัยต่าง ๆ

คุณสมบัติของโค้งปกติ

1. เป็นรูประฆังคว่ำ

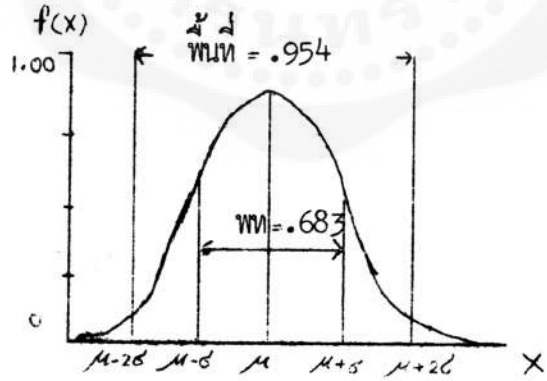
2. ค่าต่าง ๆ ของ X บนแกน x หรือแกนนอนที่มีการแจกแจงปกติจะอยู่ระหว่าง $\pm \infty$ (infinity) ค่าเฉลี่ยของ X หรือมัชฌิมเลขคณิต คือ μ ความแปรปรวนของ X คือ σ^2 เขียนเป็นสัญญลักษณ์ได้ว่า $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ และโค้งสูงที่สุดอยู่ที่จุด μ ปลายโค้งทั้งสองจะค่อยลาดลงเข้าใกล้แกน X เมื่อ X มีค่าห่าง μ ออกไปทุกทีจะไม่พบแกน X หรือไม่สัมผัสแกน X เลย

3. มีลักษณะสมมาตรกับแกนตั้งที่ลากผ่าน μ และจากความสมมาตรของเส้นโค้งนี้จะได้ค่ามัชฌิมเลขคณิต (Mean), มัธยฐาน (Median) และฐานนิยม (Mode) เท่ากัน หรืออยู่ที่จุดเดียวกันบนแกน X หรือมีค่าเดียวกัน

4. ค่าความเบ้ เท่ากับ 0 ค่าความโด่งเท่ากับ 3

5. โค้งปกติมีจุดเปลี่ยนเว้าที่ $X = \mu \pm \sigma$

6. พื้นที่ทั้งหมดที่อยู่ใต้โค้งปกติและอยู่เหนือแกน X มีค่าเป็น 1



ภาพที่ 2 กราฟแสดงการแจกแจงปกติของตัวแปรสุ่ม X

ผู้ค้นพบการแจกแจงปกติคือ De. Moivre นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ (ค.ศ. 1667 - 1754) ผู้พัฒนาต่อมาคือ Laplace (ค.ศ. 1749 - 1827) นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ และ Gauss (ค.ศ. 1777 - 1855) นักคณิตศาสตร์ชาวเยอรมัน

De Moivre ได้สร้างสูตรขึ้นเพื่อคำนวณความสูงของรูปโค้ง ซึ่งคือ f(x) เป็นฟังค์ชั่นของความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม X ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad : \quad -\infty < X < \infty$$

เมื่อ f(x) คือ ความสูงของรูปโค้ง

โดยที่ μ, σ, π และ e ต่างเป็นค่าคงที่ (constant)

$\pi = 3.14159$

$e = 2.71828$

μ และ σ คือ มัชฌิมเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ มีมัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ μ ความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 ข้อความนี้เขียนเป็นสัญญลักษณ์ได้ดังนี้

$$X \sim N(\mu, \sigma^2)$$

เมื่อทุก ๆ ค่าของ X เป็นจำนวนจริง สามารถหาค่าของ f(x) หรือความสูงของรูปโค้งได้

<u>ตัวอย่าง</u> ถ้า X มีการแจกแจงปกติ มีมัชฌิมเลขคณิตเป็น 50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 5 นั่นคือ $X \sim N(50, 25)$

<u>สูตร</u> $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-\mu}{\sigma}\right)^2}$

<u>แทนค่า</u> $f(60) = \frac{1}{25\sqrt{2(3.14159)}} 2.71828^{-\frac{1}{2}\left(\frac{60-50}{25}\right)}$

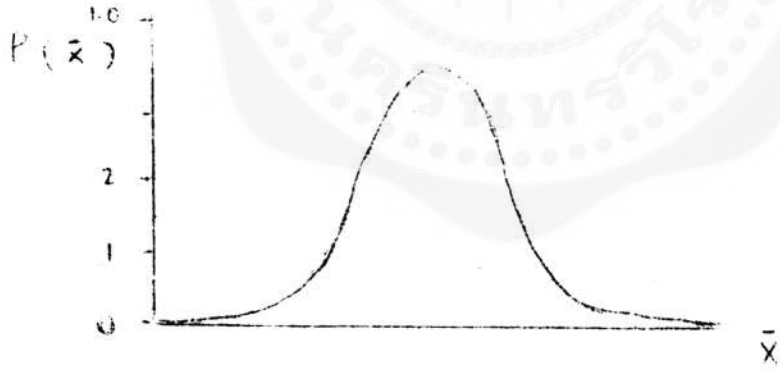
$= 0.01306$

จากสมการนี้ คำนวณค่า f(x) ได้ทุก ๆ ค่าของ X ที่เป็นจำนวนจริง แล้วนำมาวาดเป็นรูปกราฟเส้นโค้งได้ ดังภาพที่ 2

<u>การแจกแจงการสุ่มของค่าที่ได้จากตัวอย่างหรือค่าสถิติ</u> (Sampling Distribution)

เรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแจกแจงการสุ่มค่าสถิติ คือ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่สุ่มได้ (all possible samples), ความน่าจะเป็น (Probability) และค่าสถิติ (Statistic)

สมมติว่ามีประชากรกลุ่มหนึ่ง ผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ตัวอย่างทั้งหมดทุก ๆ กลุ่มถูกเลือกมาโดยสุ่ม จากประชากรเดียวกันที่ละกลุ่ม แล้วคำนวณหาค่าสถิติต่าง ๆ จากข้อมูลในตัวอย่างแต่ละกลุ่ม เช่นคำนวณค่า $\bar{X}$ จากทุกกลุ่มตัวอย่าง สมมติได้ค่าเป็น $\bar{X}_1$, $\bar{X}_2$, $\bar{X}_3 \cdots \bar{X}_n$ ค่าสถิติเหล่านี้เป็นตัวแปรสุ่ม ถ้านำมาพล็อตกราฟจะได้รูปกราฟที่แสดงการแจกแจงการสุ่มของค่าสถิติ $\bar{X}$ ดังรูปข้างล่าง การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรเหล่านี้ เรียกว่า การแจกแจงการสุ่มของค่าสถิติ (Sampling Distribution)



ภาพที่ 3 กราฟแสดงการแจกแจงการสุ่มของค่าสถิติ $\bar{X}$

<u>การแจกแจงการสุ่มของค่าสถิติ $\bar{X}$</u> (The Sampling Distribution of $\bar{X}$)

การแจกแจงของค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างที่สำคัญที่สุดคือ mean ($\bar{X}$) เนื่องจาก $\bar{X}$ เป็นตัวแปรสุ่ม จึงจำเป็นต้องทราบลักษณะของการกระจายของ $\bar{X}$ การกระจายของตัวแปรสุ่มวัดด้วยค่าความแปรปรวนหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งอธิบายตามทฤษฎี Central Limit Theosem (CLT) ได้ดังนี้

ถ้าทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างขนาด n เท่ากันทุกกลุ่ม จากประชากรขนาด N มีการแจกแจงที่มีค่าเฉลี่ย = μ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = σ $[X \sim N(\mu, \sigma)]$ จะได้การแจกแจงการสุ่มของค่า $\bar{X}$ ที่มีลักษณะใกล้เคียงโค้งปกติ และมีคุณสมบัติดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงการสุ่มของ $\bar{X}$ จะเท่ากับค่าเฉลี่ยของประชากร เขียนเป็นสัญญลักษณ์ได้ว่า

$$E(\bar{X}) = \mu$$

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงการสุ่มของ $\bar{X}$ เรียกว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของมัชฌิมเลขคณิต (Standard Error of mean หรือ SE.) ใช้สัญญลักษณ์ว่า $\sigma_{\bar{X}}$ ซึ่งจะมีค่าน้อยกว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

เมื่อมีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบใส่คืน หรือกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมามีขนาดใหญ่ ($N > 30$)

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

ถ้ามีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบไม่ใส่คืน หรือกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมามีขนาดเล็ก ($N < 30$)

$$\sigma_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

เนื่องจากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ $\bar{X}$ ขึ้นอยู่กับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของหน่วยตัวอย่างของประชากร (σ) และขนาดของตัวอย่างด้วย เมื่อตัวอย่าง n มีขนาดใหญ่ ค่า $\bar{X}$ จะเกาะกลุ่มรอบค่า μ มากกว่าเมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็ก หรือพูดอีกนัยหนึ่งว่า $\bar{X}$ ของตัวอย่างขนาดใหญ่ จะมีค่าใกล้เคียง μ มากกว่า $\bar{X}$ ของตัวอย่างขนาดเล็ก

ฉะนั้นความแปรปรวนของ $\bar{X}$ ($\sigma^2_{\bar{X}}$) จะลดลงเมื่อขนาดของตัวอย่างเพิ่มขึ้น และถ้าทราบความแปรปรวนของประชากร ก็จะสามารถคำนวณค่าความแปรปรวนของ $\bar{X}$ และความแปรปรวนของ $\bar{X}$ ยังขึ้นอยู่กับวิธีการสุ่มตัวอย่างอีกด้วย ว่าเป็นการสุ่มแบบใส่คืน หรือไม่ใส่คืน

การแจกแจงการสุ่มของค่าสถิติอื่น ๆ

ถ้าผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ และหาค่าสถิติอื่น ๆ จากข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาทุก ๆ กลุ่ม ถ้านำค่าสถิติของตัวอย่างทั้งหลายมาแจกแจง เรียกว่า การแจกแจงการสุ่มของค่าสถิติซึ่งจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามค่าสถิติแต่ละชนิด ดังผลสรุปในตารางดังนี้

ค่าสถิติ	การบรรยายการแจกแจง		
	รูปแบบ	มัชฌิมเลขคณิต	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
$\bar{X}$	โค้งปกติ	$E(\bar{X}) = \mu$	$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
p	ใกล้เคียงโค้งปกติ	$E(p) = P$	$\sigma_p = \sqrt{\frac{p'(1-p)}{n}}$
S	เบ้ ถ้า n มาก ใกล้โค้งปกติ	$E(S) = \sigma(\frac{4n-4}{4n-3})$	$\sigma_S = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}}$
Median	ถ้า n มาก ใกล้โค้งปกติ	$E(Md) = MD$	$\sigma_{Md} = \frac{1.2533\sigma}{\sqrt{n}}$
S^2	เบ้	$E(S^2) = \frac{\sigma^2(n-1)}{n}$	$\sigma_{S^2} = \sigma$
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	โค้งปกติ	$E(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \mu_1 - \mu_2$	$\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} \quad \frac{\sigma_2^2}{n_2} - 2r_{12}\sigma$

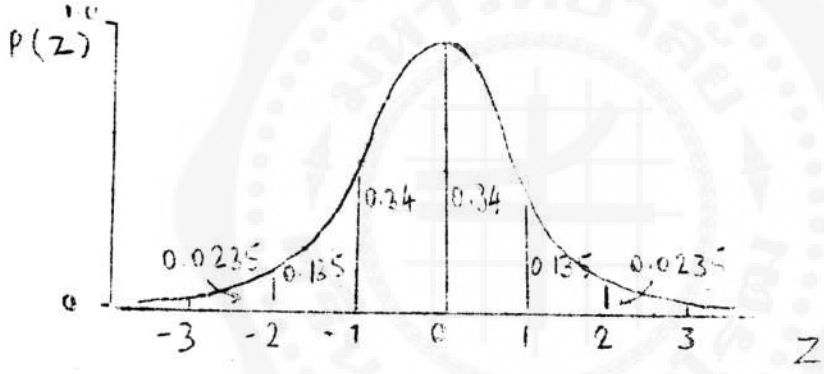
<u>การแจกแจง Z</u> (Z - distribution)

ลักษณะการแจกแจง Z เป็นโค้งปกติ มัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 พิสัยของค่า Z อยู่ระหว่าง $\pm \infty$ การแจกแจง Z ได้มาจากการดัดแปลงค่า X เป็นค่า Z ดังนี้

$$X \sim N(\mu, \sigma)$$

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

$$Z \sim N(0, 1)$$



ภาพที่ 4 กราฟแสดงการแจกแจง Z

พารา Z แสดงพื้นที่ได้โค้งรวมทั้งหมดเป็น 1 เนื่องจากเป็นโค้งปกติมีรูปสมมาตรที่จุด Z = 0 ตาราง Z จึงแสดงข้างที่ Z เป็นบวก ซึ่งใช้ได้ด้วย สำหรับข้างที่ Z เป็นลบ พื้นที่ใต้โค้งนี้ใช้ในความหมายของโอกาสที่เกิดขึ้นที่เกี่ยวกับค่า Z สองค่า เช่น ระหว่าง Z ที่ 0 และ 1.96 จะมีพื้นที่ .4750 $\left[P(0 < Z < 1.96) = .4750\right]$

การใช้ Z ในสถิติภาคสรุปอ้างอิง เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ μ และทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับ μ มีข้อตกลงเบื้องต้นดังนี้

1. ข้อมูลของประชากรมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ
2. กลุ่มตัวอย่างได้รับการสุ่มมาอย่างอิสระ

3. ข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงปริมาณอยู่ในมาตราช่วงหรือมาตราอัตราส่วน

4. ทราบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

<u>การแจกแจง t</u> (Student's t-distribution)

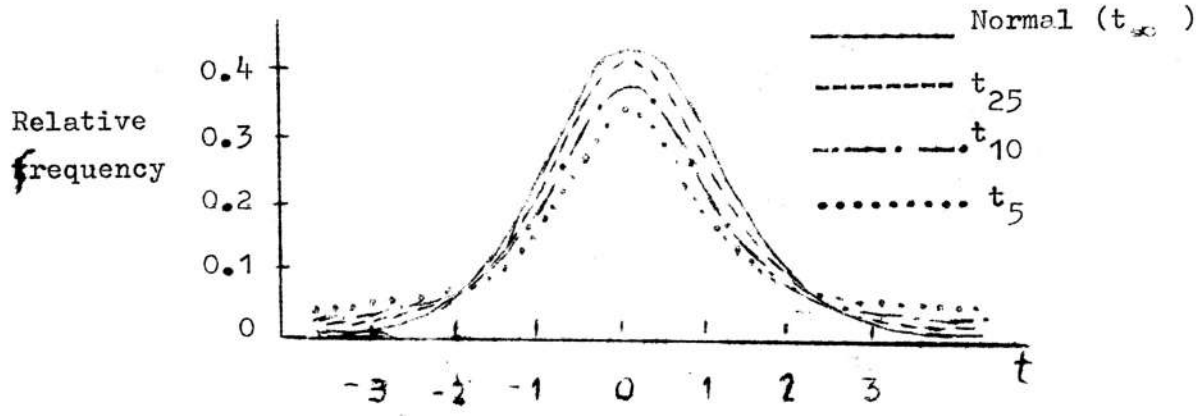
การแจกแจง t เสนอโดย W.S. Gosset (1908) ซึ่งใช้นามแฝงว่า Student การแจกแจง t เกี่ยวข้องกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ สุ่มมามีขนาดเล็ก ($n < 30$) การแจกแจงของ t มีลักษณะคล้ายโค้งปกติ ลักษณะของโค้งแต่ละโค้งจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชั้นแห่งความเป็นอิสระของข้อมูล (degree of freedom : d.f.) ดังนั้น โค้งของ t จึงมีหลายโค้ง (family curve) มัชฌิมเลขคณิตของ t = 0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ $\sqrt{\frac{n}{n-2}}$ ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 เล็กน้อย พิสัยของค่า t อยู่ระหว่าง $\pm\infty$

ถ้าหาค่าสถิติ $\bar{X}$ และ S จากตัวอย่างแต่ละกลุ่มที่สุ่มมา ได้

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n} \quad \text{และ} \quad S = \sqrt{\frac{\Sigma (X - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{แล้ว}$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S_{\bar{X}}} = \frac{\bar{X} - \mu}{S / \sqrt{n}}$$

ตัวแปรสุ่ม t จะมีการแจกแจงแบบ t ซึ่งมี df เท่ากับ (n-1) ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กราฟแสดงการแจกแจง t

ถ้าชั้นแห่งความเป็นอิสระของการแจกแจง t มีค่ามาก (เข้าใกล้ ∞) การแจกแจง t จะเข้าใกล้โค้งปกติ หรือค่า t จะใกล้เคียงค่า Z จากตาราง t พื้นที่ใต้โค้งของการแจกแจง t รวมกันเป็น 1 การใช้ตาราง t ต้องทราบค่า d.f. ค่า t สองค่าจะมีพื้นที่เกี่ยวข้องกัน เช่น t ระหว่างค่า $\pm$ 2.571 จะมีพื้นที่ .95 ที่ชั้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ 5 เป็นต้น

<u>ชั้นแห่งความเป็นอิสระ</u> (Degree of Freedom : d.f.)

ชั้นแห่งความเป็นอิสระของข้อมูลชุดใด คือ จำนวนข้อมูลที่มีค่าอิสระไม่ต้องขึ้นกับค่าอื่น หรือข้อบังคับใด ๆ ตัวอย่างเช่น

1. ถ้าต้องการเลข 3 ตัว จะเป็นเลขอะไรก็ได้ ย่อมมีสิทธิเต็มที่ที่จะเลือกเลขอะไรก็ได้ ฉะนั้น d.f. = 3

2. จากตัวอย่างในข้อ 1 ถ้ามีข้อบังคับว่า เลข 3 ตัวที่เลือกมาต้องให้ได้ผลรวมเป็น 10 เช่นนี้ df = 2 เพราะมีสิทธิ์เลือกได้ตามใจชอบหรือเลือกอย่างอิสระได้ 2 ตัว ตัวสุดท้ายเลือกไม่ได้ต้องเป็นเลขตายตัวหรือเลขคงที่ เช่น เลือกเลข 2 ตัวมาอย่างอิสระได้เลข 5 และ 3 ตัวที่สาม ต้องเป็นเลข 2 เท่านั้น

3. จากตัวอย่างในข้อ 1 และข้อ 2 ถ้าเพิ่มข้อแม้ขึ้นอีกว่า ผลบวกกำลังสองของเลข 3 ดังนี้ จะต้องเป็น 42 คำตอบ 5, 3, 2 ก็ใช้ไม่ได้ เพราะ $5^2 + 3^2 + 2^2 =$ 38 ไม่ใช่ 42

ฉะนั้นถ้าต้องการเลข 3 ตัว จะมีเลขอยู่ตัวเดียวที่เลือกได้ตามใจชอบ เช่น เลือกได้เลข 5 ส่วนอีก 2 ตัว ต้องเป็นเลขตายตัวหรือเลขคงที่ คือ เลข 4 และ 1 เท่านั้น ซึ่งคำนวณจากเงื่อนไข 2 ประการ

$$5 + X + Y = 10$$

$$5^2 + X^2 + Y^2 = 42$$

นั่นคือ จากตัวอย่างข้อ 3 df = 1

สรุปได้ว่า df = n-k

เมื่อ n คือ จำนวนตัวเลขหรือจำนวนข้อมูล

k คือ จำนวนเงื่อนไขหรือข้อแม้

การใช้ t ในสถิติสรุปอ้างอิง มีข้อตกลงเบื้องต้นดังนี้

1. ข้อมูลของประชากรมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ
2. กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างอิสระ
3. ข้อมูลเป็นปริมาณอยู่ในมาตราช่วงหรือมาตราอัตราส่วน
4. ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างประมาณ หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

<u>การแจกแจง X^2</u> (Chi-Square distribution)

ลักษณะการแจกแจงของ X^2 F.R. Helmart (1843 - 1911) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันเป็นผู้ค้นพบในปีค.ศ. 1876 ต่อมานักสถิติชาวอังกฤษ Karl Pearson (1857 - 1936) ได้พัฒนาอย่างแพร่หลายในปีค.ศ. 1900 การแจกแจง X^2 ได้มาจาก Z ยกกำลังสอง รวมกัน ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

เมื่อทราบค่า μ , $X^2 = \sum_{i=1}^{n} Z_i^2 = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{X_i - \mu}{\sigma}\right)^2$ มี df = n

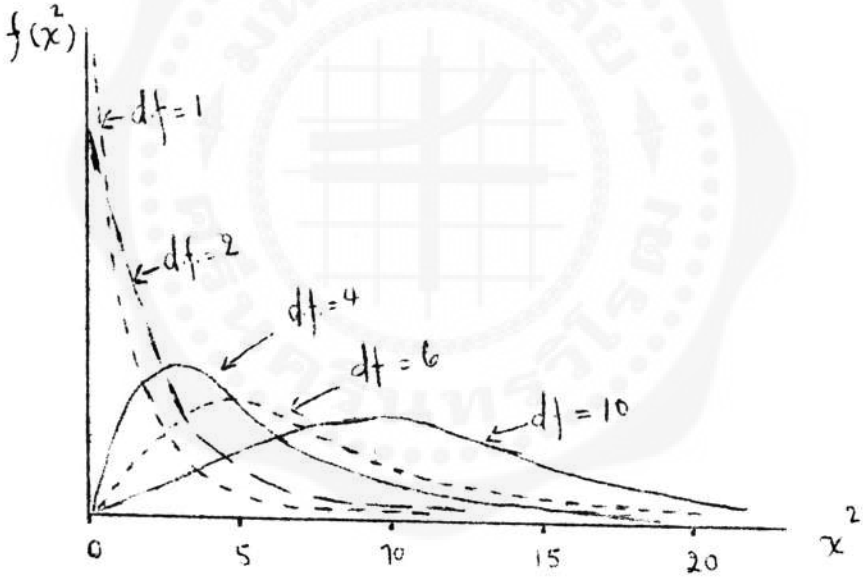
ถ้าค่า μ ไม่ทราบ ค่า Z_i คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่าง

$$X^2 = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}\right)^2 = \frac{(n-1)\,S^2}{\sigma^2}$$ มี df = n-1

นั่นคือ ตัวแปรสุ่ม X^2 จะมีการแจกแจงแบบ X^2 ซึ่งมี $df = n-1$

การที่ $df = n-1$ เนื่องจากเราใช้ $\bar{X}$ แทน μ ซึ่งค่า $(X - \bar{X})$ มีข้อจำกัดหรือมีข้อแม้ คือ $\Sigma (X - \bar{X}) = 0$

ลักษณะการแจกแจง X^2 ขึ้นอยู่กับชั้นแห่งความเป็นอิสระของข้อมูล ดังนั้น จึงมีหลายโค้ง (family curve) ถ้ากลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ การแจกแจงของ X^2 จะใกล้เคียงโค้งปกติ แต่ยังคงมีลักษณะเบ้ทางขวา ดังภาพ 6 ค่า X^2 จะมีพิสัยจาก 0 ถึง $+\infty$ ถ้า $df = n$ มัชฌิมเลขคณิตจะเท่ากับ n ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ $\sqrt{2n}$ ค่าความเบ้ของการแจกแจงเท่ากับ $\sqrt{8/n}$

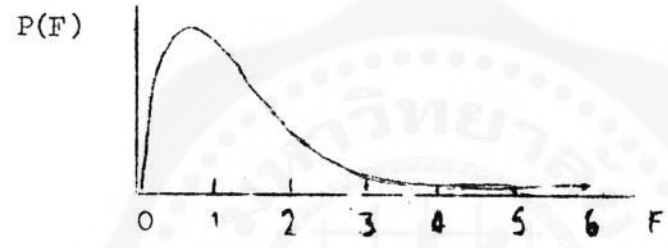


ภาพที่ 6 กราฟแสดงการแจกแจง X^2

ตาราง X^2 แสดงพื้นที่ใต้โค้งทั้งหมดเป็น 1 การใช้ตาราง X^2 ต้องทราบค่าชั้นแห่งความเป็นอิสระ และพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับ X^2 ค่า X^2 นิยมใช้อยู่ที่สุดปลายหางของโค้ง เช่น X^2 มีค่า 23.209 หรือมากกว่า ที่ชั้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ 10 จะครอบคลุมพื้นที่ปลายหางประมาณ .01 ของพื้นที่ทั้งหมด

<u>การแจกแจง F</u> (F - distribution)

เป็นการแจกแจงที่ได้จากสัดส่วนของ X^2 2 ค่า G.W. Snedcor (ค.ศ. 1934) เสนอให้ใช้ชื่อ F เป็นเกียรติแก่ R.A. Fisher **การแจกแจง F** ขึ้นอยู่กับชั้นแห่งความเป็นอิสระ 2 ค่า การแจกแจงของ F มีลักษณะเป็นโค้งเบ้ขวา ค่า F มีพิสัยระหว่าง 0 ถึง $+\infty$ มีค่ามัธยฐานเท่ากับหรือน้อยกว่า 1 มีมัชฌิมเลขคณิต $= \frac{n_2}{n_2-2}$ (n_2 คือ ชั้นแห่งความเป็นอิสระของตัวหารหรือตัวส่วน)



ภาพที่ 7 กราฟแสดงการแจกแจง F

ถ้า $X^2_{v_1}$ และ $X^2_{v_2}$ 2 ค่า ที่เป็นอิสระต่อกัน มี df = V_1 และ V_2

$$F = \frac{X^2_{v_1} / V_1}{X^2_{v_2} / V_2} \qquad df = V_1 , V_2$$

ถ้าตัวอย่างสุ่ม 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระต่อกัน สุ่มมาจากประชากรปกติ $N(\mu, \sigma)$ เดียวกันหรือเหมือนกัน

$$X^2_1 = \frac{(n_1 - 1)S^2_1}{\sigma^2_1} \qquad df = n_1 - 1$$

$$X^2_2 = \frac{(n_2 - 1)S^2_2}{\sigma^2_2} \qquad df = n_2 - 1$$

$$F = \frac{S^2_1}{S^2_2} \qquad df = (n_1-1) , (n_2-2)$$

ตาราง F แสดงพื้นที่ใต้โค้งรวมกันเท่ากับ 1 การใช้ตาราง F ต้องทราบค่าชั้นแห่งความเป็นอิสระของความแปรปรวนของเศษและส่วน พื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับ F นิยมใช้เฉพาะที่อยู่ปลายหางทางขวามือของโค้ง เช่น F ที่มีค่าเท่ากับ 3.84 หรือมากกว่าที่ชั้นแห่งความเป็นอิสระ 4 และ 8 จะคลุมพื้นที่ .05 ของพื้นที่ทั้งหมด

การใช้ F ในสถิติภาคสรุปอ้างอิง มีข้อตกลงเบื้องต้นดังนี้

1. ข้อมูลของประชากรมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ
2. กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มอย่างอิสระ
3. ข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงปริมาณอยู่ในมาตราช่วงหรือมาตราอัตราส่วน
4. ความแปรปรวนของข้อมูลเศษและส่วน เป็นอิสระต่อกัน
5. ความแปรปรวนของประชากรที่เป็นเศษ เท่ากับความแปรปรวนของประชากรที่เป็นส่วน

<u>ความสัมพันธ์ของ Z , t, X^2 และ F</u>

1. $Z = \dfrac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \sim N(0 , 1)$

2. $X^2_n = \sum_{i=1}^{n} Z_i^2 \sim X^2_n$

ถ้า μ ไม่ทราบค่า

$$X^2 = \frac{(n-1)\, S^2}{\sigma^2} \sim X^2_{n-1}$$

3. $t = \dfrac{Z}{\sqrt{X^2/n}} \sim t_n$

4. $t^2 = \dfrac{Z^2}{X^2 / n}$

5. $F = \dfrac{X^2_{V_1} / V_1}{X^2_{V_2} / V_2}$

6. จากข้อ 2, 4 และ 5 มาหาความสัมพันธ์กันจะได้

$$t_n^2 = \frac{X_1^2 \,/\, 1}{X_n^2 \,/\, n} = F_{1\,n}$$

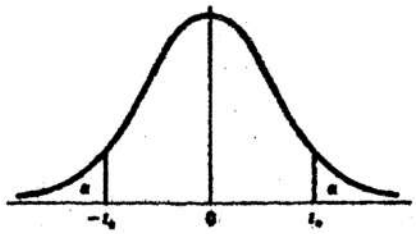
แสดงว่า $t_n^2 \sim F_{(1,n)}$

AREAS UNDER THE NORMAL CURVE

This table shows:

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2518	.2549
0.7	.2580	.2612	.2642	.2673	.2701	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.49865	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990
3.1	.49903	.4991	.4991	.4991	.4992	.4992	.4992	.4992	.4993	.4993
3.2	.4993129	.4993	.4994	.4994	.4994	.4994	.4994	.4995	.4995	.4995
3.3	.4995166	.4995	.4995	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4997
3.4	.4996631	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4998	.4998
3.5	.4997674	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998
3.6	.4998409	.4998	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.7	.4998922	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.8	.4999277	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.5000	.5000	.5000
3.9	.4999519	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000
4.0	.4999683									
4.5	.4999960									
5.0	.4999997133									

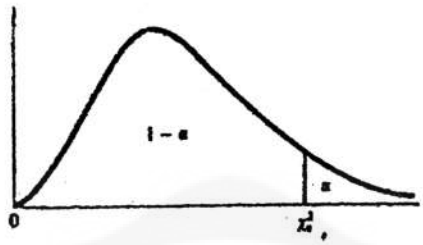
TABLE D.4 Percentage Points of Student's *t* Distribution



df	α .25 2α .50	.20 .40	.15 .30	.10 .20	.05 .10	.025 .05	.01 .02	.005 .01	.0005 .001
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	.765	.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924
4	.741	.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	.727	.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	.718	.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	.711	.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	.706	.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	.703	.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	.700	.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	.697	.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	.695	.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	.694	.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	.692	.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	.691	.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	.690	.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	.689	.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	.688	.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	.688	.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	.687	.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	.686	.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	.686	.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	.685	.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	.685	.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	.684	.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	.684	.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	.684	.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	.683	.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	.683	.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	.683	.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	.681	.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
60	.679	.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460
120	.677	.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.373
∞	.674	.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

Table D.4 is taken from Table 3 of Fisher and Yates, *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research*, published by Oliver and Boyd Ltd., Edinburgh, by permission of the authors and publishers.

TABLE D.8 Upper Percentage Points of the χ^2 Distribution



df	.99	.98	.95	.90	.80	.70	.50	.30	.20	.10	.05	.02	.01	.001
1	$.0^3157$	$.0^3628$	.00393	.0158	.0642	.148	.455	1.074	1.642	2.706	3.841	5.412	6.635	10.827
2	.0201	.0404	.103	.211	.446	.713	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	.115	.185	.352	.584	1.005	1.424	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	.297	.429	.711	1.064	1.649	2.195	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	.554	.752	1.145	1.610	2.343	3.000	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	.872	1.134	1.635	2.204	3.070	3.828	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	1.239	1.564	2.167	2.833	3.822	4.671	6.346	8.383	9.803	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	1.646	2.032	2.733	3.490	4.594	5.527	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	2.088	2.532	3.325	4.168	5.380	6.393	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877
10	2.558	3.059	3.940	4.865	6.179	7.267	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	21.161	23.209	29.588
11	3.053	3.609	4.575	5.578	6.989	8.148	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	22.618	24.725	31.264
12	3.571	4.178	5.226	6.304	7.807	9.034	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	24.054	26.217	32.909
13	4.107	4.765	5.892	7.042	8.634	9.926	12.340	15.119	16.985	19.812	22.362	25.472	27.688	34.528
14	4.660	5.368	6.571	7.790	9.467	10.821	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	26.873	29.141	36.123
15	5.229	5.985	7.261	8.547	10.307	11.721	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	28.259	30.578	37.697
16	5.812	6.614	7.962	9.312	11.152	12.624	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	29.633	32.000	39.252
17	6.408	7.255	8.672	10.085	12.002	13.531	16.338	19.511	21.615	24.769	27.587	30.995	33.409	40.790
18	7.015	7.906	9.390	10.865	12.857	14.440	17.338	20.601	22.760	25.989	28.869	32.346	34.805	42.312
19	7.633	8.567	10.117	11.651	13.716	15.352	18.338	21.689	23.900	27.204	30.144	33.687	36.191	43.820
20	8.260	9.237	10.851	12.443	14.578	16.266	19.337	22.775	25.038	28.412	31.410	35.020	37.566	45.315
21	8.897	9.915	11.591	13.240	15.445	17.182	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	36.343	38.932	46.797
22	9.542	10.600	12.338	14.041	16.314	18.101	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	37.659	40.289	48.268
23	10.196	11.293	13.091	14.848	17.187	19.021	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	38.968	41.638	49.728
24	10.856	11.992	13.848	15.659	18.062	19.943	23.337	27.096	29.553	33.196	36.415	40.270	42.980	51.179
25	11.524	12.697	14.611	16.473	18.940	20.867	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	41.566	44.314	52.620
26	12.198	13.409	15.379	17.292	19.820	21.792	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	42.856	45.642	54.052
27	12.879	14.125	16.151	18.114	20.703	22.719	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	44.140	46.963	55.476
28	13.565	14.847	16.928	18.939	21.588	23.647	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	45.419	48.278	56.893
29	14.256	15.574	17.708	19.768	22.475	24.577	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	46.693	49.588	58.302
30	14.953	16.306	18.493	20.599	23.364	25.508	29.336	33.530	36.250	40.256	43.773	47.962	50.892	59.703

For $\nu > 30$, the expression $\sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2\nu - 1}$ may be used as a normal deviate with unit variance

Table D.8 is taken from Table 4 of Fisher and Yates, *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research*, published by Oliver and Boyd Ltd., Edinburgh, by permission of the authors and publishers.

ตารางที่ 4 ค่าของ F ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 5% (แถวบน) และ 1% (แถวล่าง)

ขั้นแห่งความเป็นอิสระ (ของ σ^2 ที่มากกว่า)

df	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞	df
1	161 4,052	200 4,999	216 5,403	225 5,625	230 5,764	234 5,859	237 5,928	239 5,981	241 6,022	242 6,056	243 6,082	244 6,106	245 6,142	246 6,169	248 6,208	249 6,234	250 6,258	251 6,286	252 6,323	253 6,323	253 6,334	254 6,352	254 6,361	254 6,366	1
2	18.51 98.49	19.00 99.00	19.16 99.17	19.25 99.25	19.30 99.30	19.33 99.33	19.36 99.34	19.37 99.36	19.38 99.38	19.39 99.40	19.40 99.41	19.41 99.42	19.42 99.43	19.43 99.44	19.44 99.45	19.45 99.46	19.46 99.47	19.47 99.48	19.47 99.48	19.48 99.49	19.49 99.49	19.49 99.49	19.50 99.50	19.50 99.50	2
3	10.13 34.12	9.55 30.82	9.28 29.46	9.12 28.71	9.01 28.24	8.94 7.91	8.88 27.67	8.84 27.49	8.81 27.34	8.78 27.23	8.76 27.13	8.74 27.05	8.71 26.92	8.69 26.83	8.66 26.69	8.64 26.60	8.62 26.50	8.60 26.41	8.58 26.35	8.57 26.27	8.56 26.23	8.54 26.18	8.54 26.14	8.53 26.12	3
4	7.71 21.20	6.94 18.00	6.59 16.69	6.39 15.98	6.26 15.52	6.16 15.21	6.09 14.98	6.04 14.80	6.00 14.66	5.96 14.54	5.93 14.45	5.91 14.37	5.87 14.24	5.84 14.15	5.80 14.02	5.77 13.93	5.74 13.83	5.71 13.74	5.70 13.69	5.68 13.61	5.66 13.57	5.65 13.52	5.64 13.48	5.63 13.46	4
5	6.61 16.26	5.79 13.27	5.41 12.06	5.19 11.39	5.05 10.97	4.95 10.67	4.88 10.45	4.82 10.27	4.78 10.15	4.74 10.05	4.70 9.96	4.68 9.89	4.64 9.77	4.60 9.68	4.56 9.55	4.53 9.47	4.50 9.38	4.46 9.29	4.44 9.24	4.42 9.17	4.40 9.13	4.38 9.07	4.37 9.04	4.36 9.02	5
6	5.99 13.74	5.14 10.92	4.76 9.78	4.53 9.15	4.39 8.75	4.28 8.47	4.21 8.26	4.15 8.10	4.10 7.98	4.06 7.87	4.03 7.79	4.00 7.72	3.96 7.60	3.92 7.52	3.87 7.39	3.84 7.31	3.81 7.23	3.77 7.14	3.75 7.09	3.72 7.02	3.71 6.99	3.69 6.94	3.68 6.90	3.67 6.88	6
7	5.59 12.25	4.74 9.55	4.35 8.45	4.12 7.85	3.97 7.46	3.87 7.19	3.79 7.00	3.73 6.84	3.68 6.71	3.63 6.62	3.60 6.54	3.57 6.47	3.52 6.35	3.49 6.27	3.44 6.15	3.41 6.07	3.38 5.98	3.34 5.90	3.32 5.85	3.29 5.78	3.28 5.75	3.25 5.70	3.24 5.67	3.23 5.65	7
8	5.32 11.26	4.46 8.65	4.07 7.59	3.84 7.01	3.69 6.63	3.58 6.37	3.50 6.19	3.44 6.03	3.39 5.91	3.34 5.82	3.31 5.74	3.28 5.67	3.23 5.55	3.20 5.48	3.15 5.36	3.12 5.28	3.08 5.20	3.05 5.11	3.03 5.06	3.00 5.00	2.98 4.96	2.96 4.91	2.94 4.88	2.93 4.86	8
9	5.12 10.56	4.26 8.02	3.86 6.99	3.63 6.42	3.48 6.06	3.37 5.80	3.29 5.62	3.23 5.47	3.18 5.35	3.13 5.26	3.10 5.18	3.07 5.11	3.02 5.00	2.98 4.92	2.93 4.80	2.90 4.73	2.86 4.64	2.82 4.56	2.80 4.51	2.77 4.45	2.76 4.41	2.73 4.36	2.72 4.33	2.71 4.31	9
10	4.96 10.04	4.10 7.56	3.71 6.55	3.48 5.99	3.33 5.64	3.22 5.39	3.14 5.21	3.07 5.06	3.02 4.95	2.97 4.85	2.94 4.78	2.91 4.71	2.86 4.60	2.82 4.52	2.77 4.41	2.74 4.33	2.70 4.25	2.76 4.17	2.64 4.12	2.61 4.05	2.59 4.01	2.56 3.96	2.55 3.93	2.54 3.91	10
11	4.84 9.65	3.98 7.20	3.59 6.22	3.36 5.67	3.20 5.32	3.09 5.07	3.01 4.88	2.95 4.74	2.90 4.63	2.86 4.54	2.82 4.46	2.79 4.40	2.74 4.29	2.70 4.21	2.65 4.10	2.61 4.02	2.57 3.94	2.53 3.86	2.50 3.80	2.47 3.74	2.45 3.70	2.42 3.66	2.41 3.62	2.40 3.60	11
12	4.75 9.33	3.88 6.93	3.49 5.95	3.26 5.41	3.11 5.06	3.00 4.82	2.92 4.65	2.85 4.50	2.80 4.39	2.76 4.30	2.72 4.22	2.69 4.16	2.64 4.05	2.60 3.96	2.54 3.86	2.50 3.78	2.46 3.70	2.42 3.61	2.40 3.56	2.36 3.49	2.35 3.46	2.32 3.41	2.31 3.38	2.30 3.36	12
13	4.67 9.07	3.80 6.70	3.41 5.74	3.18 5.20	3.02 4.86	2.92 4.62	2.84 4.44	2.77 4.30	2.72 4.19	2.67 4.10	2.63 4.02	2.60 3.96	2.55 3.85	2.51 3.78	2.46 3.67	2.42 3.59	2.38 3.51	2.34 3.42	2.32 3.37	2.28 3.30	2.26 3.27	2.24 3.21	2.22 3.18	2.21 3.16	13
14	4.60 8.86	3.74 6.51	3.34 5.56	3.11 5.03	2.96 4.69	2.85 4.46	2.77 4.28	2.70 4.14	2.65 4.03	2.60 3.94	2.56 3.86	2.53 3.80	2.48 3.70	2.44 3.62	2.39 3.51	2.35 3.43	2.31 3.34	2.27 3.26	2.24 3.21	2.21 3.14	2.19 3.11	2.16 3.06	2.14 3.02	2.13 3.00	14
15	4.54 8.68	3.68 6.36	3.29 5.42	3.06 4.89	2.90 4.56	2.79 4.32	2.70 4.14	2.64 4.00	2.59 3.89	2.55 3.80	2.51 3.73	2.48 3.67	2.43 3.56	2.39 3.48	2.33 3.36	2.29 3.29	2.25 3.20	2.21 3.12	2.18 3.07	2.15 3.00	2.12 2.97	2.10 2.92	2.08 2.89	2.07 2.87	15
16	4.49 8.53	3.63 6.23	3.24 5.29	3.01 4.77	2.85 4.44	2.74 4.20	2.66 4.03	2.59 3.89	2.54 3.78	2.49 3.69	2.45 3.61	2.42 3.55	2.37 3.45	2.33 3.37	2.28 3.25	2.24 3.18	2.20 3.10	2.16 3.01	2.13 2.96	2.09 2.89	2.07 2.86	2.04 2.80	2.02 2.77	2.01 2.75	16
17	4.45 8.40	3.59 6.11	3.20 5.18	2.96 4.67	2.81 4.34	2.70 4.10	2.62 3.93	2.55 3.79	2.50 3.68	2.45 3.59	2.41 3.52	2.38 3.45	2.33 3.35	2.29 3.27	2.23 3.16	2.19 3.08	2.15 3.00	2.11 2.92	2.08 2.86	2.04 2.79	2.02 2.76	1.99 2.70	1.97 2.67	1.96 2.65	17
18	4.41 8.28	3.55 6.01	3.16 5.09	2.93 4.58	2.77 4.25	2.66 4.01	2.58 3.85	2.51 3.71	2.46 3.60	2.41 3.51	2.37 3.44	2.34 3.37	2.29 3.27	2.25 3.19	2.19 3.07	2.15 3.00	2.11 2.91	2.07 2.83	2.04 2.78	2.00 2.71	1.98 2.68	1.95 2.62	1.93 2.59	1.92 2.57	18
19	4.38 8.18	3.52 5.93	3.13 5.01	2.90 4.50	2.74 4.17	2.63 3.94	2.55 3.77	2.48 3.63	2.43 3.52	2.38 3.43	2.34 3.36	2.31 3.30	2.26 3.19	2.21 3.12	2.15 3.00	2.11 2.92	2.07 2.84	2.02 2.76	2.00 2.70	1.96 2.63	1.94 2.60	1.91 2.54	1.90 2.51	1.88 2.49	19
20	4.35 8.10	3.49 5.85	3.10 4.94	2.87 4.43	2.71 4.10	2.60 3.87	2.52 3.71	2.45 3.56	2.40 3.45	2.35 3.37	2.31 3.30	2.28 3.23	2.23 3.13	2.18 3.05	2.12 2.94	2.08 2.86	2.04 2.77	1.99 2.69	1.96 2.63	1.92 2.56	1.90 2.53	1.87 2.47	1.85 2.44	1.84 2.42	20
21	4.32 8.02	3.47 5.78	3.07 4.87	2.84 4.37	2.68 4.04	2.57 3.81	2.49 3.65	2.42 3.51	2.37 3.40	2.32 3.31	2.28 3.24	2.25 3.17	2.20 3.07	2.15 2.99	2.09 2.88	2.05 2.80	2.00 2.72	1.96 2.63	1.93 2.58	1.89 2.51	1.87 2.47	1.84 2.42	1.82 2.38	1.81 2.36	21
22	4.30 7.94	3.44 5.72	3.05 4.82	2.82 4.31	2.66 3.99	2.55 3.76	2.47 3.59	2.40 3.45	2.35 3.35	2.30 3.26	2.26 3.18	2.23 3.12	2.18 3.02	2.13 2.94	2.07 2.83	2.03 2.75	1.98 2.67	1.93 2.58	1.91 2.53	1.87 2.46	1.84 2.42	1.81 2.37	1.80 2.33	1.78 2.31	22
23	4.28 7.88	3.42 5.66	3.03 4.76	2.80 4.26	2.64 3.94	2.53 3.71	2.45 3.54	2.38 3.14	2.32 3.30	2.28 3.21	2.24 3.41	2.20 3.07	2.14 2.97	2.10 2.89	2.04 2.78	2.00 2.70	1.96 2.62	1.91 2.53	1.88 2.48	1.84 2.41	1.82 2.37	1.79 2.32	1.77 2.28	1.76 2.26	23
24	4.26 7.82	3.40 5.61	3.01 4.72	2.78 4.22	2.62 3.90	2.51 3.67	2.43 3.50	2.36 3.36	2.30 3.25	2.26 3.17	2.22 3.09	2.18 3.03	2.13 2.93	2.09 2.85	2.02 2.74	1.98 2.66	1.94 2.58	1.89 2.49	1.86 2.44	1.82 2.36	1.80 2.33	1.76 2.27	1.74 2.23	1.73 2.21	24
25	4.24 7.77	3.38 5.57	2.99 4.68	2.76 4.18	2.60 3.86	2.49 3.63	2.41 3.46	2.34 3.32	2.28 3.21	2.24 3.13	2.20 3.05	2.16 2.99	2.11 2.89	2.06 2.81	2.00 2.70	1.96 2.62	1.92 2.54	1.87 2.45	1.84 2.40	1.80 2.32	1.77 2.29	1.74 2.23	1.72 2.19	1.71 2.17	25
26	4.22 7.72	3.37 5.53	2.98 4.64	2.74 4.14	2.59 3.82	2.47 3.59	2.39 3.42	2.32 3.29	2.27 3.17	2.22 3.09	2.18 3.02	2.15 2.96	2.10 2.86	2.05 2.77	1.99 2.66	1.95 2.58	1.90 2.50	1.85 2.41	1.82 2.36	1.78 2.28	1.76 2.25	1.72 2.19	1.70 2.15	1.69 2.13	26

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นแห่งความเป็นอิสระ (ของ σ^2 ที่มากกว่า)

n_2	ขั้นแห่งความเป็นอิสระ (ของ σ^2 ที่น้อยกว่า)																						n_2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞	
27	4.21 7.68	3.35 5.49	2.99 4.60	2.73 4.11	2.57 3.79	2.46 3.56	2.37 3.39	2.30 3.26	2.25 3.14	2.20 3.06	2.16 2.98	2.13 2.93	2.08 2.83	2.03 2.74	1.97 2.63	1.93 2.55	1.88 2.47	1.84 2.38	1.80 2.33	1.76 2.25	1.74 2.21	1.71 2.16	1.68 2.12	1.67 2.10	27
28	4.20 7.64	3.34 5.45	2.95 4.57	2.71 4.07	2.56 3.76	2.44 3.53	2.36 3.36	2.29 3.23	2.24 3.11	2.19 3.03	2.15 2.95	2.12 2.90	2.06 2.80	2.02 2.71	1.96 2.60	1.91 2.52	1.87 2.44	1.81 2.35	1.78 2.30	1.75 2.22	1.72 2.18	1.69 2.13	1.67 2.09	1.65 2.06	28
29	4.18 7.60	3.33 5.42	2.93 4.54	2.70 4.04	2.54 3.73	2.43 3.50	2.35 3.33	2.28 3.20	2.22 3.08	2.18 3.00	2.14 2.92	2.10 2.87	2.05 2.77	2.00 2.68	1.94 2.57	1.90 2.49	1.85 2.41	1.80 2.32	1.77 2.27	1.73 2.19	1.71 2.15	1.68 2.10	1.65 2.06	1.64 2.03	29
30	4.17 7.56	3.32 5.39	2.92 4.51	2.69 4.02	2.53 3.70	2.42 3.47	2.34 3.30	2.27 3.17	2.21 3.06	2.16 2.98	2.12 2.90	2.09 2.84	2.04 2.74	1.99 2.66	1.93 2.55	1.89 2.47	1.84 2.38	1.79 2.29	1.76 2.24	1.72 2.16	1.69 2.13	1.66 2.07	1.64 2.03	1.62 2.01	30
32	4.15 7.50	3.30 5.34	2.90 4.46	2.67 3.97	2.51 3.66	2.40 3.42	2.32 3.25	2.25 3.12	2.19 3.01	2.14 2.94	2.10 2.86	2.07 2.80	2.02 2.70	1.97 2.62	1.91 2.51	1.86 2.42	1.82 2.34	1.76 2.25	1.74 2.20	1.69 2.12	1.67 2.08	1.64 2.02	1.61 1.98	1.59 1.96	32
34	4.13 7.44	3.28 5.29	2.88 4.42	2.65 3.93	2.49 3.61	2.38 3.38	2.30 3.21	2.23 3.08	2.17 2.97	2.12 2.89	2.08 2.82	2.05 2.76	2.00 2.66	1.95 2.58	1.89 2.47	1.84 2.38	1.80 2.30	1.74 2.21	1.71 2.15	1.67 2.08	1.64 2.04	1.61 1.98	1.59 1.94	1.57 1.91	34
36	4.11 7.39	3.26 5.25	2.86 4.38	2.63 3.89	2.48 3.58	2.36 3.35	2.28 3.18	2.21 3.04	2.15 2.94	2.10 2.86	2.06 2.78	2.03 2.72	1.98 2.62	1.93 2.54	1.87 2.43	1.82 2.35	1.78 2.26	1.72 2.17	1.69 2.12	1.65 2.04	1.62 2.00	1.59 1.94	1.56 1.90	1.55 1.87	36
38	4.10 7.35	3.25 5.21	2.85 4.34	2.62 3.86	2.46 3.54	2.35 3.32	2.26 3.15	2.19 3.02	2.14 2.91	2.09 2.82	2.05 2.75	2.02 2.69	1.96 2.59	1.92 2.51	1.85 2.40	1.80 2.32	1.76 2.22	1.71 2.14	1.67 2.08	1.63 2.00	1.60 1.97	1.57 1.90	1.54 1.86	1.53 1.84	38
40	4.08 7.31	3.23 5.18	2.84 4.31	2.61 3.83	2.45 3.51	2.34 3.29	2.25 3.12	2.18 2.99	2.12 2.88	2.07 2.80	2.04 2.73	2.00 2.66	1.95 2.56	1.90 2.49	1.84 2.37	1.79 2.29	1.74 2.20	1.69 2.11	1.65 2.05	1.61 1.97	1.59 1.94	1.55 1.88	1.53 1.84	1.51 1.81	40
42	4.07 7.27	3.22 5.15	2.83 4.29	2.59 3.80	2.44 3.49	2.32 3.26	2.24 3.10	2.17 2.96	2.11 2.86	2.06 2.77	2.02 2.70	1.99 2.64	1.94 2.54	1.89 2.46	1.82 2.35	1.78 2.26	1.73 2.17	1.68 2.08	1.64 2.02	1.60 1.94	1.57 1.91	1.54 1.85	1.51 1.80	1.49 1.78	42
44	4.06 7.24	3.21 5.12	2.82 4.26	2.58 3.78	2.43 3.46	2.31 3.24	2.23 3.07	2.16 2.94	2.10 2.84	2.05 2.75	2.01 2.68	1.98 2.62	1.92 2.52	1.88 2.44	1.81 2.32	1.76 2.24	1.72 2.15	1.66 2.06	1.63 2.00	1.58 1.92	1.56 1.88	1.52 1.82	1.50 1.78	1.48 1.75	44
46	4.05 7.21	3.20 5.10	2.81 4.24	2.57 3.76	2.42 3.44	2.30 3.22	2.22 3.05	2.14 2.92	2.09 2.82	2.04 2.73	2.00 2.66	1.97 2.60	1.91 2.50	1.87 2.42	1.80 2.30	1.75 2.22	1.71 2.13	1.65 2.04	1.62 1.98	1.57 1.90	1.54 1.86	1.51 1.80	1.48 1.76	1.46 1.27	46
48	4.04 7.19	3.19 5.08	2.80 4.22	2.56 3.74	2.41 3.42	2.30 3.20	2.21 3.04	2.14 2.90	2.08 2.80	2.03 2.71	1.99 2.64	1.96 2.58	1.90 2.48	1.86 2.40	1.79 2.28	1.74 2.20	1.70 2.11	1.64 2.02	1.61 1.96	1.56 1.88	1.53 1.84	1.50 1.78	1.47 1.73	1.45 1.70	48
50	4.03 7.17	3.18 5.06	2.79 4.20	2.56 3.72	2.40 3.41	2.29 3.18	2.20 3.02	2.13 2.88	2.07 2.78	2.02 2.70	1.98 2.62	1.95 2.56	1.90 2.46	1.85 2.39	1.78 2.26	1.74 2.18	1.69 2.10	1.63 2.00	1.60 1.94	1.55 1.86	1.52 1.82	1.48 1.76	1.46 1.71	1.44 1.68	50
55	4.02 7.12	3.17 5.01	2.78 4.16	2.54 3.68	2.38 3.37	2.27 3.15	2.18 2.98	2.11 2.85	2.05 2.75	2.00 2.66	1.97 2.59	1.93 2.53	1.88 2.43	1.83 2.35	1.76 2.23	1.72 2.15	1.67 2.06	1.61 1.96	1.58 1.90	1.52 1.82	1.50 1.78	1.46 1.71	1.43 1.66	1.41 1.64	55
60	4.00 7.08	3.15 4.98	2.76 4.13	2.52 3.65	2.37 3.34	2.25 3.12	2.17 2.95	2.10 2.82	2.04 2.72	1.99 2.63	1.95 2.56	1.92 2.50	1.86 2.40	1.81 2.32	1.75 2.20	1.70 2.12	1.65 2.03	1.59 1.93	1.56 1.87	1.50 1.79	1.48 1.74	1.44 1.68	1.41 1.63	1.39 1.60	60
65	3.99 7.04	3.14 4.95	2.75 4.10	2.51 3.62	2.36 3.31	2.24 3.09	2.15 2.93	2.08 2.79	2.02 2.70	1.98 2.61	1.94 2.54	1.90 2.47	1.85 2.37	1.80 2.30	1.73 2.18	1.68 2.09	1.63 2.00	1.57 1.90	1.54 1.84	1.49 1.76	1.46 1.71	1.42 1.64	1.39 1.60	1.37 1.56	65
70	3.98 7.01	3.13 4.92	2.74 4.08	2.50 3.60	2.35 3.29	2.23 3.07	2.14 2.91	2.07 2.77	2.01 2.67	1.97 2.59	1.93 2.51	1.89 2.45	1.84 2.35	1.79 2.28	1.72 2.15	1.67 2.07	1.62 1.98	1.56 1.88	1.53 1.82	1.47 1.74	1.45 1.69	1.40 1.62	1.37 1.56	1.35 1.53	70
80	3.96 6.96	3.11 4.88	2.72 4.04	2.48 3.56	2.33 3.25	2.21 3.04	2.12 2.87	2.05 2.74	1.99 2.64	1.95 2.55	1.91 2.48	1.88 2.41	1.82 2.32	1.77 2.24	1.70 2.11	1.65 2.03	1.60 1.94	1.54 1.84	1.51 1.78	1.45 1.70	1.42 1.65	1.38 1.57	1.35 1.52	1.32 1.49	80
100	3.94 6.90	3.09 4.82	2.70 3.98	2.46 3.51	2.30 3.20	2.19 2.99	2.10 2.82	2.03 2.69	1.97 2.59	1.92 2.51	1.88 2.43	1.85 2.36	1.79 2.26	1.75 2.19	1.68 2.06	1.63 1.98	1.57 1.89	1.51 1.79	1.48 1.73	1.42 1.64	1.39 1.59	1.34 1.51	1.30 1.46	1.28 1.43	100
125	3.92 6.84	3.07 4.78	2.68 3.94	2.44 3.47	2.29 3.17	2.17 2.95	2.08 2.79	2.01 2.65	1.95 2.56	1.90 2.47	1.86 2.40	1.83 2.33	1.77 2.23	1.72 2.15	1.65 2.03	1.60 1.94	1.55 1.85	1.49 1.75	1.45 1.68	1.39 1.59	1.36 1.54	1.31 1.46	1.27 1.40	1.25 1.37	125
150	3.91 6.81	3.06 4.75	2.67 3.91	2.43 3.44	2.27 3.14	2.16 2.92	2.07 2.76	2.00 2.62	1.94 2.53	1.89 2.44	1.85 2.37	1.82 2.30	1.76 2.20	1.71 2.12	1.64 2.00	1.59 1.91	1.54 1.83	1.47 1.72	1.44 1.66	1.37 1.56	1.34 1.51	1.29 1.43	1.25 1.37	1.22 1.33	150
200	3.89 6.76	3.04 4.71	2.65 3.83	2.41 3.41	2.26 3.11	2.14 2.90	2.05 2.73	1.98 2.60	1.92 2.50	1.87 2.41	1.83 2.34	1.80 2.28	1.74 2.17	1.69 2.09	1.62 1.97	1.57 1.88	1.52 1.79	1.45 1.69	1.42 1.62	1.35 1.53	1.32 1.48	1.26 1.39	1.22 1.33	1.19 1.28	200
400	3.86 6.70	3.02 4.66	2.62 3.83	2.39 3.36	2.23 3.06	2.12 2.85	2.03 2.69	1.96 2.55	1.90 2.46	1.85 2.37	1.81 2.29	1.78 2.23	1.72 2.12	1.67 2.04	1.60 1.92	1.54 1.84	1.49 1.74	1.42 1.64	1.38 1.57	1.32 1.47	1.28 1.42	1.22 1.32	1.16 1.24	1.13 1.19	400
1000	3.85 6.66	3.00 4.62	2.61 3.80	2.38 3.34	2.22 3.04	2.10 2.82	2.02 2.66	1.95 2.53	1.89 2.43	1.84 2.34	1.80 2.26	1.76 2.20	1.70 2.09	1.65 2.01	1.58 1.89	1.53 1.81	1.47 1.71	1.41 1.61	1.36 1.54	1.30 1.44	1.26 1.38	1.19 1.28	1.13 1.19	1.08 1.11	1000
∞	3.84 6.64	2.99 4.60	2.60 3.78	2.37 3.32	2.21 3.02	2.09 2.80	2.01 2.64	1.94 2.51	1.88 2.41	1.83 2.32	1.79 2.24	1.75 2.18	1.69 2.07	1.64 1.99	1.57 1.87	1.52 1.79	1.46 1.69	1.40 1.59	1.35 1.52	1.28 1.41	1.24 1.36	1.17 1.25	1.11 1.15	1.00 1.00	∞

เอกสารอ้างอิง

ยุพา มานะจิตต์. เอกสารประกอบการเรียนวิชาวิจัยการศึกษา. ฉบับอัดสำเนา พ.ศ. 2530.

รสสุคนธ์ หังสพฤกษ์. สถิติวิเคราะห์เบื้องต้น. ภาควิชาสถิติและคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง พ.ศ. 2528.

วีนัส พิธวณิชย์. สถิติสำหรับนักสังคมศาสตร์. สาขาวิชาคณิตศาสตร์-สถิติ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2527.

อุทุมพร ทองอุไทย. แผนวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมศาสตร์. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2523.

Snedecor and Cochran. Statistical Methods. The Iowa State University Press, 1967.

การทดสอบสมมุติฐานโดย Z - testและ t - test

รศ.ล้วน สายยศ

สมมุติฐานจะเชื่อถือได้จำเป็นต้องมีการทดสอบ การทดสอบสมมุติฐานอาจจะใช้วิธีการแสดงเหตุผลทางตรรกวิทยาหรือทางสถิติก็ได้ แต่เพื่อให้เห็นได้ชัดและสอดคล้องกับข้อมูล ซึ่งส่วนใหญ่เป็นตัวเลข การทดสอบสมมุติฐานจึงนิยมใช้วิธีการทางสถิติ การจะใช้สถิติแบบใด ทดสอบสมมุติฐานหนึ่ง ๆ นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลและความต้องการที่จะทดสอบด้วย เช่น สมมุติฐานที่ว่า "ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงแตกต่างกัน" แบบนี้ตัวแปรต้นคือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิง ตัวแปรตามคือ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ การทดสอบสมมุติฐานแบบนี้ใช้วิธีการทางสถิติแบบหนึ่ง ถ้าสมมุติฐานที่ว่า "ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโรงเรียนขนาดเล็ก ขนาดปานกลาง หรือขนาดใหญ่แตกต่างกัน" ตัวแปรต้นจะมี 3 ตัว คือ นักเรียนที่เรียนโรงเรียนขนาดเล็ก นักเรียนที่เรียนโรงเรียนขนาดกลาง และนักเรียนที่เรียนโรงเรียนขนาดใหญ่ ตัวแปรตามคือ ความสามารถทางคณิตศาสตร์เหมือนเดิม สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานต้องใช้อีกแบบหนึ่ง

ถ้าต้องการทดสอบความแตกต่างของ 2 กลุ่ม หรือ 2 คุณลักษณะของตัวแปร ส่วนใหญ่แล้วจะทำการทดสอบด้วย Z - test หรือ t - test เงื่อนไข หรือข้อตกลงว่าจะใช้การทดสอบชนิดใดนั้น ทางสถิติถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ เพราะสูตรและวิธีการทางสถิติแต่ละอย่างอาศัยข้อตกลงเป็นพื้นฐาน การเลือกวิธีการสถิติมาใช้จึงควรพิจารณาข้อตกลงพื้นฐานของสูตรนั้นด้วย มิฉะนั้นอาจออกมาอาจใช้ไม่ได้ ผลงานวิจัยก็จะขาดความเชื่อถือ

1. การทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของซี (Z - test)

(1) ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นดังนี้

ก. เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มและเป็นอิสระต่อกัน

ข. การแจกแจงประชากรเป็นโค้งปกติ

ค. ขนาดของกลุ่มตัวอย่างใหญ่คือมีจำนวนหน่วยมาก

($n \geq 30$ หรือ 100 ขึ้นไป)

สูตร $$Z = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ เป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม 1

$\bar{X}_2$ เป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม 2

s_1^2 เป็นความแปรปรวนของกลุ่ม 1

s_2^2 เป็นความแปรปรวนของกลุ่ม 2

ตัวอย่าง ใช้แบบทดสอบมาตรฐานคณิตศาสตร์ สอบนักเรียนที่จบชั้นประถมปีที่ 5 จำนวน 250 คน ได้คะแนนเฉลี่ย 20.03 คะแนน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8 คะแนน สอบนักเรียนที่จบชั้นประถมปีที่ 6 จำนวน 230 คน ได้คะแนนเฉลี่ย 23.65 คะแนน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7 คะแนน จงทดสอบว่านักเรียนสองระดับนี้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่

วิธีทดสอบ

ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐานทางสถิติ

$H_0 : \mu_5 = \mu_6$

$H_1 : \mu_5 \neq \mu_6$

ขั้นที่ 2 เลือกระดับนัยสำคัญ

$\alpha = .05$

ขั้นที่ 3 เปิดตารางหาขอบเขตวิกฤติ

$z_{.05} = \pm 1.96$

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าสถิติ

สูตร $z = \dfrac{\bar{X}_5 - \bar{X}_6}{\sqrt{\dfrac{s_5^2}{n_5} + \dfrac{s_6^2}{n_6}}}$

เมื่อ $\bar{X}_5 = 20.03 \quad s_5 = 8, \quad n_5 = 250$

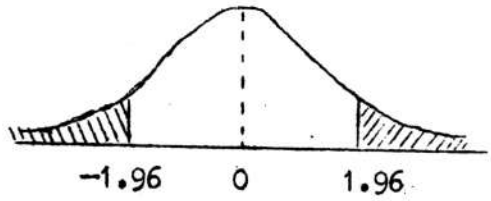
$\bar{X}_6 = 23.65 \quad s_6 = 7, \quad n_6 = 230$

แทนค่า $z = \dfrac{20.03 - 23.65}{\sqrt{\dfrac{8^2}{250} + \dfrac{7^2}{230}}} = \dfrac{-3.62}{\sqrt{\dfrac{64}{250} + \dfrac{49}{230}}}$

$= -\dfrac{3.62}{.685}$

$= -5.285$

ขั้นที่ 5 จากขั้น 3 และ ขั้น 4 ได้ผลดังนี้



∴ reject H_o : $\mu_5 = \mu_6$

accept H_1 : $\mu_5 \neq \mu_6$

∴ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน ป.5 แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยนักเรียน ป.6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = .05$

นั่นแตกต่างกันจริงที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข. ใช้ในการทดสอบนัยสำคัญของสัดส่วน (Test of proportion)

เมื่อเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างจำนวนกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม ใช้สูตรดังนี้

$$z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{pq\left\{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right\}}}$$

เมื่อ p_1 เป็น สัดส่วนของคนที่ตอบว่าเห็นด้วยของกลุ่ม 1 คือ $\left\{\frac{f_1}{n_1}\right\}$

p_2 เป็น สัดส่วนของคนที่ตอบว่าเห็นด้วยของกลุ่ม 2 คือ $\left\{\frac{f_2}{n_2}\right\}$

p เป็น สัดส่วนของคนที่ตอบว่าเห็นด้วยของกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 คือ $\left\{\frac{f_1 + f_2}{n_1 + n_2}\right\}$

q คือ $1-p$

ตัวอย่าง แบบสอบถามฉบับหนึ่งต้องการถามความสมัครใจของนักศึกษาฝึกหัดครูที่อยากไปทำงานในต่างจังหวัด เลือกกลุ่มตัวอย่างชาย 60 คน ตอบว่าอยากไปทำงานต่างจังหวัด 25 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างหญิง 85 คน ตอบอยากไปทำงานต่างจังหวัด 32 คน จงทดสอบว่าจำนวนนักศึกษาที่ตอบอยากไปทำงานต่างจังหวัดระหว่างชายกับหญิงแตกต่างกันหรือไม่

วิธีทำ ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐานทางสถิติ

$$H_0 : P_{ช} = P_{ญ}$$

$$H_1 : P_{ช} \neq P_{ญ}$$

ขั้นที่ 2 เลือกระดับนัยสำคัญ

$$\alpha = .05$$

ขั้นที่ 3 เปิดตารางหาขอบเขตวิกฤติ

$$z_{.05} = \pm 1.96$$

ขั้นที่ 4 คำนวณค่า z ดังนี้

$$z = \frac{p_{ช} - p_{ญ}}{\sqrt{pq\left\{\frac{1}{n_{ช}} + \frac{1}{n_{ญ}}\right\}}}$$

$$p_{ช} = \frac{f_{ช}}{n_{ช}} = \frac{25}{60} = .42$$

$$p_{ญ} = \frac{f_{ญ}}{n_{ญ}} = \frac{32}{85} = .38$$

$$p = \frac{f_{ช} + f_{ญ}}{n_{ช} + n_{ญ}} = \frac{25 + 32}{60 + 85} = \frac{57}{145} = .39$$

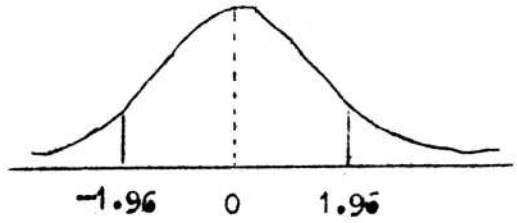
$$q = 1-p = 1 - .39 = .61$$

แทนค่าในสูตร $z = \dfrac{.42 - .38}{\sqrt{.39 \times .61 \left\{\frac{1}{60} + \frac{1}{85}\right\}}}$

$$= \frac{.04}{.08}$$

$$\therefore z = .50$$

ขั้นที่ 5 สรุปผล



$\therefore$ accept $H_o : P_{ช} = P_{ญ}$

reject $H_1 : P_{ช} \neq P_{ญ}$

$\therefore$ จำนวนนักศึกษาชายและหญิงตอบอยากไปทำงานต่างจังหวัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = .05$

2. <u>การทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที</u> (t - test)

ใช้ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยจำแนกสูตรตามข้อตกลงเบื้องต้นดังนี้

(ก) เมื่อมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า

(1) กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มและเป็นอิสระต่อกัน

(2) กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ($n < 30$)

(3) $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

(4) การแจกแจงของประชากรเป็นโค้งปกติ

สูตร $$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)\cdot s_1^2 + (n_2-1)\, s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\left\{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right\}}}$$

เมื่อ $df = n_1 + n_2 - 2$

<u>ตัวอย่าง</u> สุ่มตัวอย่างมาสองกลุ่ม กลุ่มหนึ่งมี 10 คน กลุ่มที่สองมี 12 คน จากมวลประชากรเดียวกัน ให้กลุ่มที่หนึ่งสอนแบบเริ่มด้วยแบบทดสอบแล้วจึงสอนกลุ่มที่สองสอนแบบเดิม ทำการทดลองสอนอยู่ 2 เดือน แล้วเอาข้อสอบคณิตศาสตร์สอบทั้งสองกลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งได้คะแนนเฉลี่ย 15.12 คะแนน ความแปรปรวน 25 คะแนน กลุ่มที่สองได้คะแนนเฉลี่ย 17.63 คะแนน ความแปรปรวน 36 คะแนน จงทดสอบดูว่าผลการทดลองสอน 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้ผลน้อยกว่ากลุ่มที่ 2 จริงหรือไม่

วิธีทำ ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐานทางสถิติ

$H_o : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 < \mu_2$

ขั้นที่ 2 เลือกระดับนัยสำคัญ

$\alpha = .05$

ขั้นที่ 3 เปิดตารางหาขอบเขตวิกฤติ

$t_{.05} = 1.725$

$df = n_1 + n_2 - 2 = 10 + 12 - 2 = 20$

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าสถิติจากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}\left\{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right\}}}$$

เมื่อ $\bar{X}_1 = 15.12 \quad s_1^2 = 25 \quad n_1 = 10$

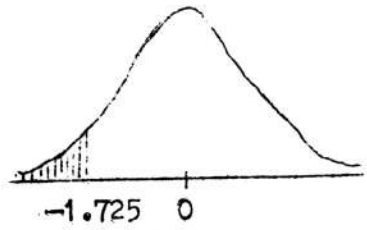
$\bar{X}_2 = 17.63 \quad s_2^2 = 36 \quad n_2 = 12$

แทนค่า $t = \frac{15.12 - 17.63}{\sqrt{\frac{(10-1)25 + (12-1)36}{10+12-2}\left\{\frac{1}{10} + \frac{1}{12}\right\}}}$

$= \frac{-2.51}{\sqrt{\frac{9 \times 25 + 11 \times 36}{20}\left\{\frac{1}{10} + \frac{1}{12}\right\}}}$

$= -1.06$

ขั้นที่ 5 สรุปผล



$\therefore$ accept $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

reject $H_1 : \mu_1 < \mu_2$

$\therefore$ การสอนด้วยวิธีแรกมีผลเท่ากับการสอนด้วยวิธีที่ 2 อย่างเชื่อมั่นได้ทางสถิติที่ $\alpha = .05$

(ข.) เมื่อมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า

1. กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มและเป็นอิสระต่อกัน
2. กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ได้
3. $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$
4. การแจกแจงของประชากรเป็นโค้งปกติ

ใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ $df = \frac{(s_1^2 / n_1 + s_2^2 / n_2)^2}{\frac{(s_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(s_2^2/n_2)^2}{n_2 - 1}}$

ตัวอย่าง โรงเรียนแห่งหนึ่งจัดการเรียนแบบสหศึกษา ต้องการรู้ความสามารถทางภาษาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ว่านักเรียนชายกับนักเรียนหญิงใครเก่งกว่ากัน จึงสุ่มนักเรียนชาย 10 คน นักเรียนหญิง 17 คน เอาข้อสอบมาตรฐานภาษาไทยทำการสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนชายได้คะแนนเฉลี่ย 20 คะแนน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 คะแนน นักเรียนหญิงได้คะแนนเฉลี่ย 25 คะแนน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8 คะแนน จงทดสอบนัยสำคัญระหว่างความสามารถนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงที่ระดับนัยสำคัญที่ .01

วิธีทำ ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐาน

$$H_0 : U_{ญ} - U_{ช} = 0$$

$$H_1 : U_{ญ} > U_{ช}$$

ขั้นที่ 2 เลือกระดับนัยสำคัญ

$$\alpha = .01$$

ขั้นที่ 3 เปิดตารางหาขอบเขตวิกฤต

$$t_{.01} = 2.485$$

$$df = \frac{(S^2_{ญ} / n_{ญ} + S^2_{ช} / n_{ช})^2}{\frac{(S^2_{ญ} / n_{ญ})^2}{n_{ญ} - 1} + \frac{(S^2_{ช} / n_{ช})^2}{n_{ช} - 1}}$$

$$S^2_{ญ} = 8^2 = 64, \quad n_{ญ} = 17$$

$$S^2_{ช} = 5^2 = 25, \quad n_{ช} = 10$$

แทนค่า

$$df = \frac{(64/17 + 25/10)^2}{\frac{(64/17)^2}{17 - 1} + \frac{(25/10)^2}{10 - 1}}$$

$$= \frac{(6.265)^2}{1.58} = 24.84$$

$$= 25$$

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าสถิติ

$$t = \frac{\bar{X}_{ญ} - \bar{X}_{ช}}{\sqrt{\frac{s^2_{ญ}}{n_{ญ}} + \frac{s^2_{ช}}{n_{ช}}}}$$

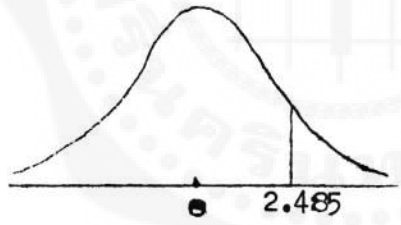
$\bar{X}_{ญ} = 25$, $\bar{X}_{ช} = 20$, $s^2_{ญ} = 64$, $s^2_{ช} = 25$, $n_{ญ} = 17$, $n_{ช} = 10$

แทนค่า $t = \frac{25 - 20}{\sqrt{\frac{64}{17} + \frac{25}{10}}}$

$= \frac{5}{2.508}$

$= 1.998$

ขั้นที่ 5 สรุปผล



∴ accept $H_o : \mu_{ญ} = \mu_{ช}$

reject $H_1 : \mu_{ญ} > \mu_{ช}$

∴ นักเรียนหญิงมีความสามารถทางภาษาไทยไม่แตกต่างจากนักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = .01$ นั่นคือนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายเก่งภาษาไทยพอ ๆ กัน

(ค.) เมื่อมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า

1. เป็นคะแนนที่ได้มาเป็นคู่จากคนเดียวกัน หรือจากคู่ที่มีคุณลักษณะเหมือนกันทุกประการ
2. คู่ของสิ่งที่จะศึกษาต้องมาจากการสุ่มด้วย
3. การแจกแจงคะแนนของมวลประชากรเป็นโค้งปกติ

ในการศึกษาในลักษณะนี้จะเป็นการเปรียบเทียบคะแนนหลังสอนและก่อนสอน (Posttest กับ Pretest) กับคะแนนที่ได้มาเป็นคู่ ๆ (Match pair)

ใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}} \quad \text{เมื่อ} \quad df = N-1$$

เมื่อ D เป็นความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N เป็นจำนวนคู่

ตัวอย่าง สอนผู้เข้ารับการอบรมการวิจัย 10 คน ก่อนสอนสอบดูพื้นฐานก่อน พออบรมได้ 2 เดือน สอบอีกครั้งหนึ่งได้คะแนนดังนี้

คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คะแนนตอนแรก	5	7	9	8	4	6	4	5	7	8
คะแนนตอนหลัง	10	12	15	16	10	9	8	15	8	8

จงทดสอบว่าการอบรมการวิจัยนี้ได้ผลอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐาน

$H_o : \mu_2 = \mu_1$

$H_1 : \mu_2 > \mu_1$

ขั้นที่ 2 เลือกระดับนัยสำคัญ

$\alpha = .05$

ขั้นที่ 3 เปิดตารางหาขอบเขตวิกฤติ

$t_{.05} = 1.833$

$df = N-1 = 10-1 = 9$

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าสถิติ

จากข้อมูลในตาราง

คนที่	สอบครั้งแรก (X)	สอบครั้งหลัง (Y)	ผลต่าง (Y-X)=D	D^2
1	5	10	5	25
2	7	12	5	25
3	9	15	6	36
4	8	16	8	64
5	4	10	6	36
6	6	9	3	9
7	4	8	4	16
8	5	15	10	100
9	7	8	1	1
10	8	8	0	0
Σ			48	312

จากตาราง $\Sigma D = 48$, $\Sigma D^2 = 312$, $N = 10$

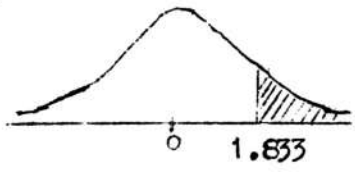
สูตร $$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

แทนค่า $$t = \frac{48}{\sqrt{\frac{10 \times 312 - (48)^2}{9}}}$$

$$= \frac{48}{\sqrt{90.67}} \qquad = \frac{48}{9.52}$$

$$= 5.04$$

ขั้นที่ 5 สรุปผล



reject $H_o : \mu_2 = \mu_1$

accept $H_1 : \mu_2 > \mu_1$

∴ หลังการอบรมแล้วได้ผลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = .01$ นั่นคือการอบรมการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการวิจัยสูงขึ้น

(ง.) การทดสอบนัยสำคัญของค่าสหสัมพันธ์

ใช้สูตร

$$t = r_{XY}\sqrt{\frac{N-2}{1-r_{XY}^2}} \quad \text{เมื่อ} \quad df = N-2$$

กำหนดให้ r_{XY} เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

N เป็นจำนวนสิ่งที่ศึกษา

ตัวอย่าง ถ้าค่า $r_{XY} = .81$ คำนวณมาจากนักเรียน 5 คน จงทดสอบว่าตัวแปร X กับ Y นี้สัมพันธ์กันอย่างเชื่อถือได้หรือไม่

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐานทางสถิติ

$H_o : r_{XY} = o$

$H_1 : r_{XY} \neq o$

ขั้นที่ 2 เลือกระดับนัยสำคัญ

$\alpha = .05$

ขั้นที่ 3 เปิดตารางหาขอบเขตวิกฤต

$t_{.05} = \pm 3.182$

$df = N-2 = 5-2 = 3$

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าสถิติ

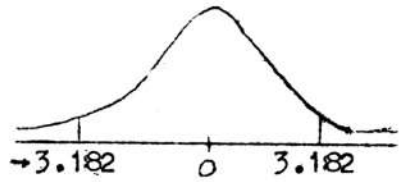
$$t = r_{XY}\sqrt{\frac{N-2}{1-r_{XY}^2}}$$

แทนค่า $t = .81\sqrt{\frac{5-2}{1-.81^2}} = .81\sqrt{\frac{3}{1-.6561}}$

$= .81\sqrt{\frac{3}{.3439}} = .81\sqrt{8.477} = .81 \times 2.91$

$= 2.357$

ขั้นที่ 5 สรุปผล



∴ accept $H_o : r_{XY} = 0$, reject $H_1 : r_{XY} \neq 0$

∴ ตัวแปร X กับ Y ไม่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = .05$
นั่นคือไม่สัมพันธ์กันจริง

เอกสารอ้างอิง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ สถิติวิทยาทางการศึกษา วัฒนาพานิช กรุงเทพ 2522, 286 หน้า

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา บริษัทศึกษาพรจำกัด 2531, 314 หน้า

แบบฝึกหัด

1. ศึกษาความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ผลเป็นดังนี้

	ชาย	หญิง
n	120	135
$\bar{X}$	27.65	22.34
s	8.14	6.58

จงทดสอบความสามารถด้านเหตุผลของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงว่าแตกต่างกันหรือไม่

1.1 ควรใช้สถิติอะไรทดสอบ .....

