

สาขาวิชาสถิติ  
และวิจัยการศึกษา

## การออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ชนิดตัวแปรเดียว

### ความหมาย

การออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ชนิดตัวแปรเดียว (Completely Randomized One Factor Design) หมายถึง การออกแบบที่ควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน มิให้มามีผลต่อตัวแปรต้นที่เป็นตัวแปรทดลองตัวเดียว หรือมีผลต่อตัวแปรตาม เพื่อศึกษาผลที่แท้จริงของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตาม ด้วยการสุ่มที่ให้โอกาสของกลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มที่จะได้รับการทดลองมีโอกาสที่ได้รับเลือกอย่างเท่าเทียมกัน

### หลักการออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ชนิดตัวแปรเดียว

การออกแบบการทดลองแบบกลุ่มสมบูรณ์ชนิดตัวแปรเดียวมีหลักการดังนี้

1. มีตัวแปรต้นที่เป็นตัวแปรทดลองตัวเดียว โดยมี  $j$  ระดับ ( $j \geq 2$  ระดับขึ้นไป)
2. หน่วยตัวอย่างที่จะนำมาจัดการทดลองนั้นได้มา โดยที่ทุกหน่วยตัวอย่างมีโอกาสได้รับเลือกอย่างเท่าเทียมกัน จากประชากรกลุ่มเดียวกัน
3. แบ่งหน่วยตัวอย่างออกเป็นกลุ่ม ๆ ( $j$  กลุ่ม) โดยใช้วิธีการสุ่ม
4. สุ่มตัวแปรทดลองให้กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีโอกาสเท่าเทียมกันที่จะได้รับทริทเมนต์ใดอย่างหนึ่งเพียงทริทเมนต์เดียว
5. ความแปรปรวนของตัวแปรตามในแต่ละระดับของตัวแปรต้นมีค่าเท่ากัน

6. การกระจายของข้อมูลตัวแปรตามในแต่ละกลุ่มที่จัดทดลองมีลักษณะเป็นโค้งปกติ

7. มีสมมุติฐานค่าเท่ากัน (null hypothesis) ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามในแต่ละระดับของตัวแปรต้นมีค่าเท่ากันหรือสมมุติฐานค่าเท่ากัน

### การออกแบบการทดลอง

สมมุติว่าต้องการทดลองวิธีสอน 3 ชนิด คือ

1. สอนแบบปรกติเป็นกลุ่มควบคุมไว้สำหรับเปรียบเทียบ
2. สอนแบบการเรียนรู้เพื่อรอบรู้
3. สอนแบบร่วมมือกันเรียน การสอนทั้งสามชนิดนี้จะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยว่าแตกต่างกันหรือไม่ ตัวแปรต้นคือวิธีสอนตัวแปรตามคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย สมมุติฐานว่าที่จะทดสอบคือค่าเฉลี่ยผลการสอนทั้งสามชนิด ไม่แตกต่างกัน การทดสอบสมมุติฐานดังกล่าวนี้ใช้การทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ชนิดตัวแปรเดียวเริ่มด้วยการนิยามประชากรเช่น ประชากรคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร สมมุติว่ามี 300 คน ผู้วิจัยต้องการจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 90 คน โดยให้นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสได้รับเลือกเป็นหน่วยตัวอย่างเท่าเทียมกัน จากนั้นจึงแบ่งหน่วยตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน โดยใช้วิธีการสุ่ม แล้วทำการสุ่มวิธีสอนแต่ละชนิดให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ได้ผังการจัดห้องเรียนเพื่อการทดลองดังนี้

วิธีสอนที่ j คนที่ i	กลุ่มควบคุม (j=1) สอนตามปกติ	กลุ่มทดลองที่ 1 (j=2) สอนแบบเรียนเพื่อรอบรู้	กลุ่มทดลองที่ 2 (j=3) สอนแบบร่วมมือกันเรียน
1	$X_{1(1)}$	$X_{1(2)}$	$X_{1(3)}$
•	•	•	•
•	•	•	•
•	•	•	•
30	$X_{30(1)}$	$X_{30(2)}$	$X_{30(3)}$