1.2 กำหนด H_0 : .....

H_1 : .....

1.3 ระดับนัยสำคัญ ( ) = ...

1.4 จากตารางขอบเขตวิกฤติ .....

1.5 สูตรที่ใช้ ..... = $\dfrac{\bar{X}_{ช} - \bar{X}_{ญ}}{\sqrt{\frac{\cdots}{\cdots} \; \frac{\cdots}{\cdots}}}$

1.6 $\bar{X}_{ช} - \bar{X}_{ญ}$ = _ _ _ _ _ _ _ _

1.7 $s^2_{ช}$ = ... $s^2_{ญ}$ = ...

1.8 $\frac{s^2_{ช}}{n_{ช}}$ = ... $\frac{s^2_{ญ}}{n_{ญ}}$ = ...

1.9 ค่าสถิติ ..... = ... = ...

1.10 สรุปผล .....

.....

2. จากการทดลองเด็ก 2 กลุ่ม ผลผรากฏว่า แต่ละคนได้คะแนนดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง ก. 2 5 7 9 6 7 4 8 4

กลุ่มตัวอย่าง ข. 3 6 15 10 8 7 6 9

จงทดสอบคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2 กลุ่มนี้ว่าแตกต่างกันหรือไม่ ให้ระดับความเชื่อมั่น 0.05

3. นำเอาหมูพันธุ์เดียวกัน ที่มีคุณสมบัติเหมือน ๆ กันมาศึกษา 5 คู่ กลุ่มแรกให้กินรำกับเศษข้าว กลุ่มที่ 2 ให้กินรำกับผัก เลี้ยงได้ 3 เดือน น้ำหนักเป็นกิโลกรัมดังนี้

คู่ที่	1	2	3	4	5
กลุ่มที่ 1	49	62	51	64	49
กลุ่มที่ 2	55	60	58	64	53

จงทดสอบว่าการให้อาหารหมู 2 ชนิด มีผลต่อน้ำหนักของหมูแตกต่างกันหรือไม่ $\alpha = .05$

4. สุ่มตัวอย่างคนอ้วน 100 คน ปรากฏว่าชอบกินขนมชั้นจำนวน 80 คน สุ่มคนผอมมา 80 คน ชอบกินขนมชั้น 65 คน จงทดสอบดูว่าจำนวนคนอ้วนและคนผอมที่ชอบกินขนมชั้นแตกต่างกันหรือไม่ ให้ระดับความเชื่อมั่น .05

การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ยุพา มานะจิตต์

การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์มีมาตั้งแต่ ค.ศ. 1859 Sir Francis Galton ชาวอังกฤษ ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของความสูงระหว่างพ่อกับลูก โดยแสดงความสัมพันธ์เป็นกราฟการกระจัดกระจายของจุด (Scatter diagram) ต่อมาในปี ค.ศ. 1896 Karl Pearson นักวิทยาศาสตร์ซึ่งทำงานในห้องทดลองกับ Galton ได้คิดหาวิธีคำนวณโดยใช้สูตรสำหรับเส้นตรงที่เหมาะสมที่สุดซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์และเป็นรากฐานของสูตรการคำนวณ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Pearson จึงนับว่าเป็นบุคคลสำคัญในการพัฒนาเทคนิคทางสถิติคือเทคนิค R ในรอบศตวรรษนั้น

การศึกษาเกี่ยวกับค่าสหสัมพันธ์และการพยากรณ์มีความสำคัญมากในสาขาวิชาจิตวิทยาและวิชาการศึกษา ซึ่งนักจิตวิทยาอาจสนใจหาความสัมพันธ์ของคุณลักษณะภายในของกลุ่มบุคคล นักการศึกษาอาจสนใจหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) หรือค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ เช่นดูว่าคะแนนสอบครั้งแรกและครั้งหลังมีความสัมพันธ์กันเพียงใด ดูผลสอบทางทฤษฎีกับการปฏิบัติมีความสัมพันธ์กันระดับใด เป็นต้น

ในการศึกษาที่มุ่งทราบความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว หรือมากกว่า 2 ตัว โดยไม่สนใจว่าตัวใดเป็นเหตุตัวใดเป็นผลก็จะใช้วิธีการสหสัมพันธ์ (Correlation) แต่ถ้าต้องการวิเคราะห์เพื่อดูอิทธิพลของตัวแปรพยากรณ์หรือตัวแปรอิสระ (ซึ่งแทนด้วยสัญญลักษณ์ X หรือเลข 1, 2, 3 ,...) ไปทำนายตัวแปรเกณฑ์หรือตัวแปรตาม (ซึ่งแทนด้วย Y หรือเลข 1) ก็จะใช้วิธีการของความถดถอย (Regression) ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะวิธีการสหสัมพันธ์

ดัชนีที่ชี้บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว หรือมากกว่า 2 ตัว คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ดัชนีที่อธิบายให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวแปร 2 ตัวคือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation Coefficient) ซึ่งแทนด้วยตัว r และตัวอื่น ๆ ส่วนดัชนีที่อธิบายให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรมากกว่า 2 ตัว คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ แทนด้วยตัว R (Multiple correlation coefficient)

คุณสมบัติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

เพื่อให้การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นไปโดยถูกต้อง ผู้ใช้จำเป็นต้องทราบคุณสมบัติของค่าสถิติค่านี้ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ($-1 \leq r \leq +1$)

$r = 1$ เป็นค่าที่เกิดขึ้นเนื่องจากตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างสมบูรณ์ นั่นคือมีความสัมพันธ์ไปทางเดียวกัน ถ้าค่า X เพิ่มค่า Y เพิ่มตาม ถ้าค่า X ลดค่า Y จะลดตาม และการเพิ่มลดเป็นไปอย่างสม่ำเสมอหรือเป็นสัดส่วนเดียวกัน ถ้าสร้างกราฟการกระจัดกระจายของจุด ทุก ๆ จุดจะอยู่บนเส้นตรงที่เรียงทางขวา หรือมี slope เป็น +

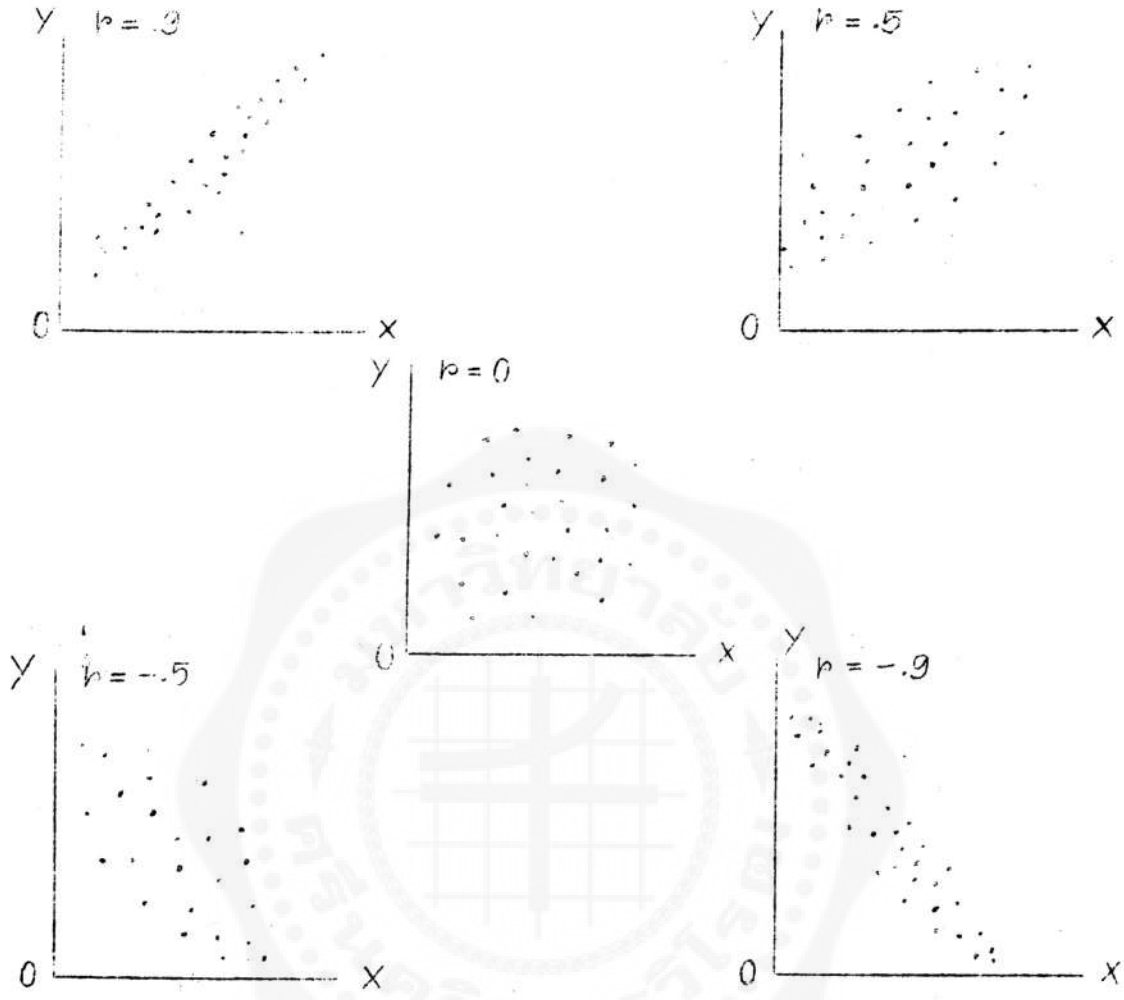
$r = -1$ แสดงว่าตัวแปร 2 ตัว มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างสมบูรณ์ นั่นคือมีความสัมพันธ์ในทางกลับกัน ถ้าค่า X เพิ่มค่า Y จะลดลง ถ้า X ลดลง ค่า Y จะเพิ่มขึ้น มีการเพิ่มลดในลักษณะกลับกันอย่างคงที่ หรือเป็นสัดส่วนเดียวกัน เมื่อสร้างกราฟจะพบว่าทุก ๆ จุดอยู่บนเส้นตรงที่เอียงซ้าย หรือมี slope เป็น -

$r = 0$ หมายความว่าตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง (Linear relationship) แต่อาจมีความสัมพันธ์กันในรูปอื่น

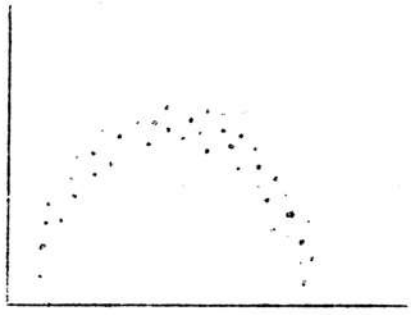
2. ค่าของ r บอกขนาดของความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงว่ามากน้อยเพียงใด ค่า r มีค่าใกล้ 0 แสดงว่ามีความสัมพันธ์เชิงสถิตินอย ถ้ามีค่าใกล้ 1 แสดงว่ามีความสัมพันธ์เชิงสถิติสูง เครื่องหมาย r บอกทิศทางของความสัมพันธ์ ถ้า r เป็น + หมายถึงค่าตัวหนึ่งเพิ่ม ค่าอีกตัวหนึ่งจะเพิ่มด้วย ถ้า r เป็น - ค่าทั้ง 2 ตัวจะมีทิศทางตรงกันข้าม

3. r^2 แสดงให้เห็นอัตราส่วนของความแปรปรวนของตัวแปรหนึ่ง (Y) ที่สามารถอธิบายได้เมื่อรู้ค่าตัวแปรอีกตัวหนึ่ง (X) หรืออาจกล่าวว่าอัตราส่วนของความแปรปรวนของ Y ที่เนื่องมาจากอิทธิพลของความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับ X โดยอธิบายได้จาก regression line ซึ่งคำนวณด้วยวิธีการ least square method สำหรับเรื่องนี้เอกสารฉบับนี้จะไม่กล่าวถึง ท่านจะได้ศึกษาจากเอกสารฉบับต่อไป

4. ความสัมพันธ์ของ X และ Y ที่คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้แตกต่างกัน สามารถแสดงได้ด้วยกราฟการกระจัดกระจายของจุด ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงค่าของ r และความมากน้อยของการกระจัดกระจายของจุด



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของ X และ Y ในรูปเส้นโค้ง ถ้ากำนวณค่า r, ค่าเกือบเป็นศูนย์

5. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวนั้น มีข้อแม้ว่า ตัวแปรทั้งสองนั้นต้องวัดมาจากสมาชิกกลุ่มเดียวกัน เช่นศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนภาษาไทยกับคะแนนคณิตศาสตร์ คะแนนทั้งสองชุดเป็นคะแนนของคนกลุ่มเดียวกัน

6. ค่า r ที่คำนวณได้ เป็นเพียงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่วัดจากข้อมูลที่นำมาคำนวณเท่านั้น

<u>การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย</u>

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีหลายแบบขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลของตัวแปรว่ามีการวัดอยู่ในระดับหรือมาตรา (scale) ใด เช่นลักษณะข้อมูลของตัวแปรที่วัดจัดอยู่ในมาตราบอกจำนวน ก็ใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบหนึ่ง ถ้าลักษณะข้อมูลเป็นชนิดเรียงอันดับ (Ordinal data) ก็ใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบหนึ่ง เพื่อให้การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์เป็นไปโดยถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องกับลักษณะข้อมูล จึงขอสรุปการหาค่าสหสัมพันธ์แต่ละแบบเพื่อเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้ ในที่นี้จะเสนอเฉพาะสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดัคโมเมนต์ (Pearson product moment correlation coefficient), สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมนแรงค์ (Spearman rank corrilation coefficient), สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พอยท์-ไบซีเรียล (Point biserial correlation coefficient) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ฟาย (Phi coefficient แทนด้วย ϕ)

ตาราง 1 แสดงเทคนิคการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ให้สอดคล้องกับลักษณะข้อมูล

ที่	เทคนิค	สัญญลักษณ์	ลักษณะของข้อมูลของ	
			ตัวแปร X	ตัวแปร Y
1	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดัคโมเมนต์	r_{XY}	ข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continous) ซึ่งอยู่ในมาตราแบบช่วง (Interval scale) และอัตราส่วน (Ratio scale)	ข้อมูลเป็นแบบต่อเนื่องเหมือนตัวแปร X
2	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมนแรงค์	r_s	ข้อมูลแบบเรียงอันดับซึ่งจัดอยู่ในมาตราเรียงอันดับ (Ordinal scale)	ข้อมูลเป็นแบบเรียงอันดับหรือไม่ใช่ แต่สามารถจัดอันดับได้
3	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พอยท์ไบซีเรียล	r_{pbis}	ข้อมูลแบบแบ่ง 2 พวกตามธรรมชาติ (True dichotomy) จัดอยู่ในมาตราแบ่งกลุ่มแบ่งพวก (Norminal scale)	ข้อมูลเป็นแบบต่อเนื่อง
		หรือ r_{pbis}	ข้อมูลแบบต่อเนื่อง	ข้อมูลแบบแบ่ง 2 พวกตามธรรมชาติ
4	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ฟาย	ϕ	ข้อมูลแบบแบ่ง 2 พวกตามธรรมชาติ (True dichotomy)	ข้อมูลแบบแบ่ง 2 พวกตามธรรมชาติ
		หรือ ϕ	ข้อมูลแบบแบ่ง 2 พวกตามเกณฑ์ (Forced dichotomy)	ข้อมูลแบ่ง 2 พวกตามเกณฑ์

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดักโมเมนต์ (r_{XY} หรือ ρ_{XY})

ใช้สูตรดังนี้

คำนวณจากกลุ่มตัวอย่าง

$$r_{XY} = \frac{n\Sigma XY - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\left[n\Sigma X^2-(\Sigma X)^2\right]\left[n\Sigma Y^2-(\Sigma Y)^2\right]}}$$

คำนวณจากกลุ่มประชากร

$$\rho_{XY} = \frac{N\Sigma XY - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\left[N\Sigma X^2-(\Sigma X)^2\right]\left[N\Sigma Y^2-(\Sigma Y)^2\right]}}$$

r_{XY} หรือ ρ_{XY} คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดักโมเมนต์

n หรือ N คือจำนวนคู่

X และ Y คือค่าของตัวแปรชุดที่ 1 และชุดที่ 2

ตัวอย่างที่ 1 ผู้สอนวิชาสถิติผู้หนึ่ง ในวันแรกที่เข้าสอนได้ทำการทดสอบพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และทดสอบผลการเรียนวิชาสถิติเมื่อสิ้นภาคเรียน และสุ่มคะแนนของนักเรียนมา 8 คน ปรากฏคะแนนดังนี้

นักเรียนคนที่	1	2	3	4	5	6	7	8
คะแนนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์(X)	2	4	3	7	6	8	11	13
คะแนนวิชาสถิติปลายภาค (Y)	4	6	8	12	14	16	22	26

การคำนวณ

นักเรียนคนที่	คะแนนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ X	คะแนนวิชาสถิติปลายภาค Y	XY	X^2	Y^2
1	2	4	8	4	16
2	4	6	24	16	36
3	3	8	24	9	64
4	7	12	84	49	144
5	6	14	84	36	196
6	8	16	128	64	256
7	11	22	242	121	484
8	13	26	338	169	676
Σ	54	108	932	468	1872

สูตร

$$r_{XY} = \frac{n\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{\left[n\Sigma X^2-(\Sigma X)^2\right]\left[n\Sigma Y^2-(\Sigma Y)^2\right]}}$$

หาค่า ΣX , ΣY , ΣXY , ΣX^2 , ΣY^2 ตามตารางข้างบน

แทนค่า

$$r_{XY} = \frac{8(932)-(54)(108)}{\sqrt{\left[8(468)^2-54^2\right]\left[8(1872)-108^2\right]}}$$

$$= \frac{7456-5832}{\sqrt{\left[3744-2916\right]\left[14976-11664\right]}}$$

$$= \frac{1624}{1656}$$

$$= 0.98$$

ตีความหมายได้ว่า คะแนนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับคะแนนผลการสอบวิชาสถิติปลายภาค มีความสัมพันธ์กันทางบวกสูง นักเรียนกลุ่มนี้ที่ทำคะแนนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ได้ดี ส่วนใหญ่มีแนวโน้มทำคะแนนวิชาสถิติในการสอบปลายภาคได้ดีด้วย

<u>การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมนแรงค์</u> (r_s หรือ ρ_s) ใช้สูตรดังนี้

คำนวณจากกลุ่มตัวอย่าง $r_s = 1 - \frac{6\Sigma D^2}{n(n^2-1)}$
คำนวณจากกลุ่มประชากร $\rho_s = 1 - \frac{6\Sigma D^2}{N(N^2-1)}$

r_s หรือ ρ_s คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมนแรงค์

D คือ ความแตกต่างของลำดับที่ของข้อมูล 2 ชุด

n หรือ N คือ จำนวนคู่

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> ในการประกวดแข่งขันการขอยผม มีผู้เข้าประกวด 8 ราย มีกรรมการตัดสิน 2 ท่าน ผลการตัดสินเป็นอันดับที่ตามคุณภาพ ปรากฏดังนี้

ผู้แข่งขันคนที่	1	2	3	4	5	6	7	8
อันดับการตัดสินของกรรมการคนที่ 1	5	4	8	7	6	3	2	1
อันดับการตัดสินของกรรมการคนที่ 2	4	5	7	6	8	2	1	3

การคำนวณ

ผู้เข้าแข่งขันคนที่	อันดับที่ของการตัดสินของกรรมการ		D	D^2
	คนที่ 1	คนที่ 2		
1	5	4	1	1
2	4	5	-1	1
3	8	7	1	1
4	7	6	1	1
5	6	8	-2	4
6	3	2	1	1
7	2	1	1	1
8	1	3	-2	4
				14

สูตร $\rho_s = 1 - \frac{6\sum D^2}{N(N^2-1)}$

แทนค่า $\rho_s = 1 - \frac{6(14)}{8(8^2-1)}$

$= 1 - \frac{21}{126}$

$= 0.83$

ตีความหมายได้ว่า ผลการตัดสินของกรรมการ 2 คนมีความสอดคล้องกัน

ถ้า $\rho_s^2 = (0.83)^2 = 0.69$

แปลความหมายได้ว่าถ้าทราบผลการตัดสินของกรรมการท่านหนึ่ง ก็สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลการตัดสินของกรรมการอีกท่านได้ร้อยละ 69

ตัวอย่างที่ 3 จงหาความสัมพันธ์ของความสามารถทางศิลปะและคนตรีของนักเรียนที่สุ่มมาศึกษา 7 คน ดังนี้

นักเรียน	คะแนนการสอบวิชา		อันดับที่ในการสอบ	
	ศิลปะ	คนตรี	วิชาศิลปะ	วิชาคนตรี
ปัทมา	55	56	1	2
ปิยพงษ์	50	60	2	1
เพชรรัตน์	50	52	2	3
พัชรา	48	45	4	6
ธนากร	45	52	5	3
พรศรี	40	52	6	3
ทวีชัย	40	43	6	7

ในกรณีข้อมูลที่นำมาจัดอันดับมีค่าซ้ำกันดังตัวอย่าง ให้นำมาจัดอันดับใหม่ เช่น ปิยพงษ์ เพชรรัตน์ ได้อันดับวิชาศิลปะอันดับ 2 เท่ากัน ถ้าจัดเรียงใหม่จะเป็น 2 กับ 3 นำอันดับทั้งสองมาเฉลี่ย จะได้ $\frac{2+3}{2} = 2.5$ และในทำนองเดียวกันอันดับที่ซ้ำอื่น ๆ ก็จัดใหม่เช่นเดียวกันนี้

นักเรียน	อันดับที่ของผลสอบ		D	D^2
	วิชาศิลปะ	วิชาคนตรี		
ปัทมา	1	2	-1	1
ปิยพงษ์	2.5	1	1.5	2.25
เพชรรัตน์	2.5	4	-1.5	2.25
พัชรา	4	6	-2	4
ธนากร	5	4	1	1
พรศรี	6.5	4	2.5	6.25
ทวีชัย	6.5	7	-0.5	0.25
				17

สูตร $r_s = 1 - \frac{6\Sigma D^2}{n(n^2-1)}$

แทนค่า $r_s = 1 - \frac{6(17)}{7(7^2-1)}$

$= 1 - \frac{102}{336}$

$= 0.70$

สรุปได้ว่าความสามารถทางศิลปะและดนตรีของนักเรียนกลุ่มนี้มีความสัมพันธ์กันทางบวกค่อนข้างสูง นักเรียนกลุ่มนี้ที่เก่งศิลปะประมาณครึ่งหนึ่งจะมีแนวโน้มค่อนข้างเก่งดนตรีด้วย แต่ถ้าจะสรุปว่าความสามารถทางศิลปะและทางดนตรีของนักเรียนทั้งประชากรมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ต้องทำการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เสียก่อน ซึ่งจะกล่าวในตอนท้ายของเอกสาร

<u>การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พอยท์ไบซีเรียล</u> (r_{pbis} หรือ ρ_{pbis}) ใช้สูตรดังนี้

คำนวณจากตัวอย่าง $$r_{pbis} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_q}{s_X} \sqrt{pq}$$

คำนวณจากประชากร $$\rho_{pbis} = \frac{\mu_p - \mu_q}{\sigma_X} \sqrt{pq}$$

r_{pbis} หรือ ρ_{pbis} คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พอยท์ไบซีเรียล

$\bar{X}_p$ หรือ μ_p คือค่าเฉลี่ยของตัวแปร X ซึ่งข้อมูลเป็นแบบต่อเนื่องที่มีค่า Y สมมติเป็น 1

$\bar{X}_q$ หรือ μ_q คือค่าเฉลี่ยของตัวแปร X ซึ่งข้อมูลเป็นแบบต่อเนื่องที่มีค่า Y สมมติเป็น 0

p คือสัดส่วนของตัวแปร X ที่มี Y เป็น 1

q คือสัดส่วนของตัวแปร X ที่มี Y เป็น 0

s_X หรือ σ_X คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร X ที่ข้อมูลเป็นแบบต่อเนื่องทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 4 จงหาความสัมพันธ์ของคะแนนภาษาไทยทั้งฉบับ กับคะแนนการตอบคำถามข้อหนึ่งของแบบทดสอบฉบับนี้ โดยสุ่มผลการสอบของนักเรียนมา 5 คน ได้ข้อมูลดังนี้

นักเรียนคนที่	คะแนนภาษาไทย	การตอบข้อสอบข้อที่ 1
1	29	ถูก
2	20	ผิด
3	23	ผิด
4	27	ถูก
5	30	ถูก

การคำนวณ แทนลักษณะข้อมูลที่ตอบถูกด้วย 1 และตอบผิดด้วย 0 แล้วเตรียมตารางใหม่ดังนี้

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบภาษาไทย X	การตอบข้อสอบข้อ 1 Y	$\bar{X}$
1	29	1	841
2	20	0	400
3	23	0	529
4	27	1	729
5	30	1	900
	129		3399

สูตร $r_{pbis} = \dfrac{\bar{X}_p - \bar{X}_q}{s_X}\sqrt{pq}$

หา $s_X = \sqrt{\dfrac{N\ X^2-(\ X)^2}{N(N-1)}}$

$= \sqrt{\dfrac{5(3399)-129^2}{5x4}}$

$= 4.207$

$\bar{X}_p = \dfrac{29+27+30}{3} = \dfrac{86}{3} = 28.667$

$\bar{X}_q = \dfrac{20+23}{2} = \dfrac{43}{2} = 21.5$

$p = \frac{3}{5} = .6$

$q = \frac{2}{5} = .4$

แทนค่าในสูตร $r_{pbis} = \left(\frac{28.667 - 21.5}{4.207}\right) \sqrt{(.6)(.4)}$

$= (1.7036)(.4899)$

$= 0.83$

แปลความหมายได้ว่า คะแนนวิชาภาษาไทยทั้งฉบับมีความสัมพันธ์กับคำตอบข้อที่ 1 ค่อนข้างสูง แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่ของกลุ่มที่สอบวิชาภาษาไทยได้คะแนนดีมีแนวโน้มจะตอบคำถามข้อ 1 ถูก

หมายเหตุ ค่า r_{pbis} จะมีค่าเป็น + หรือ - ไม่ได้แสดงถึงการแปรตามหรือแปรผกผันระหว่างตัวแปรทั้งสอง เครื่องหมายจึงไม่มีความหมายในการตีความ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการสมมติค่า Y ให้ลักษณะใดเป็น 0 หรือ 1 และการกำหนดลักษณะตัวเลข 0, 1 อาจเปลี่ยนเป็นเลขอื่นก็ได้ผลเหมือนเดิม เพราะตัวเลขที่แทนลักษณะเป็นเพียงตัวแบ่งเท่านั้น ไม่ได้นำมาคิดคำนวณด้วย

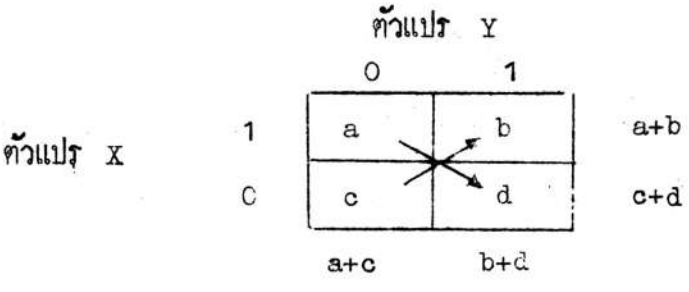
สำหรับการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พอยท์ไบซีเรียลนิยมใช้ในการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของคำถามแต่ละข้อในแบบทดสอบ

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟาย (ϕ)

สูตร $$\phi = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}}$$

วิธีนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว แต่ละตัวแปรแบ่ง 2 พวกตามธรรมชาติหรือตามเกณฑ์ และข้อมูลเป็นลักษณะบอกจำนวนหรือความถี่ จัดอยู่ในมาตราแบ่งพวก (Norminal scale)

ค่าต่าง ๆ ในสูตร ดูจากแผนภูมิต่อไปนี้



ตัวอย่างที่ 5 ต้องการศึกษาว่าเพศกับสถานภาพสมรสมีความสัมพันธ์กันเพียงใด? จากข้อมูลต่อไปนี้

	แต่งงาน	โสด
ชาย	4 (a)	2 (b)
หญิง	1 (c)	5 (d)

การคำนวณ

เพศ \ สถานภาพสมรส	แต่งงาน	โสด	รวม
ชาย	4 (a)	2 (b)	6
หญิง	1 (c)	5 (d)	6
รวม	5	7	12

สูตร $\phi = \dfrac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}}$

แทนค่า $\phi = \dfrac{(4)(5) - (2)(1)}{\sqrt{(4+2)(1+5)(4+1)(2+5)}}$

$= \dfrac{20-2}{\sqrt{(6)(6)(5)(7)}}$

$= \dfrac{18}{35.496}$

$= 0.507$

แสดงว่าในกลุ่มคน 12 คนนี้ เพศกับสถานภาพสมรสมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง จากตารางข้อมูลแสดงให้เห็นว่าเพศชายมีแนวโน้มจะแต่งงานมากกว่าเพศหญิง

นอกจากการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ 2 ตัวแปรแบบต่าง ๆ ที่กล่าวแล้วข้างต้น บางครั้งอาจมีตัวแปรมากกว่า 2 ตัวที่สัมพันธ์กัน ซึ่งจะกล่าวถึงในวิธีคำนวณอีก 2 วิธี คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แยกส่วน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แยกส่วน (Partial correlation coefficient แทนด้วย R)

ในบางครั้งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่หนึ่ง อาจได้ผลมาจากตัวแปรตัวที่ 3 เช่น คะแนนคณิตศาสตร์และคะแนนภาษาไทยมีความสัมพันธ์กับเชาว์ปัญญา ซึ่งดูเหมือนว่าตัวแปรทั้งสามมีความสัมพันธ์กัน ถ้าต้องการทราบว่าคะแนนคณิตศาสตร์กับคะแนนภาษาไทยมีความสัมพันธ์กันเพียงใด ก็ต้องขจัดผลของเชาว์ปัญญาออกไป สหสัมพันธ์แบบแยกส่วนจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

ในที่นี้จะอธิบายเฉพาะการแยกส่วนตัวแปรเกี่ยวออกจากอีก 2 ตัวแปร เรียกว่า สหสัมพันธ์แบบแยกส่วนอันดับแรก (The first-order partial r) มีสูตรดังนี้

$$\text{สูตร} \quad R_{12.3} = \frac{r_{12} - (r_{13}\, r_{23})}{\sqrt{(1-r_{13}^2)(1-r_{23}^2)}}$$

$R_{12.3}$ อ่านว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ 1 กับตัวแปรที่ 2 เมื่อขจัดตัวแปรตัวที่ 3 ออกไป ค่า r_{12} r_{13} r_{23} คำนวณจากสูตรของ Pearson ที่กล่าวไว้ในตอนต้น

<u>ตัวอย่างที่ 6</u> สมมติว่าคะแนนคณิตศาสตร์, คะแนนภาษาไทย และเชาว์ปัญญาเป็นตัวแปร 3 ตัว คือ 1,2 และ 3 ตามลำดับ คำนวณค่า $r_{12} = .60$, $r_{23} = .50$, $r_{13} = .80$ ผู้วิจัยต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคณิตศาสตร์กับคะแนนภาษาไทย โดยขจัดเชาว์ปัญญาออกไป

$$\text{สูตร} \quad r_{12.3} = \frac{r_{12} - (r_{13}\, r_{23})}{\sqrt{(1-r_{13}^2)(1-r_{23}^2)}}$$

$$\text{<u>แทนค่า</u>} \quad r_{12.3} = \frac{.60-(.80)(.50)}{\sqrt{(1-.80^2)(1-.50^2)}}$$

$$= \frac{.60 - .40}{\sqrt{(1-.64)(1-.25)}}$$

$$= \frac{.20}{\sqrt{(.36)(.75)}}$$

$$= .38$$

แสดงว่า เมื่อขจัดเชาว์ปัญญาออกไป ความสามารถทางคณิตศาสตร์กับภาษาไทยของนักเรียนกลุ่มนี้มีความสัมพันธ์กันทางบวกค่อนข้างต่ำ

การคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple correlation coefficient : R)

ใช้กับการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มากกว่า 2 ตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหมาะกับตัวแปรตามตัวหนึ่ง กับตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป สัญญลักษณ์ที่ใช้แทนคือ $R_{1.234...n}$ กำหนดให้ตัวเลขที่อยู่ทางขวาของจุดทศนิยมแทนตัวแปรอิสระหรือตัวพยากรณ์ ฉะนั้นถ้ามีตัวแปรทั้งหมด n ตัว จะเป็นตัวแปรตามหรือตัวเกณฑ์ 1 ตัว ตัวพยากรณ์ n-1 ตัว เพื่อให้ง่ายแก่การเข้าใจเบื้องต้นในที่นี้จะกล่าวถึงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณในรูปที่ง่ายที่สุด คือตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระ 2 ตัว โดยมีสูตรดังนี้

$$R_{1.23} = \sqrt{\frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2(r_{12}\, r_{13}\, r_{23})}{1 - r_{23}^2}}$$

ดังนั้น $R_{1.23}$ คือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปร 1 กับการรวมกันของตัวแปรตัวที่ 2 และ 3

ตัวอย่างที่ 7 สมมติคะแนนสะสมเฉลี่ยของนิสิตชั้นปีที่ 1, คะแนนสอบคัดเลือกเข้าวิชาสามัญ และคะแนนความถนัด เป็นตัวแปร 3 ตัวคือ 1, 2, 3 ตามลำดับ คำนวณค่า

$r_{12} = .50,\ r_{13} = .68,\ r_{23} = .45$

สูตร $$R_{1.23} = \sqrt{\frac{r^2 + r^2 - 2(r_{12}\ r_{13}\ r_{23})}{1 - r_{23}^2}}$$

แทนค่า
$$R_{1.23} = \sqrt{\frac{(.50)^2+(.68)^2-2(.50)(.68)(.45)}{1-(.45)^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{(.25)+(.4624)-0.306}{1-0.2025}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.4064}{0.7979}}$$

$$= .714$$

ค่า $R_{1.23} = .71$ แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยสะสมของนิสิตชั้นปีที่ 1 มีความสัมพันธ์กับการรวมกันของคะแนนสอบคัดเลือกเข้าวิชาสามัญและวิชาความถนัดทางบวกค่อนข้างสูง

นอกจากการคำนวณค่า R ดังตัวอย่างที่ 7 ซึ่งคำนวณค่า R จากคะแนนดิบ (Raw scores) แล้ว เรายังสามารถคำนวณค่า R จากคะแนนมาตรฐาน (Standard scores) วิธีหลังนี้นอกจากต้องหาค่าสัมประสิทธิ์ภายในแล้วยังต้องหาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปของคะแนนมาตรฐาน ซึ่งแทนด้วย β (Beta weight) มีสูตรดังนี้

$$R_{1.23} = \sqrt{\beta_2 r_{12} + \beta_3 r_{13}}$$

เมื่อ $$\beta_2 = \frac{r_{12} - r_{13} r_{23}}{1 - r_{23}^2}$$

$$\beta_3 = \frac{r_{13} - r_{12} r_{23}}{1 - r_{23}^2}$$

ค่า $R_{1.23}$ ที่คำนวณได้จะนำไปสร้างสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Equation) จากสมการดังกล่าวสามารถใช้ทำนายคะแนนสะสมเฉลี่ยของนิสิตชั้นปีที่ 1 แต่ละคนได้ การสร้างสมการถดถอยพหุคูณจะไม่กล่าวไว้ในเอกสารฉบับนี้ ท่านสามารถศึกษาได้จากหนังสือและเอกสารอื่น ๆ

<u>ข้อควรคำนึง</u> ในการหาความสัมพันธ์เชิงเดี่ยวหรือพหุ ที่กล่าวมาแล้วมีสมมติฐานสำคัญคือความเป็นเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม แต่ในความเป็นจริงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอาจเป็นเส้นโค้ง (Curvilinear) ดังภาพที่ 2 ที่เสนอไว้ในตอนต้น จึงอาจก่อให้เกิดความเข้าใจผิดในการตีความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าต่ำใกล้ 0 และอาจไม่มีนัยสำคัญ หากผู้วิจัยไม่ระมัดระวัง ด่วนสรุปว่าตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม และถ้าวิเคราะห์สมการถดถอยด้วยแล้วสรุปว่าตัวแปรอิสระไม่สามารถอธิบายหรือทำนายตัวแปรตามได้ดี ก็จะเป็นการสรุปที่ไม่ถูกต้อง เพราะที่ถูกผู้วิจัยต้องใช้สมการที่สอดคล้องกับรูปแบบของความสัมพันธ์ของตัวแปร ในกรณีเช่นนี้ผู้วิจัยอาจใช้สมการล็อก (logarithm) แทนสมการเส้นตรง ซึ่งผู้อ่านสามารถศึกษาได้จากหนังสือสถิติที่กล่าวถึงเรื่องนี้เฉพาะ

การทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย

ในการทำการวิจัย ถ้ารวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง หรือจากคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แล้ว ต้องทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ **เพื่ออ้างอิงไปยังกลุ่มประชากร** ว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันจริง

การตั้งสมมติฐาน อาจตั้งดังนี้

$H_o : \rho = 0$ หรือ $H_1 : \rho \neq 0$

$H_o : \rho = 0$ หรือ $H_1 : \rho > 0$

$H_o : \quad = 0$ หรือ $H_1 : \quad < 0$

สถิติทดสอบ ใช้ t-test

สูตร $$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

เมื่อ $df = n-2$

r คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

n คือ จำนวนคู่

ตัวอย่างที่ 8 จากข้อมูลในตัวอย่างที่ 1 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โปรดักโมเมนต์ได้ 0.98 จงทดสอบความมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สมมติฐาน $H_o : \rho = 0$

$H_1 : \rho > 0$

คำนวณค่าสถิติทดสอบ

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$= \frac{0.98\sqrt{8-2}}{\sqrt{1-(.98)^2}}$$

$$= 12.06$$

การพิจารณาตัดสินใจ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า t ที่คำนวณได้ $\geq$ t วิกฤติ

หรือ $t \geq (t_{6(.01)} = 3.707)$

ข้อนี้ ค่า t ที่คำนวณมีค่ามากกว่า 3.707

แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มประชากรระหว่างคะแนนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (X) กับคะแนนวิชาสถิติที่สอบปลายภาค (Y) มีค่ามากกว่า 0 นั่นคือคะแนนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สัมพันธ์กับคะแนนวิชาสถิติที่สอบปลายภาคทางบวกสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

<u>การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์พหุคูณ</u>

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่าง ต้องทดสอบนัยสำคัญว่า R ที่คำนวณได้ บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ด้วยระดับความเชื่อมั่นเท่าใด เพื่ออ้างอิงไปยังประชากร การทดสอบใช้สถิติ F ซึ่งมีสูตรดังนี้ (Ferguson, 1981 : 471)

สูตร $$F = \frac{R^2/g}{(1-R^2)/(N-g-1)}$$

เมื่อ R = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

g = จำนวนตัวแปรอิสระหรือจำนวนตัวพยากรณ์ (Predictors)

N = จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

<u>ตัวอย่างที่ 9</u> จากข้อมูลในตัวอย่างที่ 7 คำนวณค่า $R_{1.23}$ ได้ 0.71 จงทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

สมมติฐาน $H_0 : \rho = 0$

$H_1 : \rho > 0$

สถิติทดสอบ $$F = \frac{R^2/g}{(1-R^2)/(N-g-1)}$$

คำนวณค่า F , $F = \frac{(.71)^2/2}{\{1-(.71)^2\}/(12-2-1)}$

$= \frac{0.5041 / 2}{.4959 / 9}$

$= \frac{.2521}{.0551}$

$= 4.575$

พิจารณาตัดสินใจจะปฏิเสธ H_0 ถ้า F ที่คำนวณได้ > F ค่าวิกฤติ

เปิดตารางค่าวิกฤติของ F $F_{.01(2,9)} = 8.02$

$F_{.05(2,9)} = 4.26$

พบว่าค่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 4.26

ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05

สรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยสะสมของนิสิตปีที่ 1 มีความสัมพันธ์กับการรวมกันของคะแนนสอบคัดเลือกเข้าวิชาสามัญและวิชาความถนัดเชิงบวกค่อนข้างสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แบบฝึกปฏิบัติ

1) จากการสอบ 2 วิชาของนักเรียน 10 คน จงคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน-โปรดัคโมเมนต์ จากข้อมูลในตาราง และทดสอบนัยสำคัญที่ระดับ .05 พร้อมความหมาย

นักเรียนคนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คะแนนวิชาเลขานุการ	7	5	6	6	8	7	2	9	4	3
คะแนนวิชาการใช้ภาษา	6	7	5	8	7	6	3	10	3	4

2) ในการประกวดกล้วยไม้ครั้งหนึ่ง มีผู้ส่งเข้าประกวด 6 ราย มีกรรมการตัดสิน 2 คน การตัดสินเชิงคุณภาพเป็นอันดับ ดังข้อมูลในตาราง จงคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พร้อมการสรุปผล

กล้วยไม้	ผลการตัดสินเป็นอันดับของ	
	กรรมการคนที่ 1	กรรมการคนที่ 2
ก	5	4
ข	2	1
ค	6	5
ง	1	2
จ	3	3
ฉ	4	6

3) จากการสอบวิชาสถิติและการถามความรู้สึกต่อการเรียนวิชาสถิติ ปรากฏผลดังนี้ จงหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พร้อมการตีความหมาย

นิสิตคนที่	คะแนนวิชาสถิติ	ความรู้สึก
1	42	ชอบ
2	25	ไม่ชอบ
3	14	ไม่ชอบ
4	30	ชอบ
5	21	ชอบ
6	27	ชอบ

4) จงหาความสัมพันธ์ของข้อสอบ 2 ข้อ พร้อมแปลความหมาย จำนวนผู้ตอบถูกและผิดในแต่ละข้อดังนี้

ข้อสอบข้อที่ 1

จำนวนนักเรียนตอบ

ข้อสอบข้อที่ 2 / จำนวนนักเรียนตอบ	ถูก	ผิด
ถูก	10	5
ผิด	20	5

5) กำหนดให้ X_1 แทนคะแนนคณิตศาสตร์เข้าใจ และ X_2 แทนคะแนนคณิตศาสตร์ปัญหา และ Y แทนคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จงหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ $R_{Y.12}$ ของข้อมูลต่อไปนี้ พร้อมทดสอบความมีนัยสำคัญ

	X_1	X_2	Y
X_1	1.00	.60	.68
X_2		1.00	.79
Y			1.00

การทดสอบสมมติฐาน : X^2 - test

รศ. บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์

1. คำนำ

X^2 (ไค - กำลังสอง) เป็นสถิติทดสอบที่ไม่ใช่พารามิเตอร์ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในงานวิจัยการศึกษาได้มาก การทดสอบชนิดนี้ไม่ต้องการข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับคุณสมบัติของประชากร เช่น ตัวอย่างที่สุ่มมานั้นต้องสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ หรือประชากรแต่ละกลุ่มต้องมีความแปรปรวนเป็นเอกพันธ์กัน นอกจากนั้นการคำนวณค่าสถิติก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน จึงได้รับความนิยมมาก การทดสอบด้วย X^2 สามารถนำไปใช้ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. การทดสอบสารรูปสนิทดี (goodness - of - fit)
2. การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ (test of homogeneity)
3. การทดสอบการเปลี่ยนแปลง

ซึ่งจะแยกกล่าวเป็นกรณี ๆ ไปดังนี้

2. กรณีตัวอย่าง - กลุ่มเดียว : การทดสอบสารรูปสนิทดีด้วย X^2

ถ้าข้อมูลของตัวอย่างกลุ่มหนึ่งจำแนกเป็นประเภทต่าง ๆ หรือเป็นกลุ่ม ๆ และผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาว่า ความถี่ที่วัดได้มีค่าที่พอดีกับความถี่ที่จะศึกษาว่า ความถี่ที่วัดได้มีค่าที่พอดีกับความถี่ที่คาดหวังหรือไม่ สามารถที่จะทำได้โดยการทดสอบด้วย X^2 ซึ่งมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การทดสอบสารรูปสนิทดี (goodness - of - fit test)

สถิติทดสอบนิยามดังนี้

$$X^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O - E)^2}{E} \quad , \quad df = k - 1 \qquad \text{.....(1)}$$

เมื่อ

O = ความถี่ที่วัดได้

E = ความถี่ที่คาดหวัง

k = จำนวนประเภทหรือกลุ่มที่แบ่ง

ตัวอย่าง 1 โยนเหรียญบาทเหรียญหนึ่ง 200 ครั้ง ซึ่งคาดว่าจะเกิดหัว 100 ครั้ง เกิดก้อย 100 ครั้ง แต่จากการนับจากการโยนเหรียญปรากฏว่า เกิดหัว 92 ครั้ง เกิดก้อย 108 ครั้ง เราจะปฏิเสธสมมติฐานที่ว่าเหรียญไม่เที่ยงหรือไม่ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าความถี่ที่วัดได้กับความถี่ที่คาดหวังมีความแตกต่างกันโดยบังเอิญหรือไม่

การทดสอบดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐาน :

ความถี่ของการเกิดหัว - เกิดก้อย มีค่าไม่แตกต่างจากความถี่ที่คาดหวัง

สถิติทดสอบคือ X^2 - test

ขั้นที่ 2 กำหนดเกณฑ์สำหรับปฏิเสธ H_o

สมมติว่าผู้ทดลองกำหนด $\alpha = .05$ และเนื่องจากข้อมูลแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ หัวกับก้อย ดังนั้น $df = k - 1 = 2 - 1 = 1$ ค่าวิกฤตของ $x^2(x^2_{cv})$ ที่ $\alpha = .05$ และ df = 1 เท่ากับ 3.841

ขั้นที่ 3 คำนวณสถิติทดสอบ

ประเภท	O	E	O - E	$(O - E)^2/E$
หัว	92	100	-8	.64
ก้อย	108	100	8	.64
รวม	200	200	0	1.28 $= X^2$

ได้ $X^2 = 1.28$

ขั้นที่ 4 แปลผล

เนื่องจากค่า X^2 ที่คำนวณได้ $(X^2 = 1.28)$ มีค่าไม่เกินกว่าค่าวิกฤต $(X^2_{cv} = 3.841)$ จึงไม่ปฏิเสธ H_o และลงสรุปว่า ความแตกต่างระหว่างความถี่ที่วัดได้และความถี่ที่คาดหวังเป็นไปโดยบังเอิญ นั่นคือการเกิดหัว-เกิดก้อยมีจำนวนเท่า ๆ กัน

ตัวอย่าง 2 นักสังคมวิทยาคนหนึ่ง เชื่อว่าการแจกแจงของประชากรในอาชีพต่าง ๆ 5 อาชีพ ของพื้นที่จังหวัดหนึ่งเป็นดังนี้

20% เป็นเกษตรกร

30% เป็นกรรมกรโรงงาน

30% เป็นข้าราชการ

15% เป็นนักธุรกิจหรือประกอบอาชีพส่วนตัว

5% เป็นผู้จัดการโรงงาน

จากการสำรวจคนในท้องถิ่นนั้น จำนวน 804 คน ปรากฏว่ามีจำนวนคนในอาชีพต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นเป็น 145, 310, 305, 78 และ 26 คน ตามลำดับ จงทดสอบดูว่า

จำนวนคนในอาชีพต่าง ๆ แตกต่างไปจากความเชื่อข้างต้นหรือไม่

การทดสอบดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐาน :

จำนวนคนในพื้นที่จังหวัดนี้มีการแจกแจงของประชากรในอาชีพต่าง ๆ ตามความเชื่อดังกล่าวข้างต้น

ขั้นที่ 2 กำหนดเกณฑ์สำหรับปฏิเสธ H_o

เนื่องจากแบ่งคนเป็น 5 อาชีพ ดังนั้น df = 5-1 = 4 และสมมติว่าต้องการทดสอบที่ α =.05 ค่าวิกฤตของ $X^2 (X^2_{cv})$ ที่ df = 4 มีค่าเป็น 9.488

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าสถิติทดสอบ

ค่าความถี่ที่คาดหวังคำนวณได้โดยการคูณจำนวนคนทั้งหมดในตัวอย่าง (864) ด้วย เปอร์เซนต์ที่คาดว่าจะมีในอาชีพแต่ละประเภท ส่วนความถี่ที่วัดได้และรายละเอียดอื่น ๆ แสดงในตารางต่อไป

อาชีพ	O	E	$(O - E)^2/E$	$R = \frac{O - E}{\sqrt{E}}$
เกษตรกรรม	145	172.8	4.47	-2.12
กรรมกรโรงงาน	310	259.2	9.96	3.16
รับราชการ	305	259.2	8.09	2.84
ธุรกิจ	78	129.6	20.54	-4.53
ผู้จัดการโรงงาน	26	43.2	6.85	-2.62
รวม	864	864	49.91 = X^2	

ขั้นที่ 4 การแปลผล

เนื่องจากค่า X^2 ที่คำนวณได้ (X^2 = 49.91) มีค่าเกินกว่าค่าวิกฤต (X^2_{cv} = 9.488) ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_o และลงสรุปว่า ความถี่ที่วัดได้ และความถี่ที่คาดหวังในอาชีพแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันมากเกินกว่าที่จะเชื่อว่าเกิดขึ้นโดยบังเอิญ นั่นคือ จำนวนคนในแต่ละอาชีพแตกต่างไปจากความเชื่อที่กำหนด

เนื่องจากค่า X^2 คำนวณมาจากความถี่ในประเภทที่แบ่งทั้งหมด ดังนั้น ค่านัยสำคัญของ X^2 จึงไม่สามารถบ่งชี้ว่าความถี่ในกลุ่มใดที่เป็นตัวส่งผลให้เกิดนัยสำคัญทางสถิติ การที่จะหาว่าความถี่ในกลุ่มใดเป็นตัวส่งผลที่สำคัญทำให้ มีนัยสำคัญทางสถิติต้องคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standardized residual) ของความถี่แต่ละกลุ่ม ซึ่งนิยามดังนี้ :

$$R = \frac{O - E}{\sqrt{E}}$$

ถ้าค่า R ที่คำนวณได้ (ไม่คิดเครื่องหมาย) มีค่ามากกว่า 2.0 (ตามที่ Haberman เสนอไว้ ในปี 1984) ผู้วิจัยสามารถสรุปว่าความถี่ในกลุ่มนั้นเป็นตัวส่งผลให้เกิดนัยสำคัญของความแตกต่าง ตามตัวอย่างในตารางข้างต้น ค่า R ของทุกกลุ่มอาชีพมีค่าสูงกว่า 2.0 ผู้วิจัยจึงลงสรุปได้ว่า ความถี่ของทุกกลุ่มอาชีพเป็นตัวส่งผลให้เกิดนัยสำคัญทางสถิติ

3. <u>กรณีตัวอย่าง - สองกลุ่ม : การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ด้วย χ^2</u>

ถ้าข้อมูลของตัวอย่างสองกลุ่ม จำแนกเป็นประเภทต่าง ๆ (หรือเป็นกลุ่มต่าง ๆ) ตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และผู้วิจัยสนใจที่จะเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหนึ่งกับอีกกลุ่มหนึ่งว่ามีความถี่ในแต่ละประเภทแตกต่างกันหรือไม่ สามารถทำได้โดยการทดสอบด้วย χ^2 ซึ่งมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ (χ^2 test of homogeneity)

สถิติทดสอบใช้ χ^2 ตามที่นิยามในสมการ (1) โดยมี df = (c - 1)(r -1) และความถี่ที่คาดหวังนิยามดังนี้ :

ความถี่ที่คาดหวังของแต่ละ cell = $\frac{f_r f_c}{n}$ ------(3)

เมื่อ f_r คือ ความถี่รอบของแถวที่สมนัยกับ cell นั้น

f_c คือ ความถี่รวมของหลักที่สมนัยกับ cell นั้น

3.1 <u>ตัวอย่าง - สองกลุ่ม จำแนกเป็นสองประเภท</u>

<u>ตัวอย่าง 3</u> คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ได้กำหนดนโยบายการบริการวิชาการแก่สังคม โดยจัดโครงการอบรมในช่วงปิดภาคฤดูร้อน คณะผู้วิจัยต้องการทราบความเห็นของอาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ในสองวิทยาเขตว่ามีความเห็นสนับสนุนนโยบายของคณะแตกต่างกันหรือไม่ โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากวิทยาเขต 1 จำนวน 105 คน และจากวิทยาเขต 2 จำนวน 95 คน จากการตอบแบบสอบถามปรากฏผลดังแสดงในตารางต่อไปนี้

	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	รวม
วิทยาเขต 1	86	19	105
วิทยาเขต 2	82	13	95
รวม	168	32	200

การทดสอบดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐาน

อาจารย์วิทยาเขต 1 กับอาจารย์วิทยาเขต 2 มีความเห็นสนับสนุนนโยบายของคณะไม่แตกต่างกัน สมมติว่ากำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ขั้นที่ 2 กำหนดเกณฑ์สำหรับปฏิเสธ H_0

สถิติทดสอบที่ใช้คำนวณจากตารางจำแนก 2 × 2 นี้ คือ X^2 ซึ่งมี

$df = (R-1)(C-1) = (2-1)(2-1) = 1$ ดังนั้น $\alpha = .05$,df=1 $X^2_{cv}=3.841$

ขั้นที่ 3 คำนวณสถิติทดสอบ

คำนวณความถี่ที่คาดหวังของแต่ละ cell ได้ดังนี้

$$\text{cell } 11 = \frac{105 \times 168}{200} = 88.2$$

$$\text{cell } 12 = \frac{105 \times 32}{200} = 16.8$$

$$\text{cell } 21 = \frac{95 \times 168}{200} = 79.8$$

$$\text{cell } 22 = \frac{95 \times 32}{200} = 15.2$$

O	E	O-E	$(O-E)^2/E$
86	88.2	-2.2	.055
19	16.8	2.2	.061
82	79.8	2.2	.288
13	15.2	-2.2	.318
200	200	0	$0.722 = X^2$

ได้ $X^2 = 0.722$

ขั้นที่ 4 แปลผล

เนื่องจาก X^2 ที่คำนวณได้ ($X^2 = 0.722$) มีค่าไม่เกินค่าวิกฤต ($X^2_{cv} = 3.841$) จึงไม่ปฏิเสธ H_0 และลงสรุปว่าอาจารย์ในวิทยาเขต 1 และวิทยาเขต 2 มีความคิดเห็นต่อนโยบายของคณะคล้ายคลึงหรือเป็นเอกพันธ์กัน

สำหรับตารางจำแนก 2 × 2 สามารถทำให้สูตรนี้คำนวณง่ายลง ดังนี้

$$X^2 = \frac{n(AD - BC)^2}{(A + B)(C + D)(A + C)(B + D)} \qquad (4)$$

เมื่อ A,B,C และ D คือ ความถี่ใน cell ต่าง ๆ ของตารางจำแนก 2 × 2 ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$A = 86,\ B = 19,\ C = 82 \qquad D = 13$$

$$X^2 = \frac{200\ [(86 \times 13) - (19 \times 82)]^2}{(86 + 19)(82 + 13)(86 + 82)(19 + 13)}$$

$$= 0.722$$

ซึ่งให้ผลตรงกันกับการใช้สูตรแรก

3.2 ตัวอย่าง - สองกลุ่ม จำแนกเป็นหลายประเภท

ตัวอย่าง 4 อธิการบดีคนใหม่ของมหาวิทยาลัยหนึ่งได้แถลงนโยบายด้านการสอน การวิจัย การบริการวิชาการแก่สังคม และการส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมให้กับอาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ และคณะสังคมศาสตร์ เพื่อทราบความคิดเห็นของอาจารย์แต่ละคณะที่มีต่อนโยบายแต่ละด้านว่าแตกต่างกันหรือไม่ ผู้วิจัยจึงสุ่มอาจารย์จากคณะวิทยาศาสตร์มาจำนวน 105 คน จากคณะสังคมศาสตร์จำนวน 95 คน จากแบบสอบถามพบว่า อาจารย์แต่ละคณะมีผู้เห็นด้วยกับนโยบายด้านต่าง ๆ และความถี่ที่คาดหวัง ดังแสดงในตาราง

นโยบายด้าน

คณะ	การสอน	การวิจัย	บริการวิชาการ	ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม	
วิทย์	68(47.25)	17(13.65)	8(27.30)	12(16.80)	105
สังคม	22(42.75)	9(12.35)	44(24.70)	20(15.20)	95
	90	26	52	32	200

การทดสอบดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐาน :

อาจารย์ของคณะวิทยาศาสตร์และคณะสังคมศาสตร์มีความเห็นด้วยในนโยบายแต่ละด้านไม่แตกต่างกัน

สมมติว่ากำหนดระดับนัยสำคัญที่ .05

ขั้นที่ 2 กำหนดเกณฑ์สำหรับปฏิเสธ H_o

สถิติทดสอบที่ใช้คำนวณสำหรับตารางจำแนก 2 × 4 ของตัวอย่างนี้คือ X^2

$df = (R-1)(C-1) = (2-1)(4-1) = 3$

ดังนั้น $\alpha = .05,\ df = 3\ \ X^2_{cv} = 7.815$

ขั้นที่ 3 คำนวณสถิติทดสอบ

ความถี่ที่คาดหวังของแต่ละ cell คำนวณได้จากสูตร (3) ดังปรากผลในตาราง

O_i	E	(O-E)	$(O-E)^2/E$	$R=(O-E)/\sqrt{E}$
68	47.25	20.75	9.11	3.02
22	42.75	-20.75	10.07	-3.17
17	13.65	3.35	0.82	10.91
9	12.35	-3.35	0.91	-0.95
8	27.30	-19.30	13.64	3.69
44	24.70	19.30	15.08	3.88
12	16.80	-4.80	1.37	1.17
20	15.20	4.80	1.52	1.23
200	200.00	0	$52.52 = X^2$	

ขั้นที่ 4 แปลผล

เนื่องจาก X^2 ที่คำนวณ ($X^2 = 52.52$) มีค่าเกินกว่าค่าวิกฤต ($X^2_{cv} = 7.815$) จึงปฏิเสธ H_o และลงสรุปว่า อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์กับอาจารย์คณะสังคมศาสตร์มีความคิดเห็นต่อนโยบายใหม่ของอธิการบดีในแต่ละด้านไม่เหมือนกัน (ไม่เป็นเอกพันธ์กัน) เพื่อตรวจสอบว่า ตัวที่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างนี้คืออะไร จึงคำนวณค่า R ดังแสดงในตารางข้างต้น และนำค่า R สัมบูรณ์ดังกล่าวมาสรุปดังนี้

		นโยบายด้าน			
		การสอน	การวิจัย	บริการวิชาการ	ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม
คณะ	วิทย์	3.02	0.91	-3.69	-1.17
	สังคม	-3.17	-0.95	3.88	1.23

ซึ่งแสดงว่า จำนวนอาจารย์ที่เห็นด้วยกับนโยบายด้านการสอนของคณะวิทย์มีมากกว่าที่คาดไว้ และของคณะสังคมมีน้อยกว่าที่คาดไว้ ส่วนจำนวนอาจารย์ที่เห็นด้วยกับนโยบายด้านบริการวิชาการของคณะวิทย์มีน้อยกว่าที่คาดไว้ และของคณะสังคมมีมากกว่าที่คาดไว้

4. กรณีตัวอย่าง - หลายกลุ่ม : การทดสอบความเป็นเอกพันธ์

ถ้าข้อมูลที่ศึกษามาจากตัวอย่างหลายกลุ่ม (k กลุ่ม) และจำแนกเป็นประเภทต่าง ๆ หลายประเภท (C > 2) ซึ่งจัดข้อมูลอยู่ในตารางจำแนก R x C (เมื่อ R คือ จำนวนแถว C คือจำนวนหลัก) และผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาว่า ในแต่ละกลุ่ม (k กลุ่ม) จะมีความถี่ในแต่ละประเภทที่จำแนกไว้ (C ประเภท) หรือไม่ สามารถทำได้โดยการทดสอบด้วย x^2 ซึ่งเป็นการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ที่ขยายมาจากตารางจำแนก 2 × C

ตัวอย่าง 5 ในการประชุมครูเพื่อกำหนดนโยบายการทำวิจัย ซึ่งมีครูจากเขตต่าง ๆ 5 เขตจำนวน 390 คน ประธานที่ประชุมต้องการทราบความต้องการทำวิจัยของครูแต่ละเขตว่าจะเลือกทำวิจัยเชิงทดลอง วิจัยเชิงพัฒนา และวิจัยเชิงสำรวจแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งผลการสอบถามปรากฏดังตารางข้างล่าง (หมายเหตุ เนื่องจากครูในเขต 1 และเขต 4 มีจำนวนน้อยจึงนำมายุบรวมกัน)

เขต	วิจัยเชิงทดลอง	วิจัยเชิงพัฒนา	วิจัยเชิงสำรวจ	
I และ II	23(7.27)	11(18.58)	1(9.15)	35
III	40(30.32)	75(77.49)	31(38.19)	144
IV	16(38.01)	107(97.13)	60(47.86)	183
V	2(5.40)	14(13.80)	10(6.80)	26
	81	207	102	390

ค่าที่อยู่ในวงเล็บคือความถี่ที่คาดหวัง

การทดสอบดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐาน :

ครูในแต่ละเขตเลือกวิธีการวิจัยแต่ละวิธีในจำนวนที่ไม่แตกต่างกัน สมมติว่า

กำหนด α = .05

ขั้นที่ 2 กำหนดเกณฑ์สำหรับปฏิเสธ H_0

ที่ $\alpha = .05$ $df = (R - 1)(C - 1) = (4 - 1)(3 - 1) = 6$

ดังนั้น $X^2_{cv} = 16.812$

ขั้นที่ 3 คำนวณสถิติทดสอบ

สถิติทดสอบที่ใช้ในการคำนวณตัวอย่างนี้คือ X^2 ซึ่งผลการคำนวณปรากฏดังตารางต่อไปนี้

O	E	(O - E)	$(O - E)^2/E$	$(O - E)/\sqrt{E}$
23	7.27	15.73	34.03	5.83
11	18.58	-7.58	3.09	-1.76
1	9.15	-8.15	7.26	-2.70
40	30.32	9.68	3.09	1.76
75	77.49	-2.49	0.08	-0.28
31	38.19	-7.19	1.35	-1.16
16	38.01	-22.01	12.75	-3.57
107	97.13	9.87	1.00	1.00
60	47.86	12.14	3.08	1.75
2	5.40	-3.40	2.14	-1.46
14	13.80	0.20	0.00	0.05
10	6.80	3.20	1.51	1.23
390	390.00	0	69.38 $= X^2$	

ได้ค่า $X^2 = 69.39$

ขั้นที่ 4 แปลผล

เนื่องจาก X^2 ที่คำนวณได้ ($X^2 = 69.83$) มีค่าเกินกว่าค่าวิกฤต ($X^2_{cv} = 16.812$) จึงปฏิเสธ H_0 และลงสรุปว่า ครูในเขตต่าง ๆ ต้องการทำวิจัยด้วยวิธีการต่างกัน นั่นคือ ความต้องการทำวิจัยในแต่ละวิธีไม่เป็นเอกพันธ์กัน เพื่อหาตัวส่งผลที่ทำให้เกิดความแตกต่างกันนี้ ผู้วิจัยต้องคำนวณค่า R ซึ่งปรากฏผลดังนี้

เขต	วิจัยเชิงทดลอง	วิจัยเชิงพัฒนา	วิจัยเชิงสำรวจ
I และ II	5.83	-1.76	-2.70
III	1.76	-0.28	-1.16
IV	-3.57	1.00	1.75
V	-1.46	0.05	1.23

ผู้วิจัยลงสรุปว่า มีครูจากเขต I และ II ต้องการทำวิจัยเชิงทดลองมากกว่าที่คาดคะเน แต่ต้องการทำวิจัยเชิงสำรวจน้อยกว่าที่คาดคะเน และมีครูจากเขต IV ต้องการทำวิจัยเชิงทดลองมากกว่าที่คาดคะเน เป็นตัวส่งผลที่สำคัญทำให้ความต้องการทำวิจัยไม่เป็นเอกพันธ์กัน

5. กรณีตัวอย่าง - กลุ่มเดี่ยวที่วัดซ้ำ

ถ้าข้อมูลที่ศึกษามาจากตัวอย่างกลุ่มเดียวกันสองครั้งและจำแนกข้อมูลนั้นเป็นสองประเภท โดยบรรจุลงในตาราง 2 × 2 ซึ่งเป็นการจำแนกข้อมูลจากการวัดครั้งแรกกับครั้งหลัง เพื่อดูว่ามีการเปลี่ยนแปลงการตอบครั้งแรกกับครั้งหลังหรือไม่ สามารถทดสอบการเปลี่ยนแปลงนี้ได้ด้วย ซึ่งมีชื่อเรียกเฉพาะว่า McNemar test ซึ่งนิยามดังนี้

$$X^2 = \frac{(A - D)^2}{A + D} \qquad (5)$$

เมื่อ A, B, C และ D เป็นจำนวนความถี่ดังแสดงในตารางจำแนก 2 x 2

		ทดสอบครั้งแรก: เห็นด้วย	ทดสอบครั้งแรก: ไม่เห็นด้วย
ทดสอบครั้งหลัง	ไม่เห็นด้วย	A	B
	เห็นด้วย	C	D

จำนวนความถี่ A และ D แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของคำตอบครั้งแรกกับครั้งหลัง ส่วน B และ C แสดงถึงคำตอบที่ไม่เปลี่ยนแปลงของครั้งแรกกับครั้งหลัง

ตัวอย่าง 6 คณะกรรมการพัฒนาคุณภาพครูได้จัดโครงการอบรมครูเกี่ยวกับการวิจัยระยะ 3 เดือน และต้องการทราบความคิดเห็นของครูที่มีต่อการอบรมวิจัยครั้งนี้ จึงได้ถามความเห็นของครูก่อนเข้าอบรมและหลังจบการอบรมแล้ว ดังข้อมูลในตารางต่อไปนี้

ก่อนอบรม

หลังอบรม	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
ไม่เห็นด้วย	14 (A)	6 (B)	20
เห็นด้วย	16 (C)	2 (D)	18
	30	8	38

การทดสอบดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐาน

จำนวนการเปลี่ยนแปลงจากเห็นด้วย - ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วย - เห็นด้วยมีค่าเท่ากัน ตามสมมติฐานกลางดังกล่าวหมายความว่าจะมีความถี่ที่คาดหวังใน cell A เท่ากับ ความถี่ที่คาดหวังใน cell D

สมมติว่า กำหนด $\alpha = .05$

ขั้นที่ 2 กำหนดเกณฑ์สำหรับปฏิเสธ H_o

สถิติทดสอบคือ X^2 ในสูตรที่ 5 ซึ่งมี df = 1 และ $\alpha = .05$

ดังนั้น $X^2_{cv} = 3.841$

ขั้นที่ 3 คำนวณสถิติทดสอบ

$$X^2 = \frac{(14 - 2)^2}{14 + 2}$$

$$= 9.00$$

ขั้นที่ 4 แปลผล

เนื่องจาก X^2 ที่คำนวณ ($X^2 = 9.0$) มีค่าเกินกว่าค่าวิกฤต ($X^2_{cv} = 3.841$) จึงปฏิเสธ H_o และลงสรุปว่าความคิดเห็นของครูที่มีต่อการอบรมวิจัย มีการเปลี่ยนแปลงจากเห็นด้วยเป็นไม่เห็นด้วย มากกว่าจากไม่เห็นด้วยเป็นเห็นด้วย

---

6. เอกสารอ้างอิง

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ สถิติประยุกต์สำหรับพฤติกรรมศาสตร์ (ยังไม่ตีพิมพ์)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหนึ่งองค์ประกอบเดียว
(One-Way Analysis of Variance ANOVA)

อ.อาวุธ วัฒนสิน

1. บทนำ (Introduction)

ถ้าในกรณีเรื่องที่วิจัยมีสิ่งที่จะศึกษาหรือทดลอง มากกว่าสองสิ่ง (Treatments) ขึ้นไป เช่น การทดลองวิธีสอน 3 วิธี คือวิธีสอนแบบบรรยาย เป็นกณะ และวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน เพื่อดูว่าวิธีใดจะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากัน หรือวิจัยการปลูกข้าวชนิดต่าง ๆ ด้วยปุ๋ยชนิดเดียวกัน ข้าวชนิดใดให้ผลผลิตต่อไร่มากกว่ากัน เป็นต้น เทคนิคทางสถิติที่ใช้ทดสอบในกรณีดังกล่าวข้างต้น เรียกว่า "One-Way Analysis of Variance" บุคคลแรกที่คิด ANOVA ชื่อนาย Ronald A. Fisher ในปี พ.ศ. 2467 เพื่อใช้วิจัยทางการเกษตร ต่อมาในปี พ.ศ. 2477 นาย G.W. Snedecor ตั้งชื่อว่า "F-Test" เพื่อเป็นเกียรติแก่นาย Fisher ซึ่งในขั้นสุดท้ายของ ANOVA ใช้ F-test ปัจจุบันนี้ ANOVA นำไปใช้แพร่หลายในเกือบทุกสาขาวิชา

2. การวางแบบข้อมูล (Lay-out of Data)

Treatments

I	II	III	...	k
X_{11}	X_{12}	X_{13}	...	X_{1k}
X_{21}	X_{22}	X_{23}	...	X_{2k}
X_{31}	X_{32}	X_{33}	...	X_{3k}
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
X_{n1}	X_{n2}	X_{n3}	...	X_{nk}
Total	$T_1(\Sigma X_{i1})$	$T_2(\Sigma X_{i2})$	$T_3(\Sigma X_{i3})$ ...	$T_k(\Sigma X_{ik})$	$T(\Sigma X_{ij})$
Mean	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$ ...	$\bar{X}_k$	$\bar{X}$

กำหนดให้ X = คะแนน

i = แถวแนวนอน

j = แนวตั้ง

k = จำนวน Treatment

n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

สมมุติว่าผลการทดลองวิธีสอน 3 วิธี จากการสุ่มนักเรียนมาเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน ซึ่งสามารถบรรจุลงในตารางการวางแบบข้อมูลดังนี้

วิธีสอน

	คนเดียว	คณะ	โปรแกรม	
	5	5	6	
	3	3	4	
	1	3	4	
	4	1	2	
	2	4	3	
Total	15	16	19	50
Mean	3	3.2	3.8	3.33

3. The Linear Model

เนื่องจากผลการทดลองซึ่งวัดออกมาเป็นคะแนน จะมีลักษณะเพิ่มขึ้นหรือลดลง (Elevation or Depression) เพราะมาจากสาเหตุ 4 ประการคือ (1) สภาพการทดลอง (Experiment Condition) ซึ่งได้แก่ treatment ที่ใส่ใน subjects ต่าง ๆ (2) ลักษณะเฉพาะของสิ่งที่ถูกทดลอง (Individual Characteristics of the Subject) ได้แก่ สติปัญญา ความพร้อม ความถนัด (3) ความไม่คงที่ของสิ่งที่ถูกทดลอง (Chance Fluctuation in the Subject) ได้แก่ ความสนใจ การเจ็บป่วย ความตั้งใจ การเรียนพิเศษ (4) สภาพแวดล้อมของการทดลอง (Environment Conditions) เช่น ห้องเรียน เวลาที่ใช้ทดลอง เป็นต้น จากสาเหตุดังกล่าวนี้เขียนเป็นรูปแบบสมการเส้นตรง (Linear Model) ได้ดังนี้

$X_{ij} = \mu + \alpha_j + e_{ij}$

X_{ij} = คะแนนที่ได้จากการทดลอง

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร (Grand Mean of Treatment population) ซึ่งเป็นค่าคงที่

α_j = ผลของการให้ treatment (Treatment Effect of population-j) ที่เกิดจากสาเหตุข้อที่ 1 และเป็นสิ่งที่ต้องการวิจัย

e_{ij} = ความคลาดเคลื่อนที่มีผลกระทบต่อ X_{ij} ซึ่งเกิดจากสาเหตุข้อ 2 - 3 - 4

4. การกะประมาณค่าประชากรของรูปแบบสมการเส้นตรง (Estimating the Parameters of the Linear Model)

เพื่อที่จะพิสูจน์ว่า $X_{ij} = \mu + \alpha_j + e_{ij}$ จริงหรือไม่ ในความเป็นจริงแล้วค่า Parameters : μ, α_j และ e_{ij} ย่อมไม่สามารถหาได้ นักวิจัยจึงใช้วิธีกะประมาณค่าจากตัวอย่างแทนดังนี้

กำหนดให้ $\bar{X} = \mu$, $\alpha_j = \bar{X}_j - \bar{X}$ $\qquad e_{ij} = X_{ij} - \bar{X}_j$

จาก $\quad X_{ij} = \mu + \alpha_j + e_{ij}$

$$X_{ij} = \bar{X} + (\bar{X}_j - \bar{X}) + (X_{ij} - \bar{X}_j) \qquad (1)$$

จากข้อมูลในตารางแสดงผลการสอน 3 วิธี สมมุติว่าคะแนนของนายอัครพล อยู่ที่ $X_{41} = 4$ เพื่อดูว่า 4 คะแนนนี้ประกอบด้วย $\mu + \alpha_j + e_{ij}$ จริงไหม โดยแทนค่าลงในสมการ (1)

$$\bar{X}_{41} = \bar{X} + (\bar{X}_1 - \bar{X}) + (X_{41} - \bar{X}_1)$$

$$= 3.33 + (3 - 3.33) + (4 - 3)$$

$$4 = 3.33 - 0.33 + 1.00$$

$$4 = 3 + 1$$

5. การกระจายผลรวมกำลังสอง (Partition of the Total Sum of Squares)

จากการกะประมาณค่า Parameters ด้วยข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง พบว่าแต่ละคะแนนกระจายห่างจาก $\bar{X}$ ต่าง ๆ กัน แต่การดูการกระจายแต่ละคะแนนย่อมยากในการแปลความหมายและไม่สามารถสรุปโดยส่วนรวมได้ จึงทำการรวมการกระจายของแต่ละคะแนนที่ห่างจาก $\bar{X}$ เข้าทั้งหมดในรูปของกำลังสอง แล้วจึงแยกการกระจายนั้นออกเป็นการกระจายระหว่าง Treatment กับการกระจายภายใน Treatment วิธีการดังกล่าวเรียกว่า "Partition of the Total Sum of Squares" ซึ่งเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}(X_{ij} - \bar{X})^2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}(\bar{X}_j - \bar{X})^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}(X_{ij} - \bar{X}_j)^2$$

Total Sum of Squeares = Sum of Squares between Groups + Sum of Squares within Groups

$$SS_t = SS_b + SS_w$$

6. Mean Squares คือ Sum of Squares หารด้วย Degree of Freedom

$$\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}(X_{ij}-\bar{X})^2}{N-1} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}(\bar{X}_j-\bar{X})^2}{k-1} + \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}(X_{ij}-\bar{X}_j)^2}{N-k}$$

ซึ่งเมื่อนำไปเทียบกับสูตร $s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X})^2}{n-1}$ จะเห็นได้ว่าเกือบจะเหมือนกันทุกประการ จึงกล่าวได้ว่า Mean Squares ก็คือความแปรปรวนนั่นเอง

7. อัตราส่วน F (F-ratio) เป็นขั้นสุดท้ายของ ANOVA เพื่อดูว่าสัดส่วนระหว่าง $\frac{MS_b}{MS_w}$ ต่างกันมากน้อยเพียงใด ถ้า $F = \frac{MS_b}{MS_w}$ มีค่ามาก แสดงว่ามีความแปรปรวนมาก และเป็นทำนองเดียวกันในทางตรงข้าม

8. ข้อตกลงเบื้องต้น (Assumptions)

1. กลุ่มตัวอย่างต่าง ๆ จะต้องได้มาโดยการสุ่ม
2. กลุ่มตัวอย่างต่าง ๆ นั้นจะต้องเป็นอิสระ
3. ประชากรที่กลุ่มตัวอย่างได้รับการสุ่มมานั้นจะต้องแจกแจงเป็นปกติ
4. ความแปรปรวนของประชากรที่กลุ่มตัวอย่างได้รับการสุ่มมานั้นจะต้องเป็นเอกพันธ์ $(\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \ldots \sigma_k^2)$

จะเห็นว่า Assumptions ในข้อที่ 1 และ 2 ผู้วิจัยสามารถทำได้ (Manageability) และให้เกิดความเชื่อถือได้ (Credibility) โดยเทคนิคการสุ่ม แต่สำหรับข้อ 3 นาย Pearson และ Norton (อ้างมาจาก Lindquist) ได้ทำการศึกษาพบว่าถ้าการแจกแจงของข้อมูลที่ไม่เป็นปกติ มีผลต่อ

การใช้ ANOVA ให้เกิดความคลาดเคลื่อนแบบหนึ่ง (Type 1-error) เพียงเล็กน้อย เท่านั้น ส่วนข้อที่ 4 นั้น Cochran และ Norton (อ้างมาจาก Linquist) พบว่าถ้าให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษาเท่ากันแล้ว จะไม่มีผลกระทบต่อความเป็นเอกพันธ์ของ σ^2 ต่าง ๆ ส่วน Box และ Anderson พบว่าถ้าจำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน จะมีผลกระทบต่อความเป็นเอกพันธ์ของ σ^2 ต่าง ๆ จึงมีผู้คิดสถิติเพื่อการทดสอบว่า σ^2 ต่าง ๆ เป็นเอกพันธ์หรือไม่ เช่น Bartlett, Cochran เป็นต้น

9. ขั้นตอนในการคำนวณ (Computational Procedures)

(1) ตั้งสมมุติฐานทางสถิติ (State the Statistical Hypotheses)

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \cdots \mu_k$

H_1 : ค่าเฉลี่ยประชากรอย่างน้อย 2 ค่าที่แตกต่างกัน (At least two of the population means are not equal)

(2) กำหนดระดับนัยสำคัญ (Specify Level of Significance)

α = 0.05 หรือ 0.01

(3) กำหนดค่าวิกฤต (Specify critical Value)

ถ้า $F > F_{\alpha ;(k-1),(N-k)}$ จะ reject H_o

(4) การคำนวณ (Computations) จากสูตรต่อไปนี้

$$SS_t = SS_b + SS_w$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} (X_{ij} - \bar{X})^2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} (\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} (X_{ij} - \bar{X}_j)^2$$

แต่เนื่องจากสูตรนี้ไม่สะดวกในการนำไปใช้การคิดคำนวณ จึงปรับสูตรนี้เสียใหม่ (Correction Term) ดังนี้

$$\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N}\right) = \left(\sum_{j=1}^{k} \frac{T_j^2}{n_j} - \frac{T^2}{N}\right) + \left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} X_{ij}^2 - \frac{T_i^2}{n_j}\right)$$

$$SS_t = SS_b + SS_w$$

ในทางปฏิบัติเพื่อความสะดวกและรวดเร็ว จะหา SS_w โดยวิธีพีชคณิตคือ

$$SS_w = SS_t - SS_b$$

(5) ตารางสรุปการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA Summary Table)

Source of Variation	S.S.	d.f.	M.S.	F
between groups	SS_b	k-1	$\frac{SS_b}{k-1}$	$\frac{MS_b}{MS_w}$
Within groups	SS_w	N-k	$\frac{SS_w}{N-k}$	XXX
Total	SS_t	N-1	XXX	XXX

(6) การสรุป (Conclusion) ถ้า $F > F_{\alpha\,;\,(k-1),(N-k)}$ จะ reject Ho สรุปว่ามีค่าเฉลี่ยของประชากรอย่างน้อย 2 ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็ไม่รู้ว่าค่าใดบ้างจึงต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparison)

10. ข้อสังเกต

มักจะมีผู้สงสัยว่าทำไมจึงต้องไปใช้ ANOVA ให้เกิดความยุ่งยากและเสียเวลาต่อกระบวนการคำนวณ ซึ่งถ้าใช้ t-test จะสะดวกและง่ายต่อการคำนวณมากกว่า แท้ที่จริงแล้วข้อสงสัยหรือความเข้าใจดังกล่าวเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง เพราะว่า

(1) ถ้ามีหลาย Treatment การใช้ t-test เปรียบเทียบทีละคู่ จะเสียเวลามากกว่า ANOVA เช่น ถ้ามี 5 Treatment จะต้องใช้ t-test ทดสอบถึง 10 ครั้ง

(2) การใช้ t-test ทดสอบทีละคู่ จาก Treatment ต่าง ๆ นั้น จะทำให้คู่หลัง ๆ ขาดความเป็นอิสระ จึงทำให้เกิด Type 1 error มากกว่า ANOVA

ตัวอย่าง นิสิตปริญญาโทผู้หนึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะวิจัยว่าวิธีสอนใดให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสุด จึงทำการสุ่มนักเรียน ป.6 มา 25 คน แล้วสุ่มลงในวิธีสอน 5 วิธี ๆ ละ 5 คน เมื่อทำการทดลองจบ ใช้แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพทดสอบกลุ่มตัวอย่างนี้ ปรากฏผลดังตารางต่อไปนี้

วิธีสอน

	I	II	III	IV	V	
	5	9	3	2	7	
	4	7	5	3	6	
	8	8	2	4	9	
	6	6	3	1	4	
	3	9	7	4	7	
Total	26	39	20	14	33	132
Mean	5.2	7.8	4.0	2.8	6.6	5.28

วิธีทำ I การตั้งสมมุติฐานทางสถิติ

Ho : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

H_1 : ค่าเฉลี่ยประชากรอย่างน้อย 2 ค่า หรือ 1 คู่ แตกต่างกัน

II การกำหนดระดับนัยสำคัญ

$\alpha = 0.05$

III การกำหนดค่าวิกฤต

ถ้า $F > F_{\alpha ;(k-1),(N-k)}$ คือถ้า $F > F_{.05,4,20}$

หรือ $F > 2.87$ จะ reject H_o

IV การคำนวณ

$$SS_t = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N} = 5^2+4^2+8^2+ \ldots +7^2 - \frac{132^2}{25}$$

$$= 834 - 696.96 = 137.04$$

$$SS_b = \sum_{j=1}^{k} \frac{T_j^2}{n_j} - \frac{T^2}{N} = \frac{26^2}{5}+\frac{39^2}{5}+\frac{20^2}{5}+\frac{14^2}{5}+\frac{33^2}{5}-\frac{132^2}{25}$$

$$= 776.40 - 696.96 = 79.44$$

$$SS_w = SS_t - SS_b = 137.04 - 79.44 = 57.60$$

V. ตารางสรุปการวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of Variation	S.S.	d.f.	M.S.	F
between groups	79.44	4	19.86	$\frac{19.86}{2.88} = 6.90$ *
within groups	57.60	20	2.88	XXX
Total	137.04	24	XXX	XXX

VI. สรุป

$\therefore F > F_{.05,\ 4,\ 20}$ คือ $6.90 > 2.87$ จึง reject H_o

สรุปได้ว่าอย่างน้อยมีค่าเฉลี่ยประชากร 1 คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

** ทำการเปรียบเทียบพหุคูณด้วย S-method (Scheffe')

	$\bar{X}_4$ (2.8)	$\bar{X}_3$ (4.0)	$\bar{X}_1$ (5.2)	$\bar{X}_5$ (6.6)	$\bar{X}_2$ (7.8)
X_4(2.8)	-	1.2	2.4	3.8*	5.0*
X_3(4.0)	-	-	1.2	2.6	3.8*
X_1(5.2)	-	-	-	1.4	2.6
X_5(6.6)	-	-	-	-	1.2
X_2(7.8)	-	-	-	-	-

$$\sqrt{(k-1)\,F_{\alpha\ ;(k-1),(N-k)}} \times \sqrt{MS_w\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \cdots \frac{1}{n_k}\right)}$$

$$4 \times 2.87 \times \sqrt{\frac{2 \times 2.88}{5}} = \sqrt{11.48} \times \sqrt{1.152} = 3.64$$

สรุปได้ว่า วิธีสอนที่ 2 กับ 4, 2 กับ 5 และ 2 กับ 3 ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

แบบฝึกหัด

1. นักวิจัยผู้หนึ่งต้องการศึกษาว่านิสิตปริญญาโทสาขาบริหารเรียนด้วยวิธีสอนใดจึงจะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิจัยเบื้องต้นสูงสุด เขาจึงสุ่มนิสิตมา 3 กลุ่ม เมื่อทำการทดลองจบ ทดสอบด้วยแบบทดสอบที่มีคุณภาพ ปรากฏดังในตารางต่อไปนี้

บรรยายตลอด	บรรยายเฉพาะสถิติ	ให้ค้นคว้ามารายงานหน้าชั้น
4	13	2
3	15	1
3	15	1
6	17	4

ถ้าเขาตั้งระดับนัยสำคัญที่ .05 ผลการวิจัยนี้เป็นอย่างไร

2. ในการทดลองวิธีการให้แบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ชั้น ป. 6 3 วิธี คือ อธิบายตัวอย่างแล้วให้ทำแบบฝึกหัดเป็นระยะ (A_1) อธิบายแล้วให้ทำแบบฝึกหัดเป็นระยะพร้อมเฉลยคำตอบ (A_2) อธิบายแล้วให้ทำแบบฝึกหัดรวบยอด (A_3) เมื่อทดลองจบบทเรียนทำการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยแบบทดสอบที่มีคุณภาพ ปรากฏดังตารางต่อไปนี้

A_1 :	9	8	8	6	5	4	4	4
A_2 :	6	6	5	4	4	3	2	2
A_3 :	9	8	7	7	7	6	5	

ถ้ามีสมมุติฐานการวิจัยว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากการให้แบบฝึกหัด 3 วิธีนี้จะแตกต่างกัน ผลการวิจัยนี้จะสรุปได้ว่ากระไรที่ $\alpha = 0.05$

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสององค์ประกอบ

(Two-Way Analysis of Variance=2-way ANOVA)

อ.อาวุธ วัฒนสิน

1. บทนำ

ในการตัดสินใจใช้ 2-way ANOVA วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการวิจัย ก็ต่อเมื่อมีตัวแปรที่จะศึกษาทดลองสองตัวแปร หรือสององค์ประกอบ และในแต่ละองค์ประกอบมีหลายระดับ ซึ่งผู้วิจัยสงสัยว่ามีองค์ประกอบใดบ้างที่มีผลต่อตัวแปรตาม และในองค์ประกอบนั้น ๆ ที่ระดับใดบ้างที่มีผลร่วมกันต่อตัวแปรตาม เช่น ในการทดลองวิธีสอนคณิตศาสตร์ 3 วิธี โดยครูต่างเพศ เพื่อจะศึกษาว่าวิธีสอนใด และเพศใดที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกัน และทั้งวิธีสอนใดกับเพศใดที่ร่วมกันส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์แตกต่างกัน จากตัวอย่างนี้จะเห็นว่า วิธีสอนเป็นองค์ประกอบหนึ่งซึ่งมี 3 ระดับ คือ วิธีสอน 3 วิธี และเพศของครูเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งซึ่งมี 2 ระดับ คือ ชาย และหญิงเป็นต้น

เนื่องจาก 2-way ANOVA มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล ซึ่งมีสูตรในการคำนวณแตกต่างกัน และมีชื่อต่างกันด้วย เช่น ถ้าในแต่ละเซล (cell) มีจำนวนตัวอย่างเดียว ($n = 1$) เรียกว่า "2-way ANOVA, Single Observation per Cell" แต่ถ้ามีจำนวนตัวอย่างในแต่ละเซลมากกว่าหนึ่ง ($n > 1$) และไม่เท่ากันเรียกว่า "2-way ANOVA, Several Observations Unequal Cell" และ ถ้ามีจำนวนตัวอย่างในแต่ละเซลมากกว่าหนึ่ง ($n > 1$) และเท่ากัน เรียกว่า "2-way ANOVA, Several Observations Equal Cell" เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะชนิดหลังเท่านั้น เพราะว่าเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

2. การวางแบบข้อมูล (Lay cut of data) ชนิด 2-Way ANOVA, Several Observations Equal Cell

เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้น จะกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

A = เป็นองค์ประกอบหนึ่งมีระดับ α_j เมื่อ $j = 1, 2, 3, \ldots, c$

B = เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งมีระดับ β_i เมื่อ $i = 1, 2, 3, \ldots, r$

k = แสดงลำดับที่ของตัวอย่าง (n) ภายในแต่ละเซล เมื่อ

$k = 1, 2, 3, \ldots, n$

X = คะแนนที่ได้จากการวัดหรือผลการทดลอง

T_{ij} = ผลรวมของคะแนนในแถวที่ i คอลัมน์ที่ j

$T_{r.}$ = ผลรวมของคะแนนในแถวที่ r

$T_{.c}$ = ผลรวมของคะแนนในคอลัมน์ที่ c

$T_{...}$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\bar{X}_{r}$ = คะแนนเฉลี่ยในแถวที่ r

$\bar{X}_{.c}$ = คะแนนเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ c

$\bar{X}_{...}$ = คะแนนเฉลี่ยทั้งหมด

B \ A	A_1	A_2	A_3	... A_c	Total	Mean
B_1	X_{111} X_{112} X_{113} ⋮ X_{11n}	X_{121} X_{122} X_{123} X_{12n}	X_{131} X_{132} X_{133} X_{13n}	$\ldots X_{1c1}$ $\ldots X_{1c2}$ $\ldots X_{1c3}$ $\ldots X_{1cn}$		
T_{ij}	...	...	...	...	$T_{1..}$	$\bar{X}_{1..}$
B_2	X_{211} X_{212} X_{213} ⋮ X_{21n}	X_{221} X_{222} X_{223} X_{22n}	X_{231} X_{232} X_{233} X_{23n}	$\ldots X_{2c1}$ $\ldots X_{2c2}$ $\ldots X_{2c3}$ $\ldots X_{2cn}$		
T_{ij}	...	...	...	..	$T_{2..}$	$\bar{X}_{2..}$
⋮ B_r	⋮ X_{r1n}	⋮ X_{r2n}	⋮ X_{r3n}	⋮ $\ldots X_{rcn}$	⋮ $T_{r..}$	⋮ $\bar{X}_{r..}$
Total	$T_{.1}$	$T_{.2}$	$T_{.3}$	... $T_{.c}$	$T_{...}$	
Mean	$\bar{X}_{.1}$	$\bar{X}_{.2}$	$\bar{X}_{.3}$	... $\bar{X}_{.c}$	$\bar{X}_{...}$	

จากตารางนี้ เช่น X_{111} หมายความว่า

X = คะแนนผลการทดลอง

1 = ตัวแรกหมายถึงองค์ประกอบ B ในระดับที่ 1 (B_1)

1 = ตัวที่สองหมายถึงองค์ประกอบ A ในระดับที่ 1 (A_1)

1 = ตัวที่สามหมายถึงลำดับที่ของตัวอย่างที่ 1 (n_1)

ดังนั้น X_{111} หมายถึงคะแนนในระดับที่ 1 ขององค์ประกอบ A, B ของคนที่ 1 เป็นต้น

3. <u>แบบจำลองของข้อมูล</u> (A Model for the Data)

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_i + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$$

จาก Model นี้อธิบายได้ว่า คะแนนที่ได้จากผลการสอนแต่ละคะแนน (X_{ijk}) จะประกอบด้วยผลต่าง ๆ ดังนี้

μ = คะแนนเฉลี่ยทั้งหมดของประชากรซึ่งเป็นค่าคงที่

α_j = คะแนนที่เกิดจากผลขององค์ประกอบ A ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการศึกษา (Experimental Conditions)

β_i = คะแนนที่เกิดจากผลขององค์ประกอบ B ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการศึกษา (Experimental Conditions)

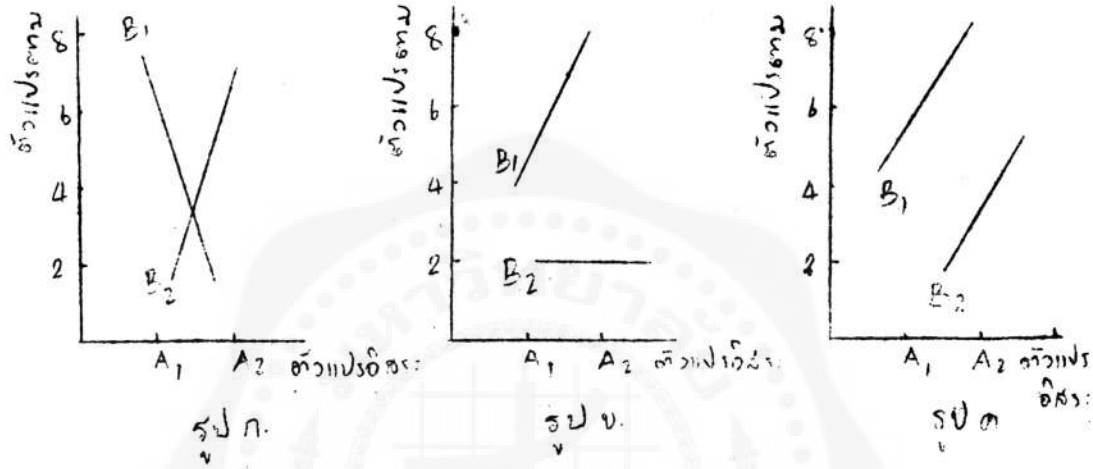
$\alpha\beta_{ij}$ = คะแนนที่เกิดจากผลร่วมขององค์ประกอบ A และ B เรียกว่า ปฏิกริยาร่วมหรือปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการศึกษา (Experimental Conditions)

e_{ij} = คะแนนที่เกิดจากความเคลื่อนแบบสุ่มภายในเซลและสาเหตุอื่น ๆ (ดู sheet-One-Way ANOVA)

4. <u>ลักษณะของปฏิกริยาร่วม</u> (The Nature of Interaction)

เนื่องจากผลของการศึกษาทดลองในบางอย่าง อาจจะเกิดขึ้นไม่ใช่เฉพาะตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวหรือเพียงองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง หากเกิดขึ้นเพราะผลร่วมกันของทั้งสองตัวแปรอิสระหรือสององค์ประกอบ เช่น น้ำ เกิดจากสารประกอบร่วมกันระหว่างไฮโดรเจนกับออกซิเจน ($H_2 + O \longrightarrow H_2O$) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาหนึ่งสูงขึ้น อาจจะเป็นเพราะวิธีสอนชนิดนั้นเหมาะกับวิชานั้นหรือประสบการณ์ของครูผู้นั้น หรือเฉพาะเพศหญิงเท่านั้น เป็นต้น ดังนั้นเมื่อใดก็ตาม ถ้าองค์ประกอบหนึ่งร่วมกับอีกองค์ประกอบหนึ่งในระดับต่าง ๆ มีผลให้คะแนนแตกต่างกัน เรียกว่า "มีปฏิกริยาร่วม" (Interaction)

ในการพิจารณาว่ามี Interaction หรือไม่ ส่วนมากใช้วิธีการคำนวณหรืออาจพิจารณาอย่างง่าย ๆ โดยใช้ค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบในระดับต่าง ๆ มาเขียนกราฟ ถ้าเส้นกราฟคู่ขนานกัน แสดงว่าไม่มี Interaction แต่ถ้าเส้นกราฟตัดกันหรือไม่ขนาน แสดงว่ามี Interaction ดังตัวอย่าง เช่น



รูป ก. รูป ข. รูป ค

จากรูป ก และ ข แสดงว่ามี Interaction ส่วนรูป ค ไม่มี Interaction

5. <u>การตั้งสมมุติฐาน</u>

(i) H_o : α_j = 0 ทุกค่าของ j

H_1 : α_j อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0

(ii) H_o : β_i = 0 ทุกค่าของ i

H_i : β_i อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0

(iii) H_o : $\alpha\beta_{ij}$ = 0 ทุกค่าของ i และ j

H_1 : $\alpha\beta_{ij}$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0

6. สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$SS_T = SS_A + SS_B + SS_{AB} + SS_W$$

$$SS_T = \sum_{i=1}^{r} \sum_{j=1}^{c} \sum_{k=1}^{n} X_{ijk}^2 - \frac{T_{...}^2}{rcn}$$

$$SS_A = \sum_{j=1}^{c} \frac{T_{.j}^2}{rn} - \frac{T_{...}^2}{rcn}$$

$$SS_B = \sum_{i=1}^{r} \frac{T_{i..}^2}{cn} - \frac{T_{...}^2}{rcn}$$

$$SS_{AB} = \sum_{i=1}^{r} \sum_{j=1}^{c} \frac{T_{ij}^2}{n} - \sum_{i=1}^{r} \frac{T_{i..}^2}{cn} - \sum_{j=1}^{c} \frac{T_{.j}^2}{rn} + \frac{T_{...}^2}{rcn}$$

$$SS_W = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB}$$

7. ตารางสรุป 2 way ANOVA

Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of freedom	Mean square	F
A	SS_A	c - 1	SS_A/ c - 1	MS_A/MS_W
B	SS_B	r - 1	SS_B/ r - 1	MS_B/MS_W
AB(Interaction)	SS_{AB}	(r - 1)(c - 1)	$SS_{AB}/(r-1)(c-1)$	MS_{AB}/MS_W
Within Cells	SS_W	rc (n-1)	$SS_W/rc(n-1)$	x x x
Total	SS_T	rcn-1	x x x	x x x

จากตารางนี้ ถ้ามี Interaction ก็จะต้องทดสอบผลที่เกิดขึ้นของแต่ละองค์ประกอบในระดับต่าง ๆ (Test of Simple Main Effects) ดังนี้

(1) ที่ระดับต่าง ๆ ขององค์ประกอบ A ต่อระดับต่าง ๆ ขององค์ประกอบ B (Test columns for each row) โดยคำนวณจากสูตร

$$F_r = \frac{MS_r}{MS_W} ; MS_r = \frac{SS_r}{r-1} ; SS_r = \sum_{i=1}^{r} \frac{T_{ij}^2}{n} - \frac{T_{.i}^2}{rn}$$

(2) ที่ระดับต่าง ๆ ขององค์ประกอบ B ต่อระดับต่าง ๆ ขององค์ประกอบ A (Test rows for each column) โดยคำนวณจากสูตร

$$F_c = \frac{MS_c}{MS_W} ; MS_c = \frac{SS_c}{c-1} ; SS_c = \sum_{j=1}^{c} \frac{T_{ij}^2}{n} - \frac{T_{i..}^2}{cn}$$

(3) เมื่อทดสอบพบว่าที่ระดับใดระดับหนึ่ง หรือทุกระดับขององค์ประกอบ A และ B แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็จะต้องทำการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) อีกต่อไป

ตัวอย่าง : สมมุติว่านิสิตปริญญาโทผู้หนึ่งทดลองวิธีให้แบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.6 4 วิธี คือ อธิบายตัวอย่างแล้วให้ทำแบบฝึกหัดข้อคี่ (A_1) ข้อคู่ (A_2) ทำทุกข้อ (A_3) ทำทุกข้อพร้อมเฉลยคำตอบ (A_4) โดยครูหญิง (B_1) และครูชาย (B_2) ซึ่งเขาต้องการที่จะศึกษาว่าวิธีใด เพศใด และทั้งวิธีให้แบบฝึกหัดกับเพศใดที่มีผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน จึงสุ่มนักเรียนชั้น ม.6 มา 32 คนสำหรับการทดลอง เมื่อสอนจบบทเรียนทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ ปรากฏคะแนนดังนี้

B \ A	A_1	A_2	A_3	A_4	Total	Mean
B_1	3 6 3 3	4 5 4 3	7 8 7 6	7 8 9 8		
T_{ij}	15	16	28	32	91	5.69
B_2	1 2 2 2	2 3 4 3	5 6 5 6	10 10 9 11		
T_{ij}	7	12	22	40	81	5.06
Total	22	28	50	72	172	
Mean	2.75	3.50	6.25	9.00	5.375	

วิธีทำ

1. การตั้งสมมุติฐาน (State the Statistical hypotheses)

(i) $H_o : \alpha_j = 0$ ทุกค่าของ j , $H_1 : \alpha_j$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0

(ii) $H_o : \beta_i = 0$ ทุกค่าของ i, $H_1 : \beta_i$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0

(iii) $H_o : \alpha\beta_{ij} = 0$ ทุกค่าของ i และ j, $H_1 : \alpha\beta_{ij}$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0

2. การกำหนดระดับนัยสำคัญ (Specify the significance Level) :

$\alpha = 0.01$

3. การกำหนดบริเวณวิกฤต (Specify the critical region)

(i) $F_A > F_{.01,3,24}$: : $F_A > 4.72$ จะ reject H_o

(ii) $F_B > F_{.01,1,24}$: : $F_B > 7.82$ จะ reject H_o

(iii) $F_{AB} > F_{.01,3,24}$: : $F_{AB} > 4.72$ จะ reject H_o

4. การคำนวณ (Computations) : $SS_T = SS_A + SS_B + SS_{AB} + SS_W$

$$SS_T = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{n} X_{ijk}^2 - \frac{T_{...}^2}{rcn} = 3^2 + 6^2 + 3^2 + \ldots + 11^2 - \frac{172^2}{32}$$

$$\therefore SS_T = 1160 - \frac{29584}{32} = 1160 - 924.50 = 235.50$$

$$SS_A = \sum_{j=1}^{c} \frac{T_{.i}^2}{rn} - \frac{T_{...}^2}{rcn} = \frac{22^2}{8} + \frac{28^2}{8} + \frac{50^2}{8} + \frac{72^2}{8} - 924.50$$

$$\therefore SS_A = 1119 - 924.50 = 194.50$$

$$SS_B = \sum_{i=1}^{r} \frac{T_{i..}^2}{cn} - \frac{T_{...}^2}{rcn} = \frac{91^2}{16} + \frac{81^2}{16} - 924.50$$

$$= 927.625 - 924.50 = 3.125$$

$$SS_{AB} = \sum_{i=1}^{r} \sum_{j=1}^{c} \frac{T_{ij}^2}{n} - \sum_{i=1}^{r} \frac{T_{i..}^2}{cn} - \sum_{j=1}^{c} \frac{T_{.j}^2}{rn} + \frac{T_{...}^2}{rcn}$$

$$= \frac{15^2}{4} + \frac{16^2}{4} + \frac{28^2}{4} + \ldots + \frac{40^2}{4} - 927.625 - 1119 + 924.50$$

$$\therefore SS_{AB} = 1141.50 - 927.625 - 1119 + 924.50 = 19.375$$

$$SS_W = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB}$$

$$= 235.50 - 194.50 - 3.125 - 19.375$$

$$\therefore SS_W = 18.50$$

5. <u>ตารางสรุป</u> 2-way ANOVA

Source of Variation	S.S.	d.f.	M.S.	F
A	194.500	3	64.833	64.833/0.771 = 84.089**
B	3.125	1	3.125	3.125/0.771 = 4.053
AB	19.375	3	6.458	6.458/0.771 = 8.376**
Within Cells	18.500	24	0.771	x x x
Total	235.00	31	x x x	x x x

6. <u>สรุปผล</u> (Conclusion)

(i) $\therefore F > F_{.01,3,24}$ คือ 84.089 > 4.72 จึง reject H_o

(ii) $\therefore F < F_{.01,1,24}$ คือ 4.053 < 7.82 จึง accept H_o

(iii) $\therefore F > F_{.01,3,24}$ คือ 8.376 > 4.72 จึง reject H_o

นั่นคือมี Interaction ระหว่าง A กับ B

7. <u>การทดสอบผลที่เกิดขึ้นของแต่ละองค์ประกอบในระดับต่าง ๆ</u> (Test of simple main effects) ดังนี้

(1) ที่ A_1 ; $SS_B = \sum_{i=1}^{r} \frac{T_{ij}^2}{n} - \frac{T_{.j}^2}{rn} = \frac{15^2}{4} + \frac{7^2}{4} - \frac{22^2}{8} = 8.00$

ที่ A_2 ; $SS_B = \sum_{i=1}^{r} \frac{T_{ij}^2}{n} - \frac{T_{.2}^2}{rn} = \frac{16^2}{4} + \frac{12^2}{4} - \frac{28^2}{8} = 2.00$

ที่ A_3 ; $SS_B = \sum_{i=1}^{r} \frac{T_{ij}^2}{n} - \frac{T_{.3}^2}{rn} = \frac{28^2}{4} + \frac{22^2}{4} - \frac{50^2}{8} = 4.50$

ที่ A_4 ; $SS_B = \sum_{i=1}^{r} \frac{T_{ij}^2}{n} - \frac{T_{.4}^2}{rn} = \frac{32^2}{4} + \frac{40^2}{4} - \frac{72^2}{8} = 8.00$

(2) ที่ B_1 ; $SS_A = \sum_{j=1}^{c} \frac{T_{ij}^2}{cn} - \frac{T_{1..}^2}{cn} = \frac{15^2}{4} + \frac{16^2}{4} + \frac{28^2}{4} + \frac{32^2}{4} - \frac{91^2}{16} = 54.69$

ที่ B_2 ; $SS_A = \sum_{j=1}^{c} \frac{T_{ij}^2}{n} - \frac{T_{2..}^2}{cn} = \frac{7^2}{4} + \frac{12^2}{4} + \frac{22^2}{4} + \frac{40^2}{4} - \frac{81^2}{16} = 159.19$

8. ตารางสรุปรวมทั้งหมดเมื่อ Interaction ของ 2-Way ANOVA

Source of Variation	S.S.	d.f.	M.S.	F
1. A	194.500	3	64.833	64.833/0.771 = 84.089 **
1.1 B ที่ A_1	8.00	1	8.000	5.000/0.771 = 10.376 **
1.2 B ที่ A_2	2.00	1	2.000	2.000/0.771 = 2.594
1.3 B ที่ A_3	4.50	1	4.500	4.500/0.771 = 5.837
1.4 B ที่ A_4	8.00	1	8.000	8.000/0.771 = 10.376 **
2. B	3.125	1	3.125	3.125/0.771 = 4.053
2.1 A ที่ B_1	54.69	3	18.230	18.230/0.771 = 23.645 **
2.2 A ที่ B_2	159.19	3	53.063	53.063/0.771 = 68.823 **
3. AB	19.375	3	6.458	6.458/0.771 = 8.376 **
4. Within cells	18.500	24	0.771	x x x

S-method

ที่ B_1	$\bar{X}_1$ 3.75	$\bar{X}_2$ 4.00	$\bar{X}_3$ 7.00	$\bar{X}_4$ 8.00
$\bar{X}_1$(3.75)	-	0.25	3.25 **	4.25 **
$\bar{X}_2$(4.00)	-	-	3.00 **	4.00 **
$\bar{X}_3$(7.00)	-	-	-	1.00
$\bar{X}_4$(8.00)	-	-	-	-

ที่ B_2	$\bar{X}_1$ 1.75	$\bar{X}_2$ 3.00	$\bar{X}_3$ 5.50	$\bar{X}_4$ 10.00
$\bar{X}_1$(1.75)	-	1.25	3.75 **	8.25 **
$\bar{X}_2$(3.00)	-	-	2.50	7.00 **
$\bar{X}_3$(5.50)	-	-	-	4.50 **
$\bar{X}_4$(10.00)	-	-	-	-

$$\sqrt{(4-1)F_{.01,3,12}} \times \sqrt{\frac{2 \times 0.771}{4}} = \sqrt{3 \times 5.95} \times \sqrt{0.3855} = 2.62$$

สรุปได้ว่า

- ที่ A_1 และ A_4 เพศชายและหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01
- ที่ B_1 วิธีให้แบบฝึกหัด A_1 กับ A_3 , A_1 กับ A_4 , A_2 กับ A_3 และ A_2 กับ A_4 ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01
- ที่ B_2 วิธีให้แบบฝึกหัด A_1 กับ A_3, A_1 กับ A_4 , A_2 กับ A_4 และ A_3 กับ A_4 ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01

แบบฝึกหัด

นักวิจัยผู้หนึ่งทดลองปลูกข้าว 5 ชนิด ได้แก่ ก ข ค ง และ จ โดยใช้ปุ๋ย 2 ชนิด คือ ปุ๋ยหมัก (A)และ ปุ๋ยฟอสเฟต (B) ซึ่งเขาต้องการที่จะศึกษาว่า ข้าวชนิดใด ปุ๋ยชนิดใด และทั้งข้าวและปุ๋ยชนิดใด ที่ให้ผลผลิตร่วมกันต่อไร่ได้มากแตกต่างกัน ปรากฏผลการทดลองต่อถังต่อไร่ของกลุ่มตัวอย่างดังตาราง

ปุ๋ย \ ชนิดของข้าว	ก	ข	ค	ง	จ
A	20, 20, 31 42, 53	31, 42, 53 64, 64	20, 31, 42 42, 53	31, 42, 42 42, 53	42, 31, 42 31, 42
B	31, 42, 42 42, 53	42, 31, 42 42, 31	42, 42, 53 31, 20	86, 86, 97 97, 108	75, 75, 97 64, 64

ถ้ากำหนด $X = .01$ จะสรุปผลการทดลองนี้ว่ากระไร ?

หนังสืออ้างอิง

Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. 2nd, ed. New York:McGraw-Hill, 1971.

Kirk, Roger E. Experimental Design : Procedures for the Behavioral Sciences. California : Brooks/Cole Comp. 1968.

Winer, B.J. Statistical Principles in Experimental Design. New York : McGraw-Hill, 1971.

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผศ.วัญญา วิศาลาภรณ์

การวิจัยทั้งหลายเกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมข้อมูล และใช้ข้อมูลนั้นเพื่อการทดสอบสมมุติฐาน หรือเพื่อการตอบคำถามวิจัย การรวบรวมข้อมูลในการวิจัย อาจทำได้ใน 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ใช้เครื่องมือที่เป็นมาตรฐาน
2. ใช้เครื่องมือสร้างขึ้นเอง
3. บันทึกข้อมูลที่มีอยู่แล้ว

ผลของการวิจัยจะเชื่อถือได้เพียงใด ขึ้นอยู่กับความเชื่อถือได้ของข้อมูลเป็นประการสำคัญ การใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพและการใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้องเหมาะสม ย่อมจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้

เครื่องมือชนิดต่าง ๆ ที่นิยมใช้ในการวิจัย

1. <u>การสังเกต</u>

การสังเกต (Observation) เป็นวิธีการวัดหรือการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างหนึ่งซึ่งอาจเป็นการวิจัยเชิงพรรณนาหรือการวิจัยเชิงทดลอง เป็นการเก็บข้อมูลโดยการเฝ้าสังเกตและจดบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น ในสถานการณ์ที่ต้องการตรวจสอบหรือวิจัยทดลอง

ผู้สังเกตควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีความตั้งใจในการสังเกต
2. มีความสามารถจดบันทึกในสิ่งที่สังเกต
3. มีประสาทสัมผัสที่ดี และว่องไวต่อการสัมผัสสิ่งที่ตนเองสังเกต
4. มีการรับรู้ที่ดี เมื่อรับรู้แล้วสามารถแปลความหมายได้รวดเร็วและถูกต้อง
5. เข้าใจพฤติกรรมและวัฒนธรรมของสิ่งที่สังเกต
6. ได้รับการฝึกในการสังเกตและการบันทึกข้อมูล

<u>ข้อดีและข้อเสียในการสังเกต</u>

ข้อดี

เป็นการวัดหรือเก็บข้อมูลโดยตรง

ข้อเสีย

- ยากที่จะจัดตารางเวลาการสังเกต และสร้างเครื่องมือในการจดบันทึกข้อมูล
- เสียเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

วิธีการสังเกตที่ใช้กันมากมีดังนี้

1. การสังเกตโดยไม่มีส่วนรวมอาจแยกเป็น

   ก. การสังเกตตามธรรมชาติ

   ข. การสังเกตในสถานการณ์จำลอง

2. การสังเกตโดยการมีส่วนรวม

หลักเกณฑ์ในการเก็บข้อมูลโดยการสังเกตมีดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ให้ชัดเจนว่าจะเก็บข้อมูลอะไร
2. วางแผนการสังเกตอย่างมีขั้นตอนและมีระบบ
3. ทำการจดบันทึกข้อมูลอย่างละเอียดทุกขั้นตอน
4. ผู้สังเกตควรได้รับการฝึกอบรมให้มีความชำนาญ
5. ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตสามารถทำซ้ำและตรวจสอบกับคนอื่นได้ เพื่อตรวจดูความเชื่อมั่นในการสังเกต

การสังเกตมักใช้เครื่องมือประกอบการสังเกต เช่น

ก. ระเบียนพฤติกรรม (Anecdotal Record) เป็นการบันทึกสิ่งที่ได้พบเห็นในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เห็นว่าสำคัญ ควรแก่การบันทึกและควรจะบันทึก แต่เฉพาะข้อเท็จจริงโดยไม่มีการแปลความหมายหรือเพิ่มความเห็นส่วนตัวลงไป

ข. รายการตรวจสอบ (Checklist) เป็นบัญชีพฤติกรรมชนิดหนึ่งเตรียมไว้ล่วงหน้า ผู้สังเกตจะกาเครื่องหมายตามบัญชีนั้นและตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ด – ไม่ด, ม – ไม่ม

ค. มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มีลักษณะคล้ายรายการตรวจสอบแต่เกณฑ์ในการประเมินมีมากกว่า 2 เกณฑ์ อาจจะใช้ 3 เกณฑ์ ดี ปานกลาง ไม่ดี หรือ 5 เกณฑ์ ดีมาก ดี ปานกลาง เลว เลวมาก หรืออาจจะมากกว่านี้ก็ได้ แล้วแต่พฤติกรรมที่ต้องการจะสังเกต เช่น

ตัวอย่าง ความสนใจในการเรียนวิชาภาษาไทย

		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	นักเรียนตั้งใจเรียนเพียงใด					
2	นักเรียนตอบคำถามที่ครูถามได้					

ง ตารางจดบันทึกข้อมูล (Data Garthering schedule)

ทำเป็นแบบฟอร์มสำเร็จรูป เพื่อตรวจสอบว่าเหตุการณ์ใดหรือพฤติกรรมใดเกิดขึ้นกี่ครั้งในช่วงสังเกต

วัน เดือน ปี เวลา สถานที่	รายการ พฤติกรรม	จำนวนครั้ง	หมายเหตุ
24 ม.ค. 31 กลุ่มทดลอง ห้องทดลองวิทย์ฯ 9.00 - 11.00	ทำการทดลอง ซักถามข้อสงสัย ตอบคำถามครู ฯลฯ	10 8 4	

จ. สังคมมิติ (Sociometry) เป็นเครื่องมือวัดด้านพัฒนาการทางสังคมของหมู่คณะหรือภายในชั้นเรียน ว่าใครเป็นผู้ใดรับความนิยม หรือใครที่ถูกรังเกียจในเรื่องใดหรือสถานการณ์ใด การใช้วิธีสังคมมิติอาจจะเริ่มด้วยถามว่าท่านชอบผู้ใดในชั้นหรือในหมู่คณะมากที่สุด ถ้ามีปัญหาท่านจะปรึกษาใครอาจจะให้เลือกได้มากกว่าหนึ่งคน แต่ไม่ควรเกิน 3 คน โดยเรียงลำดับมากที่สุดและน้อยตามลำดับ

ฉ. การถ่ายภาพหรือบันทึกเสียง เครื่องมือนี้ต้องใช้ทุนมากหน่อย ซึ่งก็แล้วแต่ความเหมาะสมในการรวบรวมพฤติกรรมที่ต้องการ

<u>ข้อควรระวังในการสังเกต</u>

1. ผู้สังเกตมักจะมองเห็นในสิ่งที่ตนเองรู้ แต่ถ้าสิ่งใดไม่มีพื้นฐานมาก่อนมักจะสังเกตไม่ค่อยได้ วิธีแก้คือต้องศึกษาพื้นฐานที่จะสังเกตก่อนให้เข้าใจให้ละเอียด อาจจะนำไปปรึกษาผู้ชำนาญก่อนก็ได้

2. ในการสังเกตนั้น ผู้สังเกตอาจจะมี

2.1 อารมณ์ ความรังเกียจเดียดฉันท์

2.2 มีปัญหา ขาดความรู้พื้นฐานที่จะสังเกตสิ่งนั้น ๆ จึงต้องระวังแก้ไขสิ่งที่เป็นปัญหานั้น ๆ เสียก่อน

2.3 ควรจะต้องทดสอบดูความเชื่อมั่นของการสังเกต อาจใช้การสังเกตหลาย ๆ คน สังเกตพฤติกรรมเดียวกันแล้วคำนวณหาความสอดคล้องของผู้สังเกตทั้งหมด

2. <u>การสัมภาษณ์</u>

การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นวิธีการวัดหรือการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างหนึ่งที่ใช้ในการวิจัยเชิงพรรณนา ลักษณะเด่นของการสัมภาษณ์ก็คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสื่อความหมายด้วยคำพูดโดยตรงระหว่างบุคคล

<u>ข้อดีและข้อเสียในการสัมภาษณ์</u>

ข้อดี

- สามารถได้ข้อมูลที่มีความลึกซึ้งกว่าแบบสอบถาม
- สามารถติดตามผลข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่ชัดเจนโดยการถามเพิ่มเติม

ข้อเสีย

- เสียเวลา ค่าใช้จ่ายสูง
- เก็บข้อมูลได้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก
- ได้ข้อมูลที่ลำเอียงเพราะผลการตอบ (response effect) ผลของการตอบคือแนวโน้มที่จะได้คำตอบแตกต่างจากคำตอบจริง (Borg. 1981 : 87) เช่น การถามเกี่ยวกับรายได้อาจได้คำตอบที่มากกว่าหรือน้อยกว่าความเป็นจริง

คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์อาจใช้

ก. คำถามที่มีโครงสร้างแน่นอน

ข. คำถามที่มีโครงสร้างไม่แน่นอน

ในการสัมภาษณ์มักจะใช้คำถามทั้งมีโครงสร้างแน่นอนคือถามคำถามที่มีโครงสร้างแน่นอนก่อนแล้วถามด้วยคำถามที่ไม่มีโครงสร้างแน่นอน

ขั้นตอนในการเตรียมการเพื่อการสัมภาษณ์มีดังต่อไปนี้

1. สร้างคำถามสำหรับการสัมภาษณ์
2. ตัดสินใจเกี่ยวกับวิธีบันทึกข้อมูล
3. สร้างคู่มือคำแนะนำการสัมภาษณ์
4. ฝึกอบรมผู้สัมภาษณ์

5. ทดลองปฏิบัติก่อนการสัมภาษณ์จริง

3. <u>แบบสอบถามและแบบตรวจสอบ</u>

แบบสอบถามและแบบตรวจสอบ (Questionaire and Checklists) เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้ตอบเติมคำตอบเองหรือเลือกคำตอบเอง แบบสอบถามโดยมากประกอบด้วยชุดคำถามที่มุ่งหาคำตอบเฉพาะในเรื่องที่จะศึกษา โดยมากไม่มีคำตอบถูกหรือคำตอบผิด

การใช้แบบสอบถามอาจใช้แบบดังต่อไปนี้

3.1 แบบสอบถามแบบปลายปิด เป็นการกำหนดให้ตอบและเลือกคำตอบจากคำถามที่กำหนดให้ โดยมากใช้ตอบแบบ "ใช่หรือไม่ใช่" ตัวอย่างเช่น

3.1.1 จงพิจารณาคำถามต่อไปนี้ที่ทำให้ท่านมาเรียน กศ.บ. ที่ มศว ประสานมิตร และขีดเครื่องหมาย √ ในช่องที่ต้องการ

	ใช่	ไม่ใช่
ก. เพราะได้หุ้นอุดหนุน		
ข. เพราะสถาบันนิยมชื่อเสียง		
ค. การคมนาคมสะดวก		
ฯลฯ		

3.1.2 ท่านมีรายได้ประมาณเดือนละเท่าไร ?

ก. ต่ำกว่า 2000 บาท

ข. 2000 – 3000 บาท

ค. 3001 – 4000 บาท

3.1.3 ท่านมีรถยนต์เป็นของตนเองหรือไม่ ?

ก. มี

ข. ไม่มี

3.2 แบบสอบถามแบบปลายเปิด เป็นแบบสอบถามที่ไม่จำกัดคำตอบเพื่อค้นหาความจริง เช่น

3.2.1 จงให้เหตุผลในการที่ท่านเลือกทำปริญญาในมหาวิทยาลัยนี้

3.2.2 ท่านเกิดที่จังหวัดอะไร ?

3.2.3 ท่านมีรายได้ประมาณเท่าไร ?

3.3 แบบมาตราส่วนประมาณค่า ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว อาจใช้เป็น "ดี ปานกลาง ไม่ดี" หรือ "ดีที่สุด ดี ปานกลาง ไม่ดี ไม่ดีที่สุด"

การใช้แบบสอบถามทั้งสามแบบต่างก็มีข้อดีและข้อเสียในตัว แต่ก่อนการสร้างแบบสอบถามชนิดอื่น ๆ อาจใช้แบบสอบถามแบบปลายเปิดเสียก่อน แล้วนำผลมาใช้เขียนคำถามแบบปลายปิด หรือมาตราส่วนประมาณค่า

ข้อดีข้อเสียของแบบสอบถาม

1. เสียเวลานอกวากการสัมภาษณ์
2. กลุ่มตัวอย่างมีอิสระที่จะตอบได้ตามใจ
3. ไม่สามารถให้แรงจูงใจแก่ผู้ตอบ
4. ลำบากในการติดตามแบบสอบถามคืน
5. ข้อมูลเชื่อถือได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับผู้ตอบแบบ
6. สามารถแปลผลของข้อมูลได้ง่าย
7. แบบสอบถามนั้นสร้างง่าย แต่สร้างให้ดีนั้นยาก
8. ใช้เฉพาะผู้ที่สามารถอ่านออกและเขียนได้

3.4 แบบสำรวจ (Inventory) มักจะถามเฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แต่ละหัวข้อหรือเรื่องที่ถามมักจะมีหลายคำถาม ส่วนมากมักจะเป็นเรื่องความสนใจ เจตคติหรือคุณธรรมบางประการ ตัวอย่างเช่น

ความตั้งใจและความสนใจ

ชื่อ..... อายุ..... สถานที่ทำงาน.....

ดี	ปานกลาง	ไม่ดี

1. เป็นผู้พยายามให้ข้อเสนอแนะต่อหมู่คณะ
2. สนใจต่อบุคคลหรือมกลุ่มทุก ๆ คน
3. สามารถทำงานได้สำเร็จ
4. รับผิดชอบงานที่มอบหมายให้
5. รับผิดชอบงานของหมู่คณะ

ฯลฯ

4. มาตราวัดเจตคติหรือมาตราวัดทัศนคติ (Attitude scale)

เป็นแบบสำรวจอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลทางวิจัย

เจตคติเป็นความรู้สึกที่บุคคลนั้น ๆ มีต่อสิ่งต่าง ๆ อาจจะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย และจะแสดงออกเมื่อถูกกระทบโดยสิ่งเร้านั้น ๆ ความรู้สึกของบุคคลเกิดจากประสบการณ์ในอดีต หรือสภาพสังคมที่ทำให้บุคคลนั้นเกิดความรู้สึกในการวัดจะต้องพิจารณา 3 ประการด้วยกัน

1. เนื้อหา เช่น การเลือกสอบเข้ามหาวิทยาลัยไหน, อาชีพที่ชอบ ความสัมพันธ์ในครอบครัว เป็นต้น

2. ทิศทาง โดยทั่วไปจะกำหนดเป็นเส้นตรงต่อเนื่องกันทั้งซ้ายและขวา อาจเป็นบวก-ลบ หรือแบ่งเป็นเห็นด้วยอย่างยิ่งและลดลงตามลำดับหรือไม่เห็นด้วย

3. ความเข้ม (Intensity) เป็นความรู้สึกหรือกริยาที่แสดงต่อสิ่งเรา ถือว่าแตกต่างกัน ถ้าความเข้มสูงจะมีความรู้สึกหรือกริยาที่รุนแรงมากกว่าความเข้มที่เป็นกลาง

การวัดเจตคติที่นิยมใช้กันมากในทางวิจัยมีดังต่อไปนี้

ก. แบบของเธอร์สโตน ใช้วิธีการประเมินค่าเจตคติโดยกำหนดเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงให้มีค่าเท่ากัน (Method of Equal-Appering Interval) เธอร์สโตนเป็นผู้สร้างคนแรก โดยสร้างคำถามเกี่ยวกับเจตคติที่ต่อสิ่งหนึ่งให้มาก ๆ ข้อ อาจจะมีตั้งแต่ 20 ข้อความขึ้นไป แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญคัดเลือกคำถามเป็น 11 กอง โดยเลือกให้เลือกข้อความที่มีน้ำหนักเท่า ๆ กันไว้กองเดียวกัน จากที่เห็นด้วยมากที่สุด (11) ไปจนถึงน้อยที่สุด (1) ผู้เชี่ยวชาญที่คัดเลือกควรมีอย่างน้อยที่สุด 30 คน หรือมากกว่า แล้วนำเอาความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเหล่านั้นมาหาค่ามัธยฐาน (Median) และค่าพิสัยควอร์ไทล์ (Quartile Range) ประจำของแต่ละข้อความนั้น ๆ เธอร์สโตนได้สร้างเครื่องมือวัดเจตคติแบบช่วงเท่า ๆ กันไว้หลายอย่าง เช่น เจตคติต่อสงคราม, ต่อศาสนาคริสต์ การคุมกำเนิด มีตัวอย่างเกี่ยวกับเจตคติต่อกีฬาฟุตบอลในมหาวิทยาลัย ซึ่งเธอร์สโตนกำหนดไว้เป็นช่วงวัดได้ 9 ช่วง

ข้อความ	ค่ามัธยฐาน
1. ฟุตบอล เป็นกิจกรรมสำคัญของมหาวิทยาลัย	8.1
2. ทีมฟุตบอลที่เก่งจะทำให้มหาวิทยาลัยมีชื่อเสียงทั่วประเทศ	7.2
3. ฟุตบอลทำให้พวกนักศึกษาของมหาวิทยาลัยสามัคคีเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน	6.0
4. ฟุตบอล เป็นทางให้ระบายความคิดเห็นที่รุนแรงออก	5.0
5. ฟุตบอล มีความสำคัญรองลงมาจากการเล่าเรียน	

(จากอาจารย์สวัสดิ์ สุคนธรังษี ฯลฯ หน้า 286)

ข้อความถามทางเจตคติต่ออาชีพครู

1. ครูเป็นบุคคลที่น่ายกย่องชมเชย
2. ครูเหมาะสำหรับเพศหญิง
3. ครูเป็นอาชีพที่เป็นกาฝากสังคม
4. ชาพเจาเกลียดอาชีพครูมากที่สุด

ฯลฯ

(จากอาจารย์ ลวน สายยศ เอกสารวัดผล 12)

แบบทดสอบวัดเจตคติของเธอร์สโตนนั้นต้องระวังการสร้างข้อความต้องเป็นปัจจุบัน ภาษาที่ใช้มีใจความดีเข้าใจได้ตรงกันและข้อความต้องแสดงถึงเจตคติตั้งแต่บวกที่สูดจนถึงลบที่สุด และเมื่อนำแบบทดสอบไปวัดผู้ใดก็มีแต่ข้อความอย่างเดียว ไม่มีมาตรฐาน แล้วผู้ตรวจก็จะนำเฉพาะข้อที่ผู้ตอบเห็นด้วยไปเทียบกับมาตรฐานที่ไว้แล้วว่าผู้ทำแบบทดสอบมีเจตคติไปทางสูง (บวก) หรือต่ำ (ลบ)

ข. แบบของ ลิเกิร์ต ใช้วิธีการประเมินค่าจากผลรวม (The method of summated ratings) ลิเกิร์ตเป็นผู้สร้างแบบสอบถามวัดเจตคติ แล้วมีคำตอบไว้ให้เลือก 5 อันดับคือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยให้คะแนนเป็น 5, 4, 3, 2, 1 ตามลำดับ คะแนนจะมีค่ากลับกัน ถ้าเป็นข้อความที่มีความหมายตรงกันข้าม แล้วรวมคะแนนผู้ตอบ ถ้าได้คะแนนมากก็แสดงว่ามีเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้น ๆ มาก และน้อยตามลำดับคะแนน

<u>ตัวอย่าง</u> เจตคติเกี่ยวกับอาชีพครู

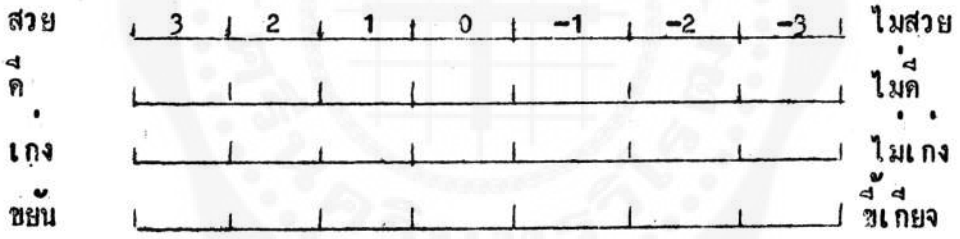
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. ครูเป็นอาชีพที่มีเกียรติ					
2. อาชีพครูมีรายได้น้อย					
3. ไม่เหมาะกับผู้ชาย					
4. ผู้หญิงควรเป็นครู					
5. ปดทองหลังพระ					
6. เป็นเรือจาง					
ฯลฯ					

ค. แบบของ ออดกูดและคณะ ใช้วิธีประเมินจากความหมายทางภาษา (The semantic differential) โดยออดกูดและคณะ ได้เลือกคำคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงข้ามกันเป็นคู่ ๆ (Bipolar adjective) ใช้วัดเจตคติต่อความคิดรวบยอด (concept) ในการเลือกคุณศัพท์มี 3 ประเภทคือ

1. องค์ประกอบทางด้านประเมิน (Evaluative) เช่น ดี-เลว สุข-ทุกข์ ฯลฯ
2. องค์ประกอบทางด้านศักยะ (Potency) เช่น หนัก-เบา เด็ดเดี่ยว-ราเริง ฯลฯ
3. องค์ประกอบทางด้านกิจกรรม (Activity) เช่น วองไว-เฉื่อยชา ตื่นเต้น-สงบ

ในแต่ละความคิดรวบยอดจะใช้กี่คู่ก็ได้ การใช้มาตราการวัดถือเป็นเส้นตรงต่อเนื่องทางซ้ายและขวาเป็นช่วงประมาณ 7 ช่วง หรือมากกว่านี้ก็ได้ แต่ทุก ๆ คุณศัพท์จะแบ่งเป็นช่วงเหมือน ๆ กันตลอดในความคิดรวบยอดนั้น ๆ

ตัวอย่าง เช่น การวัดเจตคติต่อครูประจำชั้น



ฯลฯ

นอกจากนี้ยังมีแบบสอบถามเจตคติของคนอื่นอีก เช่น มาตราวัดของ กัตต์แมน (Guttman scale), The Q-Sort Technique เป็นต้น

ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม

ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถามนั้น มี 9 ขั้นตอนดังนี้

(อุทุมพร จามรมาน 2530 8)

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

ขั้นที่ 2 กำหนดหมวดหรือประเด็นหลักของเนื้อหา

ขั้นที่ 3 แจกแจงประเด็นหลักเป็นประเด็นย่อย

ขั้นที่ 4 กำหนดจำนวนข้อคำถาม

ขั้นที่ 5 กำหนดประเภทของคำถาม

ขั้นที่ 6 กำหนดรูปแบบของคำถาม

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบความสอดคล้อง

ขั้นที่ 8 จัดทำแบบสอบถามฉบับร่าง

ขั้นที่ 9 ทดลองใช้ แก้ไข และจัดพิมพ์

5. แบบทดสอบ

แบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อการวัดความรู้ ทักษะ ความรู้สึก สติปัญญา ความถนัดของบุคคลหรือกลุ่มบุคคล แบบทดสอบจะให้คะแนนเป็นตัวเลือกซึ่งสามารถใช้เพื่อชี้บ่งจำแนกหรือประเมินผู้ตอบแบบทดสอบ

แบบทดสอบเป็นกระบวนการอย่างมีระบบสำหรับวัดตัวอย่างพฤติกรรมของบุคคล

แบบทดสอบที่ใช้เป็นเครื่องมือวัดในการวิจัยทางการศึกษานั้น อาจเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ด้วยการสร้างอย่างเป็นระบบตามหลักวิชา หรือเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests)

ในการวิจัยเกี่ยวกับทางด้านการศึกษาในแง่การเรียนการสอน จะมีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากหลักสูตร วิธีสอนของครู วิธีเรียนของนักเรียน ตลอดจนการใช้อุปกรณ์การสอน จึงมักมีการออกแบบทดสอบเพื่อวัด ส่วนมากในทางด้านการเรียนการสอนก็จะเรียกแบบทดสอบว่าข้อสอบ การจำแนกชนิดของข้อสอบก็มีจำแนกได้หลาย ๆ อย่าง และการกำหนดคะแนนของแต่ละข้อก็แล้วแต่จุดมุ่งหมายในการวิจัยว่าต้องการจะได้ข้อมูลในแง่ใด

1. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความรู้ของนักเรียนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน อาจแบ่งเป็นข้อสอบหลาย ๆ ชนิดซึ่งจะมีจุดประสงค์ในการวัดที่ไม่เหมือนกัน เช่น

1.1 ข้อสอบวัดความรอบรู้ (Mastery test) โดยมากจะใช้เกณฑ์ให้รอบรู้ในพื้นฐานความรู้เบื้องต้นที่นักเรียนควรจะทราบ มักใช้ในระดับประถมศึกษา โดยรวมเป็นกลุ่มวิชาต่าง ๆ เช่น กลุ่มวิชาทักษะ กลุ่ม ส.ป.ช. (เสริมสร้างประสบการณ์ชีวิต) กลุ่ม ส.ล.น. (เสริมสร้างลักษณะนิสัย) ฯลฯ แต่ละกลุ่มวิชาก็จะมีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) และออกข้อสอบตามจุดประสงค์ แล้วตั้งเกณฑ์ว่านักเรียนต้องสอบผ่านจุดประสงค์ทั้งหมดเท่าไรจึงจะถือว่ารอบรู้

1.2 ข้อสอบวินิจฉัย (Diagnostic test) เป็นข้อสอบที่ออกเน้นตามเนื้อหา หรือหัวใจที่นักเรียนส่วนมากไม่เข้าใจเป็นอุปสรรคในการเรียนเรื่องต่อ ๆ ไป เช่น คำศัพท์ทางภาษาไทย ภาษาอังกฤษ เรื่องทศนิยม เศษส่วน เป็นต้น

1.3 ข้อสอบแบบใช้ความไว (Speed test) เป็นข้อสอบที่ออกจำนวนข้อมาก ๆ จนผู้สอบ (นักเรียน) เกือบไม่มีเวลาอ่านข้อสอบได้ทัน แต่ข้อสอบจะค่อนข้างง่าย การให้คะแนนถือเอาความไวในการแก้ปัญหาโดยมากจะเป็นข้อสอบแบบปรนัย

1.4 ข้อสอบวัดคุณภาพ (Power test) เป็นข้อสอบที่ออกจำนวนข้อน้อย ผู้สอบมีเวลาอ่านทัน แต่ข้อสอบจะค่อนข้างยาก การให้คะแนนถือเอาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยมากมักจะออกข้อสอบเป็นแบบอัตนัย

ฯลฯ

ในปัจจุบันมักนิยมแบ่งข้อสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นิยมแบ่งตามการตีความหมายของคะแนน ซึ่งแบ่งเป็นสองอย่างคือ

ก. ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced test) อาจเรียกย่อ ๆ ว่า CR หรือ CRT เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดผลโดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่วางไว้ ซึ่งให้ผลทางด้านประเมินผลเป็นระยะตลอดการเรียนการสอน (Formative Evaluation) ซึ่งจะทำให้ผู้สอนทราบว่าเนื้อหาใดควรปรับปรุงการสอนจะให้บรรลุจุดประสงค์ที่วางไว้ จะช่วยให้ครูทราบความก้าวหน้าของนักเรียน วิเคราะห์ส่วนที่เก่งหรือไม่เก่งของนักเรียน ครูจะได้ปรับปรุงการสอน

ข. ข้อสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm-referenced test) อาจเรียกย่อ ๆ ว่า NR หรือ NRT เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดผลแต่ละบุคคลกับคนอื่น ๆ NR นี้จะให้ผลทางประเมินผลรวม เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน (Sumative evaluation) และ NR นี้ จะบอกให้ครูผู้สอนได้ทราบว่านักเรียนคนนั้นอยู่ในตำแหน่งใดของกลุ่ม

2. การออกข้อสอบวัดตามจุดประสงค์หลักใหญ่ ๆ ทางด้านความคิด (Cognitive Domain) ซึ่ง Bloom และคณะ ได้จำแนกจุดประสงค์เกี่ยวกับการสอน จุดประสงค์ทางด้านความคิดเป็นจุดประสงค์เกี่ยวกับการระลึกได้ การจำได้ การรู้จักและความสามารถทางปัญญา และได้แบ่งพฤติกรรมทางด้านความคิดนี้เป็น 6 ขั้น ตั้งแต่พฤติกรรมขั้นต้นไปจนถึงพฤติกรรมขั้นสูง คือ

2.1 ความรู้ - ความจำ

2.2 ความเข้าใจ

2.3 การนำไปใช้

2.4 การวิเคราะห์

2.5 การสังเคราะห์

2.6 การประเมินค่า

การออกข้อสอบตามพฤติกรรม 6 ขั้นจะหาอ่านได้จากหนังสือการวัดผล การประเมินทางด้านการศึกษา ซึ่ง ดร.ชวาล แพรัตกุล เป็นท่านแรกที่นำมาสร้างใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเมืองไทย

ตัวอย่างการออกข้อสอบตามจุดประสงค์ เช่น

1. วัดทางด้านความรู้ความจำ เช่น
"ผู้พูงใด" นั้นเรียกอีกชื่อหนึ่งอะไร ?
การเขียนวันเดือนปีในจดหมายราชการควรใช้แบบใด?

2. วัดทางความเข้าใจ เช่น
ถ้าไม่มีป่าไม้ มนุษย์จะเดือดร้อนเรื่องอะไร ?
เกิดน้ำท่วมใน กทม. นาน ๆ จะเกิดโรคชนิดใดตามมา ?

3. วัดการนำไปใช้ เช่น
นักเรียนสามารถช่วยชาติได้โดยวิธีใด ?
ข้อใดเป็นการทำลายพันธุ์สัตว์ ? ฯลฯ

3. ข้อสอบวัดความถนัด (Aptitude test) เป็นข้อสอบที่ใช้เพื่อการคาดคะเนหรือพยากรณ์ความสำเร็จของนักเรียนในอนาคต อาจจะแบ่งได้เป็นสองอย่างคือ

3.1 ข้อสอบวัดความถนัดทางการเรียน (Scholastic aptitude test) เป็นการทดสอบความสามารถของบุคคลที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ในอนาคตได้หรือไม่ เป็นการวัดศักยภาพที่จะเรียนรู้ (potential to learn) เป็นการใช้ผลการสอบทำนายความสำเร็จของการเรียนรู้ในอนาคต

3.2 ข้อสอบวัดความถนัดพิเศษ (Special aptitude tests) เป็นการทดสอบวัดความสามารถของบุคคลเฉพาะอย่าง เช่น ความสามารถทางเครื่องกล ความสามารถทางดนตรี เป็นต้น

4. แบบสอบถามวัดบุคลิกภาพ เป็นการวัดแบบพฤติกรรมที่บุคคลแสดงต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ เจตคติ ความเชื่อ ความสนใจ แสดงถึงลักษณะทางอารมณ์ สังคมและสติปัญญาของบุคคล มีแบบสอบถามที่นำมาใช้วิจัยทางด้านบุคลิกภาพโดยแปลมาจากของเมืองนอก เช่น แบบสอบถามชื่อ The Sisteen Porronality Factor Questionnaire Form B ของศาสตราจารย์แรย์มอน บี แคทเทล (Raymard B. Cattell) เป็นต้น

5. การสร้างจินตนาการ (Projective technique) เป็นการรวบรวมข้อมูลทางจิตวิทยา โดยอาศัยแนวคิดพื้นฐานว่าเมื่อคนเรามีอารมณ์หรือความรู้สึกอย่างไรก็มักจะถ่ายความรู้สึกเช่นนั้นไปที่ภาพหรือวัตถุนั้น ๆ เป็นการให้ผู้ตอบรายงานความรู้สึกอารมณ์ หรือสิ่งที่ซ่อนอยู่ในใจของคนนั้น เครื่องมือที่ใช้เกี่ยวกับการสร้างจินตนาการ เช่น

5.1 Thematic Apperception test (TAT) เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยภาพที่ไม่ชัดเจน ให้ผู้ตอบบรรยายเหตุการณ์จากภาพนั้น ๆ ให้เป็นเรื่องเป็นราวตามความคิดของตน

5.2 Rorscharch Test หรือ Ink Blot Test เป็นแบบทดสอบที่สร้างภาพขึ้นจากการหยดหมึก ให้ผู้สอบบรรยายว่าภาพนั้น ๆ คืออะไร ตอนไหนหรือส่วนไหนมีลักษณะคล้ายอะไร

6. การศึกษารายกรณี (Case study) เป็นการศึกษานักเรียนเป็นเฉพาะบุคคลในลักษณะเพื่อแก้ปัญหาของนักเรียนผู้นั้นเป็นพิเศษ เกี่ยวกับทางด้านโรงเรียน เพื่อน ครอบครัว ซึ่งก็มักใช้ในการวิจัยได้

ในการวิจัยจำเป็นต้องรวบรวมข้อมูลที่เชื่อถือได้ ฉะนั้นสิ่งที่สำคัญคือ เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลจะต้องมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพจึงจะทำให้ผลการวิจัยดี เป็นที่เชื่อถือและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ทั้งในด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ ซึ่งในโลกปัจจุบันนี้พัฒนาขึ้นทุก ๆ ด้านเพราะการเสาะแสวงหาความรู้โดยการวิจัยเป็นส่วนใหญ่นั่นเอง

==========

หนังสืออ้างอิง

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา. บริษัทศึกษาพร จำกัด 2528.

วัฒนา วิศาลาภรณ์ การประเมินผลทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก 2521.

วัฒนา วิศาลาภรณ์ การวิจัยทางการศึกษา : หลักการและแนวปฏิบัติ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2531.

อุทุมพร จามรมาน แบบสอบถาม : การสร้างและการใช้ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2530.

Best, John W. Research in Educational. second edition. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - Hall, 1970.

Borg, Walter R. Applying Educational Reseerch. A practical Guide for teachers. New York : Longman, 1981.

Gay, L.R. Educational Research : Competencies for Analysis and Application. Third edition. Columbus : Merrill Publishing Company, 1937.