หมายเหตุ เมื่อ  $X$  หมายถึง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย

ด้วยการกระทำอย่างนี้จะทำให้สถานภาพของแต่ละกลุ่มก่อนดำเนินการทดลองเท่าเทียมกันจากนั้นก็ทดลองสอนแต่ละกลุ่มในระยะเวลาที่กำหนดเมื่อทำการทดลองเสร็จจึงทดสอบทุกกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยจากนั้นนำคะแนนมาคำนวณค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มเพื่อทดสอบสมมุติฐานว่าง ถ้าผลการทดสอบปรากฏว่าปฏิเสธสมมุติฐานว่าง ผู้วิจัยก็ทำการทดสอบต่อว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน

**ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของคะแนนของนักเรียนแต่ละคน**

ตามแบบการทดลองดังกล่าวนี้ คะแนนนักเรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่มการทดลองสามารถเขียนอธิบายด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$X_{i(j)} = \mu + \beta_j + e_{i(j)}$$

เมื่อ  $X_{i(j)}$  คือ คะแนนของนักเรียนคนที่  $i$  ในกลุ่มที่  $j$

$\mu$  คือ ค่าเฉลี่ยของประชากรที่เป็นผลมาจากวิธีการสอนชนิดต่างๆ

$\beta_j$  คือ ผลของวิธีสอนที่  $j$  ซึ่งคำนวณได้จาก  $(\mu_j - \mu)$  เมื่อ  $\mu_j$  คือค่าเฉลี่ยของประชากรที่เป็นผลมาจากวิธีสอนที่  $j$

$e_{i(j)}$  คือ ค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนของนักเรียนที่  $i$  ในกลุ่มที่  $j$  คำนวณได้จาก  $= X_{i(j)} - \mu$

**สมมุติฐานที่ต้องการทดสอบ**

สมมุติฐานว่างมีสัญลักษณ์ว่า  $H_0$  สำหรับการทดลองแบบนี้มีอยู่ว่า

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

สมมุติฐานนี้กล่าวว่าค่าเฉลี่ยของประชากรทั้ง 3 กลุ่มมีค่าเท่ากัน

**การเสนอผลการวิเคราะห์ผลการทดลอง**

การวิเคราะห์ผลการทดลองใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนคำนวณค่า  $F$  เพื่อบ่งชี้ว่าสมมุติฐานของการทดลองเป็นที่ยอมรับหรือปฏิเสธผลการวิเคราะห์ข้อมูลเสนอในตารางดังตัวอย่างต่อไปนี้

## ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน (Sources of variation)	ผลบวกกำลังสอง (Sum of Square ; SS)	ระดับขั้นความเสรี (Degrees of Freedom (df)	ค่ากำลังสองเฉลี่ย (Mean of Square (MS)=SS/df)	F
ระหว่างกลุ่ม (Between Group (วิธีสอน 3 วิธี)	3199.2666	$K-1=3-1=2$	1599.6333	13.4691**
ภายในกลุ่ม (Within Group (ความคลาดเคลื่อน)	10332.3334	$N-K=90-3=87$	118.7624	
รวม	13531.6000	$N-1=90-1=89$	152.0404	

ค่า F เกิดจากค่ากำลังสองเฉลี่ยของระหว่างกลุ่มหารด้วยค่าภายในกลุ่ม นั่นคือ  $1599.6333/118.7624 = 13.4691$  นำค่านี้เทียบกับค่า F มาตรฐาน (บางที่เรียกว่า critical F) ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบซึ่งได้มาจากการเปิดค่า F ในตารางหนังสือสถิติ ถ้าค่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า F มาตรฐานก็ปฏิเสธสมมุติฐานว่างแล้วให้ดอกจัน\* กำกับไว้บนตัวเลขค่า F ถ้ามีดอกจันเดียวแปลว่าปฏิเสธ สมมุติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่ถ้ามีดอกจันสองดอก แปลว่าปฏิเสธสมมุติฐานว่างที่ระดับนัยสำคัญ .01 ถ้าไม่มีดอกจัน แปลว่า ยอมรับสมมุติฐานว่าง การที่สมมุติฐานว่างได้รับการปฏิเสธดังตัวอย่างนี้แปลความหมายได้ว่า การสอนด้วยวิธีแตกต่างกันทั้ง 3 วิธีนั้นทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาภาษาไทยแตกต่างกันแต่ไม่ทราบว่าการสอนใดแตกต่างกันจะต้องทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มต่อไป