==========

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดในการวิจัย

รองศาสตราจารย์บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์

1. คำนำ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดในการวิจัย เป็นการแสดงหลักฐาน (evidence) ว่าเครื่องมือวัดนั้นวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ถูกต้องตามต้องการและมีความเชื่อถือได้ ในกรณีที่ผู้วิจัยจำเป็นต้องสร้างเครื่องมือวัดขึ้นเอง การตรวจสอบคุณภาพต้องกระทำตั้งแต่ขั้นเขียนข้อคำถาม หรือข้อกระทงความที่ต้องการวัด นั่นคือต้องมีการตรวจสอบคุณภาพเป็นรายข้อก่อนที่จะรวบรวมเป็นเครื่องมือวัดทั้งฉบับ ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดอาจจำแนกเป็นสองระดับคือ การตรวจสอบคุณภาพรายข้อซึ่งเป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงรายข้อ (item validity) ได้แก่ ความเหมาะสม และความสามารถจำแนกประเภทของสิ่งที่วัด และการตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับซึ่งเป็นการพิจารณาความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้

2. ความหมายของความเที่ยงตรง (validity) และความเชื่อถือได้ (reliability)

การให้ความหมายของคำศัพท์ที่จะกล่าวต่อไปนี้จะยึดตามมาตรฐานทางเทคนิคสำหรับประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งสมาคมวิจัยการศึกษาอเมริกัน สมาคมจิตวิทยาอเมริกัน และสภาการวัดผลการศึกษาแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ได้เสนอไว้ในหนังสือ Standards for Educational and Psychological Testing ปี 1985

2.1 ความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรงเป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ใช้ในการประเมินเครื่องมือวัด ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับการลงความเห็น (inference) จากคะแนนที่วัดได้อย่าง 1) เหมาะสม 2) มีความหมาย และ 3) เป็นประโยชน์ ความเที่ยงตรง หมายถึง ระดับของพยานหลักฐาน(evidence) ที่สามารถสนับสนุนการลงความเห็น (inference) จากข้อมูลที่วัดได้นั้น ความเที่ยงตรงจะมีแนวความคิดเพียงอย่างเดียว (unitary concept) หรือความหมายเดียวดังกล่าวข้างต้น แต่วิธีการลงความเห็น (inference) จากข้อมูลที่วัดได้และวิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรง (test validation) ซึ่งเป็นกระบวนการในการสะสมพยานหลักฐานในการสนับสนุนการลงความเห็น (inference) จากข้อมูลที่วัดได้นั้นมีมากมายหลากหลายวิธี

ขอย้ำแนวความคิดในเรื่องนี้อีกครั้งหนึ่งว่า การตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัด (test validation) เป็นการตรวจสอบการลงความเห็น (inference) เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัดเฉพาะแต่ละครั้ง ไม่ใช่เป็นการตรวจสอบตัวเครื่องมือวัด (not the test itself)

แบบอย่างนิยมที่ทำตามกันมา วิธีการสะสมพยานหลักฐานเพื่อสนับสนุนการลงความเห็น (inference) จากข้อมูลที่วัดได้จัดแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ

1) พยานหลักฐานเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (content - related evidence)

2) พยานหลักฐานเกี่ยวกับเกณฑ์ (criterion - related evidence)

3) พยานหลักฐานเกี่ยวกับโครงสร้าง (construct - related evidence)

พยานหลักฐานเกี่ยวกับเกณฑ์อาจแบ่งให้เฉพาะลงไปได้อีกคือเกณฑ์พยากรณ์ (predictive evidence) และเกณฑ์สภาพปัจจุบัน (concurent evidence)

การตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดโดยอุดมคติแล้ว ต้องการให้ครอบคลุมพยานหลักฐานหลาย ๆ ชนิด ดังนั้นถ้าดัชนีบ่งชี้คุณภาพมีค่าเท่าเทียมกัน แต่เครื่องมือวัดที่แสดงพยานหลักฐานหลายด้านกว่าจะมีคุณภาพดีกว่า อย่างไรก็ตามคุณภาพของพยานหลักฐานเป็นสิ่งที่สำคัญเบื้องต้น และนิยมที่จะเลือกพยานหลักฐานที่ดีเพียงแหล่งเดียวมากกว่าที่จะใช้พยานหลักฐานหลายด้าน ๆ แต่ขาดคุณภาพที่เชื่อถือได้

1) พยานหลักฐานของความเที่ยงตรงเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา เป็นการแสดงระดับที่ตัวอย่างข้อสอบ กิจกรรม หรือคำถามของเครื่องมือวัดเป็นตัวแทนที่ดี (representative) ของจักรวาล หรือประชากรของเนื้อหาวิชาที่นิยามไว้มากน้อยเพียงไร ดังนั้น จึงเป็นเรื่องของการสุ่มเนื้อหาวิชา การตรวจสอบพยานหลักฐานจึงเป็นการวิเคราะห์ข้อสอบในเชิงเหตุผล โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

(1) ข้อสอบแต่ละข้อเขียนวัดพฤติกรรมในแต่ละหัวข้อเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่เพียงไร

(2) ข้อสอบเหล่านั้นมีความเหมาะสมเพียงพอที่จะเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรข้อสอบหรือไม่เพียงไร

(3) ข้อสอบแต่ละข้อใช้ภาษา คำศัพท์ เหมาะสมกับระดับของนักเรียนที่สอบหรือไม่เพียงไร

2) พยานหลักฐานของความเที่ยงตรงเกี่ยวกับเกณฑ์ เป็นการแสดงระดับความสัมพันธ์สอดคล้องของคะแนนที่ได้จากเครื่องมือวัดกับเกณฑ์ภายนอก มีมากน้อยเพียงไร ในกรณีนี้ตัวเกณฑ์จึงเป็นตัวแปรสำคัญเบื้องต้น การเลือกตัวเกณฑ์และวิธีการวัดเป็นสิ่งที่ต้องระมัดระวัง

พยานหลักฐานเกี่ยวกับเกณฑ์จำแนกเป็นเกณฑ์การพยากรณ์ และเกณฑ์สภาพปัจจุบัน การศึกษาพยานหลักฐานเกี่ยวกับเกณฑ์พยากรณ์ เป็นเรื่องเกี่ยวกับการนำสารสนเทศของเครื่องมือวัดไปประมาณค่าคะแนนเกณฑ์ที่จะได้มาในอนาคต ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับเกณฑ์สภาพปัจจุบันคะแนนจากตัวพยากรณ์และตัวเกณฑ์จะได้มาในเวลาพร้อม ๆ กัน เครื่องมือวัดเพื่อการคัดเลือกคนเข้าเรียนหรือ

หรือเข้าทำงานจะเป็นพยานหลักฐานเกี่ยวกับการพยากรณ์ ส่วนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบรับรองผลสำเร็จ แบบทดสอบวินิจฉัย หรือเครื่องมือวัดโครงสร้างที่ระบุไว้มักจะเน้นพยานหลักฐานเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน

การเลือกตัวเกณฑ์ต้องยึดหลักดังนี้

(1) เกณฑ์ต้องสอดคล้องตรงกับสิ่งที่ศึกษา (relevence)

(2) ต้องปลอดจากความลำเอียง (free from bias)

(3) ต้องเชื่อถือได้ (reliability)

(4) สามารถจัดหาได้ (availabiligy)

3) พยานหลักฐานของความเที่ยงตรงเกี่ยวกับโครงสร้าง เป็นการแสดงถึงคะแนนของเครื่องมือวัดว่าวัดคุณลักษณะทางจิตวิทยา (psychological characteristics) ที่ต้องการวัด เช่น โครงสร้างทางความสามารถ ได้แก่ ความสามารถเชิงเหตุผล การมองเชิงมิติสัมพันธ์ ความเข้าใจในการอ่าน โครงสร้างทางบุคลิกภาพได้แก่ ความสามารถในการเข้าสังคม ความเป็นผู้นำ โครงสร้างทางกีฬาได้แก่ การทนทานของร่างกายเป็นต้น คุณลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าว เป็นโครงสร้างทางทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของพฤติกรรมมนุษย์

วิธีการรวบรวมพยานหลักฐานเกี่ยวกับโครงสร้างสำหรับความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดจะเริ่มตั้งแต่ตอนสร้างเครื่องมือ และทำต่อเนื่องมาจนกระทั่งแสดงให้เห็นว่าคะแนนของเครื่องมือวัดนั้นบ่งบอกความหมายได้ ดังนั้นในการตรวจสอบพยานหลักฐานเกี่ยวกับโครงสร้างจำเป็นต้องให้ความสนใจอย่างระมัดระวังเกี่ยวกับคุณลักษณะของการวัด เช่น รูปแบบของเครื่องมือ เงื่อนไขการดำเนินการสอบ หรือระดับของการใช้ภาษา ซึ่งมีอิทธิพลต่อความหมายของคะแนนและการแปลความหมาย

2.2 <u>ความเชื่อถือได้</u>

ความเชื่อถือได้ หมายถึงระดับหรือขนาดที่เครื่องมือวัดปลอดจากความคลาดเคลื่อนในการวัด (free from errors of measurement) ทั้งนี้ เพราะว่าการวัดแต่ละครั้งจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเสมอ เช่น ผู้ตอบคำถามครั้งที่สองอาจแตกต่างไปจากครั้งแรก ผู้สอบที่ตอบแบบทดสอบสองฟอร์ม การตอบฟอร์มหนึ่งอาจใช้ความพยายามมากกว่า มีความอ่อนเพลียมากกว่า มีความกังวลใจมากกว่า หรืออาจมีความคุ้นเคยในเนื้อหาของอีกฟอร์มหนึ่งมากกว่า หรืออาจเดาตอบถูกมากกว่า สิ่งเหล่านี้ทำให้คะแนนของผู้สอบครั้งแรกกับครั้งหลัง หรือจากฟอร์มหนึ่งกับอีกฟอร์มหนึ่งไม่สอดคล้องกัน ความแตกต่างของคะแนนจากการสอบแต่ละครั้งหรือแต่ละฟอร์มเนื่องมาจากสิ่งที่เราเรียกว่าความคลาดเคลื่อนในการวัด

สัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้เป็นค่ากลางทั่ว ๆ ไป ส.ป.ส. ความเชื่อถือได้อาจแบ่งเป็นหลายชนิดขึ้นอยู่กับพยานหลักฐานที่นำมาแสดง โดยทั่วไปจำแนกเป็นสามชนิดคือ

1) ส.ป.ส. ของความคงที่หรือเสถียรภาพ (coefficient of stability) เป็นการแสดงพยานหลักฐาน ผลการวัดครั้งแรกกับครั้งหลังว่ามีความคงที่หรือไม่เปลี่ยนไป (โดยพิจารณาจากลำดับที่มากกว่าค่าของคะแนน)

2) ส.ป.ส. ของความสมมูล หรือ เสมอภาพ (coefficient of equivalence) เป็นการแสดงพยานหลักฐานว่า ผลการวัดของเครื่องมือวัดที่มีความสมมูลกันให้ผลสอดคล้องกันเพียงไร

3) ส.ป.ส. ของความสอดคล้องภายใน หรือเอกภาพ (coefficient of internal consistency) เป็นการแสดงพยานหลักฐานว่า ผลการวัดภายในเครื่องมือวัดนั้นสอดคล้องตามกันหรือเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

3. การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด

กระบวนการในการสร้างเครื่องมือวัดจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพเป็นรายข้อและทั้งฉบับ

3.1 การตรวจสอบคุณภาพรายข้อ

การตรวจสอบคุณภาพรายข้อ หรือการวิเคราะห์รายข้อเป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงรายข้อ (item validity) กล่าวคือ เป็นการตรวจสอบว่าแต่ละข้อคำถามมีความเหมาะสม มีความหมาย และเป็นประโยชน์ในแง่ของการลงความเห็น (inference) มากน้อยเพียงไร การวิเคราะห์รายข้อถือว่าเป็นการแสดงพยานหลักฐานขั้นแรกว่า เครื่องมือวัดทั้งฉบับจะมีความเที่ยงตรง การคัดเลือกข้อคำถามที่ดี ๆ ไว้ก็มั่นใจว่า เครื่องมือวัดทั้งฉบับต้องมีคุณภาพดีด้วย การวิเคราะห์รายข้อส่วนมากจะวิเคราะห์ ความเหมาะสมถูกต้องหรือพยานหลักฐานเกี่ยวกับเนื้อหา และค่าอำนาจจำแนกหรือพยานหลักฐานเกี่ยวกับโครงสร้างนั่นเอง

3.2 การตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับ

การตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับเป็นการประเมินคุณภาพเกี่ยวกับความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้ของการวัด

4. การวิเคราะห์รายข้อ

การวิเคราะห์รายข้ออาจจำแนกดังต่อไปนี้

4.1 ความเหมาะสมถูกต้อง

วิธีการนี้อาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัดผลตรวจสอบความเหมาะสมถูกต้อง โดยใช้สูตรวิเคราะห์ดังนี้

$$\text{ดัชนีความเหมาะสม} = \Sigma R_i / n$$

เมื่อ R_i = คะแนนความคิดเห็นที่ผู้ประเมินตัดสิน

n = จำนวนผู้ประเมิน

คะแนนความคิดเห็นกำหนดดังนี้

ให้ 1 ถ้าคิดว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์นั้น หรือข้อความนั้นวัดคุณลักษณะที่ต้องการ

0 ถ้าคิดว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์นั้น หรือข้อความนั้นไม่วัดคุณลักษณะที่ต้องการ หรือมีความไม่แน่ใจว่าข้อสอบหรือข้อความถามวัดในสิ่งที่ต้องการวัด

ถ้าดัชนีความเหมาะสมมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบหรือข้อความนั้นมีความเที่ยงตรง

ตัวอย่าง 1 ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พิจารณาข้อสอบ 3 ข้อที่เขียนวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดให้ ปรากฏผลดังแสดง

BO	ข้อสอบ	คะแนนความเห็น					R	ดัชนี
		ก	ข	ค	ง	จ		
1	1	1	1	1	1	0	4	.8
	2	1	1	1	0	0	3	.6
	3	0	0	0	1	1	2	.4

แสดงว่าข้อสอบข้อ 1; 2 มีความเหมาะสมที่ใช้วัด B.O. ที่กำหนดให้

4.2 ความยากเหมาะสม

ความยากเหมาะสมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของข้อสอบผลสัมฤทธิ์และความถนัด ตรวจสอบจากสูตรดังนี้

$$\text{ความยาก} = \frac{\text{จำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก}}{\text{จำนวนคนที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมด}}$$

4.3 ค่าอำนาจจำแนก

ดัชนีอำนาจจำแนกเป็นค่าบ่งชี้พยานหลักฐานของความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง กล่าวคือคนที่สอบได้คะแนนมาก (หรือตอบข้อนั้นถูก) แสดงว่าเป็นคนที่มีโครงสร้างของสิ่งที่วัด ส่วนคนที่สอบได้คะแนนน้อย (หรือตอบข้อนั้นผิด) แสดงว่าเป็นคนที่มีโครงสร้างของสิ่งที่วัดน้อยหรือไม่มี

สำหรับข้อสอบที่ให้คะแนนแบบ 0 และ 1 ส่วนมากจะเป็นข้อสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะวิเคราะห์โดยใช้สูตรดังนี้

$$D = \frac{H - L}{N/2}$$

เมื่อ D = ค่าอำนาจจำแนก

H = จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L = จำนวนคนในกลุ่มต่ำ ตอบถูก

N = จำนวนคนทั้งหมด

ส่วนมากแล้วข้อสอบผลสัมฤทธิ์จะวิเคราะห์ความยากและค่าอำนาจจำแนกพร้อม ๆ กันไป ซึ่งสูตรความยากอาจเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$P = \frac{H + L}{N}$$

เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ ต้องการค่า P ใกล้ ๆ 0.5 และค่า D ใกล้ ๆ 1.0 แต่ในทางปฏิบัติจะคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า P อยู่ ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 และค่า D ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ตัวอย่างที่ 2 ครูคนหนึ่งทดลองเขียนข้อสอบจำนวน 3 ข้อ หลังจากตรวจสอบความเหมาะสมของข้อสอบแล้ว นำไปสอบกับนักเรียนจำนวน 80 คน เมื่อตรวจให้คะแนนเรียบร้อยแล้ว ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. เรียงกระดาษคำตอบจากคะแนนมากมาน้อย
2. แบ่งกระดาษคำตอบเป็นกลุ่มผู้ได้คะแนนสูง 25% และกลุ่มผู้ได้คะแนนต่ำ 25% นั่นคือนับกระดาษคำตอบจากคะแนนสูงสุดลงมา 20 แผ่น ($\frac{25}{100} \times 80 = 20$) และจากคะแนนต่ำสุดขึ้นมา 20 แผ่น

3. นำมาบันทึกและแจงนับจำนวนที่ตอบในแต่ละตัวเลือกดังแสดงในตาราง

		H	L	P	D	แปลความหมาย
	(ก)	15	5	.5	.5	ยากพอเหมาะแยกคนพอใช้ได้
	ข	3	7			
1	ค	2	8			
	ง	0	0			
	จ	-	-			
	ก	2	4			
	(ข)	16	4	.5	.6	ยากพอเหมาะ แยกคนพอใช้ได้
2	ค	1	6			
	ง	1	6			
	จ	-	-			
	ก	5	2			
	ข	5	3			
3	(ค)	6	10	.8	-.2	ค่อนข้างง่าย แยกคนไม่ถูกต้อง
	ง	4	5			
	จ					

สำหรับเครื่องมือวัดที่ให้คะแนนเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (4,3,3,1 และ 0)
การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S^2}{N_H} + \frac{S^2}{N_L}}}$$

เมื่อ $\bar{X}_H$, $\bar{X}_L$ เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

S_H^2, S_L^2 เป็นค่าความแปรปรวนของกลุ่มสูง, กลุ่มต่ำ

N_H, N_L เป็นจำนวนคนในกลุ่มสูง, กลุ่มต่ำ

ข้อสอบที่มีค่า t > 1.70 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่ใช้ได้ (หมายเหตุ ค่า 1.70 เป็นค่า t โดยประมาณที่มีนัยสำคัญที่ .05 และ df = 30 ผู้ที่มีความคุ้นเคยทางสถิติสามารถคำนวณค่า df และเปิดตารางค่า t ที่ละเอียดถูกต้องได้)

ตัวอย่างที่ 3 นักวิจัยคนหนึ่งได้สร้างแบบสำรวจความคิดเห็นต่อสงครามอ่าวเปอร์เซีย ซึ่งเป็นมาตราประเมินค่า 4, 3, 2, 1 และ 0 จากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง และแบ่งคะแนนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำและนำมาบันทึกลงในตารางดังนี้

ข้อ		4	3	2	1	0	$\bar{X}$	S^2	t	แปลความหมาย
1	H	10	8	7	0	0	3.12	.69	7.34	แยกความคิดเห็นได้
	L	0	4	4	7	10	1.08	1.24		
2	H	5	10	5	3	2	2.52	1.43	0.37	แยกความคิดเห็นไม่ได้
	L	4	8	9	2	2	2.40	1.25		
3	H	3	4	5	6	7	1.60	1.92	-2.11	แยกความคิดเห็นไม่ได้
	L	6	4	8	7	0	2.36	1.32		

5. การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงทั้งฉบับ

การแสดงพยานหลักฐานเกี่ยวกับความเที่ยงตรงเป็นการแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวัดสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้มากน้อยเพียงไร เช่น แบบทดสอบที่ใช้คัดแยกผู้สมัครทำงาน จะมีความเที่ยงตรงถ้าคะแนนที่สอบได้มีความสัมพันธ์กันสูงกับการปฏิบัติงานในอนาคต แบบทดสอบสติปัญญาที่มีความเที่ยงตรงจะสามารถจำแนกคนที่มีสติปัญญาแตกต่างกันออกจากกันได้ แบบทดสอบบุคลิกภาพที่มีความเที่ยงตรงจะสามารถให้คะแนนคนที่มีบุคลิกภาพต่างกันได้ การแสดงพยานหลักฐานของความเที่ยงตรงอาจจำแนกเป็นดังนี้

5.1 พยานหลักฐานของความเที่ยงตรงเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา สามารถที่จะแสดงได้โดยอาศัยดุลพินิจของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแยกเป็น 2 ชนิด ใหญ่ ๆ คือ face validity และ logical validity

การตรวจสอบพยานหลักฐานของความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (face validity) ทำได้โดยให้บุคคลที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจเป็นผู้เชี่ยวชาญหรืออาจเป็นคนสอบก็ได้พิจารณาว่าแบบทดสอบนั้นวัดสิ่งที่ต้องการวัด ถ้าบุคคลเหล่านี้บอกว่าแบบทดสอบวัดในสิ่งต้องการวัดก็คือว่ามีความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์

การตรวจสอบพยานหลักฐานของความเที่ยงตรงเชิงเหตุผล (logical validity) วิธีนี้จะมีความซับซ้อนกว่าความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ กล่าวคือ ต้องมีการนิยามมวลหมู่ (หรือประชากร) พฤติกรรมที่ต้องการวัดอย่างชัดเจน แล้วออกแบบข้อสอบอย่างสมเหตุสมผลให้ครอบคลุมและเป็นตัวแทนที่ดีของหัวข้อเนื้อหาที่สำคัญ ๆ ของประชากรพฤติกรรม แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำเป็นต้องพิจารณาพยานหลักฐานของความเที่ยงตรงเชิงเหตุผล ซึ่งจะอาศัยตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางจำนวนข้อสอบเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา

5.2 การตรวจสอบพยานหลักฐานของความเที่ยงตรงเกี่ยวกับเกณฑ์สภาพปัจจุบัน อาจทำได้โดยการเทียบกับเกณฑ์ที่วัดในสิ่งเดียวกัน แล้ววิเคราะห์ความสอดคล้องสัมพันธ์กันโดยใช้ ส.ป.ส. สหสัมพันธ์จากสูตรดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{[N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

r_{xy} = ส.ป.ส. สหสัมพันธ์ของคะแนน

X,Y = คะแนนจากแบบทดสอบและเกณฑ์ตามลำดับ

N = จำนวนคน

<u>ตัวอย่างที่ 4</u> นักวิจัยคนหนึ่งสร้างแบบทดสอบความถนัดทางตัวเลขและต้องการตรวจสอบพยานหลักฐานของความเที่ยงตรงเกี่ยวกับเกณฑ์สภาพปัจจุบันโดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานเกี่ยวกับเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบทั้งสองฉบับไปสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกันจำนวน 20 คน ซึ่งปรากฏผลคะแนนดังนี้

น.ร.	X	Y	น.ร.	X	Y
1	15	14	11	5	6
2	10	11	12	4	7
3	13	12	13	3	2
4	7	6	14	12	13
5	5	6	15	14	14
6	4	7	16	10	11
7	10	12	17	10	12
8	10	12	18	9	10
9	10	11	19	5	4
10	5	8	20	3	2

คำนวณค่าต่าง ๆ และแทนค่าในสูตรได้ดังนี้

$$r_{xy} = \frac{20 \times 1740 - (165)(180)}{\sqrt{[20(1635) - (165)^2][20(1894) - (180)^2]}}$$

$$= .93$$

แสดงว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีค่าความเที่ยงตรงเกี่ยวกับเกณฑ์สภาพปัจจุบันสูง

การวิเคราะห์อาจใช้สูตร ส.ป.ส. สหสัมพันธ์แบบจัดอันดับดังนี้

$$r' = 1 - \frac{6\sum D^2}{n(n^2 - 1)}$$

เมื่อ D = ผลต่างของอันดับที่จากการวัดแต่ละครั้ง

ตัวอย่างที่ 5 นักวิจัยต้องการตรวจสอบพยานหลักฐานของความเที่ยงตรงเกี่ยวกับเกณฑ์สภาพปัจจุบันของแบบทดสอบการคิดคำนวณโดยอาศัยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจากสถานการณ์จำลอง ปรากฏผลการจัดลำดับที่ดังนี้

นักเรียน	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
อันดับที่จากแบบทดสอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อันดับที่จากการสังเกต	2	1	3	5	6	4	9	8	7	10

คำนวณค่าต่าง ๆ และแทนค่าในสูตรได้ดังนี้

$$r' = 1 - \frac{6 \times 16}{10(10^2 - 1)}$$

$$= .44$$

แสดงว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเกี่ยวกับเกณฑ์สภาพปัจจุบันค่อนข้างต่ำ

5.3 การตรวจสอบพยานหลักฐานของความเที่ยงตรงเกี่ยวกับเกณฑ์พยากรณ์ก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน เพียงแต่การวัดตัวพยากรณ์กับตัวเกณฑ์ทำกันคนละเวลา

5.4 การตรวจสอบพยานหลักฐานของความเที่ยงตรงเกี่ยวกับโครงสร้าง สามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

1) อาศัยกลุ่มที่แตกต่างกัน เช่น ผู้วิจัยสร้างมาตราทัศนคติต่อวัด และตรวจสอบพยานหลักฐานเกี่ยวกับโครงสร้างโดยแสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างที่ไปวัดประจำ จะมีคะแนนทัศนคติต่อวัดแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ไปวัด โดยใช้ t - test ทดสอบ

2) อาศัยสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบอื่น เช่น นำแบบทดสอบที่เชื่อว่าวัดคุณลักษณะเดียวกัน มาหาสหสัมพันธ์กัน ถ้าได้ค่าสหสัมพันธ์บวกสูง ก็แสดงพยานหลักฐานว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นวัดโครงสร้างที่ศึกษา

3) อาศัยความสอดคล้องภายใน ถ้าข้อสอบแต่ละข้อมีสหสัมพันธ์กันสูงกับคะแนนรวมทั้งฉบับ แสดงว่าข้อสอบแต่ละข้อจำแนกความแตกต่างในทิศทางเดียวกันกับแบบทดสอบทั้งฉบับ เป็นการแสดงพยานหลักฐานความเที่ยงตรงเกี่ยวกับโครงสร้าง การวิเคราะห์ความสอดคล้องภายในอาจพิจารณาจากค่าอำนาจจำแนกรายข้อหรืออาจพิจารณาจากค่าความเชื่อถือได้ที่คำนวณจาก ส.ป.ส. ของความสอดคล้องภายใน

6. การตรวจสอบพยานหลักฐานของความเชื่อถือได้

จากที่กล่าวไปแล้วว่า ส.ป.ส. ของความเชื่อถือได้มีอยู่สามประเภท ซึ่งทำให้มีการตรวจสอบ 3 วิธี คือ

6.1 ส.ป.ส. ของความคงที่ จะใช้วิธีสอบซ้ำ โดยดำเนินการดังนี้

1) นำแบบทดสอบไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างเดียวกันซ้ำสองครั้ง

2) นำคะแนนสอบของทั้งสองครั้งมาหา ส.ป.ส. สหสัมพันธ์ ค่าที่ได้จะแสดงถึงดัชนีความเชื่อถือได้

6.2 ส.ป.ส. ของความสมมูล จะใช้แบบทดสอบที่มีความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสมมูลสองฉบับ โดยดำเนินการดังนี้

1) นำแบบทดสอบคู่ขนานแบบคะแนนจริงสมมูลทั้งสองฉบับไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน

2) นำคะแนนสอบของทั้งสองฉบับมาหา ส.ป.ส. สหสัมพันธ์กัน ค่าที่ได้จะแสดงถึงดัชนีความเชื่อถือ

6.3 ส.ป.ส. ของความสอดคล้องภายใน จะใช้แบบทดสอบเพียงฉบับเดียวไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว แล้วตรวจให้คะแนนโดยแบ่งคะแนนของแบบทดสอบออกเป็นส่วน ๆ เช่น สองส่วน สามส่วน และหลาย ๆ ส่วน แล้วนำคะแนนแต่ละส่วนมาคำนวณค่าความเชื่อถือได้ โดยอาศัยข้อตกลงเบื้องต้นว่า แต่ละส่วนย่อยของแบบทดสอบมีความคู่ขนานกัน ซึ่งความคู่ขนานนั้นแบ่งเป็น 3 ระดับคือ

1) คู่ขนานแบบคลาสสิก

2) คู่ขนานแบบคะแนนจริงจำเป็นต้องสมมูล

3) คู่ขนานแบบ Congeneric

จากที่กล่าวมาทำให้จำแนกวิธีการประมาณค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบเป็นดังนี้

1) <u>แบบคลาสสิก</u>

1.1 <u>แบ่งเป็นสองส่วน</u> ใช้สูตรของ Spearman - Brown

$$r_{xx} = \frac{2r_{hn}}{1 + r_{hn}}$$

เมื่อ r_{hn} = ความเชื่อถือได้ครึ่งฉบับ

1.2 <u>แบ่งเป็น K ส่วน</u> ใช้สูตรทั่วไปของ Spearman - Brown

$$r_{xx} = \frac{Kr_{yy'}}{1 + (K-1)\, r_{yy'}}$$

เมื่อ $r_{yy'}$ = ความเชื่อถือได้ของส่วนย่อย

K = จำนวนส่วนย่อยที่แบ่ง

2) <u>แบบคะแนนจริงจำเป็นต้องสมมูล</u>

2.1 <u>แบ่งเป็นสองส่วน</u> ใช้สูตรของ Flanagan, Rulon หรือ Guttman

$$r_{xx'} = 2\left[1 - \frac{(S^2_{y_1} + S^2_{y_2})}{S^2_x}\right]$$

เมื่อ $S^2_{y_1}$, $S^2_{y_2}$ = ค่าความแปรปรวนของส่วนที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

2.2) แบ่งเป็น K ส่วน

ใช้สูตร KR - 20

$$r_{xx'} = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{PQ}{S_x^2}\right]$$

ΣPQ = ผลรวมของ P x Q

ใช้สูตร ส.ป.ส. α ของ Cronbach

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{S_i^2}{S_x^2}\right]$$

ΣS_i^2 = ผลรวมของความแปรปรวนแต่ละข้อ

3) แบบ Congeneric

3.1 แบ่งเป็นสองส่วน

ใช้สูตรของ Raju หรือ Feldt ดังนี้

$$r_{xx} = \frac{S_{x_1x_2} / \lambda_1 \lambda_2}{S_x^2}$$

เมื่อ $S_{x_1x_2}$ = ความแปรปรวนร่วม

S_x^2 = ความแปรปรวนทั้งฉบับ

สำหรับสูตรของ Rayu

$$\lambda_1 = \frac{n_1}{n_1+n_2} \qquad \lambda_2 = \frac{n_2}{n_1+n_2}$$

สำหรับสูตรของ Feldt

$$\lambda_1 = \left[S_{x_1}^2 + S_{x_1x_2}\right] / S_x^2$$

$$\lambda_2 = \left[S_{x_2}^2 + S_{x_1x_2}\right] / S_x^2$$

3.2 แบ่งเป็นสามส่วน ใช้สูตรของ Kristof ดังนี้

$$r_{xx'} = \left[\frac{S_{x_1x_2} \; S_{x_1x_3} + S_{x_1x_2} \; S_{x_2x_3} + S_{x_1x_3} \; S_{x_2x_3}}{S_x^2 \, (S_{x_1x_2}) \, (S_{x_1x_3}) \, (S_{x_2x_3})} \right]^2$$

3.3 แบ่งเป็น K ส่วน ใช้สูตรของ Raju ดังนี้

$$r_{xx'} = \left[\frac{1}{1 - \Sigma \lambda_i^2} \right] \left[1 - \frac{S_i^2}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ $\lambda_i = \frac{n_i}{\Sigma n_i}$

หมายเหตุ ตัวอย่างและรายละเอียดวิธีการคำนวณจะอธิบายในห้องอบรม

การวิจัยเชิงบรรยาย

(Descriptive Research)

รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์

การวิจัยเชิงบรรยายเป็นการวิจัยที่มุ่งค้นหาข้อเท็จจริง หรืออธิบายปรากฏการณ์ สภาพการณ์ที่ปรากฏในปัจจุบันว่ามีสภาพความจริงอย่างไร การวิจัยประเภทนี้อาจศึกษาแบบสำรวจ หรือแบบหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หรือแบบพัฒนาการก็ได้ แต่ผลการวิจัยที่ได้มักจะเป็นการตอบคำถามว่า "สภาพการณ์ในปัจจุบันเป็นเช่นไร" การวิจัยเชิงบรรยายทั่ว ๆ ไปนิยมวิจัยเกี่ยวกับเรื่องความเชื่อ ความคิดเห็น เจตคติ หรือสภาพการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ต่อไปนี้จะขอกล่าวถึงประเด็นสำคัญ ๆ ของการวิจัยเชิงบรรยาย

ความมุ่งหมายทั่วไปของการวิจัยเชิงบรรยาย

การวิจัยเชิงบรรยายมีความมุ่งหมายที่สำคัญดังนี้

2.1 เพื่อค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสภาพการณ์ที่ปรากฏในปัจจุบัน

2.2 เพื่อหาเกณฑ์มาตรฐานและนำผลไปใช้เป็นเกณฑ์ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องหรือวางแผนงานได้ถูกต้อง

2.3 เพื่อที่จะทราบความสัมพันธ์ พัฒนาการต่าง ๆ ของเหตุการณ์ในปัจจุบันและทราบแนวโน้มของเหตุการณ์ในอนาคต

2.4 เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติและนำไปใช้

กระบวนการวิจัยเชิงบรรยาย

1. กำหนดปัญหาในการวิจัย

1.1 ลักษณะปัญหาที่เหมาะสมสำหรับการวิจัยเชิงบรรยาย

1.1.1 กำหนดลักษณะของสภาพปัจจุบัน ที่เป็นเรื่องที่เกิดขึ้นตามสภาพของสังคมหรือเงื่อนไข

1.1.2 สิ่งที่ประพฤติปฏิบัติกันอยู่ตามสภาพปัจจุบัน

1.1.3 ทฤษฎี หลักการ แนวความคิด เจตคติ

1.1.4 กระบวนการที่กำลังดำเนินอยู่ ตลอดจนแนวโน้มที่จะเกิดขึ้น

1.2 กำหนดคำนิยามปฏิบัติการ (Operational definition) และศัพท์ที่จะใช้ในการวิจัยให้ชัดเจน เพื่อความเข้าใจตรงกันว่า ขอบข่ายของงานวิจัยนี้ครอบคลุมเพียงใด เช่น ศึกษาความถนัดจะศึกษาความถนัดทุกด้าน หรือเฉพาะด้านการคิดหาเหตุผลเท่านั้น ต้องให้คำนิยามปฏิบัติการให้ชัดเจน

1.3 กำหนดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจนและเฉพาะเจาะจง

1.3.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่างให้ชัดเจน จะสุ่มได้โดยวิธีใด เพื่อให้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร

1.3.2 กำหนดตัวแปรที่จะศึกษาให้ชัดเจนว่า ต้องการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรในลักษณะใด

1.4 ตั้งสมมุติฐานในการวิจัย (ถ้ามี) ให้ชัดเจน

2. กำหนดวิธีดำเนินการในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ต้องทราบว่าข้อมูลที่ต้องการคืออะไร นั่นคือแหล่งข้อมูลอยู่ที่ไหน กลุ่มตัวอย่างเป็นใคร

2.2 กำหนดเครื่องมือในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้เครื่องมืออะไรบ้าง

2.3 วางแผนในการเก็บรวบรวมข้อมูลว่ามีเทคนิคอย่างไร รวมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิจัยได้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ดำเนินการเก็บรวบรวมโดยใคร เก็บอย่างไร

3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลตามเทคนิคของเครื่องมือให้ถูกต้อง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 จัดข้อมูลตามรายการที่ต้องการเสนอผลตามจุดมุ่งหมาย

4.2 เลือกใช้สถิติที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อตอบคำถามตามสมมุติฐาน

4.3 กำหนดวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

5. เขียนรายงานการวิจัย

เป็นการเสนอรายงานเกี่ยวกับการทำงานวิจัย ซึ่งมีรูปแบบเฉพาะคือ เป็นไปตามขั้นตอนของระเบียบวิธีการวิจัย

ประเภทของการวิจัยเชิงบรรยาย

การวิจัยเชิงบรรยายแบ่งตามลักษณะของการวิจัยได้ 3 ประเภท คือ การวิจัยแบบสำรวจ การวิจัยแบบหาความสัมพันธ์ และการวิจัยแบบศึกษาพัฒนาการ แต่ละประเภทมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิจัยแบบสำรวจ (Survey or Exploratory studies) เป็นการศึกษาปัญหาอย่างกว้าง ๆ เป็นการสำรวจหาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพความเป็นจริงหรือลักษณะทั่ว ๆ ไปของสิ่งที่ทำการวิจัย จุดประสงค์เพื่อทราบปัญหา และแก้ปัญหาในสภาวการณ์ปัจจุบัน จึงนิยมใช้เพื่อการปรับปรุงงานหรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับนักเรียน หลักสูตร การสอน การวัดผล การบริหารโรงเรียน เป็นต้น การวิจัยแบบสำรวจนี้แบ่งได้เป็น 5 แบบ คือ

1.1 การสำรวจโรงเรียน (School survey) เป็นการสำรวจสภาพทั่ว ๆ ไปของโรงเรียน เช่น การเรียน การสอน การวัดผล การเงิน บุคลากร อาคารสถานที่ ฯลฯ ว่ามีความเหมาะสมเพียงใด โดยนำไปเปรียบเทียบกับสภาพที่เป็นมาตรฐานเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุง วางแผน หรือบริหารโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา

1.2 การวิเคราะห์งาน (Job analysis) เป็นการสำรวจสภาพการทำงาน ความรับผิดชอบและประสิทธิภาพของบุคลากรในการทำงาน คุณภาพของงาน ฯลฯ เพื่อช่วยในการปรับปรุงหรือจัดงานให้เป็นระบบ จัดวางตัวบุคลากรให้เหมาะสมกับบทบาทและตำแหน่ง

1.3 การวิเคราะห์เอกสาร (Documentary or Content analysis) เป็นการสำรวจสภาพความเป็นจริงของเหตุการณ์ทั้งในอดีตและปัจจุบัน โดยอาศัยเอกสารหรือสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เป็นหลักฐานเป็นการวิจัยที่มุ่งสำรวจข้อบกพร่องของเนื้อหา กิจกรรม โครงสร้างของหลักสูตร บทเรียน ตำรา กฎหมาย ระเบียบราชการ คำสั่ง เป็นต้น เพื่อช่วยในการปรับปรุงให้เหมาะสมต่อไป ทั้งยังทำให้ทราบแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นอีกด้วย

1.4 การสำรวจประชามติ (Public opinion survey) เป็นการสำรวจความคิดเห็นและความนิยมของประชากรส่วนใหญ่ เครื่องมือที่ใช้มักนิยมใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) ประกอบการสัมภาษณ์ (Interview) การสำรวจประชามติใช้มากในวงการเมือง การตลาด และธุรกิจต่าง ๆ การวิจัยประเภทนี้จะต้องระมัดระวังมากเป็นพิเศษในเรื่องของการเลือกกลุ่มตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

1.5 การสำรวจชุมชน (Community survey) เป็นการสำรวจลักษณะของประชากร ชีวิตความเป็นอยู่ในด้านต่าง ๆ เจตคติของประชากร และสิ่งแวดล้อม เช่น เชื้อชาติ ศาสนา อาชีพ ขนาดครอบครัว การเกิด การตาย ขนบประเพณีวัฒนธรรม สุขภาพ อนามัย ที่อยู่อาศัย การศึกษา การปกครอง กฎหมาย ความเชื่อ ความคิดเห็น เป็นต้น การวิจัยชนิดนี้มุ่งนำข้อเท็จจริงนั้น ๆ มาประกอบการตัดสินใจในการปรับปรุงหรือแก้ปัญหาของชุมชนนั้นนั่นเอง การสำรวจชุมชนเป็นการวิจัยที่ศึกษาหลายอย่างหลายเรื่องในขณะเดียวกัน ไม่ได้จำกัดเฉพาะความคิดเห็นหรือเจตคติเพียงเรื่องเดียวเหมือนการสำรวจประชามติ

เนื่องจากการวิจัยแบบสำรวจมีหลายแบบ และแต่ละแบบต่างก็มีเทคนิคและวิธีการแตกต่างกัน ดังนั้นจึงจะขอกล่าวถึงรายละเอียดของการวิจัยแบบสำรวจแบบต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การสำรวจโรงเรียน การสำรวจโรงเรียนเป็นการศึกษาสภาพการณ์ต่าง ๆ ของโรงเรียนเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ตัวอย่างการสำรวจโรงเรียน เช่น

- การสำรวจสิ่งแวดล้อมในการเรียน ได้แก่ สภาพแวดล้อมทางกายภาพและทางสังคม การเงิน ห้องสมุด วัสดุอุปกรณ์ เป็นต้น
- การสำรวจลักษณะของผู้เรียน ได้แก่ สติปัญญา ความถนัด ทักษะ ลักษณะนิสัยของนักเรียน รูปแบบพฤติกรรมในชั้นเรียนหรือที่บ้าน ฯลฯ
- การสำรวจคุณลักษณะของบุคลากร ได้แก่ ครู ผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ตามตัวแปร เพศ อายุ การศึกษา รายได้ เจตคติ เป็นต้น
- การสำรวจลักษณะของกระบวนการเรียนการสอน ได้แก่ หลักสูตร กิจกรรมการเรียนการสอน การบริการ รวมทั้งโครงการต่าง ๆ ของโรงเรียน

1. ความมุ่งหมายของการสำรวจโรงเรียน การสำรวจโรงเรียนมีจุดมุ่งหมายในการสำรวจ 3 ประการ คือ

1.1 เพื่อศึกษาสภาพความเป็นจริงของโรงเรียนในปัจจุบัน เช่น ปัญหา ความต้องการและรายละเอียดต่าง ๆ ภายในโรงเรียนนั้น

1.2 เพื่อเปรียบเทียบสภาพต่าง ๆ ของโรงเรียนกับเกณฑ์มาตรฐาน

1.3 เพื่อค้นหาแนวทางปรับปรุงโรงเรียน การวางแผนการจัดการศึกษาและการบริหาร

2. ลักษณะสำคัญของการสำรวจโรงเรียน การสำรวจโรงเรียนมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

2.1 เป็นการวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานประกอบการตัดสินใจ การแก้ปัญหา หรือการวางแผนงานของโรงเรียน

2.2 เป็นการวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของโรงเรียน ลักษณะของผู้เรียน บุคลากร และกระบวนการเรียนการสอน

2.3 เป็นการวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปตีความหมาย และประเมินผลการจัดการศึกษาในโรงเรียนเปรียบเทียบกับอดีต

3. ประโยชน์ของการสำรวจโรงเรียน การสำรวจโรงเรียนมีประโยชน์ที่สำคัญดังนี้

3.1 เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงการจัดการศึกษาในโรงเรียน

3.2 เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดนโยบายของโรงเรียนให้สอดคล้องกับภาวการณ์ปัจจุบันและความต้องการในอนาคต

3.3 เพื่อนำมาใช้ประเมินผลการจัดการศึกษาว่าเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่

1.2 การวิเคราะห์งาน การวิเคราะห์งานเป็นการศึกษาเกี่ยวกับงานด้านบริหารและธุรกิจ เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงและวางแผนการทำงานให้มีประสิทธิภาพ ตัวอย่างการวิเคราะห์งาน เช่น

- ศึกษาลำดับขั้นตอนของการทำงาน สภาพการทำงาน เจตคติต่องาน
- ศึกษาอำนาจหน้าที่ของผู้ปฏิบัติงาน ค่าจ้าง และเวลาในการทำงาน
- ศึกษาความซ้ำซ้อนของงาน จุดอ่อนของงาน

1. ความมุ่งหมายของการวิเคราะห์งาน การวิเคราะห์งานมีความมุ่งหมายดังนี้

1.1 เพื่อสำรวจข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนที่ทำให้งานนั้นขาดประสิทธิภาพ เช่น การจัดบุคลากรไม่เหมาะสมกับงาน เป็นต้น

1.2 เพื่อกำหนดอัตราเงินเดือนหรือค่าจ้างให้เหมาะสมกับงานในหน้าที่รับผิดชอบระดับต่าง ๆ

1.3 เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกบุคลากรเข้าทำงานในตำแหน่งต่าง ๆ

1.4 เพื่อสร้างหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความดีความชอบ

1.5 เพื่อใช้กำหนดแนวทางพัฒนาบุคลากรและระบบงานให้มีประสิทธิภาพ

1.6 เพื่อช่วยในการวางโครงการอบรมบุคลากรที่ด้อยประสิทธิภาพและบุคลากรที่จะเลื่อนตำแหน่งใหม่ที่ยังไม่มีความรู้ความเข้าใจการทำงานในหน้าที่ใหม่

1.7 เพื่อศึกษาความเหมาะสมของสถานที่การทำงานของหน่วยงานต่าง ๆ

1.8 เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการโยกย้าย สับเปลี่ยน หรือเลื่อนตำแหน่งหน้าที่การงาน

2. ประโยชน์ของการวิเคราะห์งาน การวิเคราะห์งานมีประโยชน์ดังนี้

2.1 เพื่อนำมาใช้วางโครงการอบรมบุคลากรให้มีความสามารถมากขึ้น

2.2 เพื่อนำมาใช้กำหนดอัตราเงินเดือนให้เหมาะสมกับตำแหน่งและหน้าที่

2.3 เพื่อนำมาใช้วางมาตรฐานเกี่ยวกับงานและตำแหน่งแต่ละตำแหน่งว่ามีหน้าที่อะไรบ้าง

2.4 เพื่อใช้สำหรับวางโครงการเตรียมฝึกบุคลากรในแต่ละหน้าที่

1.3 การวิเคราะห์เอกสาร การวิเคราะห์เอกสารเป็นการศึกษาสภาพความเป็นจริงจากเอกสารต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงข้อเท็จจริงในอันที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมต่อไป ตัวอย่างการวิเคราะห์เอกสาร เช่น

- การวิเคราะห์วรรณคดีไทยเรื่อง พระอภัยมณี
- การวิเคราะห์แบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้น ม.1
- การวิเคราะห์แบบเรียนคณิตศาสตร์ ชั้น ป.6

ฯลฯ

1. ความมุ่งหมายของการวิเคราะห์เอกสาร การวิเคราะห์เอกสารมีความมุ่งหมายดังนี้

1.1 เพื่อศึกษาความจริงเกี่ยวกับเหตุการณ์ในอดีตและปัจจุบันโดยใช้เอกสารต่าง ๆ

1.2 เพื่อศึกษาลักษณะหรือแนวโน้มของเนื้อหาสาระในเอกสาร

1.3 เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระของตำราหรือแบบเรียนต่าง ๆ ว่าสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของเอกสารหรือไม่ และเหมาะสมกับการสอนในระดับชั้นนั้น ๆ เพียงใด

1.4 เพื่อประเมินผลเอกสารโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดหรือเทียบกับระดับมาตรฐาน

1.5 เพื่อพิจารณาถึงความยากง่ายของตำรา แบบเรียน หรืองานพิมพ์ต่าง ๆ

1.6 เพื่อดูความสัมพันธ์ของเนื้อหาในเอกสารต่าง ๆ

1.7 เพื่อพิจารณาความแตกต่างหรือความคล้ายคลึงของเนื้อหาที่มีผู้แต่ง 2 คน หรือมากกว่า 2 คน

1.8 เพื่อวิเคราะห์ลักษณะของกิจกรรมและแนวคิดในการจัดเนื้อหาของเอกสาร

2. ลักษณะของการวิเคราะห์เอกสาร การวิเคราะห์เอกสารมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

2.1 การวิเคราะห์เอกสารเป็นการศึกษาจากเอกสารเท่านั้น

2.2 การวิเคราะห์เอกสารเป็นการบรรยายและบอกลักษณะแนวโน้มของเนื้อหาสาระในเอกสารต่าง ๆ

2.3 การวิเคราะห์เอกสารเป็นการศึกษาหาความจริงจากเหตุการณ์ทั้งในอดีตและปัจจุบัน บางครั้งจึงอาจเรียกการวิจัยนี้อีกอย่างหนึ่งว่า การวิจัยเชิงประวัติศาสตร์

2.4 การวิเคราะห์เอกสารจะเก็บข้อมูลส่วนใหญ่จากห้องสมุด ศูนย์เอกสารและหอจดหมายเหตุ ดังนั้นจึงมีผู้เรียกการวิจัยนี้อีกอย่างหนึ่งว่า การวิจัยห้องสมุด

2.5 การวิเคราะห์เอกสารจำเป็นต้องมีการประเมินคุณค่าข้อมูล โดยพิจารณาทั้งภายนอกและภายใน เช่นเดียวกับการวิจัยเชิงประวัติศาสตร์

3. ประโยชน์ของการวิเคราะห์เอกสาร การวิเคราะห์เอกสารมีประโยชน์ดังนี้

3.1 ทำให้ทราบถึงข้อเท็จจริงของข้อความในเอกสารต่าง ๆ

3.2 ทำให้เห็นข้อบกพร่องและจุดเด่นของแบบเรียนที่ใช้อยู่ในโรงเรียน

3.3 การวิเคราะห์เอกสารจะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างตำราแบบเรียน หรือเอกสารต่าง ๆ กับการเรียนการสอนในโรงเรียน

3.4 การวิเคราะห์เอกสารจะทำให้ทราบถึงลักษณะกิจกรรม และแนวความคิดในการจัดเนื้อหาของเอกสารต่าง ๆ

3.5 การวิเคราะห์เอกสารจะทำให้ประเมินได้ว่า เนื้อหาสาระนั้นสอดคล้องกับความมุ่งหมาย หรือเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่

1.4 การสำรวจประชามติ การสำรวจประชามติเป็นการสำรวจความนิยมและความคิดเห็นทั่ว ๆ ไปของประชาชน การวิจัยประเภทนี้นิยมใช้มากในวงการเมือง การตลาด และธุรกิจต่าง ๆ ตัวอย่างการสำรวจประชามติ เช่น

- การสำรวจความคิดเห็นของประชาชนต่อการยุบสภาผู้แทนราษฎร เมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2526

- การสำรวจประชามติการเลือกตั้งสมาชิกสภาผู้แทนราษฎรแบบแบ่งเขตกับรวมเขต

ฯลฯ

1. ความมุ่งหมายของการสำรวจประชามติ การสำรวจประชามติมีความมุ่งหมายที่สำคัญดังนี้

1.1 เพื่อสำรวจความต้องการของชุมชน อันจะเป็นแนวทางในการดำเนินงานให้สอดคล้องกับความต้องการนั้น

1.2 เพื่อต้องการจะทราบว่า ประชาชนมีความคิดเห็นต่อลัทธิการเมือง เศรษฐกิจ หรือนโยบายการศึกษาอย่างไร

1.3 เพื่อศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งของบุคคลทั่วไป

1.4 เพื่อใช้จัดลำดับชั้นของการทำงาน

2. ประโยชน์ของการสำรวจประชามติ การสำรวจประชามติมีประโยชน์ดังนี้

2.1 การสำรวจประชามติสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาเฉพาะหน้าเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาได้

2.2 การสำรวจประชามติใช้เป็นแนวทางในการวางแผนและกำหนดนโยบายต่าง

2.3 การสำรวจประชามติสามารถนำมาใช้เพื่อจัดแบบการปกครอง หรือการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของประชาชน

1.5 การสำรวจชุมชน การสำรวจชุมชนเป็นการสำรวจสภาพความเป็นอยู่ของสังคมในชุมชนว่ามีลักษณะอย่างไร การวิจัยประเภทนี้มุ่งที่จะนำเอาข้อเท็จจริงมาประกอบการตัดสินใจในการปรับปรุงหรือแก้ไขปัญหาของชุมชน ตัวอย่างการสำรวจชุมชน เช่น

- สำรวจประวัติ ได้แก่ จุดกำเนิดและพัฒนาการของชุมชน เชื้อชาติ ศาสนา ฯลฯ

- สำรวจด้านการปกครอง กฎหมาย การเก็บภาษี ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ

- สำรวจด้านประชากร ได้แก่ การแจงนับประชากรเกี่ยวกับอายุ เพศ เชื้อชาติ การศึกษา อาชีพ ลักษณะที่อยู่อาศัย ฯลฯ

1. ความมุ่งหมายในการสำรวจชุมชน การสำรวจชุมชนมีความมุ่งหมายที่สำคัญดังนี้

1.1 เพื่อศึกษาประวัติของชุมชนว่ามีการพัฒนามาอย่างไร

1.2 เพื่อศึกษาสภาพทางภูมิศาสตร์และเศรษฐกิจของชุมชน เช่น การคมนาคม อาชีพ การกระจายของชุมชน ฯลฯ

1.3 เพื่อศึกษาวัฒนธรรมและจารีตประเพณี เช่น การอบรมเลี้ยงดูบุตร ศาสนา ฯลฯ

1.4 เพื่อศึกษาด้านการปกครองของชุมชน เช่น กฎหมาย ข้อบังคับ ฯลฯ

2. ประโยชน์ของการสำรวจชุมชน การสำรวจชุมชนมีประโยชน์ดังนี้

2.1 เพื่อนำมาใช้ในการจัดรูปแบบของชุมชนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.2 เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาสถาบันต่าง ๆ ของชุมชน ให้สอดคล้องกับความต้องการของชุมชนนั้น

2.3 เพื่อนำมาใช้ในการส่งเสริมงานอาชีพหรือพัฒนาความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น

2.4 เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงกฎหมาย หรือระเบียบข้อบังคับของชุมชน

2. การวิจัยแบบหาความสัมพันธ์ (Interrelationship studies) เป็นการศึกษาเพื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงหรือตัวแปรต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ว่ามีความแปรผันกันอย่างไร การวิจัยประเภทนี้มุ่งที่จะให้ได้รับความรู้ที่ลึกซึ้งและสามารถวินิจฉัยได้ถูกต้องขึ้น การวิจัยแบบหาความสัมพันธ์ แบ่งตามลักษณะของการศึกษาได้เป็น 3 แบบ คือ

2.1 การศึกษารายกรณี (Case studies) การศึกษาแบบนี้มุ่งที่จะศึกษาปัญหากรณีเฉพาะเรื่อง เพื่อที่จะให้ได้ความรู้ที่ลึกซึ้งเฉพาะอย่าง โดยตัวอย่างที่ศึกษานั้นเป็นเพียงหน่วยเดียวของประชากร เช่น อาจเป็นบุคคลคนเดียว สถาบันเดียว หน่วยงานเดียว หรือ ครอบครัวเดียว เป็นต้น การวิจัยประเภทนี้มุ่งที่จะวินิจฉัย ทำนาย สาเหตุของกรณีหรือปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละกรณีให้แจ่มชัด โดยวิเคราะห์เหตุและผลของกรณีภายในขอบข่ายของสังคมและสิ่งแวดล้อมที่กรณีนั้นเกิดขึ้น โดยศึกษาจากข้อมูลต่าง ๆ เช่น จดหมายส่วนตัว บันทึกต่าง ๆ ข้อมูลที่ได้จากบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลจากสถานที่ทำงาน เป็นต้น ข้อมูลที่ได้อาจเป็นข้อมูลในอดีตหรือปัจจุบัน เมื่อผู้วิจัยได้ข้อเท็จจริงแล้ว ก็ใช้เป็นแนวทางในการเสนอแนะ การป้องกัน การแก้ไขต่าง ๆ ได้

2.2 การวิจัยเปรียบเทียบผลเพื่อศึกษาเหตุ (Causal comparative studies) เป็นการศึกษาที่มุ่งจะทราบว่าเพราะเหตุใดเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้นจึงเกิดขึ้น มีสิ่งใดที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นั้น ๆ คือเป็นการวิจัยหลังจากเกิดเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ แล้ว ผู้วิจัยพยายามหาสาเหตุที่ทำให้เกิดซึ่งอาจมีหลายสาเหตุ และเป็นสิ่งที่ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมตัวแปรอิสระได้ ผู้วิจัยจึงพยายามศึกษาในเชิงเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน เพื่อสืบหาสาเหตุที่ทำให้เกิดผลหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ดังนั้นในการวิจัยจึงต้องพยายามตั้งสมมุติฐานให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ แล้วทำการตรวจสอบและลงสรุป

2.3 การศึกษาเชิงสหสัมพันธ์ (Correlation studies) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นร่วมกัน เพราะในปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ อาจมีเหตุการณ์มากกว่า 1 เหตุการณ์เกิดขึ้นและมีความสัมพันธ์กันด้วย ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถทำนายการเกิดของเหตุการณ์หนึ่งได้ถ้าทราบความแปรผันของอีกเหตุการณ์หนึ่ง การทำนายจะแม่นยำเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับค่าของผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

เนื่องจากการวิจัยแบบหาความสัมพันธ์มีหลายแบบและแต่ละแบบต่างก็มีความมุ่งหมายและวิธีการแตกต่างกัน ดังนั้นจึงจะขอกล่าวถึงรายละเอียดของการวิจัยแบบหาความสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การศึกษารายกรณี (Case studies) การศึกษารายกรณีเป็นการศึกษาที่ทำเฉพาะกับบุคคล หรือกลุ่มชนกลุ่มเดียว หรือสถานการณ์เดียว โดยการศึกษาอย่างละเอียดด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริงที่ต้องการ ตัวอย่างการศึกษารายกรณี เช่น

- เกี่ยวกับบุคคล ได้แก่ ศึกษาเกี่ยวกับคนติดยาเสพติด อาชญากร ผู้บริหารงานต่าง ๆ ฯลฯ
- เกี่ยวกับสถาบัน ได้แก่ ศึกษาเกี่ยวกับโรงเรียน โรงพยาบาล ฯลฯ

1. ความมุ่งหมายของการศึกษารายกรณี การศึกษารายกรณีมีความมุ่งหมาย ดังนี้

1.1 เพื่อศึกษาอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับหน่วยใดหน่วยหนึ่งของสังคม เช่น บุคคล ครอบครัว กลุ่มคน สถาบัน หรือชุมชน

1.2 เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างตัวประกอบต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

1.3 เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2. ลำดับขั้นของการศึกษารายกรณี โดยทั่วไปแล้ว การศึกษารายกรณีจะมีลำดับขั้นในการทำดังนี้

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการศึกษา เป็นการกำหนดว่าจะศึกษาเรื่องอะไร ศึกษากับใครและเหตุใดจึงต้องศึกษา

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล ในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงที่จะนำมาสรุปผล

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการนำข้อเท็จจริงที่รวบรวมได้มาวินิจฉัยเพื่อสรุปผลหรือตั้งเป็นสมมติฐาน

2.4 หาแนวทางในการแก้ปัญหา จากการวิเคราะห์ข้อมูลจะทราบได้ว่า ปัญหานั้นมาจากสาเหตุอะไรก็จะมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้โดยมุ่งแก้ที่สาเหตุหรือที่มาของปัญหานั้น

2.5 การติดตามผล ขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สำคัญของการศึกษารายกรณี เพราะจะทำให้ผู้วิจัยทราบว่า แนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้นได้ผลมากน้อยเพียงใด

3. เทคนิคที่ใช้ในการศึกษารายกรณี ได้กล่าวแล้วว่าการศึกษารายกรณีเป็นการศึกษาอย่างละเอียดลึกซึ้ง ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องใช้วิธีการหลาย ๆ วิธี เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงกับความเป็นจริง วิธีการที่ใช้ศึกษานั้นมีดังนี้

3.1 การสังเกต เป็นการศึกษาพฤติกรรมและสภาพแวดล้อม

3.2 การสัมภาษณ์ เป็นการเก็บข้อมูลโดยวิธีการสนทนาซักถามเพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ตามต้องการ

3.3 การใช้แบบทดสอบ เพื่อวัดในสิ่งที่ต้องการวัด เช่น การวัดสติปัญญา วัดความถนัด ฯลฯ

3.4 การใช้แบบสอบถาม เช่น วัดเจตคติ บุคลิกภาพ หรืออาจใช้แบบสำรวจหรือมาตราส่วนประมาณค่า

3.5 สังคมมิติ เป็นการศึกษาลักษณะความสัมพันธ์ของบุคคลในกลุ่ม

3.6 การให้สร้างจินตนาการ เพื่อต้องการวัดความรู้สึกหรือเจตคติต่าง ๆ

3.7 บันทึกส่วนตัว เป็นการศึกษาพฤติกรรมของบุคคลนั้น

3.8 การทดลอง เป็นการจัดสถานการณ์เพื่อศึกษาพฤติกรรมที่เกิดขึ้น

4. ลักษณะของการศึกษารายกรณี การศึกษารายกรณีมีลักษณะดังนี้

4.1 เป็นการศึกษาอย่างละเอียดลึกซึ้งทุกแง่ทุกมุม ทำให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดครบถ้วนและมีความเที่ยงตรงสูง

4.2 เป็นการศึกษาเฉพาะหน่วยใดหน่วยหนึ่ง เช่น เฉพาะบุคคล กลุ่มคน หรือสถาบัน

4.3 เป็นการศึกษาที่ใช้วิธีการหลายวิธีทำให้ได้ข้อมูลที่มีความเชื่อมั่นสูง

4.4 เป็นการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นเฉพาะกรณี ทำให้ได้ข้อมูลที่ตรงกับจุดมุ่งหมายของการศึกษา

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษารายกรณีนี้ จะเก็บจากหลายแหล่งด้วยกัน เช่น บุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้อง เพื่อนสนิท เพื่อนร่วมงาน ผู้ปกครอง ผู้บังคับบัญชา ฯลฯ นอกจากนี้ยังต้องศึกษาพาดพิงไปถึงอดีตที่ผ่านมาด้วย

4.6 ผลที่ได้จากการศึกษารายกรณีจะสรุปพาดพิงไปถึงมวลประชากรไม่ได้ เพราะเป็นการศึกษาเฉพาะหน่วยใดหน่วยหนึ่งเท่านั้น

5. ประโยชน์ของการศึกษารายกรณี การศึกษารายกรณีมีประโยชน์ที่สำคัญดังนี้

5.1 ทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เพราะเป็นการศึกษาปัญหาอย่างละเอียดลึกซึ้ง

5.2 ทำให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

5.3 ผลที่ได้จากการศึกษารายกรณีสามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

5.4 ทำให้ทราบรูปแบบของครอบครัว โรงเรียน สถาบัน หรือชุมชนในลักษณะต่าง ๆ กัน

5.5 ผลที่ได้จากการศึกษารายกรณีของปัญหาเดียวกัน เมื่อมีมากขึ้นสามารถนำมาตั้งเป็นสมมุติฐาน กำหนดหลักการหรือสร้างทฤษฎีได้

2.2 การวิจัยเปรียบเทียบผลเพื่อศึกษาเหตุ (Causal-Comparative Studies) การวิจัยเปรียบเทียบผลเพื่อศึกษาเหตุ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเพื่อค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นั้น ๆ ตัวอย่างการวิจัยเปรียบเทียบผลเพื่อศึกษาเหตุ เช่น

- การศึกษาสาเหตุที่ทำให้รถติดในกรุงเทพมหานคร
- การศึกษาสาเหตุที่ทำให้ผลการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิงต่ำกว่านักเรียนชาย
- การศึกษาสาเหตุของการเข้าไปทำงานในเมืองหลวงของชาวชนบท

1. ความมุ่งหมายของการวิจัยเปรียบเทียบผลเพื่อศึกษาเหตุ การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายที่สำคัญก็คือ เพื่อเปรียบเทียบปรากฏการณ์หรือคุณลักษณะต่าง ๆ ว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์นั้น

2. ลักษณะของการวิจัยเปรียบเทียบผลเพื่อศึกษาเหตุ มีลักษณะดังนี้

2.1 เป็นการศึกษาผลเพื่อสืบเสาะหาสาเหตุที่ทำให้เกิดผลนั้น

2.2 เป็นการศึกษาตัวแปรตามหรือผล โดยที่ไม่ได้ควบคุมตัวแปรต้น

2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยแบบนี้ มักจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน

2.4 เป็นการศึกษาตัวแปรตามหรือผลซึ่งเกิดขึ้นก่อนแล้ว เพื่อที่จะค้นหาสาเหตุ

2.5 เป็นการวิจัยที่ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามได้

3. ประโยชน์ของการวิจัยเปรียบเทียบผลเพื่อศึกษาเหตุ การวิจัยประเภทนี้มีประโยชน์ คือ

3.1 เป็นการวิจัยที่เหมาะสมกับปรากฏการณ์ทางสังคมศาสตร์ที่มีลักษณะซับซ้อน ซึ่งไม่สามารถทำการวิจัยเชิงทดลองได้

3.2 เป็นการวิจัยที่ศึกษาถึงสาเหตุจึงสามารถใช้ป้องกันการเกิดปรากฏการณ์ในลักษณะเดียวกันนั้นได้

2.3 การศึกษาเชิงสหสัมพันธ์ (Correlation Studies) การศึกษาเชิงสหสัมพันธ์เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ชนิด คือ ตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้จะเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับค่าของผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ตัวอย่างการศึกษาเชิงสหสัมพันธ์ เช่น

- การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเกรงใจกับความเอื้อเฟื้อของเด็กไทย

- การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนในระดับมัธยมศึกษา

ฯลฯ

1. ความมุ่งหมายของการศึกษาเชิงสหสัมพันธ์ การศึกษาเชิงสหสัมพันธ์มีความมุ่งหมายที่สำคัญดังนี้

1.1 เพื่อบอกระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป

1.2 เพื่อประกอบการตัดสินใจ การพยากรณ์ตัวแปรต่าง ๆ โดยพิจารณาจากค่าความสัมพันธ์

2. ลักษณะของการวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ การวิจัยเชิงสหสัมพันธ์มีลักษณะที่สำคัญดังนี้

2.1 การวิจังเชิงสหสัมพันธ์เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามหรือตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์

2.2 สถิติที่ใช้มักเป็นสหสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับระดับและธรรมชาติของข้อมูล

2.3 อาจทำการทดลองเพื่อหาเหตุผล หรืออาจทำการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ก็ได้

2.4 เป็นการวิจัยที่ยึดตามหลักของการเกิดร่วมกัน หลักของการแปรผันตามกัน

3. ประโยชน์ของการวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ มีดังนี้

3.1 ใช้ในการพยากรณ์ การวิจัยประเภทนี้สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้ โดยอาศัยวิธีการทางสถิติ เช่น การสร้างสมการพยากรณ์ เป็นต้น

3.2 ใช้ในการสร้างทฤษฎีต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องทราบถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ

3.3 ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงงานบางอย่างได้ เมื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างข้อบกพร่องในการปฏิบัติกับตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง

3. <u>การวิจัยแบบศึกษาพัฒนาการ</u> (Developmental Studies) เป็นการศึกษาที่มุ่งทราบลักษณะการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ เมื่อเวลาล่วงเลยไปในช่วงเวลาหนึ่ง การวิจัยแบบศึกษาพัฒนาการ แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

3.1 การศึกษาความเจริญงอกงาม (Growth Studies) เป็นการศึกษาที่ผู้วิจัยมุ่งอธิบายและทำนายความเจริญงอกงามที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งทางด้านกายภาพและพฤติกรรมทางสังคม ตลอดจนมุ่งควบคุมสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นให้เป็นไปตามที่ประสงค์ เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง บุคลิกภาพ เจตคติ ความเชื่อ ตลอดจนคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ทางสมอง ซึ่งอาจแปรเปลี่ยนไปตามเพศ อายุ สิ่งแวดล้อม เป็นต้น การศึกษาความเจริญงอกงามอาจทำได้ 2 วิธี คือ

- การศึกษาแบบติดตามผลระยะยาว (Longitudinal Technique) คือการศึกษาความเจริญงอกงามโดยเลือกศึกษาเพียงกลุ่มเดียว แล้วติดตามกลุ่มนี้ไปตลอดระยะเวลายาวเท่าที่ต้องการศึกษา เช่น ศึกษาความเจริญเติบโตของร่างกาย การศึกษาแบบนี้มีข้อยุ่งยากในการติดตามผล และเสียเวลามากแต่ก็เชื่อถือได้มาก

- การศึกษาแบบติดตามผลระยะสั้น (Cross - Sectional Technique) คือการศึกษาความเจริญงอกงามโดยเลือกศึกษากับเด็กหลาย ๆ กลุ่มที่มีความแตกต่างกันในอายุหรือระดับชั้นเรียน ในช่วงเวลาเดียวกันก็จะทราบลักษณะความเจริญงอกงามในตัวแปรนั้น ๆ วิธีนี้จะช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายแต่การแปรผลอาจเชื่อถือได้ไม่ดีนัก และต้องระวังเป็นพิเศษในการเลือกกลุ่มตัวอย่างให้เป็นตัวแทนของประชากร

3.2 การศึกษาแนวโน้ม (Trend Studies) เป็นการศึกษาลักษณะเดียวกับการศึกษาความเจริญงอกงาม คือศึกษาเหตุการณ์ที่ผ่านมาในอดีตจนถึงปัจจุบัน แต่มีลักษณะที่เพิ่มขึ้นคือ การศึกษาแบบนี้อาศัยข้อมูลดังกล่าวมาทำนายหรือคาดคะแนเหตุการณ์หรือตัวแปรในอนาคต การศึกษาแนวโน้มนี้อาจผิดพลาดคลาดเคลื่อนได้ง่าย ถ้ามีเหตุการณ์ที่ผิดปกติมาแทรกซ้อน เช่น สินค้าในตลาดมีแนวโน้มที่จะขึ้นไปเรื่อย ๆ ตามภาวะเศรษฐกิจปกติ แต่เมื่อน้ำมันขึ้นราคาผิดปกติ ราคาสินค้าในท้องตลาดก็จะขึ้นมากผิดปกติไปด้วย

การศึกษาแนวโน้มสามารถนำมาใช้ในการวางแผนงานของโรงเรียน ตลาดการค้า การลงทุน โรงงานอุตสาหกรรม การวิจัยประเภทนี้จึงใช้ได้ดีในวงการธุรกิจอุตสาหกรรม การเมือง การศึกษา ฯลฯ

ตัวอย่างการวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive Research)

1. การศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการของโรงเรียนประชาบาลขนาดเล็กในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. การเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ปกครอง ครู และนักวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุบาลศึกษา

3. ทัศนคติของนักศึกษาต่อการกีฬาของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

4. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับผลการเรียนของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4 จังหวัดขอนแก่น

5. ลักษณะทางเศรษฐกิจสังคมและความคาดหวังในการศึกษาของบุตร ของผู้ที่ยอมรับการวางแผนครอบครัวในชนบท

6. อนาคตของการฝึกหัดครู เทคนิคเดลฟาย
7. ความคิดเห็นของครูในภาคเหนือที่มีต่อบทบาทและกิจกรรมของคุรุสภา
8. กิจกรรมการนิเทศการศึกษาของศึกษานิเทศก์จังหวัด
9. การศึกษาสาเหตุของเด็กเกเร 5 คน
10. การวิเคราะห์แบบเรียนวิชาภาษาไทย ชั้น ม.1
11. ระบบบริหารงานบุคคลฝ่ายครูในประเทศไทย
12. ศึกษาเด็กที่มีปัญหาในแหล่งสลัม
13. การศึกษาลักษณะของศึกษานิเทศก์ที่ครูต้องการ
14. ลักษณะของนิสิตฝึกสอนที่พึงประสงค์

<u>ข้อบกพร่องของการวิจัยเชิงบรรยาย</u> การวิจัยเชิงบรรยายมักจะมีข้อบกพร่องที่สำคัญดังต่อไปนี้

1 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้วิจัยมักประสบปัญหาการเลือกกลุ่มตัวอย่างซึ่งไม่เป็นตัวแทนของมวลประชากรที่แท้จริง

2 การวิจัยเชิงบรรยายมักจะได้ข้อมูลจากข้อมูลชั้นรองซึ่งเชื่อถือได้น้อยกว่าข้อมูลชั้นต้น

3 การให้นิยามศัพท์เฉพาะไม่แจ่มชัด ไม่รัดกุม และมีความหมายไม่ตรงกัน

4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยบางครั้งด้อยคุณภาพ คือ ขาดความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น

5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลไม่เหมาะสมสอดคล้องกับลักษณะของข้อมูล จุดมุ่งหมายและสมมุติฐานในการวิจัย

6 การสรุปผลและการพยากรณ์มีลักษณะจำกัด เพราะการวิจัยประเภทนี้เป็นการวิจัยสภาพปัจจุบัน เป็นการศึกษาความจริงเฉพาะในสภาพปัจจุบัน เมื่อสังคมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงจำกัดขอบเขตของการพยากรณ์ในสภาพปัจจุบันเท่านั้น ข้อสรุปจะเป็นจริงในปัจจุบัน ช่วยแก้ปัญหาในปัจจุบันได้ แต่อาจจะไม่เป็นจริงตลอดไป จึงต้องระมัดระวังในเรื่องของการสรุปผลให้มาก

ประโยชน์ของการวิจัยเชิงบรรยาย

การวิจัยเชิงบรรยายมีประโยชน์ที่สำคัญดังนี้

1. ทำให้มีความรู้ ความเข้าใจสิ่งแวดล้อมและปัญหาต่าง ๆ ดีขึ้น

2. จะทำให้ทราบข้อเท็จจริงต่าง ๆ ในสภาพปัจจุบัน ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจ กำหนดนโยบาย หรือวางแผนงานต่าง ๆ ให้ไปสู่เป้าหมายได้

3. เป็นการวิจัยที่เหมาะสมกับทางสังคมศาสตร์มาก เพราะจะได้รายละเอียดชัดแจนยิ่งขึ้น

4. ผลการวิจัยช่วยให้สามารถมองเห็นแนวโน้มของเหตุการณ์ในอนาคตได้

5. ทำให้ทราบความสัมพันธ์ของสภาพการณ์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการดำเนินงานให้ดีขึ้น

การประเมินผลการวิจัยเชิงบรรยาย

การวิจัยเชิงบรรยายเป็นการวิจัยที่นิยมทำกันมากกว่าการวิจัยแบบอื่น ๆ เพราะเป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัจจุบัน และเป็นการแก้ปัญหา อันเป็นการค้นหาข้อเท็จจริง เพื่อแก้ไข ปรับปรุง ควบคุม วางแผนงานได้ทันท่วงที การประเมินผลการวิจัยเชิงบรรยายจึงควรจะได้พิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

1. ผลการวิจัยที่ได้นั้นถูกต้องตามจุดมุ่งหมาย และสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้หรือไม่

2. ข้อมูลที่รวบรวมนั้นตรงกับจุดมุ่งหมายและเชื่อถือได้ รวมทั้งคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการบรวบรวมข้อมูล

3. การใช้คำบรรยายในรายงานนั้นถูกต้อง และมีหลักฐานเกี่ยวข้องที่เพียงพอหรือไม่

4. สถิติที่ใช้วิเคราะห์ถูกต้องเหมาะสม

5. การตีความหมายและสรุปผล ตลอดจนการอ้างอิงไปยังประชากรถูกต้องตามขอบข่ายของข้อมูล

บรรณานุกรม

นิภา ศรีไพโรจน์ หลักการวิจัยเบื้องต้น บริษัทศึกษากร จำกัด กรุงเทพมหานคร 2531

สุนันท์ ศลโกสุม เอกสารประกอบการสอนสถิติ 301 : สถิติและการวิจัยเบื้องต้นทางการศึกษา อัดสำเนา มปป.

การวิจัยการศึกษาและการพัฒนา

รองศาสตราจารย์บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์

ความหมายของการวิจัยการศึกษาและการพัฒนา

การวิจัยการศึกษาและการพัฒนา (หรือเรียกว่า การพัฒนาบนฐานการวิจัย) จัดว่าเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในขณะนี้ที่ใช้ในการปรับปรุงการศึกษา เนื่องจากการวิจัยและพัฒนาเป็นวิธีการที่ค่อนข้างใหม่กว่าวิธีการวิจัยอื่น ๆ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันผู้บรรยายจึงขอนิยามความหมายของคำเสียก่อน และจะแสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้มีความแตกต่างไปจากวิธีการวิจัยการศึกษาในอดีตที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการปรับปรุงโรงเรียนของเราให้ดีขึ้น

การวิจัยการศึกษาและการพัฒนามาจากคำภาษาอังกฤษว่า Educational research and development หรือเรียกย่อ ๆ ว่า R & D ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้พัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของผลงานการศึกษา ขั้นตอนของวิธีการนี้จะหมายถึงวงจรของ R & D ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ : ขั้นศึกษาผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลงานที่ต้องการพัฒนา, ขั้นสร้างผลงานบนฐานของผลการวิจัย, ขั้นทดสอบภาคสนามที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับที่จะนำไปใช้จริง, และขั้นแก้ไขปรับปรุงผลงานเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องจากที่พบในการทดสอบภาคสนาม ในโปรแกรม R & D ที่เคร่งครัด วงจรนี้จะต้องทำซ้ำ ๆ กันจนกระทั่งข้อมูลจากการทดสอบภาคสนามชี้บ่งว่าผลงานที่สร้างขึ้นบรรลุตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

ส่วนการวิจัยการศึกษาจะเห็นว่า เป้าประสงค์ของการวิจัยมิใช่เพื่อการพัฒนาผลงาน แต่มีจุดประสงค์เพื่อค้นหาความรู้ใหม่ (ซึ่งได้แก่ การวิจัยพื้นฐาน) หรือไม่ก็เพื่อตอบคำถามเฉพาะเกี่ยวกับปัญหาในทางปฏิบัติ (ซึ่งได้แก่ การวิจัยประยุกต์) แม้ว่าโครงการวิจัยประยุกต์ส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลงานการศึกษา ตัวอย่างเช่น โครงการวิจัยโครงการหนึ่งสนใจเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีสอนอ่านสองวิธี ผู้วิจัยอาจต้องสร้างอุปกรณ์การสอนเพื่อใช้สอนในแต่ละวิธีเพราะว่าไม่มีอุปกรณ์การสอนที่เหมาะสมกับวิธีการทั้งสอง โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์การสอนเหล่านี้สร้างขึ้นมาและปรับแต่งให้เหมาะสมด้วยเหตุผลที่สำคัญประการเดียวเท่านั้นคือเพื่อนำมาใช้ในการทดสอบสมมติฐานของผู้วิจัย ตามเหตุผลดังกล่าวจะเห็นว่าแทบจะไม่มีการวิจัยประยุกต์ใด ๆ ที่ให้ผลงานที่พร้อมที่จะนำไปใช้ปฏิบัติการในโรงเรียนได้เลยทันที

แม้ว่าการวิจัยพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์จะมีการสนับสนุนส่งเสริมที่สำคัญหลาย ๆ อย่างต่อการศึกษาก็ตามการวิจัยดังกล่าวก็มีวิธีการที่ไม่เหมาะสมสำหรับพัฒนาผลงานใหม่เพื่อนำมาใช้ในโรงเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิจัยประยุกต์นั้นผู้วิจัยมักจะใช้แบบแผนการวิจัยในการศึกษาเปรียบเทียบ ทำให้ได้ผลงานที่ไม่สมบูรณ์, ขาดการทดลองให้เห็นจริง หรือขาดการตรวจสอบว่า

ผลงานใดมีข้อบกพร่องน้อยกว่า การวิจัยลักษณะนี้โดยทั่วไปจะให้ผลที่ยังสรุปไม่ได้และเมื่อนำมาใช้ปรับปรุงการศึกษาได้ในอัตราที่ช้ามาก ข้อค้นพบที่ได้รับจากผลการวิจัยมักจะเป็นเพียงความมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น ไม่ใช่นัยสำคัญในทางปฏิบัติในห้องเรียนปกติ ข้อบกพร่องอีกประการหนึ่งของการวิจัยพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์คือ สถานการณ์ที่ใช้ศึกษามีความแตกต่างไปจากชั้นเรียนปกติมาก ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงอย่างมากต่อการปฏิบัติ ตามความเป็นจริงแล้วการวิจัยพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์จะให้ข้อค้นพบซึ่งในที่สุดแล้วสามารถนำไปใช้ปรับปรุงการปฏิบัติทางการศึกษา แต่ห่างช่องว่างระหว่างข้อค้นพบเหล่านี้กับการปฏิบัติทางการศึกษาค่อนข้างใหญ่โตมากจนกระทั่งครูและนักวิชาการจำนวนมากที่อุทิศเวลาทั้งหมดของเขาในการทำวิจัยพื้นฐานและวิจัยประยุกต์ ไม่สามารถนำผลที่ได้มาปรับปรุงโรงเรียน

นักการศึกษาและนักวิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวจึงได้ค้นหาวิธีการที่จะเชื่อมช่องว่างระหว่างการวิจัยและการปฏิบัติ และแนวคิดนี้ได้เป็นส่วนสนับสนุนให้เกิดการวิจัยและการพัฒนา เนื่องจากการเอาข้อค้นพบของการวิจัยพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์มาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างผลงานที่ผ่านการทดสอบว่าพร้อมที่จะนำไปใช้ปฏิบัติในโรงเรียน อย่างไรก็ตามการวิจัยและพัฒนามิได้สร้างขึ้นมาเพื่อทดแทนการวิจัยพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์ วิธีการวิจัยทั้งสามวิธีคือ วิจัยพื้นฐาน วิจัยประยุกต์ และ R & D ต่างก็ทำการวิจัยเพื่อนำมาสู่การเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาทั้งสิ้น เพียงแต่ว่า R & D จะเพิ่มความเป็นไปได้ที่นำผลการวิจัยมาใช้ปฏิบัติในโรงเรียนโดยนำข้อค้นพบจากการวิจัยมาปรับปรุงผลงานทางการศึกษา

การประเมินผลการศึกษาเป็นวิชาการสาขาหนึ่งที่มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการวิจัยและพัฒนา ทั้งนี้เพราะว่าการประเมินมีบทบาทที่สำคัญใน R & D

ข้อสังเกตประการหนึ่งมีผู้กล่าวว่า R & D อาจเทียบได้กับการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งถือว่าเป็นคำกล่าวที่ไม่ถูกต้อง ทั้งนี้เพราะว่าการพัฒนาหลักสูตรไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับการใช้วิธีการของ R & D ตัวอย่างเช่น การพัฒนาหลักสูตรจะถูกกำหนดด้วยปรัชญาของหลักสูตรมากกว่าจะกำหนดจากข้อค้นพบของการวิจัย การสร้างคู่มือหลักสูตรและเนื้อหาวิชาไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับวงจรการทดสอบ - การแก้ไขปรับปรุง

วิธีการ R & D มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสาขาเทคโนโลยีการสอน ทั้งนี้เพราะว่าเทคโนโลยีการสอนหมายถึง การใช้ การวิจัย และเทคนิคการตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อให้ได้มาซึ่งผลการเรียนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ในสาขาเทคโนโลยีการสอนเคยให้ความสนใจเกี่ยวกับโสตทัศนวัสดุและอุปกรณ์มาก่อน แต่ในระยะไม่กี่ปีมานี้ได้รับอิทธิพลอย่างมากจาก R & D และจิตวิทยาการสอนขั้นสูง คนทำงาน R & D ในช่วงปี 1960 - 1970 ก็คือนักเทคโนโลยีการสอนปัจจุบัน

วงจรของการวิจัยและพัฒนา

ในหัวข้อต่อไปนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนหลักของวงจร R ⊄ D ซึ่งวงจร R ⊄ D นี้ สร้างขึ้นโดยทีมงานของโครงการฝึกหัดครูแห่งหนึ่งจากห้องทดลองการวิจัยการศึกษาและพัฒนาแห่งหนึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา โครงการฝึกหัดครูแห่งนี้ได้พัฒนาผลงานที่เรียกว่า "Minicourses" ซึ่งออกแบบมาเพื่อปรับปรุงการใช้ทักษะการสอนในชั้นเรียนของครู

เนื่องจากการอธิบายครั้งนี้จะใช้ Minicourse เป็นตัวอย่างในการอธิบายขั้นตอนของวงจร R ⊄ D จึงจำเป็นต้องอธิบายคุณลักษณะของผลงานนี้ แต่ละรายวิชาใน Minicourse จะใช้เวลาประมาณ 15 ชั่วโมง ในการฝึกไม่ว่าจะเป็นนักเรียนฝึกหัดครูหรือครูประจำการ ในช่วงเวลาฝึกนี้จะมีการแนะนำครูที่เข้าฝึกได้รู้จักทักษะในชั้นเรียนทักษะต่าง ๆ โดยทักษะเหล่านี้จะอธิบายและสาธิตโดยการให้ดูภาพยนตร์การอสนซึ่งเรียกว่า "ภาพยนตร์แม่แบบ" ที่แสดงถึงสถานการณ์ในห้องเรียนสั้น ๆ ที่สอนโดย "ครูแม่แบบ" แล้วผู้เข้ารับการฝึกต้องเตรียมบทเรียนสั้น ๆ โดยต้องนำทักษะที่ได้ชมมาจากภาพยนตร์มาใช้สอนนักเรียนกลุ่มเล็ก ๆ และทำการบันทึกลงในวีดีโอเทป ต่อจากนั้นผู้เข้ารับการฝึกต้องเปิดดูภาพยนตร์ที่บันทึกไว้นั้นทันทีและพุ่งความสนใจไปที่ทักษะเฉพาะที่เขาพยายามที่จะเรียนรู้

บทเรียนนี้เรียกว่า บทเรียนการสอนขนาดเล็กเพราะว่าได้กำหนดสถานการณ์ในชั้นเรียนให้มีขนาดเล็กลงทั้งเวลาและจำนวนนักเรียน จากนั้นครูผู้เข้ารับการฝึกจะต้องเตรียมบทเรียนเดิมนั้นใหม่อีกครั้งและทำการสอนนักเรียนกลุ่มเล็ก ๆ อีกกลุ่มหนึ่งในวันรุ่งขึ้น และต้องบันทึกภาพการสอนบทเรียนนี้ลงในวิดีโอเทป และผู้เข้ารับการฝึกต้องดูภาพยนตร์นั้นและประเมินผลการปฏิบัติทันทีหลังจากดูภาพยนตร์นั้นจบลง ต่อจากนั้นผู้เข้ารับการฝึกก็ดำเนินการบทเรียนต่อไป

ขั้นตอนหลักของวงจร R ⊄ D ที่ใช้ในการสร้าง Minicouse มีดังต่อไปนี้

1. ขั้นรวบรวมผลงานวิจัยและสาระสนเทศที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะครอบคลุมการสำรวจตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสังเกตในชั้นเรียน และการตระเตรียมรายงานผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ขั้นวางแผน ซึ่งครอบคลุมการนิยามทักษะ กำหนดจุดประสงค์ของรายวิชา และการทดสอบความเป็นไปได้ในการทดลองขนาดเล็ก
3. ขั้นการสร้างแบบเบื้องต้นของผลงาน ซึ่งครอบคลุมการตระเตรียมวัสดุอุปกรณ์การสอน หนังสือคู่มือ และการประเมินผล
4. ขั้นการทดสอบภาคสนามขั้นต้น ซึ่งทำการทดสอบในโรงเรียนขนาด 1 ถึง 3 โรง โดยใช้วิชา 6 ถึง 12 วิชา ตลอดจนการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ การสังเกต และการสอบถาม

5. ขั้นการแก้ไขปรับปรุงผลงานขนาดใหญ่ ซึ่งการแก้ไขปรับปรุงผลงานจะอาศัยผลการทดสอบภาคสนามขั้นต้น
6. ขั้นการทดสอบภาคสนามกับกลุ่มขนาดใหญ่ ซึ่งทำการทดสอบกับโรงเรียนจำนวน 5 ถึง 15 โรง โดยมีกลุ่มตัวอย่างขนาด 30 ถึง 100 คน ตลอดจนเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณจากกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ประเมินผลข้อมูลโดยเทียบกับจุดประสงค์ของวิชาและเปรียบเทียบผลกับกลุ่มควบคุมถ้าสามารถทำได้
7. ขั้นแก้ไขผลงานปฏิบัติการ ซึ่งแก้ไขผลงานตามข้อแนะนำที่ได้จากการทดสอบภาคสนามขนาดใหญ่
8. ขั้นทดสอบภาคสนามขั้นปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการทดสอบในโรงเรียนจำนวน 10 ถึง 30 โรง โดยมีกลุ่มตัวอย่างขนาด 40 ถึง 200 คน ตลอดจนถึงการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ การสังเกต และการสอบถาม
9. ขั้นแก้ไขผลงานขั้นสุดท้าย ซึ่งเป็นการแก้ไขผลงานตามผลที่ได้จากการทดสอบขั้นปฏิบัติ
10. ขั้นเผยแพร่และประกาศใช้ ซึ่งเป็นการเสนอผลงานต่อที่ประชุมวิชาการและตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสาร ติดต่อสำนักพิมพ์จัดพิมพ์ผลงาน

<u>การเลือกผลงาน</u>

ก่อนที่จะนำกระบวนการวิจัยและพัฒนามาประยุกต์ใช้ จำเป็นต้องบรรยายผลงานการศึกษาที่ต้องการสร้างอย่างเฉพาะเจาะจงเท่าที่จะทำได้ การบรรยายผลงานนั้นควรจะให้ครอบคลุมสิ่งต่อไปนี้

1) บรรยายลักษณะกว้าง ๆ ของผลงานที่ต้องการสร้าง
2) เสนอเค้าโครงร่างว่าผลงานนั้นควรจะครอบคลุมอะไรบ้างและจะนำไปใช้ได้อย่างไร
3) กำหนดจุดประสงค์ของผลงานอย่างเฉพาะเจาะจง ในกรณีของ Minicourse การกำหนดจุดประสงค์จะกำหนดเป็นระดับของการปฏิบัติที่เฉพาะเจาะจงที่จะบรรลุโดยครูผู้ผ่านการอบรม นั่นคือจะกำหนดเป็นจำนวนครั้งที่แสดงว่าครูสามารถแสดงทักษะแต่ละทักษะได้ภายใต้เวลาที่กำหนดให้

เกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกผลงานอาจมีได้หลายเกณฑ์แตกต่างกันไปแล้วแต่ผู้กำหนด ในที่นี้จะเสนอเกณฑ์ต่อไปนี้ เพื่อใช้ในการพิจารณาคัดเลือกผลงาน

1. ผลงานที่เสนอเป็นไปตามความต้องการทางการศึกษาที่สำคัญหรือไม่
2. การบรรยายผลงานมีความชัดเจนเพียงพอที่จะสามารถสร้างผลงานนั้นออกมาได้หรือไม่
3. คณะทำงานมีทักษะ ความรู้ และประสบการณ์ที่จำเป็นในการสร้างผลงานนี้หรือไม่
4. สามารถสร้างผลงานให้เสร็จภายในเวลาที่สมควรหรือไม่

การที่คณะทำงานของโครงการฝึกหัดครูกลุ่มนี้ได้เลือกการสร้าง Minicourse เนื่องจากว่ามีการเรียกร้องให้มีการพัฒนาผลงานที่มีประสิทธิภาพที่จะให้บริการแก่ครูประจำการ เพราะเขตการศึกษาได้ให้บริการแก่ครูค่อนข้างน้อยมาก และสิ่งที่ให้บริการไปนั้นก็ค่อนข้างไม่มีคุณภาพ โครงการฝึกหัดครูแบบเดิมมีจุดอ่อนที่สำคัญอยู่ 4 ประการคือ 1) ครูจะถูกบอกให้ทำอยู่เกือบตลอดเวลามากกว่าที่จะให้โอกาสในการฝึกฝนหาเทคนิคการสอนที่ดี 2) โครงการฝึกส่วนมากจะให้แต่สิ่งทั่ว ๆ ไปที่ไม่ชัดเจนแก่ครู 3) นิสิตฝึกสอนขาดต้นแบบที่มีประสิทธิภาพที่จะใช้เป็นแบบอย่าง และ 4) โครงการฝึกหัดครูแบบเดิมให้ผลย้อนกลับมายังครูน้อยมากหรือไม่มีเลย ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบ Minicourse เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาจุดอ่อนของโครงการฝึกหัดครูดังกล่าว

การตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เมื่อคณะผู้วิจัยได้กำหนดลักษณะของผลงานการศึกษาที่ต้องการสร้างขึ้นแล้ว จึงทำการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยซึ่งเป็นการรวบรวมผลการวิจัยและสารสนเทศอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะพัฒนาตามที่ได้วางแผนไว้ จุดประสงค์ของการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยจะเหมือนกับจุดประสงค์ของการวิจัยพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์อยู่ประการหนึ่งคือเพื่อตรวจหาความรู้ในสาขาที่เกี่ยวข้อง แต่ว่าโครงการ R & D ผู้วิจัยต้องสนใจว่าจะนำความรู้เหล่านั้นมาใช้กับผลงานที่จะสร้างได้อย่างไรบ้าง

ตัวอย่างของการสร้าง Minicourse คณะผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยขั้นต้นเกี่ยวกับวิธีการสอน จากผลการตรวจสอบได้ชี้แนะว่าควรจะเลือกเทคนิคการตั้งคำถามของครูที่ใช้ในการอภิปรายในชั้นเรียนเป็นหัวข้อเนื้อหาหน่วยแรกของ Minicourse ดังนั้นผู้วิจัยได้ตั้งชื่อ Minicourse 1 ว่า "การใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ - ระดับชั้นประถมศึกษา"

เนื่องจาก Minicourse 1 เป็นผลงานชิ้นแรกที่สร้างขึ้นของโครงการฝึกหัดครูนี้ จึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยสองครั้ง การตรวจสอบครั้งแรกมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหางานวิจัยที่สามารถนำมาใช้ในการสร้างแบบอย่าง (Model) การสอนขั้นพื้นฐานสำหรับครูที่เข้าอบรม ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษางานวิจัยในสี่หัวข้อคือ การสอนกลุ่มย่อย (Microteaching) การเรียนจากภาพยนตร์ การให้ข้อมูลย้อนกลับในการเรียน และการให้แบบอย่างในการเรียน (Modeling in learning) จากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยทำให้คณะผู้วิจัยสามารถที่จะบ่งชี้เทคนิคการสอนหลายวิธีที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน ตัวอย่าง เช่น ได้พบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการสอนของครูโดยให้ดูจากวีดีโอเทปเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสำหรับการพัฒนาทักษะใหม่ในห้องเรียน และเทคนิคที่มีประสิทธิภาพอีกอย่างหนึ่งคือ การให้แบบอย่าง (Model) ของทักษะที่จะเรียนรู้ สิ่งที่น่าสนใจที่ได้จากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยครั้งนี้คือ ผลงานวิจัยเรื่องหนึ่งพบว่า เมื่อใช้การให้แบบอย่างของทักษะและการให้ข้อมูลย้อนกลับจากการดูวีดีโอเทปแล้วไม่จำเป็นต้องใช้อาจารย์นิเทศก์ในการปรับปรุงการสอนของนิสิตฝึกสอน และผลงานวิจัยอีกชิ้นหนึ่งพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอาจารย์นิเทศก์นั้น พฤติกรรมของนิสิตฝึกสอนที่ประเมินไปในช่วงสามเดือนได้เกิดเปลี่ยนแปลงไปในทางตรงข้ามกับที่อาจารย์นิเทศก์แนะนำไว้ และยังมีนักการศึกษาจำนวนมากเชื่อว่าอาจารย์นิเทศก์เป็นองค์ประกอบที่จำเป็นของการฝึกหัดครู จากตัวอย่างดังกล่าวได้แสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่ได้จากความคิดเห็นและการปฏิบัติที่นิยมทำกันมานั้นไม่สามารถที่จะนำมาเป็นตัวชี้แนะที่ดีต่อการสร้างผลงานตามที่ต้องการได้

การตรวจสอบเอกสารงานวิจัยครั้งที่สองจะเกี่ยวข้องกับทักษะการอภิปรายและการใช้คำถาม คณะผู้วิจัยได้ตรวจสอบเอกสารงานวิจัยย้อนหลังไปถึงปี 1912 และผลงานวิจัยเรื่องหนึ่งพบว่า 2/3 ของคำถามที่ครูใช้จะเป็นคำถามด้านความจำมากกว่าคำถามที่ถามให้คิดเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ยิ่งไปกว่านั้นยังพบอีกว่า ครูใช้เวลาพูดมากเป็น 2/3 ของเวลาที่ใช้อภิปราย ดังนั้นจึงมีเวลาเหลือให้นักเรียนมีส่วนร่วมอภิปรายข้อค้นพบเพียง 1/3 และผลงานวิจัยทำนองเดียวกันเมื่อเร็ว ๆ นี้ปรากฏว่า นักการศึกษาแม้จะรู้ว่าสิ่งที่ทำกันมาอย่างแพร่หลายนั้นไม่มีประโยชน์ต่อการฝึกสอนมาเป็นเวลานานแล้วก็ตาม นักการศึกษาก็ยังไม่สามารถนำเอาข้อมูลเหล่านั้นมาปรับปรุงทักษะในชั้นเรียนของครูให้ดีขึ้นตามต้องการได้

จากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงได้กำหนดจุดมุ่งหมายหลักของ Minicourse 1 ว่า มุ่งที่จะให้ครูพูดน้อยลงและในขณะเดียวกันก็มุ่งที่จะให้นักเรียนพูดมากขึ้น ตลอดจนให้ครูใช้คำถามที่ถามให้คิดเพิ่มมากขึ้น

การตรวจสอบเอกสารงานวิจัยขั้นต่อไป จำเป็นต้องระบุเทคนิคเฉพาะที่ครูสามารถนำไปใช้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด เนื่องจากผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับส่วนนี้มีจำนวนน้อยมาก ในกรณีเช่นนี้ก็อาจจะใช้ข้อมูลที่ได้จากข้อคิดเห็นและประสบการณ์ตรงของผู้ปฏิบัติมาประกอบ

การสัมภาษณ์และการสังเกตภาคสนามโดยตรงก็มีประโยชน์ที่จะทำให้มีเอกสารงานวิจัยสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งช่วยให้เรามีพื้นฐานความรู้ที่จะนำไปพัฒนาผลงานการศึกษาที่กำหนด ตัวอย่างเช่น ใน Minicourse 5 ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับทักษะสอนเสริมในวิชาคณิตศาสตร์ คณะผู้วิจัยพบว่าไม่มีผลการวิจัยที่ทำในหัวข้อนี้เลย จากปัญหานี้ คณะผู้วิจัยจึงได้ส่งผู้สังเกตเข้าไปในชั้นเรียนเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ของการสอนเสริมระหว่างครูและนักเรียน ผลจากการสังเกตพบว่าโดยทั่วไปแล้วครูจะพูดคุยกับนักเรียนเป็นรายบุคคลได้สั้นมาก เฉลี่ยแล้วประมาณ 15 วินาที เรื่องที่พูดคุยกันจะเป็นการให้คำตอบแก่นักเรียนและชี้ข้อผิดพลาดที่ทำในแต่ละข้อเท่านั้น แทบจะไม่มีการแนะนำให้นักเรียนบ่งบอกข้อผิดพลาดของตนเอง หรือทำความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ข้อมูลที่รวบรวมมาได้เหล่านี้แม้จะไม่ได้มาจากการวิจัยที่มีการควบคุมตัวแปรอย่างดีก็ตาม ก็ช่วยให้เราได้สารสนเทศเบื้องต้นเกี่ยวกับการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมต้น และให้ข้อชี้แนะแก่เราว่าครูจะได้ผลประโยชน์จากการเรียนรู้ลำดับขั้นของการสอนเสริมซึ่งเป็นการแนะนำให้นักเรียนรู้จักค้นพบข้อผิดพลาดของตนเอง และมีความเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

<u>การวางแผน</u>

เมื่อผู้วิจัยได้ตรวจสอบเอกสารงานวิจัยและรวบรวมสารสนเทศที่เกี่ยวข้องเสร็จแล้ว ขั้นตอนที่จะทำต่อไปก็คือ การวางแผนการทำงาน ขั้นของการวางแผนประกอบด้วย การกำหนดจุดประสงค์ของผลงานที่จะสร้าง การประมาณค่า เงินงบประมาณ กำลังคน และเวลาที่ต้องใช้ในการสร้างผลงาน

การกำหนดจุดประสงค์ของผลงานที่ต้องการสร้าง ถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดของการวางแผน เพราะจุดประสงค์จะเป็นตัวกำหนดการสร้างผลงาน และใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินคุณภาพของผลงาน จุดประสงค์ควรเขียนในรูปพฤติกรรมของนักเรียน เพราะว่าจุดประสงค์ที่ใช้นักเรียนเป็นฐานทำให้เราสามารถวัดผลงานออกมาเป็นค่าเชิงปริมาณ อย่างไรก็ตาม ในระหว่างขั้นของการวางแผน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมักจะกำหนดแบบกว้าง ๆ ก่อน

ตัวอย่างเช่น ในขั้นเริ่มต้นวางแผน Minicourse 1 จะกำหนดจุดประสงค์ข้อหนึ่งไว้ดังนี้ "หลังจากเรียนจบเนื้อหาหน่วยนี้แล้ว ครูส่วนมากจะใช้คำถามให้คิดในการอภิปรายเพิ่มมากขึ้น" ที่กำหนดจุดประสงค์พฤติกรรมกว้าง ๆ แบบนี้เนื่องจากเรายังไม่มีความรู้หรือข้อมูลเพียงพอในขั้นนี้ว่าควรจะกำหนดเปอร์เซ็นต์ของคำถามที่ให้คิดว่าเป็นเท่าไรจึงจะถือว่ามีประสิทธิภาพ แต่เมื่อเข้าสู่วงจรการพัฒนาและมีข้อมูลวิจัยที่สะสมไว้แล้ว เราก็สามารถขัดเกลาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้เฉพาะเจาะจงตามรูปแบบต่อไปนี้ "เมื่อกำหนดแบบฝึกอภิปรายในเวลา 20 นาที ให้อย่างน้อยที่สุดครึ่งหนึ่งของคำถามของครูจะเป็นแบบถามให้คิด และจะต้องมีครูที่ใช้คำถามให้คิดอย่างน้อยที่สุด 75% ของครูทั้งหมด"

การประมาณค่า เงินงบประมาณ กำลังคน และเวลาที่ต้องใช้ในการดำเนินการมีความสำคัญมากอีกอย่างหนึ่ง โดยทั่วไปแล้วโครงการ R & D โครงการหนึ่ง ๆ จำเป็นต้องใช้แหล่งเงินทุนจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น ค่าใช้จ่ายในการสร้าง Minicourse หน่วยหนึ่ง ๆ ที่ใช้สอนประมาณ 15 ชั่วโมง ต้องเสียค่าใช้จ่ายไปมากกว่าสองล้านบาท ถ้าทำให้เสร็จทั้งโครงการต้องเสียค่าใช้จ่ายหลายล้านบาท ความต้องการกำลังคนก็ต้องมีการพิจารณาอย่างรอบคอบ ในการพัฒนา Minicourse นั้นจะต้องการคนทำงานระดับวิชาชีพเฉลี่ยประมาณ 100 คนต่อสัปดาห์ และคนทำงานระดับเสมียนพนักงานเฉลี่ยประมาณ 50 คนต่อสัปดาห์ เมื่อเทียบกับโครงการวิจัยส่วนมากซึ่งใช้งบประมาณน้อยกว่านี้มาก และอาจใช้นักวิจัยเพียงคนเดียวทำงานร่วมกับผู้ช่วยนักวิจัยที่เป็นนิสิตทำงานนอกเวลาเท่านั้น

เนื่องจากขอบข่ายการทำงานของ R & D ค่อนข้างจะมากกว่างานวิจัยทั่ว ๆ ไป ดังนั้นจึงต้องวางแผนการทำงานอย่างรัดกุม มิฉะนั้นแล้วกณะผู้วิจัยอาจจะประสบปัญหาแหล่งเงินทุนหมดก่อนที่จะสร้างผลงานให้เสร็จสมบูรณ์ การวางแผนจึงเป็นขั้นตอนที่จำเป็นเพื่อใช้ในการคาดคะเนความต้องการในการใช้วัสดุอุปกรณ์ ความช่วยเหลือจากนักวิชาการอื่น ๆ และการทดสอบภาคสนาม สำหรับการพิจารณาการทดสอบภาคสนามในโรงเรียนนับว่ามีความสำคัญอย่างหนึ่ง เพราะว่าโดยทั่วไปแล้วโรงเรียนจะยอมอนุญาตให้คณะผู้วิจัยทำการทดสอบนักเรียนเฉพาะบางช่วงของเวลา ตัวอย่างเช่น ในช่วงใกล้สอบไล่ หรือช่วงปิดเทอม โรงเรียนคงไม่อนุญาตให้ทดสอบนักเรียน และยิ่งไปกว่านั้นผู้บริหารโรงเรียนโดยทั่วไปแล้วจะกำหนดระเบียบว่าต้องยื่นขออนุญาตทำการทดสอบนักเรียนล่วงหน้าก่อน 2 - 3 เดือน

แม้ว่านักวิจัย R & D ต้องยอมสละเวลาอย่างมากมายในการเริ่มต้นวางแผนก็ตาม งานการวางแผนก็ยังไม่จบสิ้นลงเสียทีเดียว เพราะในขณะที่ทำงานไปนั้น ผู้วิจัยต้องค้นหาข้อบกพร่องด้านต่าง ๆ ที่วางแผนไว้ไม่รัดกุมหรือผิดพลาด และต้องทำการวางแผนใหม่ให้ดี

อย่างไรก็ตามสิ่งที่ควรทำมากที่สุดคือ ต้องอุทิศความพยายามทั้งหมดในการวางแผนขั้นแรกให้ดีเสียก่อน เพราะแผนที่ดีนั้นช่วยให้นักวิจัยไม่ต้องเสียเวลาในการทำงานขั้นต่อ ๆ ไป

การสร้างแบบขั้นต้นของผลงาน

หลังจากการวางแผนขั้นแรกเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนหลักต่อไปของวงจร R & D คือ การสร้างแบบขั้นต้นของผลงานการศึกษาที่จะนำไปทดสอบภาคสนาม ในกรณีของ Minicourse 1 ขั้นนี้จะเกี่ยวข้องกับขอบข่ายของกิจกรรมต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เป็นต้นว่า ต้องเขียนคำอธิบายที่บรรยายทักษะเฉพาะของครูที่ต้องเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของการสอน ต้องนำคำบรรยายนั้นบันทึกลงในวีดีโอเทป และตัดต่อกันเพื่อแสดงถึงทักษะที่จะต้องใช้ในห้องเรียน ต้องมีการกำหนดครูแม่แบบที่คาดหวังไว้ และให้ครูแม่แบบสังเกตและฝึกหัดเพื่อให้สามารถสอนบทเรียนแม่แบบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้แสดงทักษะต่าง ๆ ใน Minicourse ทำการบันทึกบทเรียนแม่แบบลงในวีดีโอเทปและทำการตัดต่อให้เรียบร้อย ยกร่างหนังสือคู่มือครูที่เขียนขึ้นเพื่อใช้เสริมบทเรียนที่ใช้สอนในวีดีโอเทป จากนั้นต้องแก้ไขปรับปรุงและจัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม ต้องสร้างและจัดพิมพ์แบบประเมินสำหรับครูเพื่อใช้ในการประเมินผลตนเองเกี่ยวกับการสอนจุลภาคและสอนบทเรียนนั้นใหม่ ทำการสร้างคู่มือแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ที่จะใช้ในการทดสอบภาคสนามขั้นต้น ทำการฝึกอบรมคณะทำงานวิจัยเพื่อใช้คู่มือเหล่านี้ หลักการที่สำคัญของขั้นตอนนี้ก็คือ ต้องกำหนดโครงสร้างผลงานเพื่อให้ได้ผลย้อนกลับจากการทดสอบภาคสนามให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ดังนั้นควรให้มีวิธีการประเมินผลหลาย ๆ วิธีในขั้นการสร้างแบบขั้นต้นของผลงานมากกว่าในขั้นสร้างผลงานขั้นสุดท้าย

ต้องยอมรับความเป็นจริงอย่างหนึ่งว่า แม้ขั้นตอนของ R & D จะเขียนขึ้นอย่างง่าย ๆ แต่เมื่อนำมาปฏิบัติจริงแล้วมันไม่ได้ง่ายอย่างที่เขียนไว้ ผู้สร้างอาจต้องพบกับการเริ่มต้นที่ผิดพลาดและต้องหันกลับมาสร้างผลงานขึ้นใหม่ นอกจากนี้คู่มือเฉพาะที่จะใช้ในขั้นตอนของ R & D ไม่มีให้ทั้งนี้เพราะว่าวิธีการที่แท้จริงที่ใช้ในการสร้างผลงานมีการเปลี่ยนแปลงไปตามธรรมชาติของผลงาน สิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ ผู้สร้างต้องพยายามสร้างผลงานตั้งแต่เริ่มต้นให้มีความเพียบพร้อมที่จะนำไปใช้ในโรงเรียนได้เลย ผลงานที่สร้างขึ้นบางส่วนจะบังคับให้ผู้ปฏิบัติห้องถิ่นต้องเพิ่มเติมและเปลี่ยนแปลงส่วนนั้นเพื่อให้สามารถใช้ผลงานนั้นได้ เนื่องจากโรงเรียนบางโรงต้องทำการปรับแก้ผลงาน จึงทำให้ผลงานที่สร้างขึ้นนั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและทำให้ใช้ผลงานนั้นอย่างผิด ๆ อยู่บ่อย ๆ

การทดสอบภาคสนามขั้นต้นและการแก้ไขผลงาน

การทดสอบภาคสนามขั้นต้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อจะประเมินคุณภาพขั้นต้นของผลงานการศึกษาใหม่ สำหรับ Minicourse การประเมินผลขั้นนี้จะอาศัยข้อมูลย้อนกลับจากครูกลุ่มเล็ก ๆ ที่เข้ารับการฝึกอบรมและผลการสังเกตของคณะผู้วิจัยที่ดำเนินการทดสอบภาคสนาม ตามกฎเกณฑ์แล้ว การทดสอบภาคสนามขั้นแรกนี้อาจทดสอบจากครูประมาณ 4 ถึง 8 คนก็พอเพียงแล้ว ทั้งนี้เพราะว่าการประเมินผลขั้นนี้เน้นการประเมินคุณภาพของเนื้อหาวิชามากกว่าการประเมินเชิงปริมาณของผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง

ทุก ๆ ขั้นตอนทั้งหมดของวงจร R & D จะเกี่ยวข้องกับการประเมินผลงาน สิ่งสำคัญคือ การสร้างสถานการณ์สอบให้มีความคล้ายคลึงกับสถานการณ์จริงที่จะนำผลงานที่เสร็จสมบูรณ์ แล้วไปใช้ ถ้าสถานการณ์ทดสอบภาคสนามมีความแตกต่างไปจากสถานการณ์ที่จะนำไปใช้จริงแล้ว ผู้วิจัยจะประสบปัญหาเรื่องการสรุปอ้างอิงผลการทดสอบจากสภาพหนึ่งไปยังอีกสภาพหนึ่ง ตัวอย่างเช่น Minicourse 1 ผู้วิจัยได้ออกแบบมาเพื่อให้ครูโรงเรียนประถมศึกษาใช้สอนปกติในแต่ละวัน ดังนั้นในการทดสอบภาคสนามขั้นต้นผู้วิจัยก็ควรนำไปทดลองกับครูในโรงเรียนประถมศึกษาสองโรง โดยใช้ครูประมาณหกคน ในลักษณะเช่นนี้สภาพการทดสอบภาคสนามขั้นต้นจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับสภาพที่จะนำไปใช้จริง แต่ถ้าผู้วิจัยคิดว่าต้องการทำการทดลองให้เสร็จเร็วขึ้น จึงใช้วิธีเชิญครูผู้สอนและเลือกนักเรียนประถมศึกษาจำนวนหนึ่งไปทดลองในห้องทดลอง วิธีการนี้จะมีปัญหาเกิดขึ้นก็คือ การเรียนการสอนจะมีสภาพที่ไม่ใช่เป็นของจริง ขั้นตอนการเรียนการสอนในห้องทดลองอาจไม่มีปัญหาใด ๆ เกิดขึ้นเลย แต่เมื่อนำไปใช้สอนจริงในโรงเรียนอาจเกิดปัญหาวุ่นวายสับสนขึ้นจนเป็นสาเหตุให้การเรียนการสอนได้ผลออกมาตรงข้าม

ในระหว่างทำการทดสอบภาคสนามขั้นต้นของการสร้าง Minicourse 1 นี้ ต้องมีผู้ช่วยนักวิจัยสองคนจากห้องทดลองทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดกับครูทั้งหกคน เพื่อที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนกลับของครูและข้อมูลที่สังเกตการทำงานของครูให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ครูแต่ละคนจะได้รับการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลจำนวนสามครั้งในระหว่างการทดสอบภาคสนาม การสัมภาษณ์จะพุ่งความสนใจไปที่ปัญหาเฉพาะด้านและข้อบกพร่องของหน่วยการสอน ตลอดจนข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเมื่อการสอนเสร็จสิ้นแล้วครูแต่ละคนต้องตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับหน่วยการสอน และการมีส่วนร่วมในการอภิปรายกลุ่มกับผู้ช่วยนักวิจัย นอกจากจะมีการติดต่อกันอย่างเป็นพิธีการแล้ว ครูแต่ละคนยังได้รับการติดต่ออย่างไม่เป็นทางการจากเจ้าหน้าที่ห้องทดลองทุก ๆ วัน

ความต้องการที่จะให้ได้ผลย้อนกลับอย่างกว้างขวางจากครูในระหว่างการทดสอบภาคสนามขั้นต้นนี้อาจก่อให้เกิดปัญหาขึ้นได้ เพราะว่าครูจะได้รับความสนใจจากผู้วิจัยอย่างมากเพื่อให้ได้ข้อมูลย้อนกลับและความสนใจนี้ทำให้เกิด Hawthorne Effect ซึ่งชักนำให้ผู้สร้างประมาณประสิทธิภาพของผลงานเกินความจริง ดังนั้นผู้สร้างต้องพยายามดำเนินการอย่างระมัดระวังที่จะให้ได้ข้อมูลย้อนกลับจากครูที่ร่วมงานโดยไม่ทำให้ครูเกิดความรู้สึกว่าเขาถูกสังเกตและสนใจมากจนเกินไป

ในการสังเกตครูที่ร่วมงานตอนใกล้ ๆ สิ้นสุดการทดสอบภาคสนามขั้นต้นของ Minicourse พบว่าครูโดยทั่วไปแล้วไม่สามารถใช้ทักษะการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในห้องเรียนปกติหรือในบทเรียนการสอนจุลภาค ถ้ายึดตามจุดมุ่งหมายที่ว่าการทดลองครั้งนี้ต้องการที่จะเปลี่ยนพฤติกรรมการสอนของครูแล้ว ก็กล่าวได้ว่า แบบขั้นต้นของชุดการอบรมนี้ประสบความล้มเหลว แต่ทว่าข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และตอบแบบสอบถามของครูตอนจบการสอนแล้วแสดงว่าชุดการอบรมนี้มีประสิทธิภาพอย่างยิ่งและช่วยให้ครูปรับปรุงการสอนได้อย่างมาก จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าครูส่วนมากจะไม่วิพากษ์วิจารณ์มากนักและค่อนข้างจะประเมินผลการปฏิบัติไปในทางที่ดีมากกว่า

คณะผู้วิจัยยังได้พบอีกว่าการประเมินแบบกว้าง ๆ นั้นจะให้คุณค่าน้อยมากในการประเมินจุดประสงค์ทางการศึกษาที่เฉพาะเจาะจง ยิ่งไปกว่านั้นยังอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อการพัฒนาการศึกษา เพราะว่ามันอาจชักนำให้ผู้วิจัยเข้าใจผิดคิดว่าผลงานการศึกษานั้นบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดและพร้อมที่จะนำไปใช้ได้ แต่ความเป็นจริงแล้วไม่ได้เป็นเช่นนั้น ตัวอย่างเช่น ครูตอบว่าชุดฝึกอบรมใหม่นี้ดีเพราะว่าครูใช้การเทียบกับหลักสูตรเก่าที่ขาดคุณภาพ เลยดูเหมือนว่าชุดฝึกอบรมใหม่นี้ดี ทั้ง ๆ ที่ความเป็นจริงแล้วชุดฝึกอบรมใหม่นี้ยังมีข้อบกพร่องมากมาย การประเมินความสำเร็จของผลงานจากการตัดสินหรือข้อคิดเห็นของผู้ใช้นี้จึงควรต้องระมัดระวัง วิธีที่ดีอย่างหนึ่งก็คือ ควรเขียนจุดประสงค์ของผลงานการศึกษาในรูปของพฤติกรรมปลายทาง และควรประเมินความสำเร็จจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมปลายทางเหล่านั้น อย่างไรก็ตาม การประเมินผลแบบกว้าง ๆ นี้ก็ยังให้ความเชื่อถือได้น้อยมาก เราควรเชื่อถือข้อมูลย้อนกลับของครูที่ได้จากการทดสอบภาคสนามขั้นต้นมากกว่าเพราะสามารถนำผลเหล่านั้นมาพัฒนาและปรับปรุงผลงานการศึกษาได้

หลังจากทำการทดสอบภาคสนามขั้นต้นเสร็จแล้ว ก็จะเก็บรวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นจะนำผลวิเคราะห์ไปใช้ในการวางแผนใหม่และแก้ไขผลงานนั้นต่อไป

การทดสอบภาคสนามขนาดใหญ่และการแก้ไขผลงาน

การทดสอบภาคสนามขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญสองประการคือ 1) เพื่อตรวจสอบผลงานที่สร้างขึ้นว่าบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ และ 2) เพื่อรวบรวมข้อมูลไปใช้

ประกอบการแก้ไขผลงานนั้น การตรวจสอบผลงานโดยทั่วไปแล้วจะอาศัยแบบแผนการทดลอง เพื่อตอบคำถามนี้ ตัวอย่างเช่น ใน Minicourse 1 ได้ออกแบบแผนการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่าครูใช้ทักษะการอภิปรายเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยใช้ A single-group pre-post design. และใช้กลุ่มตัวอย่างครูเข้าร่วมโครงการประมาณ 50 คน การดำเนินการทดลองได้กำหนดให้ครูแต่ละคนจัดการอภิปรายในชั้นเรียนปกติก่อนที่จะเริ่มดำเนินการทดลองโดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที และบันทึกการอภิปรายลงในวีดีโอเทป และหลังจากการทดลองเสร็จสิ้นลงก็ทำเช่นนี้อีกคือ ให้ครูแต่ละคนจัดการอภิปรายในชั้นเรียนและบันทึกการอภิปรายลงในวีดีโอเทป

นำวีดีโอเทปแต่ละตอนมาลงรหัสและสุ่มให้กับผู้ประเมินพิจารณาโดยผู้ประเมินจะไม่ทราบว่าวีดีโอเทปชุดไหนบันทึกก่อนหรือหลังการทดลอง ผู้ประเมินจะสังเกตความถี่ของการใช้ทักษะของครูและรูปแบบพฤติกรรมที่ได้เสนอไว้ ผลการวิเคราะห์พบว่าพฤติกรรมของครูและนักเรียนส่วนมากเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางการนำไปใช้ปฏิบัติ ถึงแม้ว่าการทดสอบภาคสนามขั้นนี้ไม่ได้ใช้กลุ่มควบคุมในการศึกษาก็ตาม แต่จากการศึกษาต่อมาพบว่าครูที่ผ่านการทดลองใช้ชุดฝึกอบรมแล้วมีการใช้ทักษะการอภิปรายเพิ่มมากขึ้นกว่าครูที่ไม่ได้ผ่านการใช้ชุดฝึกอบรมครั้งนี้หรือกลุ่มครูที่ได้รับการฝึกอบรมชุดนี้บ้างเล็ก ๆ น้อย ๆ เนื่องจากการทดสอบภาคสนามขั้นนี้ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาประกอบการแก้ไขปรับปรุงผลงานที่สร้างขึ้น ดังนั้นควรทำการสอบถามและสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างครูที่เข้าร่วมโครงการในขั้นนี้ทุกคน ถ้าผลการวิเคราะห์พบว่าผลงานใหม่ที่สร้างขึ้นยังไม่บรรลุตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดแล้ว จำเป็นต้องแก้ไขผลงานนั้นและนำมาทดสอบภาคสนามขนาดใหญ่อีกครั้งหนึ่ง ตามหลักการแล้วต้องดำเนินการทดสอบภาคสนามและแก้ไขปรับปรุงผลงานต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้ผลงานที่บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ แต่ในทางปฏิบัติแล้วถ้าทำการทดสอบภาคสนามขนาดใหญ่ซ้ำอีกครั้งหนึ่งและยังพบว่าผลงานนั้นไม่บรรลุตามจุดประสงค์ก็อาจจะล้มเลิกการสร้างผลงานนั้น

<u>การทดสอบภาคสนามขั้นปฏิบัติการและแก้ไขผลงานขั้นสุดท้าย</u>

การทดสอบภาคสนามขั้นปฏิบัติการเป็นการทดสอบภาคสนามขั้นสุดท้าย มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบว่าผลงานการศึกษามีความพร้อมสมบูรณ์ที่จะนำไปใช้ในโรงเรียนหรือไม่โดยไม่ต้องมีคณะผู้วิจัยดูแลช่วยเหลือ ดังนั้นในขั้นนี้จะต้องสร้างผลงานให้เสร็จสมบูรณ์และทำการทดสอบทุก ๆ ด้านเพื่อให้เกิดความพร้อมที่จะนำไปใช้ปฏิบัติการ การทดสอบภาคสนามสองขั้นแรกนั้นดำเนินการโดยคณะผู้วิจัย ดังนั้นข้อมูลที่ได้มาจึงไม่สามารถนำมาใช้ตรวจสอบว่าผลงานนั้นจะนำ

มาใช้ปฏิบัติได้ดีโดยปราศจากผู้เชี่ยวชาญหรือไม่ การดำเนินการทดสอบภาคสนามขั้นปฏิบัติการจะต้องกำหนดขึ้นและประสานงานโดยครูในโรงเรียนปกติที่ไม่มีคณะผู้วิจัยเข้าไปร่วม การเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนกลับของผู้ประสานงานและครูที่ร่วมโครงการทำได้โดยการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ไปยังกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว ข้อมูลที่รวบรวมได้นี้จะนำมาตรวจสอบว่าผลงานที่สร้างขึ้นนั้นมีความสมบูรณ์เรียบร้อยหรือไม่ ส่วนการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์จะมุ่งความสนใจไปยังส่วนของผลงานที่ไม่สามารถทำตามหน้าที่ของมันได้ หรือพุ่งความสนใจไปยังส่วนที่จะทำให้ใช้ชุดผลงานนั้นได้สะดวกและมีประสิทธิภาพสูง สำหรับในขั้นนี้จะไม่มีการบันทึกวีดีโอเทปทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

หลังจากทำการทดสอบภาคสนามขั้นปฏิบัติการและวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการแก้ไขผลงานขั้นสุดท้าย ตามตัวอย่างของ Minicourse ขั้นนี้จะทำการแก้ไขคำบรรยายและเนื้อหาสาระขั้นสุดท้าย แล้วส่งไปยังสำนักพิมพ์เพื่อจัดพิมพ์รูปเล่มต่อไป จากนั้นก็ส่งชุดการฝึกอบรมเหล่านี้ไปยังกลุ่มโรงเรียนเพื่อใช้ปฏิบัติในโครงการฝึกอบรมของโรงเรียน ในการทดลองใช้ปฏิบัติชุดฝึกอบรมนี้จะต้องมีการประเมินโดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ การประเมินขั้นนี้ช่วยให้ผู้วิจัยทำการประเมินประสิทธิภาพได้อย่างต่อเนื่องและสามารถบ่งชี้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขั้นใช้ปฏิบัติการ

<u>การเผยแพร่และสนับสนุนส่งเสริม</u>

วงจร R ⫡ D เป็นกระบวนการทำงานที่ใช้เวลามากและราคาแพง การเผยแพร่ผลงานที่สร้างขึ้นให้ไปสู่กลุ่มผู้ใช้ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพนับว่าเป็นขั้นตอนที่สิ้นค่าใช้จ่ายมาก

การเผยแพร่ เป็นกระบวนการที่ช่วยให้กลุ่มผู้ที่จะใช้ผลงานได้ตระหนักเห็นคุณค่าของผลงานของ R ⫡ D นั้น

การสนับสนุนส่งเสริม เป็นกระบวนการช่วยให้กลุ่มผู้นำผลงาน R ⫡ D ไปใช้ได้ถูกต้องตามวิธีการที่ผู้สร้างตั้งใจให้เป็นไป

ถึงแม้ว่า การเผยแพร่และสนับสนุนส่งเสริมจะมีความสำคัญมากขั้นหนึ่งก็ตาม วิธีการเหล่านี้ก็ไม่มีการศึกษาค้นคว้ามาก่อน จนกระทั่งกลางทศวรรษของปี 1970 จึงได้มีการริเริ่มใช้ และมีนักการศึกษาจำนวนมากได้เลิกใช้คำว่า "วิจัยและพัฒนา" และเปลี่ยนมาใช้คำว่า "การวิจัย พัฒนา และการเผยแพร่" (R, D ⫡ D) ซึ่ง "การวิจัย พัฒนา และการเผยแพร่" หมายถึงการสร้างผลงานบนฐานการวิจัยที่บรรลุตามเกณฑ์ของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่นิยามไว้ และเกณฑ์ของการเผยแพร่และสนับสนุนส่งเสริม

การกะประมาณงบประมาณของ R, D & D ในงานอุตสาหกรรมบางครั้งจะใช้อัตราส่วนเป็น 1 : 10 : 100 ตัวอย่าง สมมติว่า การวิจัยพื้นฐานชิ้นหนึ่งต้องการงบประมาณ 1 ล้านบาท ในการวิจัยเพื่อสร้างผลงานใหม่แล้ว การสร้างผลงาน - ทดสอบภาคสนาม - การแก้ไขผลงาน จะต้องใช้งบประมาณ 10 ล้านบาท และในการประดิษฐ์และเผยแพร่ผลงานจะต้องใช้งบประมาณ 100 ล้านบาท

จากที่กล่าวไปข้างต้นชี้ให้เห็นว่าในโครงการ R & D เพียงโครงการเดียวจะต้องอาศัยแหล่งบุคลากรและงบประมาณจำนวนมากมาย เกินกว่ากำลังความสามารถของนักวิจัยเพียงคนเดียว หรือนิสิตชั้นบัณฑิตที่จะทำวิจัยในลักษณะนี้ได้ การวิจัย R & D นั้นเหมาะสำหรับเขตการศึกษาหรือกลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่ร่วมกันทำ วิธีการประหยัดอย่างหนึ่งในการทำวิจัย R & D คือ ทำการศึกษาเฉพาะแห่งใดแห่งหนึ่งในพื้นที่แคบจากนั้นจึงค่อยกระจายไปทั่วประเทศภายหลัง ถ้าผู้วิจัยหรือนิสิตชั้นบัณฑิตศึกษาสนใจที่จะทำวิจัยแบบ R & D นี้ จะต้องระมัดระวังเรื่องค่าใช้จ่ายเป็นสำคัญ ดังนั้นผู้วิจัยควรหลีกเลี่ยงการใช้สื่อวัสดุการสอนราคาแพง วิธีการอีกอย่างหนึ่งคือให้ลดขนาดโครงการให้เล็กลงโดยจำกัดขั้นตอนของวงจร R & D ให้น้อยลง

เทคนิคการวิจัยเชิงทดลอง
(Experimental Research)

รศ.ดร.อนันต์ ศรีโสภา

การวิจัยเชิงทดลองคืออะไร

การวิจัยเชิงทดลองเป็นวิธีการเสาะแสวงหาความรู้อย่างมีระบบและมีเหตุผล เป็นการวิจัยที่ใช้คำตอบเกี่ยวกับ *"ถ้ากระทำสิ่งนี้ภายใต้การควบคุมสถานการณ์อย่างระมัดระวังแล้ว จะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง"* นักวิจัยอาจจะควบคุมเกี่ยวกับการกระตุ้น การกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือการควบคุมภาวะสิ่งแวดล้อม แล้วทำการสังเกตสถานการณ์หรือพฤติกรรมของสิ่งนั้นว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยนักวิจัยจะต้องกระทำไปด้วยความระมัดระวังและมีระบบ นักวิจัยจะต้องระวังองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อาจจะมีอิทธิพลต่อผลที่เกิดขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปมักจะใช้วิธีการย้ายหรือควบคุมองค์ประกอบเหล่านั้นด้วยวิธีการต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล หรือเป็นไปตามทฤษฎีที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น

จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลองก็เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่ได้ผลจากการทดลอง และหาข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจจะนำไปประยุกต์ใช้กับประชากรทั่วไปภายนอกห้องทดลองได้ ตัวอย่างเช่น การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเด็กที่เรียนในสิ่งแวดล้อมที่เงียบกับเรียนในสิ่งแวดล้อมที่มีเสียงดัง ในการทดลองอาจจะแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยวิธีสุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มหนึ่งให้เรียนในห้องที่เงียบ และอีกกลุ่มหนึ่งให้เรียนในห้องที่มีเสียงรบกวน และหลังจากสอนไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง ก็นำคะแนนผลการทดสอบมาเปรียบเทียบกัน การทดลองนี้มีความจำเป็นที่ต้องควบคุมตัวแปรในการทดลองอย่างเคร่งครัด คือ ห้องเรียนที่เงียบ ก็จะต้องจัดสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ให้ห้องนั้นมีความสงบเงียบจริง ๆ ส่วนห้องเรียนที่มีเสียงรบกวน ก็จะต้องจัดสิ่งแวดล้อมให้มีเสียงรบกวนจริง ๆ นักวิจัยไม่ทราบว่าการที่เด็กเรียนในห้องเรียนที่เงียบจะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์สูงหรือต่ำกว่าการที่จัดให้เด็กเรียนในห้องที่มีเสียงรบกวน ถ้าเด็กในสองกลุ่มได้คะแนนแตกต่างกันก็จะช่วยให้ทราบว่า การจัดสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ของห้องเรียนมีอิทธิพลต่อการเรียนการสอน อย่างไรก็ดียังมีตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องอีกหลายตัวที่จำเป็นต้องควบคุมหรือกำจัดออกไป

วิธีดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง

การดำเนินการวิจัยเชิงทดลองประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ที่สำคัญ ดังนี้

1. การสำรวจรายงานการวิจัย หนังสือบทความต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทำการวิจัย
2. กำหนดจุดมุ่งหมายและนิยามปัญหาที่จะทำให้ชัดเจน
3. ตั้งสมมติฐาน นิยามคำศัพท์เฉพาะและตัวแปรให้ชัดเจน
4. สร้างแบบแผนการทดลองให้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด เงื่อนไข และความสัมพันธ์ต่าง ๆ โดยการ

ก. ระบุตัวแปรที่ไม่เกี่ยวกับการทดลองทั้งหมด ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลต่อการทดลอง และทำการพิจารณาว่าจะควบคุมตัวแปรเหล่านี้ได้อย่างไร

ข. ทำการเลือกแบบแผนการวิจัย (research design) ให้ลอดคล้องกับปัญหาที่จะทำ

ค. ทำการเลือกสุ่มตัวอย่างให้เป็นตัวแทนของประชากรที่กำหนดให้ แล้วกำหนด subject ที่จะศึกษาให้อยู่ในกลุ่มต่าง ๆ อาทิ กลุ่มทดลอง (experimental group) กลุ่มควบคุม (control group) และกำหนด experimental treatments ลงตามกลุ่มต่าง ๆ ด้วย

ง. ทำการสร้างหรือคัดเลือกเครื่องมือการวิจัย ตลอดจนพิจารณาความเที่ยงตรงของเครื่องมือ เพื่อที่จะนำไปใช้วัดผลจากการทดลอง

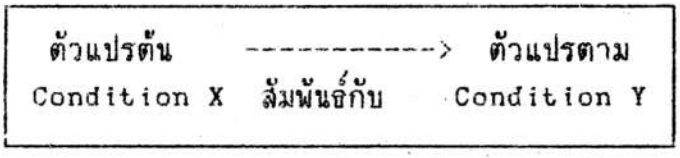
จ. กำหนดวิธีในการจัดเก็บข้อมูลมาเป็นขั้น ๆ โดยเริ่มตั้งแต่นำเครื่องมือที่สร้างเสร็จแล้วไปใช้สอบถาม ทดสอบ ฯลฯ จนถึงการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่เก็บมาได้ ซึ่งพร้อมที่จะนำไปทำการวิเคราะห์ อนึ่งในขั้นนี้ถ้าหากเป็นไปได้ควรจะทำ Pilot test เพื่อทดสอบดความถูกต้องของเครื่องมือ และแบบแผนการวิจัย ในขั้นเริ่มต้นก่อน ถ้าหากมีข้อบกพร่องจะได้แก้ไขได้ทันท่วงที

ฉ. แปลงสมมติฐานทางวิจัยในข้อ 3 ให้เป็นสมมติฐานทางสถิติ หรือสมมติฐานไร้นัยสำคัญ (null hypothesis)

5. ดำเนินการทดลองและจะต้องควบคุมสิ่งต่าง ๆ ให้มีความคงที่
6. กำจัดลักษณะการกระทำต่าง ๆ ที่อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิดและมีอิทธิพลต่อผลการทดลอง
7. นำวิธีการทางสถิติมาทำการทดสอบสมมติฐานและพิจารณาความเชื่อมั่นของผลการวิจัย

ความสัมพันธ์ระหว่างการทดลอง ปัญหา และสมมติฐาน

การวิจัยเชิงทดลองเริ่มจากการมีปัญหา และทำการวิเคราะห์ปัญหานั้นอย่างมีเหตุผลว่าจะต้องใช้เทคนิคการวิจัยเชิงทดลองมาแก้ปัญหานี้ ในขั้นถัดมาก็คือการตั้งสมมติฐานเพื่อที่จะใช้ตอบคำถามต่าง ๆ ในปัญหานั้น ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นสะพานที่ใช้ทอดเชื่อมไปสู่ความรู้ใหม่ ๆ ในปัญหานั้น และกำหนดขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐานเหล่านั้น โดยอาจจะสร้างสถานการณ์ขึ้นทดสอบเพื่อดูว่าสมมติฐานนั้นได้รับการยืนยันจากข้อมูลหรือไม่ เพียงใด สถานการณ์ที่สร้างขึ้นทดสอบนี้จะประกอบด้วยตัวแปร 2 ชนิด คือ **ตัวแปรต้น (independent variable)** และ **ตัวแปรตาม (dependent variable)** ซึ่งตัวแปรทั้ง 2 ชนิดนี้ จะต้องนิยามให้ชัดเจนที่สุด ปราศจากความกำกวมใด ๆ ทั้งสิ้น ถ้าจะเขียนความสัมพันธ์ก็จะได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้



สมมติฐานที่ตั้งขึ้นกำหนดตัวแปรต้นว่ามีความสัมพันธ์กับเหตุการณ์ สถานการณ์หรืออิทธิพลอื่น ๆ หรือตัวแปรตามอย่างไร เพื่อที่จะทดสอบสมมติฐานเหล่านี้นักวิจัยจะต้องพยายามควบคุมเหตุการณ์ต่าง ๆ ทั้งหมด ยกเว้นตัวแปรต้นที่เราสนใจ แล้วจึงทำการสังเกตว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้างกับตัวแปรตาม ตัวแปรตามอาจจะเป็นเหตุการณ์ที่ปรากฏขึ้น ไม่ปรากฏ หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงไป อันเป็นผลจากการที่นักวิจัย

เคลื่อนย้าย สับเปลี่ยน หรือเปลี่ยนแปลงตัวแปรต้น ตัวแปรตามโดยทั่วไปประกอบด้วย คะแนนผลการทดสอบ คะแนนจากการสัมภาษณ์ การสอบถาม หรือคะแนนจากการสังเกต ฯลฯ เป็นต้น ส่วนตัวแปรต้นคือสถานการณ์หรือคุณลักษณะต่าง ๆ ที่นักวิจัยจัดกระทำ ควบคุม หรือทำการสังเกต ภายใต้การสังเกตที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม อาทิเช่น ชนิดของวิธีการสอน เพศ อายุ ระดับการศึกษา ฯลฯ เป็นต้น

ตัวอย่างเช่น นักชีววิทยาอาจจะทำการทดลองว่าแสงแดดมีอิทธิพลต่อความเจริญงอกงามของต้นพืชเพียงใด ซึ่งในที่นี้แสงแดดจะเป็นตัวแปรต้น และความเจริญงอกงามของต้นพืชเป็นตัวแปรตาม เพื่อที่จะทดสอบสมมติฐานนี้ เราอาจสุ่มต้นไม้มาจำนวนหนึ่ง แล้วแบ่งออกเป็นสองพวก โดยวิธีสุ่ม (random assignment) โดยให้ต้นไม้พวกหนึ่งได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ ส่วนต้นไม้อีกพวกหนึ่งควบคุมไว้ไม่ให้รับแสงแดด แล้วเราก็คอยทำการวัดความเจริญงอกงามของต้นไม้ทั้งสองพวกนี้ในระยะเวลาที่ผ่านไปแต่ละช่วง และนอกจากนี้อาจจะควบคุมปริมาณแสงแดดที่ต้นพืชได้รับ เพื่อศึกษาดูว่าปริมาณแสงแดดมีอิทธิพลต่อความเจริญงอกงามของต้นพืชมากน้อยเพียงใด ในทางการศึกษาก็เช่นเดียวกัน นักวิจัยการศึกษาอาจจะทำการทดลองวิธีการสอนสองวิธี คือ การสอนแบบใช้โทรทัศน์วงจรปิด กับการสอนแบบธรรมดาทั่วไป ในวิชาธรรมชาติศึกษา เพื่อดูว่าวิธีการสอนแบบใดที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชานี้มากกว่ากัน ในเด็กเพศชาย หรือหญิง หรือทั้งสองเพศ ในเด็กพวกที่เก่ง ปานกลาง หรืออ่อน เพราะบางครั้งไม่ว่าจะใช้วิธีการสอนแบบใดก็ตาม เด็กพวกเก่งมักจะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงอยู่ตลอด แต่อาจจะมีอิทธิพลต่อเด็กพวกที่มีสติปัญญาปานกลาง และอ่อน เป็นต้น

<u>การควบคุมคืออะไร</u>

เทคนิคการวิจัยเชิงทดลองมีกระบวนการที่ไม่ง่ายอย่างที่คนทั่วไปเข้าใจกัน นักสังเกตอาจจะไม่สามารถวัดหรือสังเกตอะไรที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตามอันเป็นผลจากตัวแปรต้นได้โดยตรงทีเดียวนัก ทั้งนี้เพราะอาจจะมีอิทธิพลอื่น ๆ เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นการทดลองจึงจำเป็นต้องมีการควบคุม (control) อาทิเช่น ในการทดลองวิธีการสอนสองวิธี นักวิจัยจะต้องควบคุมให้นักเรียนที่นำมาทดลองสอนทั้งสองวิธีนี้มีระดับความรู้ความสามารถเท่ากันทั้งสองกลุ่ม ควบคุมให้การสอนทั้งสองวิธีใช้เวลาในการสอน ใช้เนื้อหาเดียวกัน มีความยากง่ายเท่า ๆ กัน ควบคุมมิให้นักเรียนจากกลุ่มหนึ่งไปเรียนหรือไปถามจากอีกกลุ่มหนึ่ง ควบคุมวิธีการทดสอบให้มีความยากง่ายเท่ากัน ฯลฯ เป็นต้น เพราะมิฉะนั้นแล้วผลสรุปที่ได้จากการทดลอง ครูจะไม่ทราบเลยว่าการที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มหนึ่งสูงกว่าของนักเรียนในอีกกลุ่มหนึ่งนั้น เป็นผลเนื่องมาจากวิธีสอนที่ต่างกันหรือเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุอื่น

ดังนั้นนักวิจัยจะทราบได้อย่างไรว่ามีตัวแปรอะไรบ้างที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม (dependent variable) แน่ละเขาจะต้องไม่พิจารณาตัวแปรแบบลุ่ม ๆ แต่จะต้องพิจารณาด้วยความระมัดระวังโดยอาศัยประสบการณ์และการวิเคราะห์ปัญหาอย่างมีเหตุผลก็พอจะทราบร่องรอยว่ามีตัวแปรหรือองค์ประกอบใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

จุดมุ่งหมายของการควบคุม

การวิจัยเชิงทดลองนั้นนักวิจัยพยายามแสวงหาวิธีในการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ โดยมีจุดมุ่งหมายดังนี้

ก. เพื่อป้องกันองค์ประกอบอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น (independent variable) มามีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม (dependent variable) โดยนักวิจัยอาจจะแยกหรือกันให้องค์ประกอบที่มารบกวนเหล่านั้นออกไป หรืออาจจะรักษาให้มันมีอิทธิพลต่อกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีจำนวนเท่า ๆ กัน

ข. ในการควบคุมตัวแปรนั้น นอกจากจะป้องกันหรือแยกองค์ประกอบที่มารบกวนเหล่านี้ออกจากตัวแปรต้นแล้ว แต่นักวิจัยยังต้องการทราบว่าองค์ประกอบแต่ละตัวเหล่านั้นมีอิทธิพลมากน้อยเท่าใดต่อตัวแปรตามอีกด้วย อาทิเช่น ในการศึกษาทางด้านจิตวิทยา นักวิจัยอาจจะทำการสังเกตในทุกระดับของการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรต้น ในการศึกษาบางเรื่องนักวิจัยไม่สามารถหาระดับของการควบคุมได้ทุกระดับ เพราะว่านักวิจัยไม่มีความรู้เกี่ยวกับตัวแปรต้นได้อย่างเพียงพอ ดังนั้นจึงใช้วิธีปล่อยให้องค์ประกอบที่มารบกวนนั้น มีหรือไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามในระดับต่าง ๆ กัน แล้วจึงทำการวัดอิทธิพลเหล่านั้น

ค. นักวิจัยต้องการทราบขนาดและทิศทางขององค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามนั้นเป็นจำนวนเท่าใด และมีทิศทางไปในทางใด บวกหรือลบ อาทิ ถ้าหากมีองค์ประกอบสองตัวที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ก็อยากทราบว่าองค์ประกอบตัวใดมีอิทธิพลมากกว่ากันเป็นตัวเลข และอิทธิพลในทางบวกหรือลบ เป็นต้น

วิธีของการควบคุม

เนื่องจากในการทดลองมักจะมีอิทธิพลจากองค์ประกอบหรือตัวแปรอื่น ๆ เข้ามารบกวน หรือเกี่ยวข้องเสมอ จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมสิ่งเหล่านี้ วิธีในการควบคุมสิ่งเหล่านี้อาจกระทำได้โดย

1. วิธีการทางด้านกายภาพ
2. วิธีการคัดเลือก
3. วิธีการทางด้านสถิติ

วิธีการทางด้านกายภาพ

การควบคุมวิธีนี้อาจให้ subject ทุกตัวได้รับอิทธิพลจากตัวแปรต้นเหมือนกัน หรือควบคุม nonexperimental variable ที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม อาทิเช่น การทดลองเปรียบเทียบวิธีการสอน 2 วิธี กทำการควบคุมสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ แสง เสียง อุณหภูมิ การถ่ายเทของอากาศ ให้เหมือนกันหรือมีความคงที่ในทุกครั้งที่มีการทดลองวิธีการสอนทั้งสองวิธีนั้น ควบคุมวิธีดำเนินการสอนให้มีความคงที่ในเรื่องการออกเสียงของครู บุคลิกท่าทาง และเวลาที่ใช้ดำเนินการสอน ฯลฯ เป็นต้น

วิธีการคัดเลือก

เพื่อให้เกิดความมั่นใจจากผลของการทดลองว่า ไม่ได้เกิดจากความแตกต่างของการวัด subject ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนเริ่มทดลอง นักวิจัยอาจจะทำให้สถานการณ์ต่าง ๆ ในกลุ่มทั้งสองมีความคงที่ อาทิเช่น ในการให้ treatment ทุกครั้งก็กระทำภายในห้องเดียวกัน และในเวลาเดียวกัน นักวิจัยที่จะทำการทดลองก็ต้องฝึกให้ดำเนินการทดลองวิธีเดียวกัน มีทัศนคติเหมือนกัน ให้คำสั่งชี้แจงเหมือนกัน และใช้เครื่องมือแบบเดียวกันทั้งหมด

บางครั้งนักวิจัยไม่สามารถที่จะควบคุมสถานการณ์ในการทดลองให้มีความคงที่ได้ เขาอาจต้องเลือกเทคนิคในการทำให้ subject ในกลุ่มทั้งสองมีความสมดุล หรือใช้เทคนิคการสุ่มใหม่ เพื่อป้องกันมิให้ตัวแปรที่ไม่ต้องการมามีอิทธิพลต่อตัวแปรตามได้ ในการที่จะทำให้อิทธิพลของความแตกต่างในความสามารถของครูก็ดี หรือเครื่องมือต่าง ๆ ก็ดี มีความสมดุล (balance) หรือเท่ากันนั้น นักวิจัยอาจใช้วิธี random assign subjects ครึ่งหนึ่งไว้ในกลุ่มทดลอง และอีกครึ่งหนึ่งไว้ในกลุ่มควบคุม ให้ได้รับการสอนหรือการใช้เครื่องมือเดียวกัน สำหรับในการขจัดความแตกต่างระหว่าง subject นั้น นักวิจัยอาจใช้วิธีจับคู่ (pair subject) ผู้ซึ่งมีคุณลักษณะที่เชื่อว่าจะมีอิทธิพลต่อคะแนนของตัวแปรตาม อาทิเช่น เชาวน์ โดยสุ่มให้สมาชิกในแต่ละคู่คนหนึ่งอยู่ในกลุ่มทดลอง อีกคนหนึ่งจะอยู่ในกลุ่มควบคุม ซึ่งจะใช้เหรียญบาทโยนหัวก้อยก็ได้ ความแตกต่างที่เกี่ยวกับ subject ครู และเครื่องมือ จะมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่า ๆ กัน นั่นคือผลการทดลองที่ได้ก็เป็นผลที่เกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น มิใช่เกิดจากความแตกต่างในกลุ่มของ subject ครู หรือความแตกต่างของเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ

ตัวแปรภายนอกบางตัว (extraneous variables) เราจะสามารถควบคุมได้ด้วยวิธีการคัดเลือก เช่น ในการทดลองเปรียบเทียบวิธีการสอน ก็อาจจะคัดเลือกเนื้อหาในบทเรียนทั้งสองให้มีความยากง่ายและมีความยาวเท่า ๆ กัน

วิธีการทางด้านสถิติ

ถ้าหากไม่สามารถจะควบคุมตัวแปรที่ไม่ต้องการได้ด้วยวิธีทางด้านกายภาพหรือวิธีการคัดเลือก ก็อาจจะควบคุมตัวแปรเหล่านี้ได้ด้วยวิธีการทางสถิติ อาทิเช่น A B และ C มีอิทธิพลต่อตัวแปร Y ร่วมกัน ถ้าพบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง A และ Y เด่นชัดมาก แต่ A เป็นอิทธิพลส่วนหนึ่งของอิทธิพลทั้งหมด คือ A B และ C จึงจำเป็นต้องหา interaction ระหว่าง A B และ C บางวิธีอาจจะควบคุมให้ B และ C คงที่ แล้วพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง A และ Y ในทางสถิติอาจหาความสัมพันธ์ระหว่าง A B และ C แต่ละตัวกับค่า Y ได้ โดยใช้วิธี partial correlation หรือ Analysis of covariance

ชนิดขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่ควบคุม

1. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (experimental and control groups) การทดลองโดยทั่วไปมักจะเกี่ยวกับการเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรต้นหรือ treatment ที่ต่าง ๆ กัน กับการไม่ให้ได้รับ treatment ซึ่ง subject ในกลุ่มทดลองจะได้รับ treatment ส่วน subject ในกลุ่มควบคุมจะไม่ได้รับ treatment นักวิจัยจะต้องพยายามทำให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีลักษณะต่าง ๆ เหมือนกันให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วจึงทำการสังเกตว่ามีอะไรแตกต่างกันบ้าง หรือมีอะไรเปลี่ยนแปลงไปบ้างระหว่างกลุ่มทั้งสอง อย่างไรก็ดีลักษณะการทดลองมิใช่จะเป็นการเปรียบเทียบระหว่าง treatment และ non-treatment เท่านั้น บางครั้งอาจเปรียบเทียบระหว่างการให้ treatment ในระดับต่าง ๆ กันก็ได้ อาทิเช่น การเปรียบเทียบจำนวนยากับการลดอุณหภูมิในร่างกายของคนไข้ treatment ในที่นี้อาจจะให้ยาแก่คนไข้ที่มีอาการเหมือนกันรับประทานในปริมาณต่าง ๆ กัน เพื่อสังเกตว่าอุณหภูมิในตัวคนไข้จะลดแตกต่างกันอย่างไร เป็นต้น ในที่นี้จะเห็นว่าไม่มีการควบคุมตามความหมายข้างต้นแต่อย่างใด เนื่องจาก subject ในทุกกลุ่มได้รับยาหรือ treatment ทั้งสิ้น แต่มีปริมาณต่าง ๆ กัน

2. ตัวแปรต้นและตัวแปรตาม (independent and dependent variables) ตัวแปรหรือ variable คือ สภาพการณ์ (conditions) หรือคุณลักษณะต่าง ๆ (characteristics) ที่นักวิจัยทำการสังเกตหรือควบคุม ตัวแปรต้นจึงเป็นสภาพการณ์หรือคุณลักษณะที่นักวิจัยต้องการจะค้นหาอิทธิพลของมันที่มีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ส่วนตัวแปรตามจึงเป็นสภาพการณ์หรือคุณลักษณะที่ปรากฏ ไม่ปรากฏ หรือเปลี่ยนแปลง ในขณะที่ผู้วิจัย นำ เคลื่อนย้าย หรือเปลี่ยนแปลงตัวแปรต้น ในการวิจัยทางการศึกษา ตัวแปรต้น อาจจะได้แก่ วิธีการสอน ชนิดของอุปกรณ์การสอน การให้รางวัล หรือระยะเวลาในการให้นักเรียนฝึกภาคปฏิบัติ ฯลฯ เป็นต้น ส่วนตัวแปรตามอาจได้แก่คะแนนผลการทดสอบ จำนวนข้อผิดพลาด ความเร็วในการปฏิบัติงาน ฯลฯ เป็นต้น ตัวแปรตามเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงในการกระทำของนักเรียนอันเนื่องมาจากอิทธิพลของตัวแปรต้น โดยทั่วไปมักจะเรียกตัวแปรต้นว่า treatment บ้าง experimental บ้าง หรือบางทีก็เรียกว่า antecedent variable บ้าง ซึ่งก็มาจาก independent variable และเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ว่า X ส่วนตัวแปรตามหรือ dependent variable บางทีก็เรียกว่า criterion variable หรือ prediced variable ซึ่งเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ Y

3. Organismic Variables เป็นตัวแปรที่มีคุณลักษณะคงที่ไม่สามารถจะทำการเปลี่ยนแปลงได้ อาทิเช่น อายุ เพศ ระดับการศึกษา อาชีพ สถานภาพสมรส ฯลฯ เป็นต้น ตัวอย่างเช่น นักเรียนหญิงมีอายุ 8 ปี มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน อ่าน สูงกว่านักเรียนชายที่มีอายุ 8 ปี ในที่นี้เพศจะเป็น organismic variable

4. Intervening Variables ในการวิจัยทางการศึกษานั้น ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะวัดการกระตุ้น หรือการตอบสนองได้ถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากมีตัวแปรซึ่งเราไม่สามารถควบคุมหรือสามารถวัดได้โดยตรงมามีอิทธิพลต่อผลการตอบสนองที่ได้ ตัวแปรที่มารบกวนระหว่างสาเหตุ (cause) และผล (effect) นี้เรียกว่า intervening variable

5. Extraneous Variable เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้อย่างสมบูรณ์นัก และมักจะเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม การที่นักวิจัยสรุปผลการวิจัยขาดความเที่ยงตรงนั้นก็เนื่องมาจากอิทธิพลของ extraneous variable วิธีการควบคุม extraneous variable นั้นอาจจะกระทำโดยการกำจัดหรือแยกตัวแปรนั้นออกจากกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มทดลอง เลือกจับคู่ระหว่าง subjects ที่มีคุณลักษณะเหมือนกัน แล้วกำหนดให้ตัวหนึ่งอยู่ในกลุ่มทดลอง ส่วนอีกตัวหนึ่งอยู่ในกลุ่มควบคุม หรือกำหนดให้ subject อยู่ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มี mean และ variance เท่ากัน เท่าที่จะเป็นไปได้โดยวิธี balancing case หรือใช้วิธี analysis of covaliance โดยใช้ pretest mean score เป็น covariate ซึ่งจะเป็นวิธีกำจัดความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในขั้นเริ่มแรกด้วยวิธีทางสถิติ หรือใช้วิธีการคัดเลือก subject จาก population โดยวิธี randomization ซึ่งอาจใช้วิธีการโยนเหรียญถ้ามี 2 กลุ่ม แต่ถ้ามีมากกว่า 2 กลุ่มก็อาจใช้วิธีทอดลูกเต๋า นับว่าเป็นวิธีควบคุมที่ดีวิธีหนึ่ง radomization เป็นวิธีกำจัดความลำเอียงอย่างมีระบบ (systematic bias) ของตัวแปรภายนอกวิธีหนึ่ง เพราะยึดหลักในการเลือกและกำหนด subject แบบสุ่ม ผลต่างระหว่างกลุ่มที่ได้จึงเกิดขึ้นเนื่องจากการสุ่ม และเรียกความแตกต่างชนิดนี้ว่า sampling error หรือ error variance ในการทดลองใด ๆ ความแตกต่างของตัวแปรตามที่เนื่องมาจากอิทธิพลของตัวแปรต้นจึงเรียกว่า experimental variance ทำการทดสอบผลของการทดลองโดยวิธีการเปรียบเทียบ experimental variance กับ error variance randomization จึงนับว่าเป็นวิธีในการทำให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเท่าเทียมกัน (equating groups) ที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง และยังใช้เป็นการควบคุมตัวแปรภายนอก (extraneous variables) ได้อีกด้วย ไม่ว่าจะอยู่ในสถานการณ์ใด ๆ

อนึ่งในการทดลองทางการศึกษาซึ่งส่วนใหญ่ก็กระทำกันภายนอกห้องทดลอง (laboratory) จึงทำให้มี **ตัวแปรภายนอก (extraneous variables)** เป็นจำนวนมาก อันเนื่องมาจากการออกแบบแผนการทดลองและวิธีดำเนินการทดลอง ตัวแปรเหล่านี้มีอิทธิพลต่อผลของการทดลองในด้านต่าง ๆ ซึ่งยากต่อการประเมินผลอย่างยิ่ง แม้ว่าจะไม่สามารถกำจัดอิทธิพลของตัวแปรภายนอกออกไปให้หมดสิ้นได้ทั้งหมดก็ตาม แต่นักวิจัยก็มีความจำเป็นจะต้องทราบว่าตัวแปรภายนอกนั้นมีอะไรบ้าง และมีวิธีควบคุมและกำจัดอิทธิพลให้น้อยลงได้อย่างไร

ความเที่ยงตรงของการทดลอง

ในการเลือกแบบแผนการทดลอง (experimental design) นั้น นับเป็นการตัดสินใจขั้นสำคัญขั้นหนึ่งของนักวิจัย เพราะถ้าสามารถเลือกแบบแผนทดลองให้มีความเที่ยงตรง (valid) ก็จะทำให้ผลการทดลองมีความเชื่อมั่นและถูกต้องเที่ยงตรง คำว่า **ความเที่ยงตรง** ในที่นี้ได้แก่ **ความเที่ยงตรงภายใน (internal validity)** และ **ความเที่ยงตรงภายนอก (external validity)** ซึ่งความความเที่ยงตรงแต่ละชนิดมีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่จะทำให้แบบแผนการทดลองนั้นมีประสิทธิภาพเพียงใด

การที่จะตรวจสอบว่าแบบแผนการทดลองมีความเที่ยงตรงหรือไม่ นักวิจัยอาจจะถามว่า **ตัวแปรต้น X เป็นสาเหตุที่แท้จริงที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรตาม Y หรือไม่** Cambell and Stanley จึงได้เสนอแนะองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินผลอิทธิพลของตัวแปรต้น ดังนี้

1. **วุฒิภาวะ (maturation)** เนื่องจากตลอดระยะเวลาของการทดลอง subject หรือนักเรียนที่นำมาทดลองมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจจะทำให้เกิดความสับสนกับอิทธิพลของตัวแปรต้น (independent variables) ที่กำลังพิจารณาอยู่ เพราะระหว่างการทดลองนักเรียนอาจจะเหนื่อย เบื่อหน่าย ฉลาดขึ้น หรือมีอิทธิพลอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้หรือมีประสบการณ์เพิ่มขึ้นก็ได้ ฯลฯ เป็นต้น สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้ผลการวิจัยขาดความเที่ยงตรง จึงเรียกอิทธิพลที่เกิดจากสิ่งเหล่านี้ว่าเป็นอิทธิพลเนื่องจากวุฒิภาวะ (maturation) ของ subject

2. **ประวัติในอดีต (history)** ในช่วงระยะเวลาของการทดลองจะเป็นการเปิดโอกาสให้อิทธิพลของตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจาก experimental treatment มามีผลต่อตัวแปรตาม อาทิเช่น อารมณ์ของครูผู้สอนเปลี่ยนแปลงไป นักเรียนเกิดความกังวลในการทดสอบ หรือเป็นช่วงที่นักเรียนในกลุ่มทดลองต้องเพิ่มกำลังความสามารถให้มากขึ้น ฯลฯ เป็นต้น ซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้จะเป็นสิ่งที่คอยมากระตุ้นหรือรบกวนอิทธิพลของการกระทำของ subject อย่างไรก็ดี ถ้าใช้ห้องเรียนเป็นห้องทดลอง อิทธิพลภายนอกเหล่านี้อาจจะมีผลทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งก็ไม่มีผลต่อความแตกต่างแต่อย่างใด ถึงกระนั้นก็ตามนักวิจัยจำต้องระมัดระวังเหตุการณ์เหล่านี้เป็นอย่างดี เพราะมันอาจจะเกิดขึ้นในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเพียงกลุ่มเดียวก็ได้ ซึ่งจะทำให้ผลการวิจัยขาดความเที่ยงตรง และเรียกอิทธิพลเหล่านี้ว่าเป็นอิทธิพลเนื่องมาจากประวัติในอดีต (history)

3. **การทดสอบ (testing)** การทดลองทางการศึกษาส่วนมากมักจะเริ่มต้นด้วยการ pre-test ติดตามด้วยการให้ experimental treatment แล้วก็ posttest ถ้าหาก pretest และ posttest ใช้ข้อสอบฉบับเดียวกันหรือคล้ายกัน นักเรียนก็อาจจะทำคะแนนการสอบได้ posttest ได้มากขึ้น อันเนื่องมาจากการมีประสบการณ์ในตอนทำ pretest ก็ได้ หรือเรียกอิทธิพลนี้ว่าเป็นอิทธิพลเนื่องจากการทดสอบ (testing)

4. **เครื่องมือการวัด (instrumentation)** ความเที่ยงตรงของการทดลองก็ขึ้นอยู่กับความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ใช้วัดข้อมูล ซึ่งได้แก่ แบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบสังเกต และแบบสัมภาษณ์ ถ้าหากเครื่องมือเหล่านี้ไม่มีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นดีพอ ก็จะทำให้ข้อมูลที่ได้มานั้นขาดความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นไปด้วย ดังนั้นอิทธิพลอันเนื่องมาจากความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของเครื่องมือจึงนับว่ามีส่วนสำคัญอย่างยิ่ง จึงเรียกอิทธิพลเหล่านี้ว่าเป็นอิทธิพลที่เนื่องมาจากเครื่องมือวัด (instrumentation)

5. **การถดถอยทางสถิติ (statistical regression)** บางครั้งการทดลองที่มี pretest และ posttest นักเรียนที่ได้คะแนนสูงตอน pretest อาจจะมีคะแนนต่ำลงในตอน posttest และนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำในตอน pretest อาจจะมีแนวโน้มได้คะแนนสูงขึ้นตอน posttest ก็ได้ ทั้งนี้

เนื่องจากสถานการณ์ที่มี pretest และ posttest จึงทำให้เกิด normal regression เข้าหา mean ดังนั้น นักเรียนที่ได้คะแนนสูงและต่ำในตอนแรกจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องได้คะแนนสูงและต่ำในตอนหลัง นักเรียนที่ได้คะแนนสูงและต่ำก็เฉพาะในสถานการณ์ที่เป็น pretest เท่านั้น เนื่องจากอิทธิพลของการถดถอยมักจะทำให้เกิดคะแนนเพิ่มขึ้นในกลุ่มพวกที่ได้คะแนนต่ำสุด และคะแนนลดลงในกลุ่มพวกที่ได้คะแนนสูงสุด จึงเรียกอิทธิพลนี้ว่าเป็นอิทธิพลที่เนื่องมาจากการถดถอยของตัวเลขทางสถิติ (statistical regression)

6. ความลำเอียงในการเลือก (selection bias) ความลำเอียงในการเลือก subject ลงในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มักจะเกิดขึ้นในกรณีที่นักวิจัยพยายามจะเลือก subject ที่อาสาสมัครไว้ในกลุ่มทดลอง และพวกที่ไม่อาสาสมัครไว้ในกลุ่มควบคุม จึงทำให้คุณลักษณะของสมาชิกในสองกลุ่มไม่เท่ากัน ตามปกติกลุ่มที่อาสาสมัครมักจะมีแรงจูงใจสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้อาสาสมัคร แรงจูงใจจึงมีอิทธิพลต่อ treatment variable ที่กำลังพิจารณา เพื่อแก้ปัญหาความลำเอียงในการคัดเลือกสมาชิก จึงควรทำการสุ่มสมาชิกอาสาสมัครโดยวิธี random assign ลงในกลุ่มควบคุม หรือ placebo treatment group และกลุ่มทดลอง (experimental treatment group) เพื่อทำให้มีอิทธิพลต่อ treatment variable เท่า ๆ กัน จึงเรียกอิทธิพลชนิดนี้ว่าเป็นอิทธิพลที่เนื่องมาจากความลำเอียงในการคัดเลือก (selection bias)

7. การสูญเสีย (mortality) การวิจัยที่ทำการทดลองนาน ๆ อาจจะเป็นสาเหตุให้ subject ขาดจำนวนไป เนื่องจาก ตาย ลาออก ตกชั้น ป่วยเพราะสุขภาพไม่ดี ฯลฯ เป็นต้น แม้ว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะได้มาโดยวิธีการสุ่มก็ตาม ถ้าหากสมาชิกที่เหลือไม่เป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด โดยอาจจะมีสมาชิกในกลุ่มทดลองที่มีสุขภาพดีกว่า ความสามารถสูงกว่า แรงจูงใจสูงกว่าสมาชิกในกลุ่มควบคุม ซึ่งมักจะขาดเสมอ ลาออก หรือตกชั้นมากในช่วงทำการทดลอง ก็จะทำให้ผลการวิจัยขาดความเที่ยงตรง จึงเรียกอิทธิพลนี้ว่าเป็นอิทธิพลที่เนื่องมาจากการสูญเสีย subject หรือ mortallity effect

8. อิทธิพลร่วมระหว่างการคัดเลือกกับวุฒิภาวะ (selection-maturation interaction) บางครั้งนอกจากจะมีอิทธิพลอันเนื่องจากความลำเอียงในการคัดเลือก (selection bias) แล้ว ยังมีวุฒิภาวะ (maturation) เข้ามามีอิทธิพลร่วมด้วย สมมติว่าในการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการอ่านภาษาไทยจากวิธีการสอนสองวิธี โดยสุ่มนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1 จากโรงเรียนหนึ่ง ซึ่งอยู่ในโครงการปรับปรุงการสอนอ่านมาไว้ในกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมก็สุ่มนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1 จากโรงเรียนอีกแห่งหนึ่งซึ่งไม่ได้อยู่ในโครงการปรับปรุงการสอนอ่าน และเนื่องจากนโยบายการรับนักเรียนแตกต่างกัน จึงทำให้อายุเฉลี่ยของนักเรียนในกลุ่มควบคุมสูงกว่าอายุเฉลี่ยของนักเรียนในกลุ่มทดลองอยู่ 6 เดือน สมมติว่าผลการวิจัยพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มทดลองสูงกว่าในกลุ่มควบคุม ท่านจะอธิบายผลการวิจัยว่าอย่างไร การที่ gain score ในกลุ่มทดลองสูงกว่าในกลุ่มควบคุมเป็นเพราะอิทธิพลของ experimental treatment หรือเป็นอิทธิพลของ maturation มากกว่าอายุแก่กว่าของนักเรียน ทั้งนี้เพราะว่า assign subject ลงในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีวุฒิภาวะ

(maturation) ต่างกันแต่แรก ดังนั้นจึงเรียกอิทธิพลที่เกิดจากองค์ประกอบเกี่ยวกับการคัดเลือกและวุฒิภาวะนี้ว่าเป็น interaction ระหว่างการคัดเลือกและวุฒิภาวะ

แบบแผนการวิจัย (Research Design)

แบบแผนการวิจัยหรือ research design นี้คล้ายกับแบบพิมพ์เขียวในการสร้างบ้านของสถาปนิก ถ้าหากออกแบบไม่ดีหรือหยาบเกินไปก็จะไม่มีคุณค่าในการพิจารณาแต่อย่างใด การออกแบบที่ดีจะช่วยให้การพิจารณาโครงสร้างและการควบคุมสิ่งต่าง ๆ เป็นไปอย่างถูกต้องและเที่ยงตรง แบบแผนการวิจัยจะช่วยให้ทราบว่าจะเก็บข้อมูลอะไรบ้าง จะจัดกระทำกับข้อมูลเหล่านั้นอย่างไร จะใช้สถิติอะไรมาทำการทดสอบ จะวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร และจะสรุปผลการวิเคราะห์อย่างไร เป็นต้น ไม่มีแบบแผนการวิจัยอันใดที่จะสามารถใช้แก้ปัญหาได้หมดทุกปัญหา การรู้ธรรมชาติของปัญหาจะช่วยให้นักวิจัยสามารถเลือกใช้แบบแผนการวิจัยได้เหมาะสม ในตอนต่อไปนี้จะกล่าวถึงแบบแผนการวิจัยที่นำมาใช้ในการทดลอง (experimental design) ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

Design 1 : One-shot case study มีลักษณะการทดลองดังนี้

X O

รูปที่ 1 แสดงลักษณะการทดลองแบบ One-shot case study

การทดลองแบบนี้ใช้กลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว และทำการวัดตัวแปรตาม (dependent variable) หลังจากให้ experimental treatment แล้วเท่านั้น One-shot case study หรือจะเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า single-group after-only experiment จะเหมาะกว่า แบบแผนการทดลองชนิดนี้ไม่ค่อยจะมีประสิทธิภาพนัก เพราะว่าเป็นแบบแผนที่ไม่มีการควบคุม extraneous variables และไม่มีการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ตัวอย่างเช่น ครูกลุ่มหนึ่งต้องการประเมินผลวิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูแต่ละคนก็พยายามใช้วิธีการสอนแบบใหม่ (X) แล้วก็ทำการทดสอบหลังจากสอนจบบทเรียนแล้ว (O) ซึ่งก็ไม่ทราบว่าจะนำ O ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับอะไร เพราะว่าไม่ได้ทำการวัด subject ก่อนเริ่มทำการสอน (X) จึงไม่ทราบพื้นฐานและความสามารถของนักเรียนก่อนทำการทดลองแต่อย่างใด

Design 2 : One-group pretest-posttest design เมื่อทำการวัดตัวแปรตามก่อนให้ independent variable ครั้งหนึ่งแล้ว ก็ทำการวัดตัวแปรตามหลังจากนั้นอีกครั้งหนึ่ง เพื่อดูจำนวนการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

O_1 X O_2

รูปที่ 2 แสดงลักษณะการทดลองแบบ One--group pretest-postest design

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ทำการวัด subject ก่อนให้ independent variable แล้วหา mean O_1
2. ให้ independent variable หรือ experimental variable ในช่วงเวลาที่กำหนดให้

3. เมื่อเสร็จการให้ independent variable แล้วก็ทำการวัด subject อีกครั้งหนึ่ง แล้วหาค่า mean O_2

4. นำค่า mean O_1 และ O_2 มาเปรียบเทียบกันโดยใช้เทคนิคทางสถิติ เพื่อดูว่าความแตกต่างของค่า mean O_1 และ O_2 ($O_1 - O_2$) ว่ามีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่

เนื่องจากการทดลองแบบนี้ทำการ pretest ก่อนที่จะให้ independent (X) เพื่อดูว่า subject มีพื้นฐานอย่างไร ถ้า subject คนเดียวกันถูกสังเกตทั้ง O_1 และ O_2 นักวิจัยจะต้องคอยควบคุมอิทธิพลเกี่ยวกับ selection และ mortality variables แต่ถ้าหาก subject บางคน drop out ไปจากการทดลองแล้วเราเพิ่ม subject ใหม่เข้าไปแทนที่จะทำให้ mortality variable เข้าไปมีอิทธิพลต่อผลการวิจัยมากกว่า variable X ดังนั้นจึงควรตรวจสอบจำนวนสาเหตุที่ subject drop out อย่างระมัดระวัง

การทดลองแบบนี้จึงมีข้อบกพร่องหลายประการ เพราะว่าไม่สามารถที่จะช่วยให้ทราบความแตกต่างระหว่าง O_1 และ O_2 ว่าเนื่องมาจาก X หรือมาจาก history maturation pretesting statistical regress instrument variable หรือ interaction ของ selection และ maturation อย่างเช่น ในการทดลองการอ่านถ้าหากว่า subject ที่อยู่ในกลุ่มทดลองเกิดไปประกอบแว่นสายตาทำให้การอ่านชัดเจนขึ้น ในระหว่าง O_1 และ O_2 กรณีเช่นนี้ history variable ก็จะมีอิทธิพลต่อ dependent variable มากกว่า X นอกจากนี้ความแตกต่างของคะแนนผลการสอบระหว่าง O_1 และ O_2 อาจจะเนื่องจาก maturation factor ซึ่งได้แก่ subject แก่ขึ้น มีความเบื่อหน่ายมากขึ้น ความกระตือรือร้นน้อยลง หรือมีความคุ้นเคยกับงานประจำต่าง ๆ ของโรงเรียนมากกว่าเมื่อถูกสังเกตตอน O_1

บางครั้งการทำแบบทดสอบหรือแรงจูงใจที่เกิดจาก O_1 ช่วยทำให้ได้คะแนนตอน O_2 มากขึ้น หรือ subject ถูกถามทัศนคติเกี่ยวกับเรื่องหนึ่งเขาอาจจะตอบอย่างซื่อสัตย์ แต่หลังจากได้นั่งคิดทบทวนถึงผลได้ผลเสียของการตอบเช่นนั้นแล้ว เขาจึงเปลี่ยนใจตอบใหม่ใน O_2 ดังนั้นคำตอบที่เขาเปลี่ยนไปนั้นไม่ใช่เป็นเพราะอิทธิพลของ X แต่เป็นเพราะความปรารถนาส่วนตัวของเขาเองต่างหาก เป็นต้น

ถ้าหากเลือกเฉพาะ subject ที่เก่งหรืออ่อนที่สุดมาทำการทดลอง ผลต่างระหว่าง O_1 และ O_2 ก็อาจเนื่องจาก statistical regression มากกว่าเนื่องจาก X เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงเครื่องมือในการวัดก็จะทำให้เกิดความแตกต่างเหมือนกัน ดังนั้น One-group design จึงไม่เป็นแบบแผนการทดลองที่เราพอใจนัก แต่ควรจะนำไปใช้ในกรณีที่เป็น preliminary research ซึ่งมีช่วงระหว่าง O_1 และ O_2 สั้น ๆ และตัวแปรเกี่ยวกับ history และ maturation สามารถถูกกำจัดออกไปได้

กลุ่มควบคุม (Control group) เพื่อที่จะแก้ปัญหาความยุ่งยากของแบบแผนการทดลองทั้งสองแบบดังกล่าวข้างต้น ในระหว่างปี 1920 และ 1940 มีนักการศึกษาจำนวนมากได้พยายามเพิ่มกลุ่มควบคุม (control group) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ กลุ่มควบคุมจะเป็นกลุ่มที่ไม่ได้รับอิทธิพลของตัวแปรต้น (X) ส่วนการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรตามในกลุ่มทดลองนั้นจะได้รับอิทธิพลจากตัวแปรต้น (X) เท่านั้น

จาก design 2 ซึ่งไม่ได้ใช้กลุ่มควบคุม และใช้กลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียวที่ได้รับการสอนอ่านด้วยวิธีใหม่ ถ้าหาก mean O_2 สูงกว่า mean O_1 นักวิจัยอาจสงสัยว่าความสามารถในการอ่านเพิ่มขึ้นนั้น เป็นเพราะเทคนิคการสอน หรืออิทธิพลของ maturation pretesting หรือ history ฯลฯ เป็นต้น

เพื่อที่จะกำจัดข้อสงสัยต่าง ๆ เหล่านี้ สมมติว่านักวิจัยกำหนด subject ลงในสองกลุ่ม โดยให้กลุ่มหนึ่งได้รับอิทธิพลของ X เพียงกลุ่มเดียวซึ่งกลุ่มทั้งสองจะมี maturation และประสบการณ์ใน pretest เท่ากัน นักวิจัยก็สามารถสรุปความแตกต่างของคะแนนการอ่านที่สูงขึ้นได้ว่า เป็นผลจากตัวแปรต้น (X) หรือวิธีการสอนอ่าน มิใช่อิทธิพลจากตัวแปรภายนอกอื่น ๆ

อย่างไรก็ตามถ้าหากไม่ได้ random assign subjects ลงในกลุ่มทั้งสอง ความแตกต่างของคะแนนการอ่านที่เกิดขึ้นอาจจะมิใช่จากอิทธิพลของ X ทั้งนี้เพราะว่ากลุ่มทั้งสองมีสภาพการทดลองแตกต่างกัน สมมติว่านักวิจัยกำหนดให้ subject ที่ฉลาด ครูดีกว่า จัดตารางสอนไว้ตอนเช้า และจัดห้องเรียนที่เงียบไว้สำหรับกลุ่มทดลอง แน่ละความแตกต่างของคะแนนการสอบอ่านในกลุ่มทั้งสองมิใช่เนื่องมาจากวิธีสอน (X) เพียงอย่างเดียว แต่อาจเนื่องมาจากกลุ่มกลุ่มทดลองได้เปรียบในเรื่องต่าง ๆ ที่นักวิจัยจัดให้ก็ได้ ด้วยเหตุนี้นักวิจัยจึงได้พยายามจัดให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเท่ากันในทุกองค์ประกอบที่อาจจะมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม (dependent variable) ยกเว้นตัวแปรต้น (X) เท่านั้น วิธีการควบคุมดังกล่าวอาจกระทำดังนี้

1. **Random Assignment ลงในกลุ่มทั้งสอง** การที่จะให้กลุ่มต่าง ๆ มีความเท่าเทียมกันนั้น ก่อนอื่นเราจะใช้วิธี randomization เพื่อสุ่ม subject จากประชากร ซึ่งตัวอย่างที่สุ่มมาได้นั้นจะเป็นตัวแทนของประชากร การ random sampling และ random assignment เป็นขั้นตอนที่แยกจากกันสองขั้นตอนในขบวนการทดลอง คือ หลังจาก random sampling ได้ตัวอย่างจากประชากรแล้ว ขั้นต่อไปก็ทำการ random assignment subject ต่าง ๆ ลงในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอีกทีหนึ่ง เพื่อให้กลุ่มทั้งสองมีความเท่ากัน random sampling เป็นเทคนิคที่ช่วยให้สมาชิกแต่ละสมาชิกในประชากรมีโอกาสหรือมีความน่าจะเป็นในการถูกเลือกให้เป็นตัวแทนของประชากรเท่า ๆ กัน ซึ่งได้กล่าวแล้วในบทก่อน หลังจากนั้นทำการ random assignment สมาชิกในตัวอย่างที่สุ่มมาได้นั้นอีกครั้งหนึ่งลงในกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม งอาจจะใช้การโยนเหรียญถ้ามีเพียง 2 กลุ่ม แต่ถ้ามีมากกว่า 2 กลุ่มก็อาจใช้การทอดลูกเต๋าหรือตารางเลขสุ่ม (random table) ก็ได้

การ random sampling ไม่สามารถจะกำจัด extraneous variables ออกไปได้ อาทิเช่น เชาวน์ (I.Q.) หรืออายุ ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม แต่ก็เป็นอิทธิพลที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากโอกาส หรือความน่าจะเป็น มิใช่เกิดขึ้นเพราะความลำเอียง (personal bias) การที่จะลดความแตกต่างใน extraneous variable ลงได้ ก็โดยทำให้กลุ่มทั้งสองมีความเท่ากัน (equivalent groups) ซึ่งจะต้องเพิ่มขนาดตัวอย่างให้มากขึ้น ตัวอย่างมีโอกาสโตขึ้นเท่าใด ก็จะทำให้กลุ่มทั้งสองมีโอกาสที่จะเท่ากันมากขึ้นเท่านั้น ถ้าตัวอย่างมีขนาดเล็ก มี subject ที่จะนำมา random assignment เพียงไม่กี่คน ก็อาจทำให้กลุ่มหนึ่งมี subject ที่มีเชาวน์สูงกว่า อายุแก่กว่า หรือสุขภาพ

ดีกว่า subject ในอีกกลุ่มหนึ่งก็ได้ อนึ่งเพื่อหลีกเลี่ยงอิทธิพลอันเนื่องมาจากความแตกต่างเหล่านี้ อาจจะใช้การทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ (statistical tests of significance) ซึ่งจะช่วยให้ทราบว่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสองนั้น มีมากกว่าหรือน้อยกว่าค่าที่เราคาดหวังไว้ (expected) สำหรับตัวอย่างขนาดนั้นเพียงใด

สำหรับการดึงเอาอิทธิพลของ extraneous variables ออกมานั้น อาจจะใช้ Analysis of covariance หรือวิธีการจับคู่ (matching procedures) ซึ่งจะได้นำมากล่าวต่อไป อย่างไรก็ดี การที่เราจับคู่ให้ subject มี I.Q. score เท่ากันในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ก็ควบคุมได้เฉพาะตัวแปรเดียว (I.Q. score) เท่านั้น ส่วนตัวแปรอื่น ๆ ก็จำเป็นจะต้องกระทำเช่นเดียวกัน

2. การ random assignment ด้วยวิธี matching เนื่องจากมีความจำเป็นที่จะต้องทำให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีลักษณะเหมือนกัน (equate group) วิธีหนึ่งที่จะช่วยได้ก็คือการจับคู่ subject (matching) แล้ว random assignment ลงในกลุ่มทั้งสอง การจับคู่เกี่ยวกับอะไรบ้างนั้นจะต้องศึกษาดูว่าองค์ประกอบอะไรบ้างที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม (dependent variable) อาทิเช่น เชาวน์ (I.Q.) อายุ เพศ สถานภาพทางครอบครัว แล้วจึง random assign สมาชิกคนหนึ่งในแต่ละคู่ลงในกลุ่มควบคุม ส่วนที่เหลือลงในกลุ่มทดลอง

เนื่องจากวิธีจับคู่นี้มีอุปสรรคหลายประการ เช่น ไม่ทราบว่าตัวแปรอะไรบ้างที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม จะจับคู่กันอย่างไร จะทำการวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร มีอะไรเป็นเกณฑ์ในการแบ่งแต่ละคู่ ฯลฯ เป็นต้น สมมตินักวิจัยพบว่า สถานภาพทางอารมณ์ (emotional status) หรือระดับของแรงจูงใจ (level of motivation) ฯลฯ เป็นต้น มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม เราจะจับคู่ subject ที่มีระดับแรงจูงใจเท่ากันได้อย่างไร จะใช้เครื่องมืออะไรที่มีความเที่ยงตรงในการวัดระดับแรงจูงใจ นอกจากนี้จะต้องใช้จำนวนคู่สักเท่าใดจึงจะเป็นการเพียงพอในการพิจารณา ในกรณีที่มีตัวแปรมากกว่าสองตัวแปรขึ้นไป ก็ยิ่งทำให้การจับคู่มีความยุ่งยากยิ่งขึ้น จากประสบการณ์ที่เคยจับคู่ที่มี 6 ตัวแปร จากจำนวน 1,194 subjects สามารถจับได้เพียง 23 คู่เท่านั้น

3. การ randon assignment และ analysis of covariance เนื่องจากการ random assignment ด้วยวิธีจับคู่มีอุปสรรคหลายประการดังกล่าวแล้ว นักวิจัยก็ไม่ได้ละความพยายามที่จะกำจัดอิทธิพลอันเกิดจาก extraneous variables ให้น้อยลงไปหรือหมดไป สิ่งหนึ่งที่จะช่วยควบคุมการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก็คือ Analysis of covariance ซึ่งเป็นเครื่องมือทางสถิติอย่างหนึ่งที่ช่วยในการปรับ (adjust) ค่า mean ของ O_2 เพื่อชดเชยความไม่เท่ากันระหว่างกลุ่มทั้งสอง เมื่อ O_1 เป็นการสังเกตครั้งแรก สมมติว่าต้องการศึกษาอิทธิพลของวิธีการสอนเลขคณิตที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขคณิต ถ้าเราทำการทดสอบเลขคณิต (O_1) เป็นการ pretest แล้วก็ random assignment ให้ subject อยู่ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งอาจจะใช้ subject ในกลุ่มทดลองนี้มีคะแนนใน O_1 สูงกว่าในกลุ่มควบคุม การที่คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันแต่แรกเช่นนี้ ก็อาจจะทำให้ O_2 ซึ่งเป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขคณิตมีความแตกต่างกันด้วย ดังนั้น คะแนนผลสัมฤทธิ์ในกลุ่มทดลอง (O_2) ที่เพิ่มขึ้นนั้นอาจจะไม่ใช่อิทธิพลของวิธีการสอนของครู

(teaching method) แต่อาจจะเป็นอิทธิพลของ covariate ที่มิได้มีการควบคุม ในลักษณะเช่นนี้ ความสามารถทางด้านเลขคณิตของ subject ในตอนเริ่มแรกมีสูงกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง การใช้ Analysis of covariance จะช่วยให้สามารถควบคุมตัวแปรร่วม (covariate) ซึ่งมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม (O_2)

เมื่อใช้ Analysis of Covariance ทำการวิเคราะห์นั้น อาจจะเพิ่ม covariates เข้ากับตัวแปรตามให้มากกว่าหนึ่งตัวก็ได้ ตัว covariate ในที่นี้ **หมายถึงตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้และเป็นตัวแปรที่เชื่อว่ามีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม** จากตัวอย่างข้างต้น ตัว covariate ก็ได้แก่ การทดสอบเลขคณิตตอนแรก (O_1) และคะแนนสอบเชาวน์ (I.Q.) หลังจากได้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ covariate และ dependent variable (O_2) แล้ว ก็ปรับ (adjust) dependent variable score (O_2) โดยการเอาอิทธิพลของตัว covariate ออก ซึ่งการ remove effect ตัว covariates นี้ อาจจะกระทำทีละตัวก็ได้ หรือกระทำทั้งสองตัวก็ได้ สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับการคำนวณ Analysis of Covariance นั้น ท่านจะศึกษาได้จากหนังสือ *"สถิติเบื้องต้น"* ของ ดร.อนันต์ ศรีโสภา สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด พ.ศ. 2525

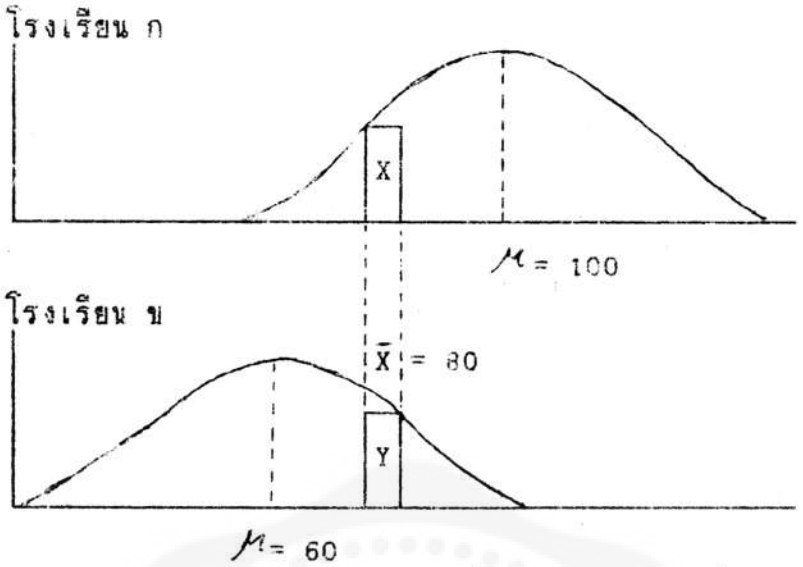
ข้อบกพร่องของการจับคู่ที่ปราศจาก random assignment เนื่องจากต้องการที่จะให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเท่ากัน เพื่อที่จะ remove effect ของ extraneous variables ที่มีต่อตัวแปรตามออกไปนั้น นักวิจัยมักจะใช้

1. matched-pair technique
2. matched-group technique

โดยปราศจากข้อที่ควรระวังเกี่ยวกับการ random assignment subject ในตัวอย่างลงตามกลุ่มต่าง ๆ จึงเป็นสาเหตุให้การจับคู่ดังกล่าวข้างต้นขาดความเที่ยงตรงภายใน (internal validity)

1. Matched pairs การจับคู่เป็นวิธีการทำให้กลุ่มทั้งสองมีความเท่ากันเพียงบางลักษณะเท่านั้น แต่ยังมีลักษณะอื่น ๆ หรือตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากที่เราจับคู่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม อาทิเช่น การจับคู่ชั้นเรียนสองชั้นเรียน หรือสองโรงเรียน subject ที่ได้คะแนนค่อนข้างสูงหรือค่อนข้างต่ำมีจำนวนน้อย การที่จะจับคู่ให้มีความใกล้ชิดนั้นจึงเป็นเรื่องยาก และนอกจากนี้ Mean ของ O_2 ที่เหลือจากการจับคู่จะถดถอย (regress) เข้าหา mean ของ population เดิมอีก จากตัวอย่างต่อไปนี้แสดงให้เห็นว่าการถดถอยของคะแนนสูงและคะแนนต่ำเข้าหา mean จึงทำให้กลุ่มทั้งสองมีความแตกต่างกัน

สมมติว่าโรงเรียน ก มี mean เท่ากับ 100 และโรงเรียน ข มี mean เท่ากับ 60 ถ้าสุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนทั้งสองจะได้ sample mean เท่ากับ 80 X เป็นตัวอย่างที่สุ่มจากโรงเรียน ก Y เป็นตัวอย่างที่สุ่มจากโรงเรียน ข ถ้านำค่า mean ของตัวอย่างทั้งสองมาหาค่าเฉลี่ยจะได้ mean เท่ากับ 80 ซึ่งจะทำให้มองเห็นว่า mean ของตัวอย่าง X ต่ำกว่า 100 และ mean ของตัวอย่าง Y สูงกว่า 60 ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3 แสดงการถดถอยในการจับคู่ตัวอย่างซึ่งสุ่มจากประชากรที่ไม่เหมือนกัน

หลังจากทำการทดสอบอีกครั้ง (retest) matched group ของ Y จะถดถอย (regress) เข้าหา mean ของประชากรเดิมของตน นั่นคือ mean ของกลุ่มทดลอง X จะมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วน mean ของกลุ่มควบคุม Y จะมีค่าลดลง ไม่ว่าจะให้ treatment หรือไม่ก็ตาม ผลการวิจัยที่ได้จึงเกิดจากความแตกต่างระหว่าง degree of regression มากกว่าเกิดจากอิทธิพลที่ได้จาก independent variable (X)

2. Matched groups ในสมัยก่อนการวิจัยเชิงทดลองมักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับการจับคู่ subject เป็นอันมาก แต่นักวิจัยก็พยายามจับคู่ระหว่างกลุ่ม (matched groups) คือ เขาจะเลือกกลุ่มสองกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เกี่ยวข้องเท่ากันมาจับคู่กัน โดยอาจจะดูว่า mean และค่า standard deviation ของทั้งสองกลุ่มนั้นเท่ากันหรือไม่ในตัวแปรเดียวกัน ถ้าหากเห็นว่าเท่ากันก็จะนำมาจับคู่กัน อาทิเช่น ในการจับคู่เกี่ยวกับเชาวน์ (I.Q.) เขาก็จะหา mean I.Q. ของทั้งสองกลุ่ม ถ้าพบว่า mean I.Q. ของกลุ่มหนึ่งเท่ากับ 100 และอีกกลุ่มหนึ่งเท่ากับ 110 เขาก็จะขยับหรือปรับ subject ในกลุ่มทั้งสองจนกระทั่งได้ mean I.Q. เท่ากับ 105 เนื่องจากพิสัยการกระจายของ I.Q. ในกลุ่มทั้งสองไม่เท่ากัน กลุ่มหนึ่งอาจมีพิสัยกว้าง คือระหว่าง 80-130 ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งมีพิสัยแคบ คือระหว่าง 98-115 เขาก็จะพยายามใช้วิธีทางสถิติเพื่อปรับ subject ในกลุ่มทั้งสองอีก เพื่อทำให้การแจกแจงเท่ากัน

วิธีการ matched group เช่นนี้ ไม่ได้ทำให้กลุ่มทั้งสองเท่ากัน แต่เป็นการทำให้กลุ่มทั้งสองมีความเท่ากันเพียงบางลักษณะเท่านั้น การถดถอยของคะแนนสูงและคะแนนต่ำเข้าหาค่า mean จะทำให้กลุ่มทั้งสองมีความแตกต่างกัน ถ้าจะจับคู่ระหว่างกลุ่มในสองตัวแปร อาทิเช่น I.Q. และทักษะ การแจกแจงของคะแนนเหล่านี้คล้ายกัน แต่ subject อาจจะมีความแตกต่างกันใน I.Q. และทักษะก็ได้ ดังเช่น

กลุ่ม ก : I.Q. ต่ำ ทักษะสูง และ I.Q. สูง ทักษะต่ำ
กลุ่ม ข : I.Q. สูง ทักษะสูง และ I.Q. ต่ำ ทักษะต่ำ

ถ้าความแตกต่างของการจับคู่กลุ่ม ก และกลุ่ม ข เป็นเช่นนี้ ก็จะมีผลต่อการสรุปผลการวิจัยเป็นอย่างมาก เท่าที่กล่าวมาทั้งหมดพอจะสรุปเป็นข้อที่ผู้ทำการวิจัยควรระวังไว่ว่า **อย่าพยายามจับคู่ระหว่าง subject หรือระหว่างกลุ่มโดยปราศจาก randomization และอย่าเชื่อผลการวิจัยที่ไม่สอดคล้องกับรายงานการวิจัยที่เขาทำกันไว้เป็นส่วนมาก**

Design 3 : Pretest-posttest control group design เนื่องจาก design 3, 4 และ 5 ต้องการกลุ่มควบคุม (control group) และการrandom assignment subject ลงตามกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งเป็นการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่ design แบบอื่นไม่มี จึงเป็น design ที่มีผู้นิยมนำไปใช้กันมาก Campbell และ Stanley เรียก design แบบนี้ว่า *"true experimental design"* ซึ่งมีลักษณะดังนี้

R O X O
R O O

วิธีดำเนินการทดลอง เมื่อต้องการจะใช้ design 3 ก็ดำเนินการตามขั้นต่าง ๆ ดังนี้

1. ทำการเลือก subject จากประชากรด้วยวิธีการสุ่ม โดยให้ตัวอย่างที่ได้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรเสียก่อน

2. กำหนด subject จากตัวอย่างที่สุ่มได้ และ independent variable (X) ลงในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยวิธีสุ่มเช่นเดียวกัน

3. ทดสอบ subject เกี่ยวกับตัวแปรตาม หรือทำการ pretest บางครั้งก็อาจ pretest ก่อน random assignment ก็ได้ เพื่อหาคะแนน O_{1E} จากกลุ่มทดลอง และ O_{1C} จากกลุ่มควบคุม ดังแสดงในรูปที่ 4

4. พยายามรักษา conditions ต่าง ๆ ให้เหมือนเดิมตลอดการทดลอง ยกเว้นการให้ independent variable แก่กลุ่มทดลอง

5. ทำการทดสอบ subject เกี่ยวกับ dependent variable อีกครั้งหนึ่ง หรือเรียกว่า posttest จะได้คะแนน O_{2E} จากกลุ่มทดลอง และ O_{2C} จากกลุ่มควบคุม

6. หาความแตกต่างระหว่าง O_1 และ O_2 ของคะแนนในแต่ละ subject และหา mean ของความแตกต่างเหล่านี้ของแต่ละกลุ่ม คือ D_E และ D_C โดยวิธี Analysis of covariance ค่า final mean score จะถูก adjusted ด้วย pretest score

7. เปรียบเทียบระหว่าง D_E และ D_C เพื่อพิจารณาว่า independent variable (X) เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มทดลองหรือไม่เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม สำหรับการเปรียบเทียบ $D_E - D_C$ มักจะแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของ X (ตัวแปรต้น) บวกกับ interaction effects ของ

ก. O_1 และ X

ข. X และ U (uncontrolled events) เช่น history และ maturation

ค. O_1 X และ U

อย่างไรก็ดี $D_E - D_C$ เท่ากับ X เท่านั้น โดยเราสมมติให้ effect ของ interaction เท่ากับ O

8. ใช้สถิติมาทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่า mean ต่าง ๆ ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่เพียงใด

จากขั้นตอนในการดำเนินงานตาม design 3 เขียนเป็นแผนผังก็จะได้ดังนี้

รูปที่ 4 แสดงลักษณะการทดลองแบบ Pretest-Posttest control group design

Random assigned	Pretest	Treatment	Posttest
R Experimental group	O_{1E}	X	O_{2E}
R Control group	O_{1C}		O_{2C}

D_E = mean ของความแตกต่างระหว่าง pretest และ posttest scores ในกลุ่มทดลอง

D_C = mean ของความแตกต่างระหว่าง pretest และ posttest scores ในกลุ่มควบคุม การเปรียบเทียบระหว่าง D_E และ D_C เพื่อหาอิทธิพลของ X

อนึ่งการทดลองแบบนี้อาจนำไปใช้ศึกษาตัวแปรต้น (independent variable) ที่มีมากกว่าหนึ่งตัวขึ้นไป อาจจะเป็น 2 หรือ 3 ตัว สำหรับตัวแปรตาม (dependent variable) ตัวเดียวกันก็ได้ อาทิเช่น อาจจะศึกษาอิทธิพลของวิธีการสอนสองวิธีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาหนึ่ง โดยให้ X_a เป็นวิธีสอนแบบ a และ X_b เป็นวิธีสอนแบบ b กรณีเช่นนี้อาจจะ random assignment subject จาก sample มา 3 กลุ่ม คือ

R กลุ่มทดลอง I	O_{1E}	X_a	O_{2E}
R กลุ่มทดลอง II	O_{1E}	X_b	O_{2E}
R กลุ่มควบคุม	O_{1C}		O_{2C}

ความเที่ยงตรงภายใน (internal validity) การใช้ design 3 นี้ช่วยให้สามารถควบคุมแหล่งต่าง ๆ ให้มีความเที่ยงตรงภายใน แม้ว่าจะมี extraneous variables เกิดขึ้นในระหว่าง O_1 และ O_2 แต่ก็สามารถทำให้มันเท่ากันโดยการ randomized control group และถึงจะมี historical event และการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับเครื่องมือการวัด (instruments) เกิดขึ้นระหว่าง O_1 และ O_2 ก็ตาม แต่ก็เป็นประสบการณ์ของทุกกลุ่มทั้งหมด ดังนั้นอิทธิพลอันเกิดจากสิ่งเหล่านี้จึงมีเท่ากัน จึงไม่ทำให้การตีความหมายผลการศึกษาค้นคว้าผิดไป

อย่างไรก็ดีมีสิ่งที่นักวิจัยควรระวังคือ จะต้องควบคุม condition ต่าง ๆ ในระหว่างการทดลองให้มีความคงที่ เช่น การที่ให้กลุ่มหนึ่งไปทดสอบในห้องเรียนที่ร้อน มีเสียงรบกวนในขณะทำการสอน ก็จะทำให้ผลการทดลองเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนตัวครูทำการสอน ความแตกต่างระหว่างบุคลิกลักษณะ วุฒิ ความสามารถ ทัศนคติของครู ย่อมมีอิทธิพลต่อผลการวิจัย ผู้วิจัยบางท่านชอบเลือกครูที่มีอะไรเหนือกว่าทุกอย่างไว้ในกลุ่มทดลอง ส่วนครูที่ด้อยกว่าไว้ในกลุ่มควบคุม เช่นนี้นับว่าเป็นการกระทำที่ผิด ดังนั้นการที่จะควบคุม condition ต่าง ๆ ในระหว่างการทดลองนั้น จึงจำเป็นจะต้องทำการทดสอบ subjects เป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม แล้ว random assign subject เวลา และสถานที่ ลงใน condition ที่เป็น experiment และ control ถึงแม้จะมี extraneous variables มารบกวน บ้างก็เป็นการรบกวนที่เกิดขึ้นทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จึงไม่ทำให้ผลที่ได้แตกต่างกันแต่อย่างใด

ความเที่ยงตรงภายนอก (external validity) นักวิจัยอาจจะสงสัยว่า ผลการวิจัยที่ค้นพบนั้นเกี่ยวข้องกับอิทธิพลของ X อย่างแท้จริงหรือไม่ หรือมีตัวแปรภายนอกมาทำให้ผลที่ได้เปลี่ยนแปลงไป ตัวอย่างที่สุ่มมาเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมดหรือไม่ ความสงสัยเหล่านี้มักจะเกิดขึ้นเป็นประจำกับนักวิจัยทั่วไป การ design แบบ 3 นี้สามารถกำจัดข้อสงสัยต่าง ๆ ลงไปได้มาก อาทิเช่น การศึกษาอิทธิพลของข่าวการเปลี่ยนแปลงระบบการปกครองในเขมร โดยการสุ่มตัวอย่างคนมา 2 กลุ่ม ที่มีลักษณะต่าง ๆ อาทิ ระดับการศึกษา อาชีพ ฐานะทางเศรษฐกิจ เพศ คล้ายกัน กลุ่มที่ 1 ได้รับการสัมภาษณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์ในเขมร (O_1) แล้วให้ดูภาพยนตร์ข่าวการเปลี่ยนแปลงระบบการปกครองของเขมร ทำการสัมภาษณ์เป็นครั้งที่ 2 (O_2) ส่วนกลุ่มที่ 2 ทำการสัมภาษณ์หลังจากให้ดูภาพยนตร์ข่าวการเปลี่ยนแปลงระบบการปกครองของเขมรแล้วเท่านั้น

	สัมภาษณ์	ชมภาพยนตร์ข่าว	สัมภาษณ์
กลุ่มที่ 1	O_1	X	O_2
กลุ่มที่ 2		X	O_2

จากการทดสอบปรากฏว่าเมื่อนำคะแนนสัมภาษณ์ O_1 ในกลุ่มที่ 1 ไปเปรียบเทียบกับคะแนนสัมภาษณ์ O_2 ในกลุ่มที่ 2 นั้นแตกต่างกันน้อยมาก แต่เมื่อกลุ่มที่ 1 ถูกสัมภาษณ์อีกเป็นครั้งที่ 2 พบว่าทัศนคติและความรู้สึกเปลี่ยนแปลงไปจากการสัมภาษณ์ครั้งแรกมาก ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่า subject ในกลุ่มที่ 1 สนใจและมีความรู้สึกต่อการเปลี่ยนแปลงระบบการปกครองของเขมรอันเนื่องมาจากการถ้อนคำถามสัมภาษณ์ในตอนแรก (O_1) จะเห็นว่า interaction ระหว่างการสัมภาษณ์ครั้งแรกและ X เกิดขึ้น ท่านจะเห็นว่ามีอันตรายในการสรุปผลที่ได้จากตัวอย่างนี้อย่างไร อิทธิพลของการสัมภาษณ์ก่อนและไม่มีการสัมภาษณ์ก่อนแตกต่างกันอย่างไร

นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลอื่น ๆ อีก อันจะทำให้ความเที่ยงตรงภายนอกลดลง ซึ่งได้แก่การอาสาสมัครกับการไม่ใช้อาสาสมัครของ subject คุณภาพและฐานะของครู โรงเรียน และผู้ปกครอง แตกต่างกัน การเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคมและเศรษฐกิจของประเทศ ภัยพิบัติทางธรรมชาติ อาทิ น้ำท่วม อัคคีภัย การเกิดสงคราม ฯลฯ เป็นต้น ซึ่งอิทธิพลจากสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้ subject มีความรู้สึกแตกต่างจากเวลาอื่น ๆ

interaction ระหว่าง X กับองค์ประกอบอื่น ๆ อาทิเช่น history อาจจะทำให้ผลการทดลองที่ค้นพบไม่อาจนำไปสรุปในสถานการณ์ทั่วไปได้ ถ้าการทดลองนั้นกระทำในระหว่างมีวิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจ สงคราม หรือภัยพิบัติอื่น ๆ เพราะเหตุการณ์เหล่านี้จะทำให้ subject มีการตอบสนองต่อ treatment X ผิดจากที่ควรเป็นในเวลาปกติอื่น ๆ แต่ถ้าการทดลองนั้นกระทำซ้ำในเวลาต่าง ๆ กัน และสถานที่ต่าง ๆ กัน โดยที่ผลจากการทดสอบสมมติฐานยังได้ผลเหมือนกันทุกครั้ง ก็จะทำให้สามารถสรุปผลที่ได้ด้วยความมั่นใจยิ่งขึ้น

อิทธิพลจากวิธีการทดลองเป็นเหตุให้ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงไป คือ ในกรณีที่ subject ทราบว่าตนเองมีส่วนร่วมในการทดลอง เขาก็จะกระทำหรือตอบสนองต่อ X ดีกว่าพวกที่ไม่ได้เข้าร่วมในการทดลอง เพราะว่าต้องการให้ได้รับเกียรติเลือกมาเป็น subject ในตัวเอง นอกจากนี้จุดมุ่งหมายในการทดลอง การถามในแบบทดสอบ เครื่องมือในการทดลอง และพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักวิจัย ล้วนเป็นสิ่งที่บอกร่องรอยให้ subject บิดเบือนการตอบสนองต่อ X ผิดไปจากปกติธรรมดาหรือผิดไปจากข้อเท็จจริง คือเขาจะพยายามกระทำตนให้เห็นว่าเป็น subject ที่ดี และคอยช่วยนักวิจัยพิสูจน์ในสิ่งที่นักวิจัยต้องการพิสูจน์ ฯลฯ เป็นต้น

เพื่อที่จะกำจัดอิทธิพลอันเนื่องมาจากวิธีการทดลอง นักวิจัยควรจะทำให้ subject ทุกคนคำนึงถึงข้อเท็จจริง และพยายามทำให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้สึกเท่าเทียมกัน

Design 4 : Posttest-only control group design การ design แบบนี้คล้ายกับ pretest-posttest control group design แต่ต่างกันตรงที่ไม่มีการ pretest เกี่ยวกับ dependent variable ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงในรูปที่ 5

$$\begin{array}{lll} R & X & O_1 \\ R & & O_2 \end{array}$$

รูปที่ 5 แสดงลักษณะการทดลองแบบ Posttest-only control group design

วิธีดำเนินการทดลอง กระทำดังนี้

1. random assignment subject ลงในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. ให้ treatment X แต่เฉพาะกลุ่มทดลองเท่านั้น ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ให้
3. แล้วดำเนินการ posttest ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เราจะใช้ design แบบนี้ในกรณีที่ไม่สามารถจะทำการ pretest ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ หรือในกรณีที่เห็นว่า pretest มีอิทธิพลต่อ experimental treatment อย่างไรก็ดี การเลือกใช้ design ชนิดนี้ซึ่งไม่มีการ pretest ก่อนนั้น มีข้อที่น่าสังเกตหลายประการคือ

ก. การที่เราใช้ random assignment แก่ subject นั้น ก็เพื่อกำจัดความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตั้งแต่เริ่มแรกของการทดลอง การที่กลุ่มทั้งสองมีความแตกต่างกันแต่แรกนั้น ถ้าเราพบความแตกต่างในตอน posttest ก็จะทำให้สงสัยว่าความแตกต่างอันนี้มันเนื่องมาจากอะไรกันแน่ คือ อาจจะเนื่องมาจากความแตกต่างของกลุ่มทั้งสองเมื่อก่อนเริ่มทำการทดลอง หรือเนื่องมาจากอิทธิพลของ experimental treatment แม้ว่าการ random assignment จะช่วย

กำจัดความแตกต่างเริ่มแรกได้ก็ตาม แต่ก็มีข้อยกเว้นบางประการ ถ้าหาก random assignment ไม่สามารถควบคุมความแตกต่างเริ่มแรกได้ นักวิจัยก็อาจใช้คะแนนตอน pretest เป็นตัว covariate ในการใช้ Analysis of covariance ซึ่งเราสามารถควบคุมความแตกต่างของกลุ่มทั้งสองในระยะเริ่มแรกได้ด้วยวิธีการทางสถิติ posttest-only control group design ไม่มีการ pretest เกี่ยวกับ dependent variable จึงไม่สามารถควบคุมความแตกต่างเริ่มแรกด้วยวิธีทางสถิติได้ ดังนั้นจึงอาศัยการ random assignment เท่านั้นที่จะทำให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นถ้าหากว่า subject มีจำนวนมากก็จะช่วยในการ random assignment ได้ผลดี นั่นคือ posttest-only control group design **จึงเหมาะสำหรับในกรณีที่ random assignment กับ subject จำนวนมาก ๆ**

ข. เราไม่สามารถใช้ pretest score มาพิจารณาอิทธิพลของ experimental treatment ต่อ subject ในระดับต่าง ๆ ได้ หรือใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง subject ออกเป็นระดับต่าง ๆ ได้

ค. กรณีที่ subject ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม drop out ก่อนที่การทดลองจะแล้วเสร็จ ดังนั้น ความแตกต่างของ posttest นั้นอาจเนื่องมาจากการ drop out ของ subject ที่มีคุณลักษณะแตกต่างกันในกลุ่มทั้งสอง หรือเนื่องมาจากอิทธิพลของ experimental treatment นั่นคือถ้าไม่มีการ pretest ก็จะทำให้ตัดปัญหานี้ออกไปได้

การ design แบบนี้ไม่มีการ pretest ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จึงทำให้ไม่มีอิทธิพลของ interaction ระหว่าง pretest และ X

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ก็ใช้ t-test ทดสอบความแตกต่างระหว่าง mean ของ posttest score ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ถ้าหากมีมากกว่าสองกลุ่ม อาจใช้ mean ของ posttest มาวิเคราะห์ด้วยวิธี Analysis of variance อนึ่งถ้าคะแนนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ก็อาจใช้ non-parametric มาทดสอบความแตกต่างได้

Design 5 : Solomon Four-group Design เนื่องจาก pretest-posttest control group design (design 3) บกพร่องเกี่ยวกับ external validity คือ การ pretest ใน design 3 ทำให้ subject มีการตอบสนองต่อ experimental treatment แตกต่างจาก subject ที่ไม่ได้ pretest จึงทำให้ไม่สามารถที่จะสรุปผลการทดลองที่ค้นพบจากตัวอย่างไปยังประชากรที่จะศึกษาได้ ดังนั้น ใน design 5 นี้จึงเพิ่มกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมขึ้นมาอีกอย่างละกลุ่ม โดยไม่มีการ pretest เข้ากับ design 3 เพื่อที่จะขจัด interaction ระหว่าง pretest และ X หรือจะกล่าวอย่างง่าย ๆ ก็ได้ว่า design 5 คือ design 3 บวกกับ design 4 นั่นเอง ซึ่งมีลักษณะดังนี้

R	O_1	X	O_2
R	O_3		O_4
R		X	O_5
R			O_6

รูปที่ 6 แสดงลักษณะการทดลองแบบ Solomon four-group design

วิธีดำเนินการทดลอง

1. random assignment subject จากตัวอย่างที่สุ่มมาลงในกลุ่มทั้ง 4 โดยให้กลุ่มทั้ง 4 อยู่ในลักษณะ equate groups

2. ให้กลุ่มแรกได้รับ pretest experimental treatment และ posttest

3. กลุ่มที่สองได้รับ pretest และ posttest แต่ไม่ได้รับ experimental treatment

4. กลุ่มที่สามได้รับ experimental treatment และ posttest แต่ไม่มีการ pretest

5. กลุ่มที่ 4 ได้เพียง posttest เท่านั้น

เนื่องจากกลุ่มที่ 3 และ 4 ไม่ได้รับการ pretest จึงไม่มี interaction ระหว่าง X และ pretest ที่จะส่งผลต่อ O_2

จากรูปที่ 6 ถ้าให้ D แทนความแตกต่างระหว่าง mean scores O_1 และ O_2 ก็จะแทนผลบวกของ main effects ในตัวแปรหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งตัวแปรขึ้นไป อาทิเช่น pretest (O_1) independent variable (X) uncontrol events (U) maturation, history และ interaction effects (I) ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร

จะเห็นว่า design 5 นี้ต้องการเวลาในการทดลอง subject และแรงงานในการทดลองมากกว่า design แบบอื่น ๆ ในกลุ่มที่ 1 ก็คล้ายกับ design 2 one group pretest posttest design ซึ่งไม่มีการควบคุมแต่อย่างใด ความแตกต่าง (D) ระหว่าง O_1 และ O_2 จึงเกิดจากจำนวนที่เราไม่ทราบถึง 7 ประการ คือ 3 main effects และ 4 interaction effects ดังแสดงในรูปข้างล่างนี้

R	O_1	X	O_2
R	O_1		O_2
R		X	O_2
R			O_2

ความแตกต่าง

$$1D = O_1 + X + U + I_{O_1X} + I_{O_1U} + I_{XU} + I_{O_1XU}$$

$$2D = O_1 + U + I_{O_1U}$$

$$3D = X + U + I_{XU}$$

$$4D = U$$

O_1 = mean pretest score

O_2 = mean posttest score

X = independent variable

U = uncontrolled events (เช่น history, maturation ฯลฯ)

D = ความแตกต่าง mean score ระหว่าง O_1 และ O_2

I = interaction effect ที่เกี่ยวกับตัวแปรต่าง ๆ เช่น interaction effect ระหว่าง pretest (O_1) และ treatment (X) ก็เขียนว่า $I_{O.X}$ เป็นต้น

ถ้านักวิจัยใช้ one group pretest posttest design (design 2) กลุ่มที่ 1 ของ design 5 เพียงกลุ่มเดียว การที่เขาสรุป $O_2 - O_1$ เนื่องมาจาก X ก็แปลว่าเขาสมมติให้อิทธิพลของ O_1 U และ interaction อีก 4 อันมีค่าเป็นศูนย์ (0) หมด ซึ่งเป็นการสมมติที่เป็นไปไม่ได้ ใน design 5 นี้สำหรับกลุ่มที่หนึ่งมีอิทธิพลต่าง ๆ ถึง 7 จำนวยด้วยกันที่เกี่ยวข้องกับความแตกต่างระหว่าง O_1 และ O_2 จึงเป็น design ที่สามารถแก้ปัญหา interaction ระหว่าง pretest และ X โดยที่นักวิจัยสามารถหา main effects ของ O X และ U และหา interaction effect ของ pretest และ X ($I_{O_1 X}$) เพื่อที่จะหาค่าเหล่านี้จึงดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

$$4D = U \quad \text{.....(1)}$$

$$3D - 4D = X \quad \text{.....(2)}$$

$$2D - 4D = O_1 \quad \text{.....(3)}$$

$$1D - 2D - 3D + 4D = I_{O_1 X} \quad \text{.....(4)}$$

โดยทั่วไปการดำเนินการทดลองตาม design 5 นี้เขามักจะทำการทดลองเป็น 2 ตอน คือ ตอนแรกกระทำโดยมีการ pretest (กลุ่ม 1-2) ตอนหลังกระทำโดยไม่มีการ pretest (กลุ่ม 3-4) ถ้าผลจากการทดลองมีความคงที่ก็จะทำให้นักวิจัยมีความเชื่อมั่นยิ่งขึ้น

สำหรับสถิติที่จะนำมาใช้ใน design 5 นี้ อาจกระทำได้ดังนี้

	X	No X
Pretest	กลุ่ม 1 O_1 X $I_{O_1 X}$	กลุ่ม 2 O_1
Unpretest	กลุ่ม 3 X	กลุ่ม 4

	X	No|X|
Pretest	กลุ่ม 1 $O_1, X, I_{O_1 X}, I_{XU}, I_{O_1 XU}$	กลุ่ม 2 $O_1, I_{O_1 U}$
Unpretest	กลุ่ม 3 X, I_{XU}	กลุ่ม 4

ข

รูปที่ 7 รูป ก และ ข แสดงการหา interaction effects

1. เปรียบเทียบ O_2 ในกลุ่ม X และ No|X| เฉพาะที่เป็น Posttest score (column mean) ดังรูปที่ 7 ก เพื่อ estimate effect ของ X

2. เปรียบเทียบ O_2 ของกลุ่ม pretest และไม่ pretest (row mean) เพื่อ estimate main effect ของ pretest

3. จาก cell means ก็สามารถ estimate ค่า interaction ของ pretest กับ X ได้

อนึ่งถ้าจะคำนวณจากรูปที่ 7 ข จะได้ค่าที่มีความเที่ยงตรงต่อเมื่ออิทธิพลของ $I_{O_1 U}, I_{XU}, I_{O_1 XU}$ มีค่าเป็นศูนย์เท่านั้น

Quasi-experimental designs

เนื่องจากการทดลองทางการศึกษาบางเรื่องไม่สามารถที่จะควบคุม ตลอดจนการ random assignment subjects ลงในกลุ่มต่าง ๆ ได้ จึงจำเป็นต้องใช้ quasi-experimental designs ซึ่งเป็น design ที่มีการควบคุมเพียงบางส่วน (partial control) ไม่เป็น true experimental design อย่างที่กล่าวมาแล้วในตอนต้น อย่างไรก็ดีถ้าจะนำเอา quasi-experimental designs ไปใช้ก็ต้องทราบว่ามีตัวแปรอะไรบ้างที่ไม่อาจควบคุมได้ และจะต้องพิจารณาความคล้ายกันของตัวแปรเหล่านี้อย่างระมัดระวังเป็นพิเศษ มากกว่าที่จะพิจารณาว่า X มีอิทธิพลต่อผลการทดลองแต่อย่างใดเลยอีก การทดลองจะมีความเที่ยงตรงถูกต้องก็ขึ้นอยู่กับนักวิจัยมีความรู้เกี่ยวกับตัวแปรเหล่านั้นมากน้อยเพียงใด quasi-experimental designs นั้น แบ่งออกได้หลายชนิด เช่น

Design 6 : Static-group comparison Campbell และ Stanley ได้เรียก static-group comparison design ว่า pre-experimental design ซึ่งแตกต่างจาก true experimental design เมื่อเรานำ static-group comparison design ไปใช้ก็เหมือนกับการใช้ one-shot case study และ one group pretest-posttest design นั่นเอง แต่ design 6 นี้ไม่ได้ทำการ random assignment subjects ลงในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และยังมีองค์ประกอบหลายตัวที่ไม่สามารถควบคุมได้ design 6 มีลักษณะการทดลองดังนี้

X O_1

O_2

รูปที่ 8 แสดงลักษณะแบบทดลองแบบ static-group comparison

จากรูปจะเห็นว่าระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีเส้นขีดไข่ปลาคั่นอยู่ ซึ่งกลุ่มทั้งสองไม่ได้ random assignment subjects ให้เป็น equate group แต่อย่างใด การใช้ design แบบนี้ทำให้นักวิจัยไม่มีทางทราบได้เลยว่าความแตกต่างระหว่าง O_1 และ O_2 นั้นเนื่องจาก X หรือเนื่องจากความแตกต่างของ subjects ในกลุ่มทั้งสองตั้งแต่เริ่มแรก โดยทั่วไปมักจะนำไปใช้ในประเภท action research อาทิเช่น ครูคนหนึ่งอาจจะทดลองวิธีการสอนแบบใหม่วิธีหนึ่งจึงแบ่งบทเรียนออกเป็นตอน ๆ เพื่อนำไปใช้สอนแบบใหม่ โดยใช้เป็นห้องทดลอง แล้วก็ขอให้ห้องเรียนอีกห้องหนึ่งซึ่งมีครูอีกคนหนึ่งทำการสอนชั้นเดียวกันและในวิชาเดียวกันแต่สอนในวิธีแบบเก่าเป็นห้องควบคุม หลังจากทำการสอนจบบทเรียนแล้วก็ทำการทดสอบทั้งสองห้อง สมมติว่ากลุ่มทดลองได้คะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ก็ไม่สามารถจะทำการสรุปได้ เพราะว่าความแตกต่างกันนั้นเนื่องมาจากวิธีการสอนหรือเนื่องมาจากพื้นฐานความรู้ของเด็กแตกต่างกันแต่แรก

ความแตกต่างระหว่าง O_1 และ O_2 นั้นอาจมี maturation effect ถ้าหากใช้เวลาในการสอนนาน และนอกจากนี้อาจจะมี mortality effect คือมีการสับเปลี่ยนตัว subject ในกรณีที่ subjects บางคนขาดหายหรือย้ายไปเรียนที่อื่น จึงทำให้ subject พวกเดิมที่รับ treatment X ลดจำนวนลงไป subject พวกใหม่ที่เข้ามาแทนที่จำนวนที่ขาดหายไปจึงได้รับ X เพียงบางส่วน เป็นต้น จึงทำให้เกิด mortality effect

Design 7 : Nonequivalent control group design ท่านทราบแล้วว่าการที่จะทำให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเท่ากัน (equivalent) นั้นมีความสำคัญอย่างไร การทำให้กลุ่มเหล่านั้นมีความเท่ากันนั้นไม่ยาก แต่การจัดชั้นเรียน การกระจายนักเรียนให้เข้าร่วมการทดลอง การหาจำนวนนักเรียนให้มากพอสำหรับสุ่มตัวอย่างนี้เป็นเรื่องยาก และบางครั้งก็ไม่สามารถจะกระทำได้ ดังนั้นนักวิจัยจึงพยายามใช้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีลักษณะใกล้ ๆ กันหรือคล้ายกัน โดยดูจากสิ่งต่าง ๆ ที่พอจะนำมาประกอบการพิจารณาได้ อาทิเช่น ทำการ pretest แล้วคำนวณค่า mean และ standard deviation เพื่อตรวจสอบดูความคล้ายกันของกลุ่มทั้งสอง ถ้าหากว่ามีความแตกต่างกันมากก็อาจจะปรับให้มีความคล้ายกัน ฯลฯ เป็นต้น design 7 จึงมีลักษณะการทดลองดังนี้

O_1 X O_2

.....

O_1 O_2

รูปที่ 9 แสดงลักษณะการทดลองแบบ Nonequivalent control group design

ถ้าหากจะดูว่ากลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุมมีลักษณะคล้ายกันหรือไม่อย่างคร่าว ๆ ก็อาจจะดูได้จาก mean score และ standard deviation ของ O_1 ในกลุ่มทั้งสอง ถ้าเท่ากันก็จะช่วยให้มี

internal validity ดีขึ้น อย่างไรก็ดีกลุ่มควบคุมก็ยังช่วยให้นักวิจัยสามารถระบุ main effect ของ history pretesting maturation และ instrumentation ที่มีต่อ effect ของ X ไม่ผิดไปมากนัก ค่าความแตกต่างระหว่าง O_1 และ O_2 ใน design นี้ จะช่วยให้สามารถตรวจสอบว่ามันเนื่องมาจาก mortality หรือไม่ อิทธิพลอันเนื่องมาจาก interaction ของ selection และ maturation interaction ของ selection และ history ฯลฯ อาจเกิดขึ้นได้ถ้าเลือก subjects ลงในกลุ่มทั้งสองไม่เหมือนกัน ซึ่งอาจมีอายุต่างกัน เลือกอาสาสมัครไว้กลุ่มหนึ่ง ไม่อาสาสมัครไว้อีกกลุ่มหนึ่ง เป็นต้น สมมติว่าในกลุ่มทดลองประกอบด้วย subject ที่อาสาสมัคร แต่มีคะแนนผลการสอบ O_1 ต่ำ และกลุ่มควบคุมประกอบด้วยพวกที่ไม่ได้อาสาสมัครแต่ก็มาจากประชากรเดียวกัน ขณะที่ให้ treatment X พวกที่อาสาสมัครจะมีแรงจูงใจสูงกว่าพวกที่ไม่อาสาสมัคร ซึ่งทำให้ O_2-O_1 ในกลุ่มทดลองสูงกว่าในกลุ่มควบคุม เป็นต้น

อนึ่งการใช้ design แบบนี้ อาจจะทำให้เกิด regression effect ขึ้นได้ คือ นักเรียนที่ได้คะแนนสูงใน pretest จะมีแนวโน้มได้คะแนนต่ำลงใน posttest และพวกที่ได้คะแนนต่ำใน pretest จะมีแนวโน้ม (regress) ของคะแนนสูงขึ้นในตอน posttest ดังนั้นนักวิจัยจะต้องพยายามกำจัดความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสองตอน pretest ให้หมดไปมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ และอาจใช้ analysis of covariance มาวิเคราะห์เพื่อปรับค่า mean ของ O_2 ชดเชยในส่วนที่กลุ่มทั้งสองไม่เท่ากันแต่แรก

สำหรับ external validity ของ design นี้ อาทิเช่น interaction ของ selection และ X อาจเกิดขึ้นเพราะเนื่องจาก subjects ที่มีลักษณะต่างกันในเรื่อง เพศ เชาวน์ สถานภาพทางสังคม ฯลฯ เป็นต้น อิทธิพลของ X จะมีต่อ subjects แล้วทำให้แตกต่างจาก subjects ในประชากร การแก้ไขก็ต้องทำให้ลักษณะต่าง ๆ ของ subjects ในกลุ่มทั้งสองอยู่ในลักษณะแบบสุ่ม

Design 8 : One-group Time-series Design แบบทดลองชนิดนี้ก็คล้ายกับ design 2 แต่ต่างกันตรงที่ทำการวัด subjects ก่อนและหลังการให้ treatment X หลายครั้ง ดังแผนภาพการทดลองดังนี้

$$O_1 \quad O_2 \quad O_3 \quad O_4 \quad X \quad O_5 \quad O_6 \quad O_7 \quad O_8$$

รูปที่ 10 แสดงลักษณะการทดลองแบบ One-group Time-series design

เนื่องจาก design แบบนี้ทำการทดสอบตามช่วงระยะเวลาต่าง ๆ หลาย ๆ ครั้ง จึงทำให้การควบคุมเกี่ยวกับ internal validity ได้ดีกว่า design แบบอื่น ๆ นักวิจัยอาจตั้งสมมติฐานว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่า O_1 ... O_4 และ O_5 ... O_8 นั้นเนื่องมาจาก X เราจะนำการทดสอบแบบ time series ไปใช้ได้อย่างไร สมมตินักวิจัยตั้งสมมติฐานว่ารัฐบาลเพิ่มเงินเดือนให้ข้าราชการสูงขึ้นจะทำให้เพิ่มแรงจูงใจในการปฏิบัติงานมากขึ้น โดยมีจำนวนวันลาต่อเดือนลดน้อยลง ก่อนที่รัฐบาลจะเพิ่มเงินเดือนแก่ข้าราชการ นักวิจัยก็ทำการเก็บข้อมูลจำนวนวันลาต่อเดือนในช่วง 4 เดือนแรกของข้าราชการ 120 คนจากทุกกระทรวง แล้วนักวิจัยก็ทำการเก็บข้อมูลจำนวนวันลาต่อเดือน

ในช่วง 4 เดือนหลังของข้าราชการ 120 คนอีก สมมติว่าจำนวนวันลาเฉลี่ยก่อนขึ้นเงินเดือน 3 วันต่อเดือน และหลังจากขึ้นเงินเดือนแล้วลดลงเหลือ 1 วันต่อเดือน เราจะสรุปว่าการเพิ่มเงินเดือนทำให้จำนวนวันลาโดยเฉลี่ยต่อเดือนลดลงได้หรือไม่ ความจริงแล้วการที่จำนวนวันลาโดยเฉลี่ยต่อเดือนลดลงนั้นอาจเนื่องมาจากสาเหตุอื่น ๆ อีกมากมาย อาทิเช่น history effect, instrumentation effect, maturation effect ฯลฯ เป็นต้น สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ time-series experiment อาจจะใช้ trend analysis แต่ไม่ควรนำเอา O_4 และ O_5 มาเปรียบเทียบกันเป็นคู่ ๆ เพื่อพิจารณาอิทธิพลของ X เป็นอันขาด ทั้งนี้เพราะว่าอิทธิพลของ X นั้นเราวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดมิใช่วัดจากช่วงใดช่วงหนึ่ง ก็ไม่ควรเอา pretreatment observations ($O_1+O_2+O_3+O_4$) มาเปรียบเทียบกับ posttreatment observations ($O_5+O_6+O_7+O_8$) เป็นอันขาด

เนื่องจาก time-series design มี history effect มาก จึงจำเป็นต้องควบคุม history โดยการให้ treatment X แบบ random คือเวลาหนึ่งให้ X คือ X_1 และอีกเวลาหนึ่งไม่ให้ X คือ X_0 จึงเรียกแบบแผนการทดลองนี้ว่า equivalent time-sampling design ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังนี้

$$X_1\ O\ X_0\ O\ X_1\ O\ X_0\ O\ X_1\ O\ X_0\ O\ X_1\ O\ X_0\ O$$

รูปที่ 11 แสดงลักษณะการทดลองแบบ Equivalent time-sampling design

บางครั้งนักวิจัยอาจจะทำการเปรียบเทียบอิทธิพลของ treatment มากกว่าหนึ่ง treatment ก็ได้โดยแทน X_0 ด้วย X_2 เป็นต้น equivalent time-sampling design นี้จะช่วยกำจัด history effect เพราะว่าเราให้ X มากกว่าหนึ่งครั้ง แต่เป็นการเปลี่ยน X ที่มี X (X_1) และไม่มี X (X_2)

อนึ่งการ design แบบ single-group repeated measurement design นั้น เราให้ X จากสถานการณ์หนึ่งไปยังอีกสถานการณ์หนึ่ง ตัวอย่างเช่น การทดลองประสบการณ์ในการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนท่องจำข้อความภายใต้เงื่อนไขการฝึกที่ต่างกัน อาทิเช่น นักเรียนคนหนึ่งอาจจะท่องจำข้อความตอนหนึ่ง (X_1) จากข้อความที่คล้ายกันนั้น จะไม่สามารถนำเอาความจำในตอนแรกไปใช้ได้อีกในตอนหลัง (X_2) คือจะไม่สามารถ transfer effects จาก X_1 ไป X_2 ได้ ภายใต้ condition นี้ นักวิจัยจึงจำเป็นต้องตระเตรียม materials สำหรับแต่ละ experimental treatment ให้เท่าเทียมกัน (equivalent) ถ้าให้ M แทน materials ที่ equivalent ก็เขียนแบบแผนการทดลองได้ดังนี้

$$M_a\ X_1\ O\ M_b\ X_0\ O\ M_c\ X_0\ O\ M_d\ X_1\ O\ M_e\ X_0\ O \ldots$$

รูปที่ 12 แสดงลักษณะการทดลองแบบ Equivalent material design

การ design แบบนี้ก็คล้ายกับ time-sampling design แต่ต่างกันตรงที่ใช้ material แตกต่างกันตลอดการทดลอง โดยสมมติว่า material เหล่านี้ equivalent กัน ซึ่งทำให้การควบคุมการทดลองเป็นไปอย่างเหมาะสม บางที equivalent time-sampling design ก็ใช้ equivalent material design แทนได้

ข้อบกพร่องของ design 8 ที่สำคัญก็คือขาดการควบคุม history เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องอันนี้ อาจจะกำหนดแบบแผนการทดลองดังนี้

Eperimental group	O_1	O_2	O_3	O_4	X	O_5	O_6	O_7	O_8
Control group	O_1	O_2	O_3	O_4		O_5	O_6	O_7	O_8

รูปที่ 13 แสดงลักษณะการทดลองแบบ Control-group time-series design

จึ้งเรียกการ design แบบนี้ว่า Control-group time-series design design แบบนี้ดีกว่า nonrandomized control-group pretest-posttest design เพราะว่าเป็นการ multiple pretest และ posttest และนอกจากนั้น effect อันเนื่องจาก X เป็นระยะสั้นและระยะยาวไม่แต่เพียงมีผลต่อคุณภาพของตัวแปรตามเท่านั้น ยังมีผลต่อปริมาณของตัวแปรตามอีกด้วย อาทิ เช่น การทดลองเพื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขคณิตเรื่องเศษส่วน โดยวิธีการสอนให้ปฏิบัติกับการสอนให้เข้าใจ วิธีแรกอาจจะให้คะแนนผลสัมฤทธิ์สูง แต่วิธีหลังอาจจะช่วยให้มีความเข้าใจได้นานกว่าและลืมยากกว่าวิธีแรก เป็นต้น

Design 9 : Counterbalanced Design ในกรณีที่เราไม่สามารถ random assignment subject ลงในกลุ่มต่าง ๆ ได้ ก็อาจใช้ counterbalanced design ได้ ซึ่งนิยมใช้ในกรณีที่มีจำนวน subjects จำกัด ไม่มีการ pretest และเป็นการทดสอบตัวแปรที่มีมากกว่า 1 ตัว counterbalanced design หรือเรียกว่า rotation design หรือ crossover design หรือ switchover design ก็ได้ มีลักษณะการทดลองดังนี้

X_1 O X_2 O X_3 O X_4 O

X_2 O X_4 O X_1 O X_3 O

X_3 O X_1 O X_4 O X_2 O

X_4 O X_3 O X_2 O X_1 O

รูปที่ 14 แสดงลักษณะการทดลองแบบ Counterbalanced design

การ design ชนิดนี้แต่ละกลุ่มของ subject จะได้รับแต่ละ treatment X (หรือไม่ได้รับ treatment X) ในระยะเวลาต่าง ๆ กันระหว่างการทดลอง ตัวอย่างเช่น ในช่วงเวลาแรกถ้ากลุ่ม A ได้รับ treatment X_a และกลุ่ม B ได้รับ treatment X_b ช่วงเวลาหลังกลุ่ม A ได้รับ treatment X_b และกลุ่ม B ได้รับ treatment X_a ดังแผนภาพการทดลองดังนี้

	เวลาแรก	เวลาหลัง
กลุ่ม A	X_a	X_b
กลุ่ม B	X_b	X_a

ถ้าผลบวกของ X_a และ X_b ซึ่งเป็นคะแนนของกลุ่มนำมาเปรียบเทียบกันคือ X_a+X_c และ X_b+X_d ความแตกต่างระหว่างผลบวกของ X_a และ X_b นั้นไม่ใช่ความแตกต่างระหว่างสองกลุ่มในตอนต้น หรือเป็นความแตกต่างระหว่างระดับที่ของการทดสอบ เพราะว่าแต่ละกลุ่มได้รับ treatment แต่ละอย่างเพียงครั้งเดียว หรือแต่ละช่วงเวลาที่ได้รับ treatment แต่ละอย่างเพียงครั้งเดียวเหมือนกัน

การจัดเรียงแบบ latin square ก็คล้ายกับ counter-balanced design คือเป็นการพิจารณาจำนวนความแตกต่างอย่างละเท่า ๆ กัน ในด้านทั้งสองของสี่เหลี่ยมจัตุรัส อักษรแต่ละตัวใน latin square จะปรากฏเพียงคณึงเดียวในแต่ละ column และแต่ละ treatment ซึ่งนิยมใช้กันมากในทางเกษตร โดยใช้ชนิดของปุ๋ยแทน treatment ที่ปรากฏเพียงครั้งเดียวในแต่ละ row และแต่ละ column ซึ่งเป็นวิธีทำให้เกิดความสมดุลระหว่าง row และ column

ขนาดของ latin square นั้นอยู่กับ experimental treatment levels (X) คือจำนวน row และจำนวน column มีจำนวนเท่ากับ treatment levels เนื่องจากอักษรแต่ละตัวใน latin square จะปรากฏขึ้นเพียงครั้งเดียวในแต่ละ row และแต่ละ column ดังนั้นจำนวนวิธีที่จะจัดเรียงแบบ 2 x 2 จะได้ 2 วิธี แบบ 3 x 3 ได้ 12 วิธี และแบบ 4 x 4 ได้ 576 วิธี เป็นต้น อาทิเช่น แบบ 2 x 2 จัดเรียงได้ 2 วิธี ดังนี้

a b b a

หรือ

b a a b

สมมติว่าจะใช้เทคนิคของ latin square counter balancing เพื่อพิจารณาวิธีการสอนอ่าน 4 วิธี คือ X_a X_b X_c และ X_d เนื่องจากมี 4 treatments เราจึงต้องใช้ subject 4 กลุ่ม การ design จึงมีลักษณะเป็น 4 x 4 ซึ่งอาจจะจัดได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

Time

Group	1	2	3	4
A	X_a	X_b	X_c	X_d
B	X_b	X_d	X_a	X_c
C	X_c	X_a	X_d	X_b
D	X_d	X_c	X_b	X_a

ก

Treatment

Group	X_a	X_b	X_c	X_d
A	T_1	T_2	T_3	T_4
B	T_3	T_1	T_4	T_2
C	T_2	T_4	T_1	T_3
D	T_4	T_3	T_2	T_1

ข

ในรูป ข ถ้านำเอา column mean score มาเปรียบเทียบกันก็จะทำให้ทราบความแตกต่างของวิธีการสอนอ่าน 4 วิธี โดยสมมติว่าเนื้อหาที่ใช้อ่านแต่ละวิธีมีความยากง่ายเท่ากัน

การใช้ design แบบนี้ช่วยให้ควบคุมความแตกต่างในลักษณะต่าง ๆ ของ subject ได้เกือบทั้งหมด อาทิเช่น เชาวน์ ซึ่งอาจจะมีผลต่อ treatment X ก็สามารถ rotate ให้แต่ละกลุ่มมีความเท่าเทียมกันในเรื่องเวลาได้เช่นเดียวกัน เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมพวก extraneous variables ต่าง ๆ ได้ดีกว่า design แบบอื่น ๆ

Factorial Design

เนื่องจากประสบการณ์ทางการศึกษามีความยุ่งยากและซับซ้อนจนบางครั้งทำให้นักวิจัยไม่สามารถที่จะควบคุมองค์ประกอบบางตัวให้มีความคงที่ได้ จึงจำเป็นต้องใช้ factorial design ตัวอย่างเช่น การทดลองเพื่อศึกษาว่าบุคลิกลักษณะของครูมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพียงใด ในที่นี้อาจแบ่งบุคลิกลักษณะของครูออกเป็น 2 ประเภท คือ ครูที่มีบุคลิกลักษณะเป็นประชาธิปไตย และครูที่มีบุคลิกลักษณะเป็นเผด็จการ และแบ่งนักเรียนเป็น 2 พวก คือ พวกที่มีเชาวน์สูง และพวกที่มีเชาวน์ต่ำ และ interaction ระหว่างชนิดของครูและระดับเชาวน์ของนักเรียนนับว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งต่อนักการศึกษา จากตัวอย่างข้างต้นนี้ก็เพื่อศึกษาว่าบุคลิกลักษณะของครูประเภทไหนที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากัน บุคลิกลักษณะของครูประเภทไหนที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเชาวน์ปัญญาสูงและต่ำแตกต่างกันอย่างไร ฯลฯ เป็นต้น

Factorial design จะประกอบด้วยตัวแปรต้น (independent variable) ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ซึ่งตัวแปรแต่ละตัวก็อาจแยกออกได้ตั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไป อาทิเช่น ในการศึกษาอิทธิพลของเทคนิคการสอน (X_1) 2 วิธี คือ สอนแบบบรรยาย และสอนแบบอภิปราย กับระยะเวลาที่ใช้ในการสอน (X_2) 2 ชนิด คือ 50 นาที และ 30 นาที ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ดังแสดงในรูปที่ 15

		ระยะเวลา (X_2)			
		50 นาที	30 นาที	Row mean	Differences
วิธีสอน (X_1)	บรรยาย	(1) 59.0	(2) 58.5	58.0	-1.0
	อภิปราย	(3) 82.0	(4) 84.0	83.0	+2.0
	mean	70.5	71.1	70.75	grand mean
Column Difference		+23.0	+26.0		-3.0

รูปที่ 15 แสดงการทดลองแบบ Factorial design

จากรูปจะเห็นว่าจะต้อง random assignment subject ลงในกลุ่มต่าง ๆ ทั้ง 4 กลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มได้รับ treatment X_1 และ X_2 อย่างละครั้ง คือ subject ในแต่ละกลุ่มจะได้รับ treatment ทั้ง X_1 (วิธีการสอน) และ X_2 (ระยะเวลาทำการสอน) ทั้ง 2 อย่างพร้อมกัน หลังจากนั้น 6 สัปดาห์ ก็ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ subject แต่ละคน (dependent variable) แล้วคำนวณค่า mean score ของกลุ่มทั้ง 4 เนื่องจาก design ในตัวอย่างนี้เป็นแบบ 2 x 2 จึงช่วยให้เราสามารถตอบได้ 3 คำตอบ คือ

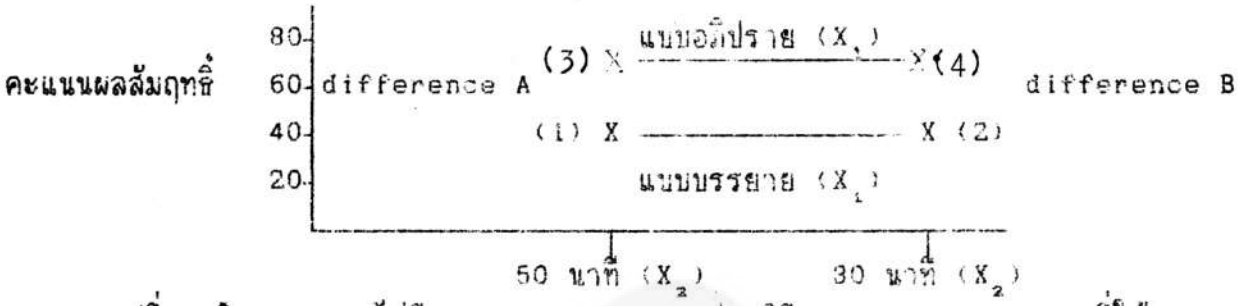
1. เกี่ยวกับ main effect ของตัวแปรต้น (วิธีการสอน X_1) ต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ ถ้าเราเปรียบเทียบ mean score ของกลุ่มที่สอนแบบอภิปราย (83.0) และสอนแบบบรรยาย (58.5) จะเห็นว่าการสอนแบบอภิปรายให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบบรรยาย

2. เกี่ยวกับ main effect ของระยะเวลาทำการสอน (X_2) ต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะเห็นว่า mean score ของกลุ่มที่สอน 50 นาที (70.5) และกลุ่มที่สอน 30 นาที (71.0) มีค่าใกล้เคียงกันมาก นั่นคือแสดงว่าช่วงระยะเวลาสอนมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามน้อยมาก

3. เกี่ยวกับ effect ของ interaction ระหว่างวิธีการสอนและระยะเวลาทำการสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การหา interaction ก็เพื่อพิจารณาว่า joint effect ของ X_1 และ X_2 ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีมากกว่าหรือน้อยกว่าที่ X_1 หรือ X_2 มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลำพัง ถ้าปรากฏว่า effect ของวิธีการสอนมีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มที่สอน 50 นาทีและสอน 30 นาที แตกต่างกัน ก็แสดงว่ามี interaction แต่ถ้าหากว่า effect ของวิธีการสอนมีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มที่สอน 50 นาทีและสอน 30 นาที เท่ากัน ก็แสดงว่าไม่มี interaction

สำหรับสถิติที่จะมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลใน factorial design โดยทั่วไปก็ใช้ analysis of variance ซึ่งจะศึกษาได้จากหนังสือสถิติเบื้องต้น ดร.อนันต์ ศรีโสภา บริษัท สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด 2525 ข้อสังเกตในการพิจารณา interaction effect ถ้าหากว่าความแตกต่างระหว่าง mean score ของการสอนแบบบรรยายและแบบอภิปรายในช่วงเวลาสอน 50 นาที เท่ากับความแตก

ต่างระหว่าง mean score ของการสอนแบบบรรยายและแบบอภิปราย ในช่วงเวลาสอน 30 นาที ดังแสดงในรูปที่ 16 แสดงว่าไม่มี interaction effect ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ จากรูปที่ 16 จะเห็นว่าเส้นที่เชื่อมโยงระหว่าง mean score ทั้งสองเส้นเกือบจะขนานกัน

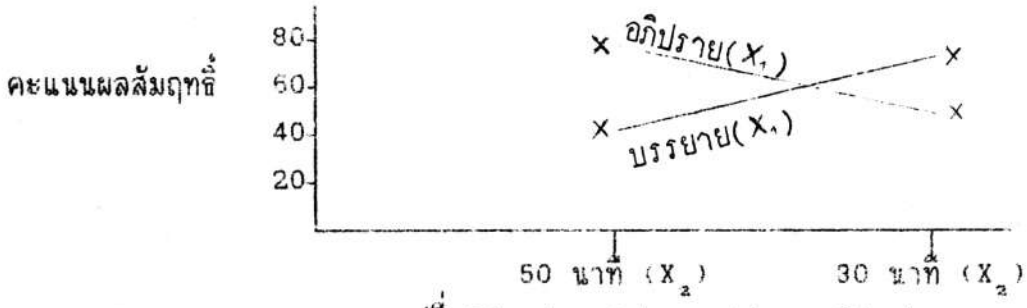


รูปที่ 16* แสดงการไม่มี interaction ระหว่างวิธีการสอนและระยะเวลาที่ใช้สอน

*อนึ่งถ้าหากการทดลองปรากฏผลดังนี้

วิธีสอน (X1)	ระยะเวลาที่ทำการสอน (X2) 50 นาที	30 นาที	Row mean	Differences
บรรยาย	(1) 59.0	(2) 77.0	68.0	+18
อภิปราย	(3) 82.0	(4) 66.0	74.0	-16
mean	70.5	71.5	71.0	grand mean
Column Difference	+23.0	-11.0		

ถ้าพิจารณา main effect ของวิธีการสอน mean score ของกลุ่มที่สอนแบบอภิปราย (74.0) สูงกว่า mean score ของกลุ่มที่สอนแบบบรรยาย (68.0) แสดงว่าการสอนแบบอภิปรายส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบบรรยาย ถ้าพิจารณา interaction effect ของวิธีการสอน (X_1) และเวลาที่ใช้สอน (X_2) จะเห็นว่าในกลุ่มที่สอน 50 นาที การสอนแบบอภิปรายสูงกว่าการสอนแบบบรรยาย คือ 82.0-59.0 = +23.0 และในกลุ่มที่สอน 30 นาที การสอนแบบอภิปรายต่ำกว่าการสอนแบบบรรยาย คือ 66.0-77.0 = -11.0 จะเห็นว่าเส้นที่ลากเชื่อโยงระหว่าง mean score ทั้งสองไม่ขนานกัน ดังรูปที่ 17 นั่นคือ interaction effect จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อ effect ของ X ตัวหนึ่งต่อตัวแปรตาม (dependent variable) จะไม่เท่ากับ effect อันเนื่องจาก X ตัวที่สอง



รูปที่ 17 แสดง interaction effect

อย่างไรก็ดี factorial design นี้มิใช่จำกัดอยู่แต่ 2 x 2 design เท่านั้น เราคงเพิ่มจำนวนของ X และ X groups เข้าไปอีกก็ได้ เช่น 2 x 3 design 3 x 3 design หรือ 2 x 2 x 2 design ฯลฯ เป็นต้น จากตัวอย่างข้างต้นสมมติว่าเราเพิ่ม X_3 เป็นเชาวน์ของครูเข้าไปอีกซึ่งมี 2 ระดับ คือ I.Q. สูง และ I.Q. ปานกลาง ก็จะได้เป็น 2 x 2 x 2 design จะต้องใช้ treatment group ถึง 8 กลุ่ม design แบบนี้จะสามารถตอบคำถามได้ถึง 7 คำถามด้วยกัน คือ

อะไรเป็น main effect ของ indepondent ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ X_1,X_2 และ X_3

อะไรเป็น interaction ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง X_1 และ X_2,X_1 และ X_3,X_2 และ X_3,X_1,X_2 และ X_3

อนึ่งถ้าหากมีวิธีการสอน (X_1) 3 วิธี คือ สอนแบบบรรยาย แบบอภิปราย และแบบโครงการสอน ใช้เวลาสอน (X_2) แตกต่างกัน 4 เวลา คือ 30 นาที 40 นาที 50 นาที และ 60 นาที ทดลองกับนักเรียน (X_3) ซึ่งแบ่งเป็นเพศชายและเพศหญิง จะได้แบบแผนการทดลองเป็น 4 x 3 x 2 design ซึ่งใช้ treatment group ถึง 24 กลุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 18 ถ้าหากเป็นชนิด 6x5x4x2 design จะต้องใช้ subject มาทดลองถึง 240 กลุ่ม factorial design จะช่วยให้นักวิจัยสามารถตอบคำถามที่ซับซ้อนได้ อาทิเช่น อิทธิพลของครูที่มี I.Q. ในระดับ X_1 ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อใช้วิธีการสอนแบบ X_2 ใช้เวลาสอน X_3 เมื่อสอนกับนักเรียนเพศ X_4 เป็นต้น

			เวลาที่ใช้สอน (X_2)			
		เพศ (X_3)	30 นาที	40 นาที	50 นาที	60 นาที
วิธีการสอน (X_1)	อภิปราย	ชาย				
		หญิง				
	บรรยาย	ชาย				
		หญิง				
	โครงการสอน	ชาย				
		หญิง				

รูปที่ 18 แสดง 4 x 3 x 2 design

Ex Post Facto Designs

Ex Post Facto Designs หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า causal comparative design เป็น design ที่อยู่ระหว่างการวิจัยเชิงพรรณาและการวิจัยเชิงทดลอง ที่เป็นการวิจัยเชิงพรรณาก็เพราะว่านักวิจัยไม่สามารถควบคุม condition ต่าง ๆ ในการทดลองได้ และเป็นการวิจัยเชิงทดลองก็เพราะว่านักวิจัยพยายามที่จะสรุปหาความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลจากการวิจัยนี้ สมมติว่าในการศึกษาสาเหตุของอาชญากรรม ถ้าใช้ ex post facto design ก็จะทำการเลือก subject มา 2 กลุ่มโดยสมมติให้แตกต่างกันแต่เพียงว่ากลุ่มหนึ่งประกอบด้วย subject ที่เป็นอาชญากร และกลุ่มควบคุมประกอบด้วย subject ที่ไม่ใช้อาชญากร ในการที่จะทำให้กลุ่มทั้งสองมีความเท่ากัน (equivalent) ก็โดยวิธี matching ซึ่งอาจจะ match เกี่ยวกับ เพศ อายุ ระดับการศึกษา I.Q. หรือระดับฐานะทางสังคม อนึ่งในการ match นี้ถ้ากระทำหลังจากแบ่งกลุ่มแล้วอาจทำให้ขนาดของตัวอย่างลดลงเพราะว่าจะมี subject ที่จับคู่ไม่ได้ก็จะถูกขีดออกไป ดังนั้นควรใช้กลุ่มตัวอย่างให้มีขนาดใหญ่พอ อนึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ควรใช้ Analysis of Covariance โดยใช้ matching variables เป็นตัว covariates ซึ่งจะทำให้ลด regression effect ลงได้บ้าง

สรุป

จากที่กล่าวมาทั้งหมดพอจะสรุปเป็นหัวข้อสำคัญที่ควรจดจำไว้ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะที่สำคัญของการวิจัยเชิงทดลองก็คือการเก็บข้อมูลและการควบคุมตัวแปรต้น (independent variables) การที่จะควบคุมอะไรบ้างนั้นจะสังเกตได้โดยอาศัยการหาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม การที่จะกำจัด extraneous variables ลงไปได้ก็โดยการอาศัยการจัด experimental condition ให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสม

2. สิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการวิจัยเชิงทดลองในด้านการศึกษา ได้แก่

ก. ไม่สามารถกำจัด extraneous variables ออกไปจากการทดลองได้หมด

ข. การ matching subjects ทำให้เกิดความลำเอียงในกลุ่มตัวอย่าง การควบคุม condition ต่าง ๆ ให้มีความคงที่ใน experimental treatment จึงทำให้ผลการวิจัยที่ได้ไม่สามารถใช้กับประชากรทั่วไปได้

3. เกณฑ์ในการประเมินผล experimental design ว่าเหมาะสมเพียงใดนั้น ก็อาจจะสังเกตได้จาก

ก. การควบคุมความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งกระทำได้โดยการ random assignment และนอกจากนี้ควรจะ random ในการให้ experimental treatment ด้วย

ข. ขนาดของตัวอย่างควรจะใหญ่พอเพื่อทำให้ random error ต่าง ๆ ลดลง และควรใช้ experimental design ที่สอดคล้องกับปัญหา

ค. ควรรักษาให้ condition และ treatment มีความคงที่และเป็นไปได้

4. การควบคุมอาจใช้ในลักษณะ

ก. ควบคุมลักษณะของ subject ในประชากรและตัวอย่าง ซึ่งเรียกว่า subject sampling control

ข. ควบคุมเกี่ยวกับการคัดเลือกตัวแปรต้นและการตัดสินใจเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลเหล่านั้น ก็เรียกว่า independent-variable control

ค. การที่นักวิจัยเลือกตัวแปรที่จะทำการสังเกตและทำการวัดก็เรียกว่า dependent-variable selection control

ง. การเปรียบเทียบกลุ่มที่ได้รับและไม่ได้รับ experimental treatment

จ. การกำจัด extraneous variables ก็เรียกว่า extraneous variables contrc

5. การกำจัด extraneous variables อาจจะต้องควบคุม condition ต่อไปนี้

ก. selection ซึ่งทำให้กลุ่มทั้งสองแตกต่างกันแต่แรก

ข. history หรือ condition ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่ไม่ใช่ experimental treatment ซึ่งเกี่ยวข้องระหว่างการเลือก (selection) และการวัดตัวแปรตาม

ค. maturation หรือการเปลี่ยนแปลงภายในตัว subjects ซึ่งย้งผลให้ subjects แก่ขึ้น ฉลาดขึ้น ฯลฯ เป็นต้น

ง. testing เป็นอิทธิพลที่เกิดจากการทดสอบครั้งก่อน (pretest)

จ. instrumentation หรือการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานในการวัด อาทิ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความกำกวมในภาษาที่ใช้ ฯลฯ เป็นต้น ซึ่งย่อมผลให้การวัดเปลี่ยนแปลงไป

ฉ. statistical regression หรือแนวโน้มของคะแนนสูงสุด ต่ำสุด และจะถดถอย (regress) เข้าหา mean ในกรณีที่เป็น repeated measurement

ช. mortality หรืออิทธิพลอันเนื่องจากการวัด subjects ในตัวอย่างซึ่งแตกต่างจากกลุ่มที่ใช้เปรียบเทียบ

6. วิธีในการ equate กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอาจจะกระทำได้โดย

ก. การ randomization ซึ่งจะขจัดอิทธิพลขององค์ประกอบที่ไม่ต้องการและ extraneous variables ต่าง ๆ ได้ด้วย

ข. การใช้ Analysis of Covariance ซึ่งจะช่วยให้สามารถควบคุมความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสองได้โดยวิธีการทางสถิติ

ค. โดยการใช้ subject คนเดียวกันสองครั้ง ซึ่งจะช่วยให้กำจัดความแตกต่างในการวัดครั้งแรกให้หมดไปได้

ง. โดยวิธี matched group design คือนำ subject ในกลุ่มทั้งสองมา match กันตามตัวแปรที่กำหนด อาจเป็นการ match ตาม เพศ หรืออายุ หรือ I.Q. ก็ได้

7. experimental designs ประกอบด้วย

ก. One-shot case study เป็น design ที่ไม่มีการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงและไม่มีการวัดก่อนการทดลอง

ข. One-group pretest-posttest design เป็น design ชนิด repeated measurement แต่ใช้กลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว

ค. Time-series เป็น design ที่วัด subject ก่อนและหลังการให้ treatment X หลาย ๆ ครั้ง

ง. Equivalent time samples เป็น design ที่ควบคุม history effect ได้ดีกว่า design อื่น ๆ

จ. Equivalent material design เป็น design ที่คล้ายกับ Equivalent time samples แต่ต่างกันตรงที่ใช้ material ที่ equivalent จึงทำให้การควบคุมดีขึ้น

Separate Control Group Designs

ก. Static-group เป็น design ที่ใช้สำหรับ pre-experimental design

ข. Pretest-posttest control group design เป็น true exprimental design

ค. Solomon four group design นับเป็น true experimental design อีกอันหนึ่งซึ่งใช้กลุ่มทดลองมากขึ้น

ง. Posttest-only control group design เป็น true experimental design อีกอันหนึ่งเหมือนกัน

จ. Nonequivalent control group design เป็น design ที่ใช้ intact group

8. Counterbalances design เป็น design ที่กำหนดให้การจัด treatment ปรากฏขึ้นเพียงครั้งเดียวในแต่ละ row และแต่ละ column ถ้าจำนวน row และจำนวน column เท่ากับจำนวน treatment levels ก็เรียกว่า latin square ซึ่ง design แบบนี้ช่วยให้ควบคุมความแตกต่างของลักษณะต่าง ๆ ใน subjects ได้เกือบทั้งหมด

9. Factorial Design ช่วยให้สามารถทำการเปรียบเทียบตัวแปรต่าง ๆ ได้มากมาย อาทิเช่น อาจจะมีมากกว่าหนึ่ง condition ที่เปลี่ยนแปลงไปได้ในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็น design ที่ใช้ random assignment subject ลงในกลุ่มต่าง ๆ matching หรือ repeated measurement design ชนิดนี้นอกจากใช้ในการเปรียบเทียบแล้ว ยังช่วยให้สามารถวัด interaction ระหว่าง row และ column ได้อีก

10. Ex post facto หรือ Causal comparative design เป็น design ที่เริ่มต้นจากการคัดเลือกกลุ่มตั้งแต่กลุ่มหนึ่งขึ้นไป subject มีลักษณะตรงกันข้ามอย่างน้อยหนึ่ง condition จากการที่เรา match subject ก็เพื่อกำจัด extraneous variables อย่างไรก็ดีการเลือกกลุ่มมักจะเลือกในลักษณะที่อยู่ปลายสุด จึงทำให้เกิด regression effect และเนื่องจากไม่มีการ randomization จึงทำให้เกิดความแตกต่างทุกครั้งที่มีการเลือก subjects

11. อย่างไรก็ดีในการวิจัยเชิงทดลองนี้ ผู้วิจัยจำเป็นต้องบอกรายละเอียดเกี่ยวกับ

ก. วิธีในการสุ่มตัวอย่าง

ข. วิธีในการ equating subjects

ค. ตัวแปรต้น (independent variables)

ง. experimental treatments และ

จ. dependent variables

แบบฝึกหัด

1. จงระบุชื่อเรื่องวิจัยต่อไปนี้ว่าเรื่องใดเป็นการวิจัยเชิงทดลองมากกว่าการวิจัยเชิงพรรณา
   ก. ทัศนคติของนักเรียนมัธยมศึกษาต่อครูวิทยาศาสตร์
   ข. เหตุผลที่นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 สอบตกกันมาก
   ค. อิทธิพลของการทดสอบสายตาระหว่างนักอ่านที่ไม่ดี
   ง. ความแตกต่างระหว่างนิสิตที่เรียนสำเร็จของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. จากชื่อเรื่องในข้อ 1 ที่เป็นการวิจัยเชิงทดลอง จงระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และ extraneous variables
3. จงระบุอิทธิพลที่อาจมีผลกระทบต่อการทดสอบ null hypothesis ในการกระทำดังต่อไปนี้
   ก. ลดจำนวน cases ใน experimental group เพื่อเป็นการประหยัด
   ข. เพิ่มจำนวน cases เข้ากับ control group
   ค. เพิ่มการควบคุมตัวแปรให้มากขึ้น โดยทำให้การทดลองเป็นเรื่องสมมติมากขึ้น
   ง. ใช้สถิติเหมาะสมกับ independent groups เมื่อกลุ่มเหล่านั้นมีความเท่ากัน (equivalent)
   จ. ใช้วิธี non random method ในการ assign subject ลงในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
   ฉ. ทำการสุ่มเฉพาะ subject ที่ฉลาด ปานกลาง และอ่อน แทนที่จะสุ่มจาก subject ทั้งหมด
   ช. ใช้ Analysis of Covariance
4. จากการวิจัยเชิงทดลองต่อไปนี้จงระบุว่า extraneous variables ใดบ้างที่เกี่ยวข้อง
   ก. ใน O X O design เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของการฉายภาพยนตร์ต่อความรู้สึกต่อต้านลัทธิคอมมิวนิสต์
   ข. ครูใหญ่ปัญญาอ่อนกล่าวว่า *"วิธีการสอนของเขาทำให้ I.Q. ของนักเรียนสูงขึ้น"*
   ค. นักวิจัยกล่าวว่า *"นักเรียนที่มีพรสวรรค์มักจะไม่ประสบความสำเร็จในชีวิตเท่าที่ควร"*
   ง. ในการศึกษาอิทธิพลของเพศต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการแบ่งกลุ่มนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไว้คนละกลุ่ม แล้วทำการ match ตามคะแนน I.Q. ระหว่างเรียนชั้นอนุบาล แล้วทำการติดตามผลงานจบชั้นประถมปีที่ 4
   จ. ก่อนที่จะให้ชมภาพยนตร์เกี่ยวกับการพัฒนาการศึกษา ก็ให้ subject ทุกคนตอบแบบสอบถามอันยาวเหยียดเกี่ยวกับทัศนคติต่อการศึกษา
5. นิสิตที่ทำปริญญานิพนธ์อยากทราบว่าจะใช้วิธี match group หรือวิธี repeated measurement design เมื่อ condition อื่น ๆ เท่ากัน ท่านจะแนะนำว่าอย่างไร จงอธิบาย

6. จงจับคู่ข้อความต่อไปนี้

a. intact-group comparison
b. pretest-posttest control group design
c. posttest-only control group design
d. equivalent time-sampling design
e. separate-sample pretest-posttest

1. เป็น true design ที่ไม่มีการทดสอบ effect
2. One-group design repeated twice
3. ไม่มีการควบคุม history หรือ selection
4. เป็น true design ที่มีการทดสอบ effect
5. ไม่มีการควบคุม selection
6. ช่วยให้การควบคุม history ได้ดียิ่งขึ้น แต่หย่อนทาง external validity

7. จงจับคู่ข้อความต่อไปนี้

a. nonequivalent control group design
b. posttest only control group design
c. time-series design
d. one group pretest-posttest design
e. factorial design

1. เป็น true design ที่เกี่ยวกับ multiple independent variables
2. การควบคุมทาง selection ยังไม่ดี แต่ก็ยังดีกว่าการไม่มี design เสียเลย
3. เป็น true design ที่ไม่มีความลำเอียงในเรื่อง pretest
4. การควบคุมทาง history ยังไม่ดี แต่ก็ยังดีกว่าการไม่มี design เสียเลย
5. การควบคุม history ยังไม่เหมาะสม

8. ในการควบคุมเกี่ยวกับ history จงระบุลำดับที่ของความเหมาะสมสำหรับ design

1. เหมาะสมที่สุด
2. เหมาะสมพอประมาณ
3. ไม่เหมาะสม

a. intact-group comparison
b. posttest-only control group design
c. nonequivalent control group design

9. จากสมมติฐานทางการวิจัยอันหนึ่งกล่าวว่า *"ปัญหาอาชญากรรมระหว่างนักเรียนวัยรุ่นเป็นผลมาจากความแตกแยกภายในบ้าน"* อยากทราบว่า
    1. เป็นสมมติฐานของการวิจัยชนิดใด
    2. ควรตั้งชื่อเรื่องการวิจัยนี้ว่าอย่างไร
    3. ท่านจะกำหนดจุดมุ่งหมายและความสำคัญของการวิจัยเรื่องนี้ว่าอย่างไร
    4. จะให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ (operational definition) เกี่ยวกับคำใดบ้าง เพื่อให้เกิดความชัดเจนและไม่กำกวม
    5. จะกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น (basic assumptions) ว่าอย่างไร
    6. จะสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีใด
    7. จะใช้เครื่องมืออะไรบ้างในการเก็บข้อมูล และจะเก็บอย่างไร
    8. จะใช้เทคนิคทางสถิติอะไรบ้างในการวิเคราะห์ข้อมูล
    9. จงระบุตัวแปรต้น (independent variable) และตัวแปรตาม (dependent variable)
    10. ท่านจะควบคุม extraneous variables ได้อย่างไร

แบบแผนการทดลอง (experimental designs)

ลักษณะการทดลอง (Design)	แหล่งที่ทำให้เกิดความเที่ยงตรง	
	ภายใน (internal)	ภายนอก (External)
Single group design		
1. One shot case study X O	history, maturation, selection, mortality	interaction of selection and X
2. One group pretest-posttest O X O	history, maturation, testing, instrumentation, interaction of selection and other factors.	interaction of testing and X, interaction of selection and X
Control group design with random assignment		
3. Pretest-posttest control group R O X O R O O	ไม่มี	interaction of testing and X
4. Posttest-only control group design R X O R O	mortality	ไม่มี
5. Solomon four-group design R O X O R O O R X O R O	ไม่มี	ไม่มี
Quasi-experimental design		
6. Static-group comparison X O --- O	selection, mortality interaction of selection and maturation etc.	interaction of selection and X
7. Nonequivalent control group design O X O --- O O	interaction of selection and maturation etc.	interaction of testing and X
8. Time-series design O O O O X O O O O	history	interaction of testing and X
9. Counterbalanced desiga X_1 O X_2 O X_3 O --- X_3 O X_1 O X_2 O --- X_2 O X_3 O X_1 O	ไม่มี	multiple-treatment interference

หมายเหตุ R = Random assignment, X = Experimental treatment

O = Observation ที่ได้จาก pretest หรือ posttest dependent variable

---- = กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่ได้อยู่ในลักษณะ random

การเขียนเค้าโครงการวิจัย

รศ. ชูศรี วงศ์รัตนะ

หัวข้อสำคัญที่จะกล่าวถึงคือ

ก. ความสำคัญของการเขียนเค้าโครงการวิจัย

ข. ส่วนประกอบที่สำคัญของเค้าโครงการวิจัย

ค. หลักการเขียนเค้าโครงการวิจัย

ก. ความสำคัญของการเขียนเค้าโครงการทำวิจัย

เค้าโครงการทำวิจัยเป็นแบบแผนการดำเนินงานที่วางไว้อย่างมีระบบ เพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัยให้บรรลุเป้าหมายที่ได้วางไว้ เค้าโครงการทำวิจัยที่ดีจะต้องเขียนให้เห็นชัดเจนว่าสิ่งที่ต้องการแสวงหาคืออะไร มีขอบเขตเพียงใด จะได้มาโดยใช้ขบวนการอย่างไร และมีคุณค่ามากน้อยเพียงใด ผู้วิจัยจะเขียนเค้าโครงการทำวิจัยได้ชัดเจน ถูกต้องและสมเหตุสมผลเมื่อมีความรอบรู้ในเรื่องที่กำลังจะทำการวิจัย ในกรณีที่เป็นผู้ที่ยังไม่เคยทำวิจัยมาก่อนก็ควรจะปรึกษานักวิจัยที่มีประสบการณ์และเชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชานั้น ๆ การเขียนเค้าโครงการทำวิจัยเป็นงานที่ผู้วิจัยจะต้องทำก่อนลงมือทำการวิจัย ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ (อนันต์ ศรีโสภา 2521 : 300)

1. เค้าโครงการทำวิจัยของนิสิตทั้งระดับปริญญาโทและปริญญาเอก
2. เค้าโครงการทำวิจัยที่นักวิจัยจัดทำเสนอต่อองค์การรัฐบาล หรือสถาบันของเอกชนเพื่อขอรับทุนอุดหนุนในการทำวิจัย
3. เค้าโครงการทำวิจัยที่จัดทำโดยสถาบัน หรือคณะกรรมการเพื่อขอรับทุนอุดหนุนจากองค์การหรือสถาบันต่าง ๆ

ในการเขียนเค้าโครงการทำวิจัยแต่ละประเภทจะมีรายละเอียดที่แตกต่างกัน

ข. ส่วนประกอบที่สำคัญของเค้าโครงการทำวิจัย

หัวข้อสำคัญที่ควรกล่าวถึงในเค้าโครงการทำวิจัยได้แก่หัวข้อต่อไปนี้

1. ชื่อเรื่อง
2. ภูมิหลัง หรือความเป็นมาของปัญหา
3. ความมุ่งหมายของการวิจัย
4. ความสำคัญของการวิจัย

5. ขอบเขตของการวิจัย

6. คำนิยามศัพท์เฉพาะ

7. ข้อตกลงเบื้องต้น

8. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9. สมมุติฐานของการวิจัย

10. วิธีดำเนินการซึ่งควรกล่าวถึงหัวข้อต่อไปนี้

10.1 กลุ่มตัวอย่างคืออะไร ? ได้มาโดยวิธีใด ?

10.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคืออะไร ?

สร้างอย่างไร

10.3 เก็บรวบรวมข้อมูลอย่างไร ?

10.4 จัดกระทำข้อมูลอย่างไร ? ใช้สถิติอะไรบ้าง ?

ในกรณีที่เป็นเค้าโครงการทำวิจัยที่เขียนขึ้นเพื่อขอรับทุนอุดหนุนการวิจัย จำเป็นจะต้องกล่าวถึงอีก 2 หัวข้อคือ

11. งบประมาณค่าใช้จ่าย และระยะเวลาในการดำเนินงาน

12. ชีวประวัติของผู้วิจัย

ค. หลักการเขียนเค้าโครงการทำวิจัย

หัวข้อสำคัญต่าง ๆ ที่กล่าวในข้อ ข. มีหลักการเขียนดังนี้

1. ชื่อเรื่อง

จะต้องเขียนโดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่ใช้ภาษาพูดในแต่ละชื่อเรื่องจะต้องกล่าวถึงส่วนสำคัญของเรื่องที่ต้องการศึกษาเป็นชื่อเรื่อง ที่กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ชัดเจนพอสมควร ไม่ควรเป็นชื่อเรื่องที่กว้างเกินไปหรือแคบจนเกินไป เช่น การศึกษาโครงการสอน เป็นชื่อเรื่องที่กว้างเกินไป

ตัวอย่างชื่อเรื่องที่ชัดเจน

"การศึกษาความกังวลใจของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1 ในโรงเรียนสาธิต เขตกรุงเทพมหานคร"

2. ภูมิหลัง หรือความเป็นมาของปัญหา

ในส่วนนี้ควรกล่าวถึงจุดเริ่มของปัญหาที่จะวิจัยว่ามีแหล่งกำเนิดจากอะไร มีที่มาของปัญหาเป็นอย่างไร การเขียนหัวข้อนี้ พยายามเขียนให้ผู้อ่านทราบว่า "ทำไมจึงเลือกทำวิจัยเรื่องนี้" ควรมีการอ้างอิงทฤษฎี หลักการและข้อเท็จจริงพื้นฐานเพื่อสนับสนุนให้ปัญหามีน้ำหนักขึ้น และเพื่อเป็นรากฐานความเข้าใจของผู้อ่าน นอกจากนี้อาจกล่าวถึงงานวิจัยเด่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทำวิจัย แล้วสรุปแสดง

ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กล่าวถึงกับปัญหาที่กำลังจะวิจัย

3. ความมุ่งหมายของการวิจัย ควรจะเขียนให้ชัดเจนว่าจะศึกษาเรื่องอะไร ? กับใคร? ในแง่มุมใด ? ซึ่งอาจเขียนได้หลายวิธี เช่น

3.1 เขียนในรูปของประโยคคำถามใหญ่กว้าง ๆ แล้วตามด้วยคำถามย่อยเฉพาะให้ละเอียดลงไป

3.2 เขียนในรูปของประโยคคำถามเฉพาะเป็นข้อ ๆ เรียงตามลำดับที่ควรจะเป็น

3.3 เขียนเป็นประโยคบอกเล่าย่อย ๆ เรียงตามลำดับที่ควรจะเป็น

จะเขียนความมุ่งหมายโดยวิธีใดก็ได้แล้วแต่ความถนัดของผู้วิจัย โดยยึดหลักความแจ่มแจ้งชัดเจนของความมุ่งหมายที่เขียน

ตัวอย่างความมุ่งหมายของการวิจัยที่ชัดเจน

"เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาของหลักสูตรประถมศึกษา ระหว่างกลุ่มครูผู้สอนกับคณะกรรมการการประถมศึกษา"

4. ความสำคัญของการวิจัย กล่าวให้เห็นชัดเจนว่าปัญหาที่จะวิจัยนั้นให้ผลออกมาในรูปใด ในรูปของการเสริมสร้างความรู้ เพิ่มพูนทางวิชาการในแขนงที่ศึกษา หรือให้ผลในรูปของประโยชน์ใช้สอย หรือในแง่ของการนำผลวิจัยไปใช้ในการแก้ปัญหา ข้อควรระมัดระวังคือไม่ควรขยายความสำคัญของปัญหาให้กว้างขวางเกินความจริง จนห่างไกลจากผลที่คาดว่าจะได้จากการวิจัย

ตัวอย่างข้อความที่เป็นความสำคัญของการวิจัย

(1) การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้อาจใช้เป็นแนวทางในการสังเกตพฤติกรรมการสอนและเป็นเกณฑ์ในการนิเทศการสอนของนิสิตฝึกสอน

(2) การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ได้เครื่องมือสำหรับวัดพฤติกรรมการสอนด้านการบรรยาย ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ครู อาจารย์ ในการนำไปใช้ในโอกาสต่อไป

5. ขอบเขตของการวิจัย ผู้วิจัยจะต้องกำหนดขอบเขตของปัญหาเพื่อช่วยให้ปัญหาแจ่มชัดขึ้น โดยจะต้องกล่าวถึงกลุ่มตัวอย่างหรือมวลหมู่ประชากรที่จะใช้วิจัยว่าเป็นใคร หรืออะไร จะศึกษาตัวแปรอะไรบ้าง ตลอดจนกล่าวถึงสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่ควรจะจำกัดขอบเขต เช่น เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอน ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง เป็นต้น

ตัวอย่างการเขียนขอบเขตของการวิจัย

(1) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2528 ของโรงเรียนบ้านบวกโป่ง ตำบลน้ำชา อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย : (Simple random sampling)

(2) ตัวแปรที่จะศึกษา

(2.1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน 2 วิธีคือ

- วิธีสอนแบบให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง
- วิธีสอนแบบปกติ

(2.2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การกำหนดขอบเขตของการวิจัยนั้นให้คำนึงถึงความมุ่งหมายของการวิจัยเป็นสำคัญ

6. ข้อตกลงเบื้องต้น คือข้อความจริงพื้นฐานของการวิจัยที่ไม่ต้องการพิสูจน์ เป็นข้อความที่ตั้งขึ้นเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับความเข้าใจร่วม กันในการวิจัยเรื่องนั้น ๆ

ตัวอย่างข้อความที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น

"พฤติกรรมการสอนของครูสามารถสังเกตและวัดได้อย่างปรนัยทั้งทางตรงและทางอ้อม"

7. คำนิยามศัพท์เฉพาะ การให้คำนิยามศัพท์เฉพาะเป็นการให้ความหมายคำที่ต้องใช้เสมอและคำที่มีความสำคัญ เพื่อให้ผู้อ่านรายงานการวิจัยมีความเข้าใจตรงกันกับผู้วิจัย และเป็นการช่วยให้ปัญหารัดกุมขึ้น คำที่จำกัดความหมายสำหรับการวิจัยควรจะมีความหมายเดียวไม่มีความหมายหลายแง่หลายมุม

ตัวอย่างเช่น ให้ความหมายคำว่า "นักเรียน" ซึ่งเป็นคำที่ต้องใช้บ่อย ๆ ในการเขียนรายงานการวิจัยที่มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนว่า

นักเรียน หมายถึง นักเรียนโรงเรียนสาธิต ระดับ มศ. 4 - 5 ในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2520" เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปการให้ความหมายคำที่ใช้บ่อย ๆ นั้น มักจะอยู่ในรูปของการกำหนดขอบเขตนั่นเอง ส่วนการให้คำนิยามคำที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคำที่เป็นตัวแปรตามจะต้องให้คำนิยามในรูปของคำนิยามปฏิบัติการ (Operational definition)

นิยามปฏิบัติการ (Operational definition) คือการให้ความหมาย ตัวแปรตาม (Dependent variable) ที่ต้องการศึกษาให้อยู่ในรูปที่วัดได้ สังเกตได้ เช่น

ความสามารถทางด้านเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่กำหนดให้และสามารถหาผลสรุปของความสัมพันธ์นั้นได้ ซึ่งความสามารถด้านเหตุผลนี้วัดได้ด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในหัวข้อนี้ควรกล่าวถึงข้อเขียนของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านทฤษฎีพื้นฐาน ผลงานวิจัยที่เด่น ๆ จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องก็คือเพื่อแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างเอกสาร ผลงานการวิจัยต่าง ๆ กับปัญหาที่กำลังจะทำการวิจัย ดังนั้นในการเขียนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะต้องมีการสรุปให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างผลงาน

ที่ค้นคว้ามากับปัญหาที่จะทำวิจัย ไม่ใช่เป็นการนำผลงานการวิจัยหลาย ๆ เรื่องมาเขียนต่อ ๆ กัน โดยปราศจากการพิจารณา สำหรับลำดับของการเขียนนั้น จะต้องจัดลำดับความสำคัญของหัวข้อที่จะรายงาน และจุดเรียงให้เป็นไปตามลำดับขั้น ซึ่งโดยทั่วไปนิยมจัดเรียงหัวข้อตามลำดับเนื้อเรื่องหรือตัวแปร และภายในแต่ละหัวข้อหรือแต่ละเนื้อเรื่อง จัดเรียงตามลำดับเวลาด้วย

9. สมมุติฐานของการวิจัย

เป็นข้อความที่อยู่ในลักษณะที่เป็นคำตอบ ซึ่งเขียนขึ้นเพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัยที่ได้วางไว้ โดยเขียนเป็นประโยคบอกเล่าธรรมดา ใช้ข้อความที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย

ตัวอย่างข้อความที่เป็นสมมุติฐานของการวิจัย

"กลุ่มครูผู้สอนและคณะกรรมการการประถมศึกษาจะมีความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาของหลักสูตรประถมศึกษาแตกต่างกัน"

10. วิธีดำเนินการ

ในหัวข้อนี้ มีหัวข้อสำคัญที่ต้องเขียนคือ

10.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะต้องเขียนให้ชัดเจนว่ากลุ่มประชากรคืออะไร ได้จากแหล่งใด กลุ่มตัวอย่างคืออะไร จำนวนเท่าใด ใช้วิธีสุ่มวิธีใด

10.2 เครื่องมือการวิจัยและการดำเนินการสร้าง ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะต้องระบุชื่อเครื่องมือการวิจัยที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ชี้แจงลักษณะของเครื่องมือว่าเป็นอย่างไร ให้คะแนนอย่างไร จะสร้างเครื่องมือการวิจัยเองหรือปรับปรุงจากเครื่องมือของผู้วิจัยท่านอื่น มีวิธีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยอย่างไร

10.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล อธิบายให้ชัดเจนถึงวิธีการจำแนกข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเขียนให้สอดคล้องกับความมุ่งหมายของการวิจัยหรือสมมุติฐานของการวิจัย

11. งบประมาณค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการดำเนินงาน

11.1 งบประมาณค่าใช้จ่าย ควรเขียนชี้แจงรายละเอียดการใช้ จ่ายเงินให้ละเอียดมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยทั่วไปควรจะกำหนดรายการค่าใช้จ่ายตามหมวดรายจ่ายของทางราชการ เช่น ค่าตอบแทน ค่าใช้สอย ค่าวัสดุ เป็นต้น

11.2 กำหนดระยะเวลาในการดำเนินงาน โดยเขียนให้ละเอียดและชัดเจนว่า ขั้นตอนใดทำตั้งแต่เมื่อใดถึงเมื่อใด เป็นระยะเวลานานเท่าใด การกำหนดระยะเวลาในการดำเนินงานอาจแบ่งไว้กว้าง ๆ เป็น 6 ระยะ คือ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ 2523 : 346 - 347)

1. ระยะวางแผนการทำวิจัยอย่างละเอียด
2. ระยะสำรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ระยะสร้างและพัฒนาเครื่องมือการวิจัย
4. ระยะรวบรวมข้อมูล
5. ระยะวิเคราะห์ข้อมูล
6. ระยะเขียนรายงาน

ในแต่ละระยะเวลาที่ใช้ อาจไม่ได้แยกจากกันเด็ดขาด

12. ชีวประวัติของผู้วิจัย

โดยทั่วไปจะเขียน ชื่อ อายุ ตำแหน่ง ประวัติการศึกษาและประวัติการทำงานโดยย่อ

หนังสืออ้างอิง

ชูศรี วงศ์รัตนะ เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ มศว ประสานมิตร 2523

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2523

พจน์ สะเพียรชัย หลักเบื้องต้นสำหรับการวิจัยทางการศึกษา เล่ม 1 วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516

อนันต์ ศรีโสภา หลักการวิจัยเบื้องต้น วัฒนาพานิช 2527

ตัวอย่างแบบเสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับทุน

แบบ วช. 1ก

แบบเสนอโครงการวิจัย

เพื่อขอรับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

จัดทำโครงการวิจัยตามหัวข้อรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อ 1. ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)

(ภาษาอังกฤษ)

ข้อ 2. ขอรับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภท

ประจำปี

ข้อ 3. ทำการวิจัยในกลุ่มวิชาการ สาขาวิชาการ

ข้อ 4. ประวัติหัวหน้าโครงการและคณะวิจัย

ชื่อ (นาย นาง นางสาว) นามสกุล

คุณวุฒิ

อาชีพ ตำแหน่ง

หน่วยงานที่สังกัดและรหัสไปรษณีย์

หมายเลขโทรศัพท์

ประสบการณ์ในงานวิจัย

ผลงานวิจัยที่ได้รับการพิมพ์เผยแพร่

งานวิจัยที่กำลังดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน

ข้อ 5. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัยที่เสนอขอรับทุนอุดหนุนการวิจัย

(1) ความสำคัญและที่มาของหัวข้อการวิจัย

(2) วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

(3) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

(4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเอกสารอ้างอิง

(5) ระเบียบวิธีวิจัย

(6) ขอบเขตของการวิจัย

(7) ระยะเวลาทำการวิจัย ปี ตั้งแต่เดือน, ปี ถึงเดือน, ปี

(8) แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ (ระบุระยะเวลาและการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนโดยละเอียด ในกรณีที่เป็นโครงการร่วมกันระหว่างหน่วยงาน ให้ระบุการแบ่งส่วนงานและผู้รับผิดชอบด้วย)

(9) สถานที่ที่จะทำการวิจัย ทดลอง หรือเก็บข้อมูล

(10) อุปกรณ์การวิจัย
- อุปกรณ์ที่จำเป็นในการวิจัย
- ออุปกรณ์การวิจัยที่มีอยู่แล้ว

(11) รายละเอียดงบประมาณค่าใช้จ่ายตลอดโครงการ แยกประเภทตามหมวดเงินงบประมาณในแต่ละปี

ข้อ 6. คำชี้แจงเพิ่มเติม (ถ้ามี)

ข้อ 7. คำรับรองว่าจะปฏิบัติตามระเบียบฯ และข้อกำหนดฯ ในการขอรับทุนอุดหนุนการวิจัย (ระบุประเภททุน) พร้อมทั้งลายมือชื่อผู้เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับทุนฯ และวัน เดือน ปีที่เสนอขอ

ข้อ 8. คำอนุมัติของผู้บังคับบัญชาระดับตั้งแต่อธิบดีหรือคณบดีขึ้นไปเกี่ยวกับ
- การดำเนินงานวิจัย
- การอนุญาตให้ใช้สถานที่และอุปกรณ์การวิจัย
- อื่น ๆ

ข้อ 9. ในกรณีที่เป็นโครงการวิจัยต่อเนื่องซึ่งขอต่อทุนฯ ให้แนบรายงานสรุปผลการดำเนินงานวิจัย ตั้งแต่เริ่มโครงการจนถึงขณะที่ขอต่อทุนฯ ไปด้วย

ตัวอย่างโครงการวิจัยที่ได้รับทุน

สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ

หัวข้อคำชี้แจง

ประกอบการของบประมาณโครงการวิจัย

กระทรวง ทบวงมหาวิทยาลัย

กรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพิษณุโลก

ปีงบประมาณ 2528

โครงการวิจัยลำดับที่ 1

1. ชื่อโครงการ - (ภาษาไทย) องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเป็นผู้นำท้องถิ่นในชนบทภาคเหนือ
   - (ภาษาอังกฤษ) Some Factors Effecting Leadership of Rural Officers in the Northern Thai

2. ประเภทของงานวิจัย การวิจัยประยุกต์

3. สาขาที่ทำการวิจัย สังคมศาสตร์

4. โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานหรือโครงการใหญ่

5. ถ้าทำการวิจัยร่วมกับหน่วยงานอื่นโปรดระบุชื่อหน่วยงาน

6. คณะผู้ดำเนินงาน

   6.1 หัวหน้าโครงการ

   นายนิพนธ์ กินาวงศ์

   วุฒิ กศ.บ. (เกียรตินิยม)

   M.A. (Psychology)

   Ph.D. (Ed. Admin.)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพิษณุโลก

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพิษณุโลก

นางอรุณี อ่อนสวัสดิ์

วุฒิ กศ.บ. (เคมี, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา)

กศ.ม. (วัดผลทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร)

ตำแหน่ง อาจารย์ หัวหน้าภาควิชาพื้นฐานการศึกษา

นางเทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย

วุฒิ กศ.บ. (คณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก)

ค.ม. (วิจัยการศึกษา สาขาสถิติการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

ตำแหน่ง อาจารย์ภาคพื้นฐานการศึกษา

7. สถานที่ทำการทดลองและหรือเก็บข้อมูล

ท้องที่ 16 จังหวัดในเขตภาคเหนือ ได้แก่ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ตาก ลำปาง แพร่ พะเยา น่าน อุตรดิตถ์ เพชรบูรณ์ อุทัยธานี นครสวรรค์ กำแพงเพชร ลำพูน สุโขทัย เชียงราย พิษณุโลก

8. ความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัยเรื่องนี้

สังคมไทยเป็นสังคมเกษตรหรือสังคมชนบทเพราะประชาชนร้อยละ 80 ของประเทศเป็นผู้มีถิ่นฐานหรือประกอบอาชีพในชนบท แต่ประชาชนเหล่านี้ส่วนมากเป็นผู้ที่มีถิ่นฐานหรืออดอยาก จึงทำให้มีปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมาย ซึ่งสามารถสรุปปัญหาอยู่ในลักษณะ 4 ประการใหญ่ ๆ คือ ความยากจน ไร้การศึกษา โรคภัยไข้เจ็บ และความเฉื่อยชา ดังนั้นรัฐบาลจึงจำเป็นที่จะต้องแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น วิธีการหนึ่งในหลายวิธีที่รัฐบาลนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคือ การพัฒนาชุมชน

การพัฒนาชุมชนเป็นขบวนการเพื่อมุ่งเปลี่ยนแปลงฐานะความเป็นอยู่ของประชาชนให้ดีขึ้นทางเศรษฐกิจและสังคมโดยมีหลักและวิธีทำงานอาศัยความร่วมมือกันระหว่างประชาชนกับรัฐบาล ด้วยการค้นคว้าหาทรัพยากรท้องถิ่นขึ้นมาใช้ให้เป็นประโยชน์แก่ชุมชนอย่างเต็มที่และการดำเนินงานนั้นให้ประชาชนเป็นผู้คิดริเริ่มดำเนินงานเอง หน้าที่อันสำคัญอันหนึ่งคือการพัฒนาคน แต่การที่จะพัฒนาในท้องถิ่นซึ่งมีเป็นจำนวนมากย่อมทำได้ยากจึงมีวิธีการเลือกเอาผู้นำท้องถิ่นเข้ามามีบทบาทสำคัญ เพราะผู้นำท้องถิ่นเป็นผู้ที่ประชาชนทั่วไปเคารพเชื่อฟังยกย่องนับถือและพร้อมเสมอที่จะปฏิบัติตามผู้นำของตน ผู้นำท้องถิ่นจะเป็นตัวแทนของประชาชน แสดงให้ทราบว่าประชาชนมีปัญหาหรือความต้องการ

อะไรบ้างก็ร่วมการวางแผนหรือโครงการเพื่อสนอ้งความต้องการหรือแก้ปัญหานั้น ๆ ผู้นำท้องถิ่นเป็นตัวชักนำความช่วยเหลือมาสู่การรักษาบรรยากาศแห่งการทำงาน รวมตลอดถึงการอำนวยความสะดวกในการสื่อความคิดติดต่อและสื่อความรู้สึก นอกจากนี้ผู้นำท้องถิ่นจะเป็นผู้ชักนำประชาชนเข้าโครงการพัฒนาหมู่บ้าน ตำบล ผู้นำท้องถิ่นแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. ผู้นำท้องถิ่นแบบเป็นทางการ ได้แก่ ผู้นำท้องถิ่นที่ได้รับเลือกตั้งจากประชาชนโดยตรงและทางราชการได้ออกหนังสือแต่งตั้งให้ไว้เป็นหลักฐานได้แก่ คณะกรรมการพัฒนาหมู่บ้าน ตำบล กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน ครู เป็นต้น

2. ผู้นำท้องถิ่นแบบไม่เป็นทางการ ได้แก่ ผู้นำท้องถิ่นที่ประชาชนยกย่องสรรเสริญได้แก่ ผู้มีอายุ ผู้มีความรู้ดี ข้าราชการบำนาญ ผู้มีฐานะดี เป็นต้น

นอกจากนี้แล้ว ผู้นำท้องถิ่นจะต้องเป็นผู้ที่มีบุคลิกภาพเด่นในกลุ่มชนในท้องถิ่นนั้น ๆ ซึ่งความเป็นผู้นำอาจจะเนื่องมาจากเหตุการณ์ คุณลักษณะพิเศษบางประการ เช่น มีความโอบอ้อม มีความรู้ ซึ่งจะเป็นเครื่องช่วยผลักดันบุคคลให้ขึ้นมาเป็นผู้นำเป็นผู้ที่ประชาชนยกย่องนับถือ เป็นผู้ที่มีความสามารถในอันที่จะก่อให้เกิดแรงศรัทธาในหมู่ประชาชน เป็นผู้ที่มีความสามารถในการที่จะโน้มน้าวผู้อื่นให้เข้าร่วมในการประกอบกิจกรรมเพื่อประโยชน์ส่วนรวมได้ ผู้นำท้องถิ่นเป็นผู้ที่มีความเสียสละเพื่อส่วนรวม พร้อมที่จะให้คำแนะนำปรึกษาช่วยเหลือผู้อื่น เป็นผู้ที่มีความคิดริเริ่มทันต่อเหตุการณ์และจะต้องเป็นผู้ที่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วย

ภาคเหนือมีพื้นที่ทั้งสิ้นประมาณ 120,000 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 106 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 23 ของพื้นที่ทั้งประเทศ ประกอบด้วยจังหวัดทั้งสิ้น 16 จังหวัด คือ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ตาก ลำปาง แพร่ พะเยา น่าน อุตรดิตถ์ เพชรบูรณ์ อุทัยธานี นครสวรรค์ กำแพงเพชร ลำพูน สุโขทัย เชียงราย พิษณุโลก และเนื่องจากความแตกต่างทางด้านภูมิศาสตร์ ตลอดจนวัฒนธรรมขนบธรรมเนียมประเพณีในทางวิชาการ จึงได้จัดแบ่งภาคเหนือออกเป็น 2 ส่วนคือ ภาคเหนือตอนล่างและภาคเหนือตอนบน นอกจากนี้แล้วสภาพความยากจนในภาคเหนือมีลักษณะกระจัดกระจายอยู่ โดยทั่วไปยากที่จะกำหนดพื้นที่เช่น อำเภอนั้น อำเภอนี้ยากจนหรือแม้แต่ในระยะหมู่บ้านยากจน และลักษณะความยากจนนั้นไม่อาจที่จะใช้อัตราการพึ่งรายได้จากนาน้ำฝนเป็นตัวกำหนดที่สำคัญ เพราะประชาชนในภาคเหนือยังมีรายได้จากการรับจ้างและการหาของป่าเป็นแหล่งที่มาที่สำคัญของรายได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการที่จะพัฒนาท้องถิ่นชนบทนั้นผู้นำท้องถิ่นมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะเป็นผู้ประสานงานระหว่างรัฐบาลกับประชาชน จึงเป็นเรื่องที่น่าจะศึกษาว่าคุณลักษณะใดที่จะทำให้บุคคลนั้นได้รับการเลือกให้เป็นผู้นำท้องถิ่น

9. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาลักษณะตัวแปรในองค์ประกอบที่สามารถบอกถึงลักษณะสมรรถภาพของผู้นำท้องถิ่น

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของการเป็นผู้นำท้องถิ่นกับสมรรถภาพของผู้นำท้องถิ่น

3. เพื่อสร้างสมการพยากรณ์องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเป็นผู้นำท้องถิ่น

10. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงลักษณะขององค์ประกอบที่มีแนวโน้มที่จะเป็นลักษณะของการเป็นผู้นำท้องถิ่น

2. เป็นแนวทางในการเลือกผู้ที่จะมาเป็นผู้นำท้องถิ่น

11. วิธีวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยตามโครงการนี้ได้กำหนดระเบียบวิธีการวิจัยตลอดจนเทคนิควิธีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

11.1 <u>เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย</u>

1. แบบสอบถามสถานภาพของผู้นำท้องถิ่นโดยแยกองค์ประกอบต่าง ๆ ทั้งสถานภาพส่วนตัวและสถานภาพในสังคม
2. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพของผู้นำท้องถิ่น สร้างโดยดัดแปลงจากแบบทดสอบภาวะผู้นำ

11.2 <u>การเลือกกลุ่มตัวอย่าง</u>

การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Multistage Stratify Random Sampling ซึ่งมีขั้นตอนสุ่มดังนี้

1. สุ่มอำเภอจากจังหวัดทั้ง 16 จังหวัด มาจังหวัดละ 2 อำเภอ คือ อำเภอยากจน 1 อำเภอ และอำเภออื่น ๆ อีก 1 อำเภอ รวมอำเภอที่สุ่มได้ทั้งหมด 32 อำเภอ (อำเภอยากจนยึดตามพื้นที่เป้าหมายการพัฒนาชนบทของคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ)
2. สุ่มตำบลจากอำเภอที่สุ่มได้ 32 อำเภอ มาอำเภอละ 1 ตำบล รวมตำบลที่สุ่มได้ทั้งหมด 32 ตำบล
3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

3.1 สุ่มประชาชนในตำบลที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมา 10% ของประชาชนที่มีสิทธิในการเลือกผู้นำท้องถิ่น เป็นกลุ่มตัวอย่างที่จะตอบแบบสอบถามเพื่อบ่งสมรรถภาพของผู้นำท้องถิ่นที่พึงประสงค์

3.2 ผู้นำท้องถิ่นประจำสภาตำบลซึ่งได้แก่ คณะทำงานสนับสนุนการปฏิบัติการพัฒนาชนบทระดับตำบล เรียกโดยย่อว่า คปต. ประกอบด้วย

1. กำนันท้องถิ่น
2. เจ้าหน้าที่เกษตรประจำตำบล
3. เจ้าหน้าที่อนามัยหรือผดุงครรภ์
4. พัฒนากรประจำตำบล
5. ครูที่ประจำอยู่ในตำบล
6. ราษฎรที่มีความรู้ความชำนาญทางช่าง
7. ราษฎรผู้ทรงคุณวุฒิ

11.3 การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลโดยแบบสอบถามที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นจากกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มได้

11.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้

1. ร้อยละ
2. $\bar{X}$
3. S.D.
4. วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science) เพื่อหาองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อการเป็นผู้นำท้องถิ่นและใช้ Step-wise Regression เพื่อกำหนดสมการพยากรณ์องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเป็นผู้นำท้องถิ่น

12. ระยะเวลาในการวิจัย ตุลาคม 2527 - กันยายน 2528

13. ขอบเขตของการวิจัย

บริเวณที่ศึกษาคือพื้นที่ในเขตภาคเหนือ 16 จังหวัดคือ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ตาก ลำปาง แพร่พะเยา น่าน อุตรดิตถ์ เพชรบูรณ์ อุทัยธานี นครสวรรค์ กำแพงเพชร ลำพูน สุโขทัย เชียงราย พิษณุโลก

14. แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

1. ขั้นเตรียมการ (ตุลาคม – พฤศจิกายน 2527 รวม 2 เดือน)
2. ขั้นเก็บข้อมูล (ธันวาคม 2527 – เมษายน 2528 รวม 5 เดือน)
3. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล (พฤษภาคม 2528 – กรกฎาคม 2528 รวม 3 เดือน)
4. ขั้นเรียบเรียงรายงาน (สิงหาคม – กันยายน 2528 รวม 2 เดือน)

แผนภูมิแสดงระยะเวลาในการดำเนินงาน

ขั้นตอนการทำงาน	2527			2528								
	ตค.	พย.	ธค.	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.
1. ขั้นเตรียมการ	▨	▨										
2. ขั้นเก็บข้อมูล			▨	▨	▨	▨	▨					
3. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล								▨	▨			
4. ขั้นเรียบเรียงรายงาน											▨	▨

15. อุปกรณ์ในการวิจัย

อุปกรณ์ประเภทเครื่องมือที่จำเป็นต่อการวิจัย

16. รายละเอียดงบประมาณของโครงการตามหมวดเงินประเภทต่าง ๆ

ปีงบประมาณ 2528

1. หมวดค่าจ้างชั่วคราว
   - ค่าจ้างผู้ช่วยเก็บข้อมูล เวลา 5 เดือน 15,000 บาท
2. หมวดค่าใช้สอย
   - ค่าเบี้ยเลี้ยงเดินทาง ที่พัก และพาหนะ 20,000 บาท
3. หมวดค่าตอบแทน
   - ค่าตอบแทนบุคลากรจัดกระทำข้อมูลเพื่อใช้เครื่องจักรกลคำนวณ 5,000 บาท

4. หมวดค่าวัสดุ

- ค่าวัสดุสำหรับทำแบบทดสอบและแบบสอบถาม
  ที่รวมประมาณ 5,000 ชุด 15,000 บาท
- ค่าวัสดุเพื่อจัดพิมพ์ผลการวิจัย 15,000 บาท

รวมค่าใช้จ่ายงบประมาณปี 2528 70,000 บาท

งบประมาณดำเนินการ

ปีงบประมาณ	รายการ	งบประมาณ
2528	หมวดค่าจ้างชั่วคราว	
	- ค่าจ้างผู้ช่วยเก็บข้อมูลเวลา	15,000 บาท
	หมวดค่าใช้สอย	
	- ค่าเบี้ยเลี้ยงเดินทาง ที่พักและพาหนะ	20,000 บาท
	หมวดค่าตอบแทน	
	- ค่าตอบแทนบุคลากรจัดกระทำข้อมูลเพื่อใช้เครื่องจักรกลคำนวณ	5,000 บาท
	หมวดค่าวัสดุ	
	- ค่าวัสดุสำหรับทำแบบทดสอบและแบบสอบถาม จำนวน 5,000 ชุด	15,000 บาท
	- ค่าวัสดุเพื่อจัดพิมพ์ผลการวิจัย	15,000 บาท
		70,000 บาท

หัวหน้าโครงการ

(นายนิพนธ์ กินาวงศ์)

การรายงานการวิจัย : การเสนอผลวิเคราะห์และการแปลผล

ในการที่ผู้วิจัยจะต้องวิเคราะห์และตีความข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาตามจุดมุ่งหมายและตามแผนที่กำหนดไว้ สิ่งแรกที่ผู้วิจัยจะต้องทำคือ

ต้องย้อนไปทบทวนปัญหาวิจัย และหรือจุดมุ่งหมายของการวิจัย และหรือสมมุติฐานของการวิจัย อีกครั้งหนึ่งว่ามีกี่ข้อ แต่ละข้อระบุไว้ว่าอย่างไร เพื่อจะได้วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ให้ตรงกับปัญหาหรือจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ในกรณีที่มีสมมุติฐาน การวิเคราะห์และตีความข้อมูลจะกระทำเพื่อพิสูจน์สมมุติฐาน

ตามความเป็นจริงแล้ว การวิเคราะห์ข้อมูลนั้นนักวิจัยจะต้องวางแผนการวิเคราะห์อย่างละเอียดแล้วตั้งแต่ตอนการวางแผน ในการรายงานการวิจัยถึงการเสนอผลวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยก็เพียงแต่นำข้อมูลที่ได้มาจัดให้อยู่ในระบบตามแผนที่กำหนดไว้เท่านั้น โดยยึดปัญหาและหรือ จุดมุ่งหมาย และหรือ สมมุติฐานเป็นสำคัญ

ต่อไปนี้จะอธิบายวิธีวิเคราะห์ และการตีความหมายของข้อมูลบางประการเพื่อเป็นแนวทาง

1. <u>การจัดตารางแสดงความถี่</u>

ในการรวบรวมข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดไว้แล้วว่า ตัวแปรแต่ละตัวนั้นจัดอยู่ในมาตราการวัดใด มาตรานามบัญญัติ (Nominal scales) มาตราเรียงอันดับ (Ordinal Scales) มาตราอันตรภาค (Interval Scales) ดังนั้นก่อนอื่น ผู้วิจัยอาจจะต้องจัดข้อมูลตามเกณฑ์ที่แบ่งไว้เพื่อเป็นการวิเคราะห์ให้ทราบรายละเอียดเบื้องต้น

ถ้าเป็นตัวแปรนามบัญญัติ ก็ต้องแจกแจงความถี่ตามประเภท (Categories) ที่จัดไว้เช่น

ศาสนา	จำนวน
พุทธ	300
อิสลาม	200
คริสต์	100
อื่น ๆ	100
รวม	700

ถ้าเป็นตัวแปรที่อยู่ในระดับมาตราเรียงอันดับ ก็อาจจัดเป็น

อาชีพของบิดามารดา	จำนวน
รับราชการ	38
ค้าขาย	66
รับจ้าง	87
เกษตรกรรม	208
รวม	

ถ้าตัวแปรอยู่ในมาตราอันตรภาค ผู้วิจัยอาจจะจัดข้อมูลได้หลายแบบ เช่น เรียงคะแนนตามลำดับมากน้อย หรือจัดเป็นหมวดหมู่เช่น

อายุ	จำนวน
ตั้งแต่ 15 ปี	15
16 - 25	120
26 - 35	170
36 - 45	180
46 - 55	130
56 ปีขึ้นไป	20
รวม	

เมื่อจัดข้อมูลเป็นประเภท ฯ แล้ว ก็เป็นหน้าที่ของผู้วิจัยจะต้องตีความ หรือแปลความหมายเพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัยต่อไป ในการทำตารางแจกแจงความถี่อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ แล้วแต่จุดมุ่งหมายและหรือสมมุติฐานของการวิจัย

ตัวอย่างความถี่ที่ยังไม่ได้จัดระเบียบอะไร

เหตุผลในการซื้อเครื่องสำอางค์	จำนวนผู้ตอบ
ได้เห็นโฆษณาบ่อย	70
มีคนแนะนำหลายคน	90
มีประโยชน์ต่อผิวหนัง	120
เหมาะสมกับผิวของตน	85
มีกลิ่นดี	75
ราคาเหมาะสม	60
รวม	

ความถี่ที่จัดให้เป็นระเบียบหมวดหมู่แล้ว

เหตุผลที่ซื้อเครื่องสำอางค์	จำนวนผู้ตอบ
1) เหตุผลเกี่ยวกับผู้ตอบเอง	205
มีประโยชน์ต่อผิว	120
เหมาะสมกับผิวของตน	85
2) เหตุผลเกี่ยวกับผลผลิต	135
มีกลิ่นดี	75
มีราคาเหมาะสม	60
3) เหตุผลทางโฆษณา	160
ได้ยินโฆษณาบ่อย ๆ	70
มีคนแนะนำหลายคน	90
รวม	

ที่กล่าวมานี้เป็นการแจกแจงความถี่สำหรับตัวแปรเดียว การที่จะนำไปคำนวณอาจจะแสดงเป็นอัตราส่วน ร้อยละ หรืออาจจะแสดงเป็นกราฟก็แล้วแต่จุดมุ่งหมายของการวิจัย

2. <u>การจัดประเภทไขว้กัน</u> (Cross Classification)

ส่วนใหญ่การจัดข้อมูลทางสังคมศาสตร์มักจะจัดในรูปตาราง ซึ่งประกอบด้วยสองตัวแปรไขว้กัน ตัวแปรหนึ่งเป็นตัวแปรอิสระและอีกตัวแปรหนึ่งเป็นตัวแปรตาม ส่วนจะเป็นตารางกี่ช่องคูณกันก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวแปรและจุดมุ่งหมายของการวิจัย เช่น

ศาสนา	อุดมการณ์ทางการเมือง		รวม
	อนุรักษ์นิยม	เสรีนิยม	
พุทธ	300	350	650
อิสลาม	250	150	400
คริสต์	90	130	220
รวม	640	630	1,270

ตารางนี้จะเป็น 2 × 3 (มีสองประเภทตามแนวตั้ง และสามประเภทตามแนวขวาง) ของตัวแปรสองตัวคือ ศาสนาเป็นตัวแปรอิสระ และอุดมการณ์ทางการเมืองเป็นตัวแปรตาม

มีข้อน่าสังเกตว่า ตัวแปรอิสระถูกจัดให้อยู่ด้านแนวขวาง (row) และตัวแปรตามถูกจัดให้อยู่ตามแนวตั้ง (Column) แต่การจัดตัวแปรใดอยู่ในแนวใดอาจจะขึ้นอยู่กับความนิยมของผู้วิจัย สำคัญว่าให้ใส่ความถี่และคิดคำนวณ ตลอดจนตีความต่าง ๆ ให้ถูกต้องตามข้อเท็จจริง และสิ่งที่สำคัญประการหนึ่งคือ ถ้าจัดตัวแปรอิสระให้อยู่ทางไหนแล้วก็ควรจะจัดให้อยู่**ทางเดียวกัน** ตลอดเล่มของรายงานการวิจัย

ตัวอย่างการแสดงสถิติพื้นฐาน ข้อมูลจากปริญญานิพนธ์ของ สุริย์พร แมะเก หน้า 43

เกณฑ์การพิจารณาระดับทัศนคติด้านสุขภาพของนักเรียน ในที่นี้จะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ โดยอาศัยการประเมินค่าความคิดเห็นตามแนวของ เบสท์ (Best. 1978 : 174 - 175) ดังนี้

ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การประเมินระดับทัศนคติด้านสุขภาพของนักเรียน

ระดับคะแนน	เกณฑ์	การแปลผล
161 - 200	สูง	มีทัศนคติด้านสุขภาพดี
121 - 160	ปานกลาง	มีทัศนคติด้านสุขภาพปานกลาง
80 - 120	ต่ำ	มีทัศนคติด้านสุขภาพไม่ดี

ตาราง 8 แสดงค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของทัศนคติด้านสุขภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่บิดามารดามีระดับการศึกษาต่างกัน

ระดับการศึกษาของบิดามารดา	N	ค่าสถิติพื้นฐาน	
		$\bar{X}$	S.D.
ต่ำกว่าชั้น ป. 4	103	153.01	14.51
ชั้น ป. 4 - ป. 7	259	156.04	13.85
สูงกว่าชั้น ป. 7	37	161.38	12.04

จากตาราง 8 แสดงว่า นักเรียนที่บิดามารดามีระดับการศึกษาสูงกว่าชั้น ป. 7 มีทัศนคติด้านสุขภาพอยู่ในเกณฑ์ดี สำหรับนักเรียนที่บิดามารดามีระดับการศึกษาอยู่ในระหว่างชั้น ป. 4 - ป. 7 และต่ำกว่า ป. 4 มีทัศนคติด้านสุขภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (หน้า 48)

3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบและการแปลผล

เมื่อจัดข้อมูลอยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมแล้ว นักวิจัยอาจจะเริ่มวิเคราะห์และตีความข้อมูล เช่น การวิเคราะห์ที่ง่าย ๆ อาจจะเปรียบเทียบอัตราร้อยละของข้อมูลประเภทต่าง ๆ แล้วตีความจากผลที่ปรากฏออกมาก็จะเป็นตัวแปรเพียงตัวเดียวเกี่ยวกับการเป็นสมาชิกของสมาคมต่าง ๆ ของประชาชนในชุมชนแห่งหนึ่ง

สมาคม	จำนวน	อัตราร้อยละ
สมาคมฟุตบอล	80	19.28
สมาคมตะกร้อ	90	21.69
สมาคมบาสเกตบอล	125	30.12
สมาคมว่ายน้ำ	95	22.89
สมาคมกอล์ฟ	25	6.02
รวม	415	100.00

จากอัตราร้อยละนี้ นักวิจัยสามารถเปรียบเทียบและแปลผลการเป็นสมาชิกของสมาคมของชาวบ้านในชุมชนนี้ได้หลายแง่หลายมุม แล้วแต่จุดมุ่งหมายของผู้วิจัย เช่น

- สมาคมใดได้รับความนิยมมากน้อยขนาดไหน
- สมาคมใดถูกจัดลำดับก่อนหลัง

ข้อมูลนี้จะแสดงถึง ความสนใจโดยทั่วไปของประชาชนในชุมชนนี้

3.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบโดยใช้ค่า t-test

ข้อมูลจากปริญญานิพนธ์ของ ทิพย์มาศย์ พิมลศักดิ์

จากการตั้งสมมุติฐานในการวิจัยว่า

1. นักเรียนนาฏศิลปที่ได้รับการสอนด้วยชุดการแนะแนวอาชีพ มีการตัดสินใจเลือกอาชีพสูงกว่า นักเรียนนาฏศิลปที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ตารางที่ 1 หน้า 42

เปรียบเทียบการตัดสินใจเลือกอาชีพของกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง

ตาราง 1 เปรียบเทียบการตัดสินใจเลือกอาชีพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	15	20.53	18.266	0.1293
กลุ่มควบคุม	15	20.73	17.638	

$t_{.01,\ 28} = 2.763$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 1 พบว่า การตัดสินใจเลือกอาชีพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า ก่อนการทดลองกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีการตัดสินใจเลือกอาชีพไม่แตกต่างกัน

ตาราง 2 เปรียบเทียบการตัดสินใจเลือกอาชีพของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการแนะแนวอาชีพกับกลุ่มควบคุมที่ได้ในการสอนแบบปกติ ภายหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	15	42.66	25.952	6.204^{**}
กลุ่มควบคุม	15	30.4	32.625	

$t_{.01,\ 28}$ = 2.467 , ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 2 พบว่า การตัดสินใจเลือกอาชีพของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการแนะแนวอาชีพสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การสอนโดยใช้ชุดการแนะแนวอาชีพเรื่อง การตัดสินใจเลือกอาชีพ ทำให้นักเรียนมีการตัดสินใจเลือกอาชีพสูงกว่า การสอนแบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1

ตาราง 4 เปรียบเทียบการตัดสินใจเลือกอาชีพของกลุ่มทดลองก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้ชุดการแนะแนวอาชีพ

(ตั้งสมมุติฐานข้อที่ 2 ว่า นักเรียนนาฏศิลป์ที่ได้รับการสอนด้วยชุดการแนะแนวอาชีพมีการตัดสินใจเลือกอาชีพสูงขึ้นหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดการแนะแนวอาชีพ)

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนการทดลอง	15	20.53	332	7572	2.444^{**}
หลังการทดลอง	15	42.66			

$t_{.01,\ 14}$ = 2.624 , ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4 พบว่า การตัดสินใจเลือกอาชีพของกลุ่มทดลองหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการแนะแนวอาชีพสูงกว่าก่อนการสอน โดยใช้ชุดการแนะแนวอาชีพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งระดับ .01 แสดงว่า การสอนโดยใช้ชุดการแนะแนวอาชีพเรื่องการตัดสินใจเลือกอาชีพ ทำให้นักเรียนมีการตัดสินใจเลือกอาชีพสูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2

4. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการตีความ

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนั้น โดยมากผู้วิจัยจะต้องมีตัวแปรตั้งแต่สองตัวขึ้นไปที่อยู่ในลักษณะที่จะสัมพันธ์ต่อกันในแง่ใดแง่หนึ่งได้

4.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยเปรียบเทียบร้อยละ

เป็นวิธีที่ง่ายแต่ก็ได้ผลพอสมควร โดยการเปรียบเทียบร้อยละในแต่ละช่วงตาราง เมื่อเปรียบเทียบร้อยละแล้ว นักวิจัยก็พอจะสรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากน้อยขนาดไหน

สมมุติว่าเรามีตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอาชีพ (ตัวแปรอิสระ) และตัวแปรพรรคการเมือง (ตัวแปรตาม) ดังนี้

อาชีพ	พรรคการเมือง			รวม
	ประชาธิปไตย	อภิชน	มุ่งมวลชน	
รับราชการ	235	249	140	624
ค้าขาย	92	214	113	479
อิสระ	32	1	15	48
รวม	359	524	268	1,151

อาชีพ	พรรคการเมือง			รวม
	ประชาธิปไตย	อภิชน	มุ่งมวลชน	
รับราชการ (เปอร์เซ็นต์)	37.66	39.90	22.44	100
ค้าขาย	19.21	57.20	23.59	100
อิสระ	66.67	2.08	31.25	100
รวม	41.18	33.06	25.76	100

ข้อควรพิจารณา

1. ในการเปรียบเทียบร้อยละเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามนั้น เราต้องคำนวณร้อยละตามแนวของตัวแปรอิสระเสมอ

2. เมื่อคำนวณร้อยละตามแนวของตัวแปรอิสระแล้ว การเปรียบเทียบร้อยละจะต้องเปรียบเทียบตามแนวตั้งของตัวแปรตาม

เพราะฉะนั้น ตามตารางร้อยละข้างต้นจะเปรียบเทียบได้ว่า

ก. อาชีพรับราชการเลือกพรรคประชาธิปไตย 37.66 อาชีพค้าขาย เลือพรรคประชาธิปไตย 19.21 และอาชีพอิสระเลือกพรรคประชาธิปไตย 66.67 นั่นคือ อัตราของอาชีพอิสระเลือกพรรคประชาธิปไตยมีมากกว่าอาชีพอื่น ๆ อัตรารองลงมาเลือกพรรคประชาธิปไตย คือ อาชีพรับราชการและอาชีพค้าขายเท่ากับร้อยละ 37.66 และ 19.21 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าเป็นคะแนนความแตกต่างที่ค่อนข้างสูง หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ มีความสัมพันธ์สูงนั่นเอง ในทางตรงข้ามถ้าความแตกต่างในร้อยละของอาชีพต่าง ๆ มีค่าต่ำหรือแทบไม่มีเลย ก็สรุปได้ในทางตรงกันข้ามคือ ตัวแปรทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์ต่ำหรือแทบไม่มีเลย

4.2 วิเคราะห์ความสอดคล้องโดยใช้ x^2 ตัวอย่างของ สุรีย์พร แมะเก

ตาราง 17 แสดงการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติด้านสุขภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับอาชีพของบิดามารดา

อาชีพของบิดา-มารดา / ทัศนคติ	รับราชการ	ค้าขาย	รับจ้าง	เกษตรกรรม	รวม	x^2
ดี	19	32	33	63	147	
ปานกลาง	19	32	50	133	234	13.725*
ไม่ดี	0	2	4	12	18	
รวม	38	66	87	208	399	

(6, .05)

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 17 แสดงว่าทัศนคติด้านสุขภาพของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันกับอาชีพของบิดามารดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อที่ 6 นั่นคือ อาชีพของบิดามารดามีผลต่อทัศนคติด้านสุขภาพของนักเรียน

4.3 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่ม หรือมากกว่าสองกลุ่มขึ้นไป ข้อมูลจากปริญญานิพนธ์ ของ วัตสันต์ รัตนะ

ตาราง 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของทัศนคติแบบประชาธิปไตยด้านสามัคคีธรรม โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาจากสถาบันต่าง ๆ

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	0.7784	0.2595	4.171**
ภายในกลุ่ม	575	35.7690	0.0622	
รวม	578	36.5474		

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 20 แสดงว่า นักศึกษาในวิทยาลัยอาชีวศึกษาภาคใต้ทั้ง 4 สถาบัน มีทัศนคติแบบประชาธิปไตยด้านสามัคคีธรรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพื่อให้ทราบความแตกต่างเป็นรายคู่จึงใช้ LSD ตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ดังปรากฏในตาราง 21

ตาราง 21 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทัศนคติแบบประชาธิปไตยด้านสามัคคีธรรมของนักศึกษาจากสถาบันต่าง ๆ

สถาบัน	$\bar{X}$	1	2	3	4
		4.2376	4.2777	4.2996	4.3561
1. วอศ. สงขลา	4.2376	-	0.0401**	0.0620**	0.1185**
2. วอศ.ภูเก็ต	4.2777		-	0.0219	0.0784**
3. วอศ.นครศรีธรรมราช	4.2996			-	0.0565**
4. วอศ.สุราษฎร์ธานี	4.3561				-

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 21 แสดงว่านักศึกษาในวิทยาลัยอาชีวศึกษาภาคใต้ทั้ง 4 สถาบันมีทัศนคติแบบประชาธิปไตยด้านสามัคคีธรรมแตกต่างกัน ดังนี้

วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุราษฎร์ธานี สูงกว่า วิทยาลัยอาชีวศึกษานครศรีธรรมราช
วิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต และ
วิทยาลัยอาชีวศึกษาสงขลา

วิทยาลัยอาชีวศึกษานครศรีธรรมราช สูงกว่า วิทยาลัยอาชีวศึกษาสงขลา

วิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต สูงกว่า วิทยาลัยอาชีวศึกษาสงขลา

โดยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนวิทยาลัยอาชีวศึกษานครศรีธรรมราชกับวิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต มีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ซึ่งแสดงว่า นักศึกษาในวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุราษฎร์ธานี มีทัศนคติแบบประชาธิปไตยด้านสามัคคีธรรมสูงสุด โดยสูงกว่านักศึกษาในวิทยาลัยอาชีวศึกษาสงขลา วิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต และวิทยาลัยอาชีวศึกษานครศรีธรรมราช

4.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง ซึ่งจะมีตัวแปรอิสระสองตัว เช่น วิธีสอน 2 แบบกับระดับความสามารถของนักเรียน (อาจแยกเป็นเด็กเก่ง กับเด็กปานกลางและต่ำ)

ตัวอย่างข้อมูลจากปริญญานิพนธ์ของ เอนก สุดจำนงค์

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังจากเรียนของนักเรียน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการเรียนของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์แบบ 2 องค์ประกอบ องค์ประกอบที่หนึ่งคือ การสอน และองค์ประกอบที่สองคือ ระดับความสามารถของนักเรียน ผลของการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการเรียนโดยพิจารณาจากการสอน และระดับความสามารถของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
การสอน	150.521	1	150.521	15.0295**
ระดับความสามารถ	1227.042	2	613.521	61.2606**
ปฏิสัมพันธ์	143.292	2	71.646	7.1538**
ความคลาดเคลื่อน	420.625	42	10.015	
รวมทั้งหมด	1941.480	47		

$F_{.05}(1, 42) = 4.07$ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$F_{.01}(1, 42) = 7.27$

$F_{.05}(2, 42) = 3.22$

$F_{.01}(2, 42) = 5.15$

จากตาราง 3 แสดงว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เนื่องจากการสอนมี 2 แบบ และเพื่อแสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบใด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากัน จึงได้ทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนตามคู่มือครู โดยวิธีของเชฟเฟ่ (Scheffé's test) ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง

ตาราง 4 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนตามคู่มือครู

การสอน		T_2	T_1
	$\bar{X}$	20.625	24.167
T_2	20.625	-	3.542**
T_1	24.167		-

$F_{.05}$ (1, 42) = 4.07 S = 1.842

$F_{.01}$ (1, 42) = 7.27 S = 2.463

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ (T_1) สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู (T_2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการและนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพื่อแสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถใด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มใด จึงได้ทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มเป็นรายคู่ โดยวิธีของเชฟเฟ่ (ScMeffé's test) ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง

ตาราง 5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ

ระดับความสามารถ		L	M	H
	$\bar{X}$	16.937	21.125	29.125
L	16.937	-	4.188**	12.188**
M	21.125		-	8.000**
H	29.125			-

$F_{.05}$ (2, 42) = 3.22 S = 2.839

$F_{.01}$ (2, 42) = 5.15 S = 3.590

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถสูง (H) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถปานกลาง (M) และต่ำ (L) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การสอนกับระดับความสามารถ มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การสอนแบบปฏิบัติการและการสอนตามคู่มือครู เมื่อใช้สอนกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

เพื่อแสดงให้เห็นว่าการสอนแบบใดมีความเหมาะสมที่จะนำไปสอนกับนักเรียนที่มีความสามารถระดับใดเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด และสอนกับนักเรียนระดับใดได้ผลน้อยที่สุด จึงได้ทำการทดสอบผลที่เกิดขึ้นของแต่ละองค์ประกอบของการสอนในระดับความสามารถ ระดับต่าง ๆ (Test of Simple Main Effects) ดังนี้

ตาราง 6 สรุปผลรวมทั้งหมดเพื่อเกิดปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ของ Two-Way Analysis of Variance จากการทดสอบผลที่เกิดขึ้นของแต่ละองค์ประกอบในระดับต่าง ๆ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
1. การสอน 2 แบบ	150.5210	1	150.52100	15.029500**
1.1 T_1 ที่ L, M, H	266.0840	2	133.04200	13.284273**
1.2 T_2 ที่ L, M, H	1104.2500	2	522.12500	52.134298**
2. ระดับความสามารถ 3 ระดับ	1227.0420	2	613.52100	61.260200**
2.1 L ที่ T_1 , T_2	217.5625	1	217.56250	21.723664**
2.2 M ที่ T_1 , T_2	72.2500	1	72.25000	7.214178*
2.3 H ที่ T_1 , T_2	4.0000	1	4.00000	0.399400
3. ปฏิสัมพันธ์	143.2920	2	71.64600	7.153800**
4. ความคลาดเคลื่อน	420.6250	42	10.01500	

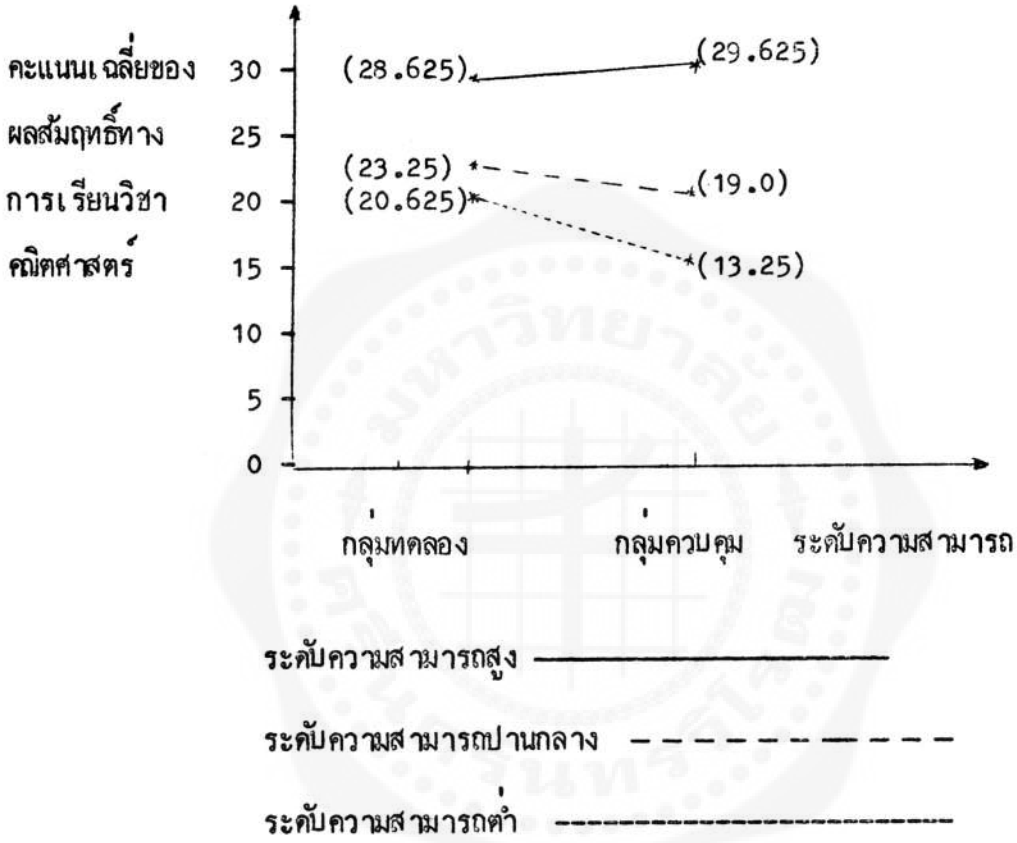
$F_{.05}(1, 42) = 4.07$ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

$F_{.01}(1, 42) = 7.27$ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$F_{.05}(2, 42) = 3.22$

$F_{.01}(2, 42) = 5.15$

เพื่อให้เห็นปฏิสัมพันธ์ของการสอนกับระดับความสามารถที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากตาราง 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงได้นำค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาเสนอในลักษณะของกราฟเส้นตรง ปรากฏดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 1 แสดงปฏิสัมพันธ์กันระหว่างการสอนกับระดับความสามารถ

จากภาพประกอบ 1 แสดงให้เห็นว่า การสอนทั้ง 2 แบบ (T_1 และ T_2) กับระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง (M) และต่ำ (L) มีผลให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ส่วนการสอนทั้ง 2 แบบ (T_1 และ T_2) กับระดับความสามารถทางการเรียนสูง (H) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นั่นคือจะใช้การสอนแบบใดก็ได้ในนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง ผลดังกล่าวแสดงว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับประโยชน์จากการสอนแบบปฏิบัติการ (T_1) คือ

กลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง และต่ำ เนื่องจากทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 3 ที่ว่า การสอนกับระดับความสามารถมีปฏิสัมพันธ์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนระดับความสามารถต่ำที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำสุด และนักเรียนระดับความสามารถสูงที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุด

บรรณานุกรม

ทิพย์มาศย์ พิมลศักดิ์. ผลการใช้ชุดการแนะแนวอาชีพที่มีต่อการตัดสินใจเลือกอาชีพของนักเรียนนาฏศิลป์ชั้นต้น ปีที่ 3 กทม. ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต 2530.

ล้วน สายยศ. การแปลความหมายและการสรุปผลข้อมูล. เอกสารเพื่อการอบรม พ.ศ. 2531.

วัตสันต์ รัตนะ. การศึกษาทัศนคติแบบประชาธิปไตยของนักศึกษาในวิทยาลัยอาชีวศึกษาภาคใต้. ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต มศว. สงขลา 2525.

วัญญา วิศาลาภรณ์. การวิจัยทางการศึกษา : หลักการและแนวปฏิบัติ. คณะศึกษาศาสตร์ มศว. ประสานมิตร.

สุรีย์พร แมะเก. ปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติด้านสุขภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ในจังหวัดยะลา. ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต มศว. ประสานมิตร 2528.

อารง สุทราศาสน์. ปฏิบัติการวิจัยสังคมศาสตร์. เจ้าพระยาการพิมพ์ กทม. 2527 300 หน้า.

เอนก สุดจำนงค์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน โดยการสอนแบบปฏิบัติการ. ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต มศว. ประสานมิตร 2531.

การรายงานการวิจัย

รศ.ดร.อนันต์ ศรีโสภา

ความหมาย

การรายงานการวิจัย (Research Report) คือ การสื่อสารให้ผู้อ่านรู้และเข้าใจถึงขั้นตอนในการค้นพบข้อเท็จจริงต่าง ๆ อย่างละเอียดและชัดเจน

ความสำคัญของการรายงานการวิจัย

การรายงานการวิจัยนับว่ามีบทบาทที่สำคัญอย่างหนึ่งในการทำวิจัย บางครั้งจะพบว่าผลการวิจัยออกมาอย่างดีมีคุณค่ามาก แต่การรายงานไม่ดีขาดความชัดเจนและใช้ภาษากำกวมก็ทำให้มองเห็นการวิจัยเรื่องนั้นเป็นสิ่งที่ไม่มีคุณค่าไป ซึ่งเป็นเรื่องน่าเสียดายอย่างยิ่ง อย่างไรก็ดีเทคนิคหรือสไตล์การเขียนรายงานนั้นเป็นเรื่องที่สอนกันยาก มันขึ้นอยู่กับทักษะและความชำนาญของแต่ละบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญในเรื่องการใช้ภาษา รู้จักนำเอาคำง่าย ๆ มาใช้ ใช้ประโยคสั้น ๆ ไม่ใช้คำแสลง เนื่องจากการเขียนรายงานการวิจัยนั้นแตกต่างจากการเรียงความหรือบทความโดยทั่วไป เพราะว่าการรายงานการวิจัยเป็นการบรรยายหรืออธิบายข้อเท็จจริงจากการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มากกว่าการที่จะพยายามยืนยันทำให้ผู้อ่านเกิดความเชื่อหรือความเลื่อมใสศรัทธา หรือมีอาการเคลื่อนไหวตื่นเต้น หรือตกใจ ฯลฯ การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ในการรายงานการวิจัย จะช่วยให้นักวิจัยสามารถนำเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาดียิ่งขึ้น และยังช่วยให้ผู้อ่านสามารถนำเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาดียิ่งขึ้นและยังช่วยให้ผู้อ่านสามารถในการอ่านผลงานวิจัยต่าง ๆ ได้เข้าใจง่ายขึ้น การที่นักวิจัยบางคนขาดทักษะในการรายงานการวิจัย ก็จะเป็นสาเหตุของความพิการในการประกอบอาชีพนี้อย่างหนึ่งได้เหมือนกัน ดังนั้น นักวิจัยทุกคนจึงมีความจำเป็นจะต้องเรียนรู้ถึงเทคนิคและวิธีในการรายงานวิจัย

รูปแบบของรายงานการวิจัย

โดยทั่วไป รูปแบบของการรายงานการวิจัยประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๆ 3 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนหน้า ส่วนที่เป็นตัวรายงาน และส่วนที่เป็นเอกสารอ้างอิง ซึ่งแต่ละส่วนก็ประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ดังนี้

1. ส่วนหน้า ประกอบด้วย ใบปะหน้า ใบแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่อุปการคุณต่าง ๆ สารบัญ รายการตาราง รายการแผนภูมิ อนึ่งสำหรับใบปะหน้าซึ่งเป็นใบแรก ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้ คือ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้วิจัยและวุฒิที่เคยได้รับมาแล้ว ชื่อคณะวิชาและชื่อมหาวิทยาลัยที่จะเสนอปริญญานิพนธ์ (ถ้าเป็นนิสิต) ชื่อปริญญาที่จะได้รับสำหรับรายงานการวิจัยเรื่องนี้ และปี พ.ศ. ที่ได้รับปริญญานี้

2. ตัวรายงาน ประกอบด้วย

(1) คำนำ ซึ่งได้แก่ ข้อความที่เป็นปัญหา ความสำคัญของปัญหาจุดมุ่งหมายของการศึกษา ข้อตกลงเบื้องต้นและขอบเขตจำกัด และนิยามคำศัพท์เฉพาะ

(2) การศึกษารายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(3) แบบแผนการวิจัย ซึ่งได้แก่ ระเบียบวิธีที่ใช้ในการวิจัย แหล่งของข้อมูล วิธีในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล

(4) การวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูล ซึ่งได้แก่ เนื้อหา ตาราง และแผนภูมิ

(5) การย่อและสรุป ซึ่งได้แก่ ข้อความที่เป็นปัญหาอย่างย่อ คำอธิบายวิธีการอย่างย่อ สิ่งที่ค้นพบและข้อสรุป และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

3. เอกสารอ้างอิง ประกอบด้วย บรรณานุกรม ภาคผนวก ดัชนี (ถ้ามี) และชีวประวัติ

ตัวรายงาน ในส่วนที่เป็นตัวรายงานนี้ โดยทั่วไปมักจะแบ่งออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 จะเป็นบทนำ (Introduction) ที่กล่าวถึงสาขาวิชาที่จะศึกษา หลังจากนั้นก็ถึงข้อความที่เป็นปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของคำถามที่ต้องการคำตอบที่เฉพาะ หรือเป็นคำถามที่ต้องการทดสอบสมมติฐาน ในตอนนี้นักวิจัยจำเป็นจะต้องกล่าวถึงประวัติ ภูมิหลัง และความสำคัญของปัญหาที่จะทำเพื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจในข้อความที่เป็นปัญหาอย่างแท้จริง หลังจากนั้นก็จะต้องกล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการศึกษาเรื่องนี้ สมมติฐาน ข้อตกลงเบื้องต้น และขอบเขตจำกัดต่าง ๆ ตลอดจนการให้นิยามคำศัพท์เฉพาะ ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจปัญหาที่จะศึกษาอย่างแท้จริงยิ่งขึ้น

บทที่ 2 เป็นการศึกษารายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง (review of related literature) หรือเป็นการวิเคราะห์ผลงานการวิจัยก่อน ๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ ผู้วิจัยจะต้องทำบทคัดย่อของรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วทำการสังเคราะห์เพื่อช่วยให้ผู้อ่านได้เข้าใจภูมิหลังของการพัฒนาการ ในการแก้ปัญหานี้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ว่ามีความเป็นมาอย่างไรนอกจากนี้ยังจะชี้ให้เห็นถึงสิ่งที่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยในผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องเหล่านั้น ตลอดจนชี้ให้เห็นถึงช่องว่างระหว่างปัญหาที่จะศึกษากับปัญหาการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเมื่อผู้อ่านได้อ่านมาถึงบทนี้แล้ว ก็จะทำให้เห็นภาพพจน์ของปัญหา ตลอดจนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหานี้ได้เด่นชัดขึ้น

บทที่ 3 ในบทนี้ผู้วิจัยควรจะได้อธิบายถึงรายละเอียดเกี่ยวกับแบบแผนของการศึกษา ถ้าเป็นการวิจัยเชิงทดลองก็จะต้องระบุแบบแผนการทดลอง (experimental design) ให้ชัดเจน ระบุขนาด ตัวอย่าง เทคนิคในการสุ่มตัวอย่าง ตัวแปร และการควบคุมต่าง ๆ ระบุแหล่งของข้อมูล และวิธีการในการรวบรวมข้อมูล การสร้างเครื่องมือ การพิจารณาเครื่องมือ

โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของเครื่องมือ และนอกจากนี้ควรจะได้อธิบายถึงวิธีการทางสถิติที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 4 บทนี้นับว่าเป็นหัวใจสำคัญของการรายงานการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น การวิเคราะห์และการรายงานผลการวิเคราะห์นี้อาจจะอยู่ในลักษณะของคำอธิบายตารางหรือแผนภูมิ การใช้ตารางและแผนภูมิช่วยทำให้ผู้อ่านเข้าใจได้รวดเร็วและถูกต้อง อย่างไรก็ดีควรจะมีคำอธิบายประกอบการตีความหมายและข้อสรุปของข้อมูลในตารางและแผนภูมินั้น ๆ ด้วย ตารางและแผนภูมิที่ดีควรจะเป็นตารางหรือแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สำคัญเพียงหนึ่งหรือสองสิ่งเท่านั้น แต่ถ้าหากว่ามีความจำเป็นจะต้องสร้างให้มีความยุ่งยากและซับซ้อน ก็ควรจะได้นำเอาไปไว้ในภาคผนวกท้ายเล่ม

บทที่ 5 เป็นบทที่ประกอบด้วยการสรุปย่อ (summary) หลังจากกล่าวถึงข้อความที่เป็นปัญหาและอธิบายถึงวิธีการวิจัยอย่างย่อ ๆ แล้ว ก็จะต้องกล่าวถึงข้อเท็จจริงที่ค้นพบ และข้อสรุปต่าง ๆ สิ่งที่ค้นพบ (findings) หมายถึงข้อเท็จจริงที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับข้อสรุปนั้น เป็นคำตอบที่ได้จากคำถามหรือเป็นข้อความที่เขายอมรับหรือไม่ยอมรับสมมติฐานที่ตั้งขึ้นแล้วนำมาสรุปรวมเป็นข้อความที่อ่านเข้าใจง่าย

การเขียนข้อสรุปย่อนี้นับว่าเป็นเรื่องที่ยุ่งยากที่สุด โดยเฉพาะสำหรับนักวิจัยใหม่ ๆ ที่มักจะมีปัญหาในการหาข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด ในบทสุดท้ายนี้นับว่าเป็นบทที่มีความสำคัญของการรายงาน ผู้อ่านส่วนมากมักจะข้ามบทอื่น ๆ มาอ่านบทนี้เพียงบทเดียว เพื่อที่จะพิจารณาว่าผลการวิจัยนี้ได้ออกมาอย่างไร ก่อนที่จะตัดสินใจนำเอาไปใช้ ทั้งนี้คงเป็นเพราะว่าเขามีเวลาจำกัดก็ได้ ดังนั้นนักวิจัยจึงมีความจำเป็นจะต้องเขียนรายงานในส่วนที่เป็นเรื่องย่อและการสรุปให้มีความชัดเจน ใช้ภาษาง่าย ๆ และไม่กำกวม

เอกสารอ้างอิง

สำหรับในส่วนนี้อาจแบ่งออกได้เป็นภาคบรรณานุกรม (bibliography) และภาคผนวก (appendix) และถ้าหากมีเวลาเหลือพอก็อาจจะเพิ่มภาคดัชนี (Index) อีกด้วยก็ได้ ในภาคบรรณานุกรม โดยทั่วไปจะพิมพ์ว่า บรรณานุกรมไว้ตรงกลางหน้าในใบแรกและใบถัดมาก็จะพิมพ์เรียงตามลำดับตัวอักษร ถ้าเป็นหนังสือภาษาอังกฤษก็พิมพ์ของผู้แต่งไว้ก่อน โดยพิมพ์ให้ชิดด้านซ้ายสุดของกระดาษ ถ้าจะขึ้นบรรทัดใหม่ก็เว้นหนึ่ง single spaced และพิมพ์ลึกเข้าไปห้าตัวอักษร (five spaced) สำหรับผู้แต่งหนังสือเล่มถัดไปก็เว้น double space และกระทำเช่นเดียวกันเหมือนพิมพ์เล่มแรก

อนึ่ง ถ้าในภาคบรรณานุกรมมีไม่มากนักก็อาจจะรวมเอารายการหนังสือ เอกสาร บันทึก และอื่น ๆ มาไว้ในรายการเดียวกันก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องแยกหนังสือพวกหนึ่ง เอกสารอีกพวกหนึ่ง ฯลฯ เป็นต้น ตัวอย่างการพิมพ์ในภาคบรรณานุกรม เช่น

อนันต์ ศรีโสภา, การวัดและการประเมินผลการศึกษา, บริษัท โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด 891 ถนนพระราม 1, กรุงเทพมหานคร, 2520 251 หน้า

อนันต์ ศรีโสภา, สถิติเบื้องต้น, บริษัท โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด 891 ถนนพระราม 1, กรุงเทพมหานคร, 2521.

BORG, WALTER R., Educational Research : An Introduction. New York : David M. Kay Co., ind., 1974.

TURABIAN, KATE L., A Manual for Writers of Term Papers, Thesis and Dissertations. Chicago : The University of Chicago Press, 1960. 61 pp.

University of Chicago, A Manual of Style. Revised and enlarged, Chicago : The University of Chicago Press, 1949. 498 pp.

สำหรับในภาคผนวกหรือ appendix นั้น ก็ทำนองเดียวกับภาคบรรณานุกรม คือ ใบแรกจะพิมพ์คำว่าภาคผนวกไว้ตรงกลางหน้า และใบถัดไปก็จะเริ่มตั้งแต่ภาคผนวก ก. ภาคผนวก ข. และภาคผนวก ค. เรื่อยไป การที่ต้องมีภาคผนวกไว้ตอนแรกเอกสารอ้างอิงก็เพราะว่า ตารางบางตาราง หรือแผนภูมิบางอันมีความสำคัญแต่ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจไปพร้อมกับการรายงาน ก็อาจนำเอามาไว้ในภาคผนวก นอกจากนี้ก็มีเอกสารจำพวกจดหมายนำ และสอบถาม แบบทดสอบ แบบสัมภาษณ์ ก็อาจนำมาไว้ในภาคผนวกโดยแยกออกเป็นเรื่อง ๆ ภาคผนวก ก. ก็เรื่องหนึ่ง ส่วนภาคผนวก ข. ก็อีกเรื่องหนึ่ง เป็นต้น สำหรับดัชนีและชีวประวัติของนักวิจัยนั้นถ้าหากผู้วิจัยมีเวลาเขียนรายงานพอก็ควรเขียนลงไปด้วย ซึ่งจะทำให้รายงานการวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

วิธีการเขียนรายงาน

โดยทั่วไปในรายงานการวิจัยจะไม่นิยมใช้สรรพนาม ฉัน เขา ท่าน ของเขา ของเรา แต่จะใช้คำว่านักวิจัยแทนและจะไม่กล่าวว่า "ฉันทำการเลือกนักเรียน 10 คน จากแต่ละชั้น" แต่จะกล่าวว่า "นักเรียน 10 คน ถูกคัดเลือกมาจากแต่ละชั้น" เป็นต้น อนึ่ง ถ้าหากมีความจำเป็นจะต้องกล่าวนามถึงคนใด ก็จะกล่าวแต่เฉพาะชื่อหรือ last name เท่านั้น ส่วนตำแหน่งหรือเครื่องประกอบต่าง ๆ

เขาจะงดเว้นไม่กล่าวอาทิ ดร., นาย, นางสาว, อธิการบดี , คณบดี ฯลฯ จะไม่กล่าวจะกล่าวแต่เพียงชื่อเท่านั้น เช่น อนันต์ BORG หรือ CAMPBELL เป็นต้น รายงานการวิจัยโดยทั่วไปมักจะใช้ประโยคที่เป็นอดีต (past tense) มากกว่าที่เป็นปัจจุบัน เพราะว่าเป็นการเขียนรายงานจากเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นแล้ว หรือทำเสร็จแล้วในอดีต

สำหรับตัวย่อต่าง ๆ ถ้าเป็นที่รู้จักและยอมรับกันโดยทั่วไปก็ใช้ได้ อาทิเช่น I.Q. ก.พ. ฯลฯ เป็นต้น แต่ถ้ายังไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลาย ก็จำเป็นจะต้องวงเล็บคำเต็มไว้ด้วย อาทิเช่น สสวท. (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) เป็นต้น

ส่วนการเขียนเกี่ยวกับจำนวนเลข ถ้ามีเกิน 3 หลัก ก็ควรมีเครื่องหมาย (,) ไว้ด้วย เช่น 3,475 หรือ 21,857.25 เป็นต้น และถ้าเป็นเปอร์เซ็นต์ก็ควรเขียนให้เต็ม ไม่ควรเขียน 35% ควรเขียน 35 เปอร์เซนต์ ยกเว้นในกรณีที่เขียนในตารางหรือเขียนในแผนภูมิ และถ้าเป็นจำนวนเลขที่ขึ้นต้นประโยคควรจะเขียนเป็นตัวอักษรสำหรับเศษส่วนก็เช่นเดียวกัน ควรจะเขียนเป็นตัวอักษรมากกว่าตัวเลขเศษส่วน ยกเว้นในกรณีที่มีเลขมาก ๆ

สำหรับสูตรสถิติต่าง ๆ ถ้าเป็นสูตรมาตรฐาน เช่น สูตรในการหาค่า mean standard diviation หรือ correlation ไม่จำเป็นจะต้องเขียนลงไปในรายงานการวิจัย และไม่มีความจำเป็นจะต้องแสดงวิธีการคำนวณลงไปด้วย ยกเว้นสูตรสถิติบางอันซึ่งไม่ค่อยมีใครใช้แพร่หลายนักก็อาจจะนำมาลงไว้ด้วยก็ได้ เป็นต้น

อย่างไรก็ดี การที่จะเขียนรายงานการวิจัยให้ดีจะต้องไม่เขียนอย่างรีบร้อน และเมื่อเขียนแล้วควรจะได้มีเวลาอ่านทบทวนขัดเกลาสำนวนอีกสักหนึ่งหรือสองครั้งก่อนที่จะส่งไปพิมพ์ และถ้าเป็นไปได้ควรจะส่งให้ผู้ที่มีความรู้ในเรื่องนี้ได้อ่านอีกสักครั้งก็จะช่วยให้ความบกพร่องต่าง ๆ ลดลงได้มากขึ้น

เชิงอรรถ (Footnotes)

การเขียนฟุตโน้ตมีจุดมุ่งหมายหลายประการ คือ เพื่อช่วยให้ผู้เขียนสามารถนำข้อคิดหรือข้อเขียนของผู้อื่นมาเขียนได้ เพื่อเป็นการให้เกียรติแก่เจ้าของข้อความที่นำมาลงเหล่านั้น และยังเป็นการช่วยให้ผู้อ่านสามารถตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อความเหล่านั้นได้อีกด้วย

ตามปกติในการเขียนรายงานการวิจัย นักวิจัยจะใช้ฟุตโน้ตสำหรับข้อความที่สำคัญที่เข้ามาเกี่ยวข้องหรือเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาในรายงาน จึงนับว่าฟุตโน้ตเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งของนักวิจัย

เรานิยมเขียนฟุตโน้ตที่ด้านล่างของหน้ากระดาษโดยแยกออกจากตัวรายงานอยู่ห่างจากตัวรายงาน 2 space และอยู่ห่างจากริมซ้ายสุดของกระดาษ 2 นิ้ว สำหรับระยะระหว่างบรรทัดในฟุตโน้ตห่างกันเศษหนึ่งส่วนสองของ space

สำหรับฟุตโน้ตที่เหมือนกันก็ไม่จำเป็นจะต้องพิมพ์ซ้ำอีก เพียงแต่เขียนว่า Ibid ซึ่งเป็นคำละติน แปลว่า The same reference และถ้าหน้าต่างกัน ก็ระบุเลขหน้าลงไปด้วย อาทิ เช่น

---

[3]Fred N. Kerlinger, Foundations of Behavioral Research .(New York : Holt, Rivnehart & Winston, Inc., 1964) p. 217

[4]Ibid (ระบุหนังสือเล่มเดียวกัน และอยู่ในหน้าเดียวกัน)

[5]Ibid., p. 232 (ระบุหนังสือเล่มเดียวกัน แต่หน้าต่างกัน)

กรณีที่เอกสารอ้างอิงเป็นชนิดเดียวกัน ภายในหนึ่งหรือสองหน้า และต้องการอ้างขึ้นมาอีก ก็อาจใช้คำว่า Op.cit. ซึ่งเป็นคำละติน แปลว่า previously cited ซึ่งติดตามนามสกุลของผู้แต่ง ตัวอย่างเช่น

---

[1]Clinton I. Chase, Elemntary Statistical Procedures. (New York : McGraw-Hill Book Company, 1967), p. 13.

[2]Philip H. Du ois, An Introduction to Psychologioal Statistics. (New York : Harper & Raw , Publishers, 1965), p. 24

[3]Chase , op. cit., P. 34.

หนึ่ง ถ้าการอ้างครั้งที่สองไม่ต่อเนื่อง แต่ก็อ้างหนังสือเล่มเดียวกันและอยู่หน้าเดียวกัน ก็ใช้ loc. cit ซึ่งเป็นคำละติน แปลว่า the place cited เวลาใช้ก็ระบุนามสกุลของผู้แต่งลงไปด้วย ตัวอย่างเช่น

---

[4]DuBois, loc. cit (เป็นการอ้างหน้า 24 ข้างต้นอีกครั้ง)

บรรณานุกรม (bibliography)

จุดมุ่งหมายของการเขียนบรรณานุกรมแตกต่างจากฟุตโน้ต โดยทั่วไปเขียนบรรณานุกรมไว้ตอนท้ายของรายงานการวิจัย โดยเรียงตามลำดับตัวอักษรของชื่อผู้แต่ง แต่ฟุตโน้ตนั้นเราเขียนไว้ตอนล่างของหน้ากระดาษที่พิมพ์รายงานที่มีการอ้างถึง และนอกจากนี้วิธีการเขียนก็แตกต่างกัน ตัวอย่าง เช่น

บรรณานุกรม

VAIZEY , JOHN. Education in the Modern World. New York : Mc Graw Hill Book Company, 1967. 254 pp.

ฟุตโน้ต :

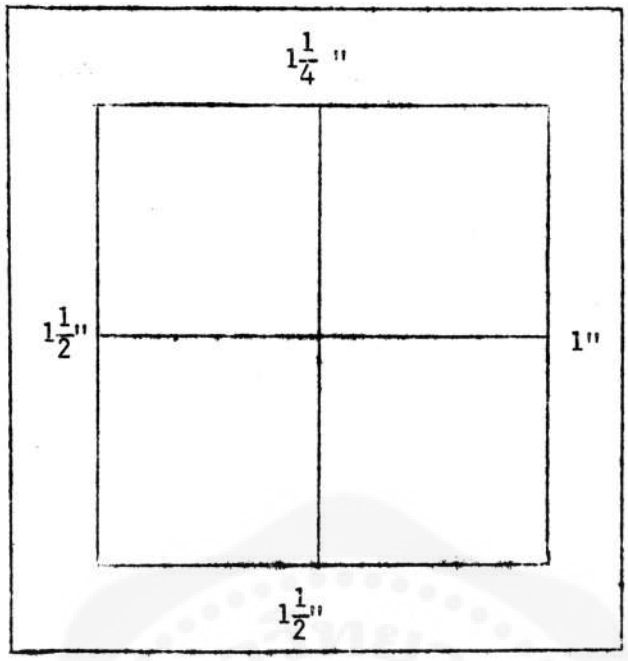
---

1 John Vaizey , Education in the Modern World (New York : Mc Graw Hill Book Company, 1967), p. 32

การจัดพิมพ์รายงาน

ในการจัดพิมพ์รายงานส่วนมากนิสิตจะจ้างพิมพ์ ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายมากในการจัดพิมพ์ แต่นิสิตบางคนก็จัดพิมพ์เอง อย่างไรก็ดีก่อนที่จะดำเนินการจัดพิมพ์จะต้องตรวจทานต้นฉบับให้ถูกต้องเรียบร้อยก่อนที่จะส่งไปพิมพ์ เพื่อให้การจัดพิมพ์มีคุณภาพดีและถูกต้องตามหลักสากลทั่วไป ผู้จัดพิมพ์ก็ควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ควรใช้กระดาษคุณภาพดีขนาด $8\frac{1}{2}$ × 11 นิ้ว ชนิดหนัก 13 - 16 ปอนด์ ปริญญานิพนธ์โดยทั่วไปนิยมพิมพ์หน้าเดียว
2. เลือกเครื่องพิมพ์ดีดที่สะอาดและมีอุปกรณ์พร้อม อาทิ น้ำยาลบกระดาษไข เครื่องเขียนกระดาษไข และแผ่นรองเขียน เครื่องพิมพ์ดีด ที่นิยมใช้โดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือ
   ชนิดพิมพ์สิบตัวอักษรต่อ 1 นิ้ว เรียกว่า Pica type
   และชนิดพิมพ์สิบสองตัวอักษรต่อ 1 นิ้ว เรียกว่า Elite type
3. ควรพิมพ์ให้ตัวรายงานอยู่ห่างจากริมบน $1\frac{1}{4}$ นิ้ว อยู่ห่างจากริมล่าง $1\frac{1}{2}$ นิ้ว อยู่ห่างจากริมขวา 1 นิ้ว และอยู่ห่างจากริมซ้ายสุด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 4



4. ย่อหน้าแต่ละตอนของเนื้อหาในรายงานควรเว้น double - spaced ส่วนระยะระหว่างบรรทัดเว้น single-spaced
5. การย่อหน้าควรเว้น seven spaces สำหรับ pica type และ nine spaces สำหรับ elite type

บรรณานุกรม

อนันต์ ศรีโสภา, หลักการวิจัยเบื้องต้น บริษัทสำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด ถนนมหาไชย สำราญราษฎร์ กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2527

Best, John W., Research in Education. 2nd ed. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, Inc., 1963.

Campbell, William Giles, Form and Style in Thesis Writing. Boston : Houghton Mifflin Company, 1969. 138 pp.

Turabian, Kate L., A Manual for Writer of Term Papers. Thesis and Dissertations, Chicago : The University of Chicago Press, 1960. 61 pp.

การเขียนรายงานการวิจัย

รศ. วัญญา วิศาลาภรณ์

การเขียนรายงานวิจัยเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำวิจัย เป็นการสื่อความหมายของจุดประสงค์ กระบวนการ และผลการวิจัยให้ผู้อื่นได้ทราบ การวิจัยจะมีความหมายน้อยมากถ้ายังไม่ได้บันทึกและรายงานให้ผู้อื่นได้ทราบ การวิจัยจะมีความหมายมากยิ่งขึ้นไปอีก ถ้าหากมีผู้นำผลการวิจัยไปใช้

โดยทั่วไปแล้วการเขียนรายงานวิจัยจะแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1. แบบปริญญานิพนธ์
2. แบบบทความลงวารสาร
3. แบบบทความสำหรับอ่านในที่ประชุมวิชาชีพ

ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. การเขียนรายงานวิจัยแบบปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์หรือวิทยานิพนธ์เป็นงานวิจัยในระดับบัณฑิตศึกษา ซึ่งนับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต และดุษฎีบัณฑิต ปริญญานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิตเรียกว่า Thesis ปริญญานิพนธ์ระดับดุษฎีบัณฑิตโดยมากเรียกว่า dissertation แต่ก็มีบางแห่งเรียกว่า doctor's thesis แต่ละมหาวิทยาลัยจะมีคู่มือการเขียนปริญญานิพนธ์ของตนเอง ในคู่มือการเขียนปริญญานิพนธ์ของแต่ละมหาวิทยาลัยจะกำหนดรูปแบบ (format) และสไตล์ในการเขียน

โดยทั่ว ๆ ไปแล้วการเขียนรายงานวิจัยแบบปริญญานิพนธ์ จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ส่วนประกอบตอนต้น ส่วนเนื้อเรื่อง และส่วนประกอบตอนท้าย (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2530 : 4, - 5, Van Dalen. 1962 : 304 - 341, Ary, Jacobs, and Razavieh. 1972 : 332) แต่ละส่วนอาจเรียกชื่อต่างกันบ้างแต่มีลักษณะสำคัญเหมือนกัน แต่ละส่วนประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ดังต่อไปนี้

ก. <u>ส่วนประกอบตอนต้น</u> (Preliminary materials)

1. หน้าปกใน
2. หน้าอนุมัติ
3. ประกาศคุณูปการ
4. สารบัญ
5. บัญชีตาราง
6. บัญชีภาพประกอบ

ข. <u>ส่วนเนื้อเรื่อง</u> (Text of the report)

1. บทนำ

1) ภูมิหลังและสภาพปัญหา

2) ปัญหาการวิจัย

3) วัตถุประสงค์ของการวิจัย

4) สมมุติฐานในการวิจัย

5) ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

6) ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

7) ข้อตกลงเบื้องต้น

8) ข้อจำกัดของการวิจัย

9) นิยามศัพท์เฉพาะ

2. เอกสารและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

1) ระเบียบวิธีที่ใช้ในการวิจัย

2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4) การเก็บรวบรวมข้อมูล

5) การจัดกระทำกับข้อมูล

6) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1) สัญลักษณ์ที่ใช้

2) ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- เนื้อหา
- ตาราง
- ภาพประกอบ
- การอธิบายตารางหรือภาพประกอบ

5. สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

1) ปัญหาของการวิจัย

2) วัตถุประสงค์ของการวิจัย

3) วิธีดำเนินการวิจัย

4) สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5) อภิปรายผล

6) ข้อเสนอแนะ

ค. เอกสารอ้างอิง (Reference materials)

1. บรรณานุกรม

2. ภาคผนวก

3. ประวัติย่อของผู้วิจัย

ส่วนประกอบตอนต้น

ส่วนประกอบตอนต้นประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ

1. หน้าปกใน ซึ่งจะประกอบด้วย ชื่อเรื่อง ชื่อผู้วิจัย เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในปริญญาระดับใด ชื่อมหาวิทยาลัย และเดือนปีที่เสนอรายงาน

ชื่อเรื่องของการวิจัยนั้นควรจะกะทัดรัด ไม่ยาว แต่ก็ควรจะมีถ้อยคำซึ่งบอกถึงจุดประสงค์ของการวิจัย ตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และอาจมีลักษณะของประชากรที่ศึกษา เช่น

ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมปีที่สามในจังหวัดชลบุรี

การวิเคราะห์องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 4 ในภาคกลาง

วิธีการสร้างแบบทดสอบสติปัญญาด้านความรู้ทั่วไป คำศัพท์ และความเข้าใจสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร

2. หน้าอนุมัติ สำหรับการลงนามอนุมัติปริญญานิพนธ์ของคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

3. ประกาศคุณูปการ เป็นคำขอบคุณผู้มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิจัย

4. สารบัญ เป็นบัญชีแสดงบท ตอน ที่เรียงลำดับตามที่ปรากฏในปริญญานิพนธ์

5. บัญชีตาราง เป็นบัญชีรายชื่อตารางเรียงตามลำดับตามที่ปรากฏในปริญญานิพนธ์

6. บัญชีภาพประกอบ แสดงชื่อภาพประกอบทั้งหมดเรียงตามลำดับที่ปรากฏในปริญญานิพนธ์

ในกรณีของการรายงานวิจัยที่ไม่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาก็จะตัดสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง เช่น หน้าปกใน ก็อาจประกอบด้วย ชื่อเรื่อง ชื่อผู้วิจัย แหล่งทุนที่สนับสนุน ไม่มีหน้าอนุมัติ แต่จะเพิ่มหน้าคำนำ เป็นต้น

ตัวอย่างบัญชีสารบัญ เช่น

สารบัญ

บทที่		หน้า
1.	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	15
	การดำเนินการวิจัย	17
	สมมุติฐานในการวิจัย	18
	ความสำคัญของการวิจัย	20
	นิยามศัพท์เฉพาะ	20
2.	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
	ภูมิหลังบางประการของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	22
	มหาวิทยาลัยหลายวิทยาเขต	23
	สถานภาพ	34
	สถานภาพของข้าราชการสายบริการทางวิชาการและสายธุรการในมหาวิทยาลัย	38
	องค์ประกอบที่ส่งผลถึงความพอใจและไม่พอใจในการทำงานตามแนวคิดของเฮิร์ซเบิร์ก	50
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ส่งผลต่อความพอใจในการทำงาน....	62

ตัวอย่างบัญชีตาราง เช่น

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 จำนวนข้าราชการสายบริการทางวิชาการและสายธุรการของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 10

2 จำนวนข้าราชการสายบริการทางวิชาการและสายธุรการแยกตามลักษณะงาน 12

3 จำนวนนิสิตภาคปกติและนิสิตภาคสมทบของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.... 14

4 เปรียบเทียบแนวความคิดของมาสโลว์กับแนวคิดของเฮิร์ซเบิร์ก 54

5 แนวคิดของเฮิร์ซเบิร์กเกี่ยวกับการใช้แรงจูงใจในการทำงาน 58

6 เปรียบเทียบความแตกต่างในลักษณะบุคคลตามแนวคิดของเฮิร์ซเบิร์ก 59

ส่วนเนื้อเรื่อง

ส่วนประกอบของเนื้อเรื่องประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ

1. <u>บทนำ</u> ซึ่งจะเป็นบทที่ 1 ของรายงานวิจัย ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) ภูมิหลังและสภาพปัญหา เป็นการอธิบายภูมิหลังหรือความเป็นมาของปัญหาที่ทำการวิจัย สาเหตุและความจำเป็นที่ต้องศึกษาในเรื่องนี้

2) ปัญหาการวิจัย เป็นข้อความหรือข้อคำถามที่ผู้วิจัยต้องการจะหาคำตอบ

3) วัตถุประสงค์ของการวิจัย เป็นเป้าหมายที่ผู้วิจัยต้องการจะศึกษา

4) สมมุติฐานในการวิจัย เป็นการคาดคะเนคำตอบหรือผลการศึกษาไว้ล่วงหน้า การคาดคะเนคำตอบนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาเอกสารและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง สมมุติฐานในการวิจัยอาจเขียนไว้หลังการศึกษาเอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องก็ได้

5) ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า เป็นการชี้ให้เห็นว่าข้อค้นพบจากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ จะสามารถนำไปใช้แก้ปัญหา หรือนำไปปฏิบัติได้

6) ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า เป็นการกำหนดขอบเขตของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ว่าจะศึกษาภายในขอบเขตใด

7) ข้อตกลงเบื้องต้น เป็นความคิดพื้นฐานของผู้วิจัยที่จะสื่อความหมายให้ผู้อ่านรายงานการวิจัยได้ทราบ

8) ข้อจำกัดของการวิจัย เป็นการแจ้งให้ผู้อ่านรายงานการวิจัยทราบว่า ในการศึกษาค้นคว้ามีข้อจำกัดอะไรบ้าง-

9) นิยามศัพท์เฉพาะ เป็นการให้คำจำกัดความหมายโดยการนิยามเชิงปฏิบัติการแก่คำบางคำที่สำคัญเพื่อให้เข้าใจความหมายตรงกัน

2. <u>เอกสารและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u> เป็นบทที่ 2 ของรายงานวิจัย ซึ่งควรจะประกอบด้วย

ก. ข้อมูลพื้นฐานโดยสรุปของเรื่องที่ทำการวิจัย เพื่อที่จะช่วยให้ผู้อ่านเข้าใจปัญหาของการวิจัยดีขึ้น

ข. ทฤษฎีหรือหลักการที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้

ค. แนวคิดของผู้ทรงคุณวุฒิต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้

ง. ผลการวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาค้นคว้า

3. <u>วิธีดำเนินการวิจัย</u> เป็นบทที่ 3 ของรายงานการวิจัย ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) ระเบียบวิธีที่ใช้ในการวิจัยเป็นการอธิบายเทคนิควิธีที่ผู้วิจัยจะใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เป็นการอธิบายให้ทราบว่าประชากรที่ศึกษา คืออะไร จะเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวนใดมาศึกษา และใช้วิธีการใดในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการอธิบายถึงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ถ้าหากเป็นเครื่องมือที่ผู้อื่นสร้างไว้ก็ควรจะบอกลักษณะ องค์ประกอบ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่นของเครื่องมือนี้ ถ้าหากเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ควรจะบอกหลักเกณฑ์และกระบวนการในการสร้าง ลักษณะและองค์ประกอบของเครื่องมือ การนำเครื่องมือที่สร้างไปทดลองใช้ก่อน ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่สร้างขึ้น

4) การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการอธิบายถึงขั้นตอนและวิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างละเอียด

5) การจัดกระทำข้อมูลเป็นการอธิบายให้ทราบว่าเมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว จะทำอย่างไรกับข้อมูลต่อไป จะวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติหรือตามหลักตรรกวิทยา

6) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการกล่าวถึงว่ามีวิธีการทางสถิติอะไรบ้างที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด

4. <u>ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</u> เป็นบทที่ 4 ของรายงานการวิจัย เป็นการนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาแสดงในรูปของตารางหรือภาพประกอบแล้วทำการแปลผลหรือตีความหมายของผลที่วิเคราะห์ได้ว่าหมายความว่าอย่างไร

5. สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ซึ่งเป็นบทสุดท้ายของรายงานวิจัยประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ

ก. การกล่าวโดยสรุปเกี่ยวกับปัญหาการวิจัย วัตถุประสงค์ และวิธีการดำเนินการวิจัย

ข. ข้อค้นพบที่สำคัญ ๆ

ค. การอภิปรายผล เป็นการชี้ให้เห็นว่าผลของการวิจัยนี้สนับสนุนหรือคัดค้านสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ผลของการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ผ่านมา สนับสนุนหรือไม่สนับสนุนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและด้วยเหตุผลอะไร

ง. ข้อเสนอแนะ เป็นการเสนอแนะว่าผลการวิจัยครั้งนี้จะนำไปใช้อะไรได้บ้าง ผู้บริหารหรือผู้ปฏิบัติระดับใดจะเอาไปใช้ได้อย่างไร เช่น เอาไปกำหนดเป็นนโยบาย เอาไปใช้แก้ปัญหา เอาไปปฏิบัติเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เป็นต้น นั่นก็คือนอกจากจะเสนอแนะเพื่อการปฏิบัติแล้วยังควรเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไปอีกด้วยว่าควรจะวิจัยปัญหานี้ในแง่อื่น ๆ หรือด้านอื่น ๆ เพิ่มเติมอย่างไร ควรเพิ่มหรือลดตัวแปรอะไรในการวิจัยครั้งต่อไป หรือควรจะวิจัยในสถานการณ์เช่นไร เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงเป็นตอนท้ายของรายงานวิจัย ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

1. บรรณานุกรม จะอยู่ต่อจากบทสุดท้าย เป็นที่รวบรวมเอกสารหรือหลักฐานทั้งหลายที่ใช้อ้างอิงในการวิจัยนี้ แต่ละมหาวิทยาลัยก็จะมีแบบฉบับสำหรับการเขียนบรรณานุกรม บรรณานุกรมอาจเขียนจำแนกตามลักษณะของเอกสาร เช่น เอกสารปฐมภูมิ หรือข้อมูลขั้นต้น กับเอกสารทุติยภูมิ หรือข้อมูลขั้นรอง หรืออาจเขียนแยกเป็นหนังสือ วารสารงานวิจัย เป็นต้น หรืออาจเขียนแยกภาษาไทยไว้ตอนต้น และภาษาอังกฤษหรือภาษาต่างประเทศไว้ตอนต่อไป เอกสารภาษาไทยเรียงตามลำดับชื่อของผู้แต่งจาก ก ไปถึง ฮ เอกสารภาษาอังกฤษเขียนเรียงตามลำดับชื่อสกุลจาก ไปถึง

2. ภาคผนวก เป็นส่วนที่ต่อจากบรรณานุกรม เป็นการรวบรวมรายละเอียดเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจดียิ่งขึ้น ภาคผนวกอาจประกอบด้วยข้อมูลหรือเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยซึ่งมีลักษณะดังนี้

ก. มีความสำคัญในระดับไม่มากพอที่จะใส่ไว้ในตัวรายงานการวิจัย

ข. มีความยาวมากเกินไปที่จะใส่ในรายงานวิจัย เช่น ข้อมูลของการวิจัยเชิงประวัติศาสตร์ เป็นต้น

ภาคผนวกอาจมีหลายภาคก็ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความจำเป็น ภาคผนวกอาจประกอบด้วย

1) สิ่งที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาเพื่อการวิจัย เช่น แบบทดสอบ แบบสอบถาม จดหมายนำ เป็นต้น

2) ข้อมูลดิบที่มีประโยชน์และยังไม่ได้วิเคราะห์

3) ตารางการวิเคราะห์ข้อมูล

3. <u>ประวัติย่อของผู้วิจัย</u> บางมหาวิทยาลัยกำหนดให้ผู้วิจัยเขียนประวัติย่อของตนเองด้วย ซึ่งเป็นประวัติประสบการณ์ในวิชาชีพ เช่น ประกอบด้วย

1) ชื่อและชื่อสกุล

2) วันเดือนปีเกิด

3) สถานที่เกิด

4) ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน

5) ประวัติการศึกษา

6) ประสบการณ์ในการทำงาน

7) สมาชิกสมาคมวิชาชีพ

8) ผลงานวิชาชีพของผู้วิจัย เช่น หนังสือ งานวิจัยและบทความทางวิชาการ เป็นต้น

โดยสรุปแล้วการเขียนรายงานวิจัยแบบปริญญานิพนธ์นี้ ไม่จำเป็นจะต้องมีหัวข้อตามที่เสนอมานี้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระเบียบวิธีการวิจัยที่ใช้ อาจจะต้องตัดหรือเพิ่มตามความเหมาะสม ในทำนองเดียวกันการเขียนรายงานการวิจัยแบบปริญญานิพนธ์ที่ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรเพื่อขอรับปริญญาก็อาจตัดหรือเพิ่มเพื่อความเหมาะสมได้เช่นกัน

บทคัดย่อ

มหาวิทยาลัยส่วนใหญ่กำหนดให้เขียนบทคัดย่อของปริญญานิพนธ์ด้วยและมักจะกำหนดว่า บทคัดย่อจะต้องมีความยาวไม่เกินกี่คำ เช่น มีความยาวระหว่าง 100 ถึง 500 คำ เป็นต้น ความยาวของบทคัดย่อเป็นตัวกำหนดว่าผู้วิจัยจะเขียนรายละเอียดของการวิจัยได้มากน้อยเท่าไร บทคัดย่ออย่างสั้นจะมุ่งเน้นที่การเสนอปัญหาการวิจัยและข้อค้นพบที่สำคัญมากกว่าจะเสนอกระบวนการวิจัย บทคัดย่อควรจะอธิบายสิ่งที่เป็นส่วนสำคัญที่สุดของการวิจัย ซึ่งควรประกอบด้วย

1. ปัญหาที่ต้องการศึกษา หรือจุดมุ่งหมายที่ต้องการศึกษา
2. คุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. แบบแผนของการวิจัย
5. กระบวนการของการวิจัย

6. ข้อค้นพบที่สำคัญ

7. ข้อสรุปที่สำคัญ

2. การเขียนรายงานวิจัยแบบบทความลงวารสาร

เป็นที่ยอมรับว่าการวิจัยจะด้อยค่า ถ้าหากไม่มีผู้ใดนำผลวิจัยไปใช้ การที่บุคคลจะนำผลการวิจัยไปใช้ก็ต่อเมื่อบุคคลได้อ่านหรือได้ทราบผลการวิจัยนั้น ๆ รายงานวิจัยในรูปปริญญานิพนธ์นั้นมีผู้อ่านน้อยกว่าผลการวิจัยที่ลงพิมพ์ในวารสารวิชาการ ตัวอย่างวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเช่น

1. วารสารเกี่ยวกับการวิจัยของมหาวิทยาลัยของคณะต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัย

2. วารสารการวิจัยทางการศึกษา ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

3. วารสารวิจัยสนเทศ ของกรมวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ

4. ข่าวสารวิจัยการศึกษา ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

5. วารสารการศึกษาแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

รายงานการวิจัยที่ลงในวารสารนั้น หากวางแผนการเขียนอย่างดีและครอบคลุมโดยมีส่วนประกอบต่อไปนี้อาจพอเพียง

1. ชื่อเรื่อง

2. ชื่อผู้วิจัย

3. วัตถุประสงค์

4. สมมุติฐานหรือปัญหาการวิจัย

5. กระบวนการวิจัย

6. ผลการวิจัย

7. อภิปรายผลและข้อสรุป

8. บรรณานุกรม

3. การเขียนรายงานวิจัยแบบบทความสำหรับอ่านในที่ประชุม

สมาคมวิชาชีพบางแห่งหรือหน่วยงานการศึกษา อาจจัดให้มีการประชุมประจำปี เพื่อเสนอผลงานวิจัย เช่น สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ถ้าหากเป็นในสหรัฐอเมริกา เช่น American Educational Research Association หรือ American Psychological Association วัตถุประสงค์ของการประชุม เพื่อให้สมาชิกได้ทราบผลการวิจัยใหม่ ๆ องค์กรหรือสมาคมเหล่านี้จะประกาศล่วงหน้า ซึ่งโดยมากไม่น้อยกว่า 6 เดือน ว่าจะมีการประชุม และให้ส่งบทคัดย่อตามแบบที่กำหนดไปให้คณะกรรมการพิจารณา เมื่อคณะกรรมการ

พิจารณาแล้วเห็นว่าเหมาะสมที่จะเสนอในที่ประชุม ก็จะแจ้งให้ผู้วิจัยทราบ ผู้วิจัยจะต้องเตรียมเสนอรายงานวิจัยในกลุ่มใหญ่ ๆ หรือกลุ่มย่อย ๆ เช่น อาจแบ่งเป็น 4 กลุ่มย่อยตามเนื้อหา และเสนอรายงานวิจัยแต่ละกลุ่มพร้อมกัน โดยมากจะกำหนดเวลาให้ผู้วิจัยเสนอรายงานประมาณ 15 - 25 นาที ผู้วิจัยควรจะเสนอในลักษณะดังต่อไปนี้

1. การดำเนินการวิจัยโดยสรุป
2. เน้นข้อค้นพบที่สำคัญ
3. ข้อสรุปหรือประเด็นที่เห็นว่าเป็นสิ่งสำคัญในการศึกษา

เนื่องจากผู้วิจัยมีเวลาเสนอรายงานสรุปน้อย จึงจำเป็นต้องเน้นประเด็นสำคัญ เพราะบทคัดย่อหรือรายงานนั้นได้พิมพ์ประกอบเป็นเอกสารประกอบการประชุมแล้ว บทคัดย่อหรือรายงานการวิจัยนั้น ผู้จัดประชุมจะกำหนดรูปสไตล์ และความยาวมาให้ ถ้าผู้จัดประชุมไม่กำหนดมาให้ ก็ควรจะใช้วิธีรายงาน วิจัยแบบลงวารสาร ในการเสนอรายงานวิจัยที่ประชุมวิชาการนั้น ผู้เสนอรายงานจะต้องไม่ลืมว่า ผู้ฟังสนใจที่จะฟังจากการพูดมากกว่าสนใจฟังจากการอ่าน

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บัณฑิตวิทยาลัย คู่มือการเขียนบทนิพนธ์ (รายงานภาคนิพนธ์และปริญญานิพนธ์) บริษัทพิมพ์สยามจำกัด 2530

วัญญา วิศาลาภรณ์ "การวิจัยการศึกษา : หลักการและแนวปฏิบัติ" มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2531

Couch, James V. Fundamentals of Statistics for the Behavioral Sciences. New York : St. Martin's Press, 1982