### ข้อดีและข้อเสียของการออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ชนิดตัวแปรเดียว

#### ข้อดี

1. แบบแผนการทดลองง่าย
2. การวิเคราะห์และการแปลผลการทดลองง่ายแปลความหมายได้ตรงไปตรงมา
3. ในแต่ละกลุ่มทดลอง จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากันก็ได้

4. กลุ่มตัวอย่างไม่จำเป็นต้องได้รับการทดลองซ้ำหรือต้องจัดคู่กันในแต่ละกลุ่ม

#### ข้อเสีย

1. เนื่องจากต้องควบคุมความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มชนิดที่ให้โอกาสกลุ่มตัวอย่างได้รับเลือกเท่ากัน ดังนั้นจึงต้องหากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเอกพันธ์หรือใช้กลุ่มตัวอย่างมากๆ
2. ถ้ามีการทดลองหลายๆ กลุ่มอาจหากกลุ่มตัวอย่างได้ยาก
3. ไม่สามารถหาปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ได้เพราะมีเพียงตัวแปรเดียว

#### ประโยชน์

การออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ชนิดตัวแปรเดียวมีประโยชน์อย่างมากต่อการวิจัยทางการศึกษาและจิตวิทยาที่ต้องตอบปัญหาการวิจัยด้วยการทดลอง ในประเทศไทยการวิจัยที่ใช้การออกแบบการทดลองชนิดนี้มีอยู่มาก ดังตัวอย่างเช่น

1. จรรยา สุวรรณทัตและคณะ ทำการทดลองสอนสังกัดปีวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แก่เด็กไทยระดับ 7 - 8 ขวบ เมื่อปี พ.ศ. 2519
2. จริญญา ลำไย ทำการทดลองอิทธิพลของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อปี พ.ศ. 2521

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์

**บรรณานุกรม**

- จรรยา สุวรรณทัตและคณะ. การทดลองสอนสัปดาห์วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แก่เด็กไทยระดับ 7-8 ขวบ. รายงานการวิจัย ฉบับที่ 20 สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2519.
- จริยา ลำไย. อิทธิพลของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2521.
- Myers, Jerome L. **Fundamentals of Experimental Design**. Boston : Allyn and Bacon Inc., 1972.

## แผนภาพลำต้นและใบ

### ความหมาย

แผนภาพลำต้นและใบ (Stem and Leaf Diagram) หมายถึง แผนภาพที่แสดงการแจกแจงความถี่ของข้อมูล โดยแบ่งข้อมูลในแผนภาพออกเป็น 2 ส่วนด้วยเส้นแนวยืนตัวเลขด้านซ้ายมือเรียกว่า ลำต้น (stem) ตัวเลขด้านขวามือเรียกว่าใบ (leaf)

### ประวัติความเป็นมา

ในปี ค.ศ. 1977 เจ ดับบลิว ทูกี (J.W.Tukey) ได้เสนอวิธีการแจกแจงความถี่ของข้อมูลเชิงปริมาณ ในลักษณะตารางแจกแจงความถี่โดยจำแนกข้อมูลเป็นชั้นๆ แต่ละชั้นมีการจัดเรียงข้อมูลจากน้อยไปมากเพื่อแสดงรูปร่างของการแจกแจงซึ่งคล้ายกับแผนภูมิแท่ง (histogram) ทูกี เรียกการแจกแจงความถี่ดังกล่าวว่า stem and leaf display คำว่าบางเล่มใช้คำว่า stem and leaf diagram หรือ stem and leaf plot

### วิธีการสร้างแผนภาพลำต้นและใบ

ขั้นตอนการสร้างแผนภาพลำต้นและใบมีดังต่อไปนี้

1. กำหนดความกว้างของอันตรภาคชั้นให้มีขนาดเท่ากันทุกชั้นโดยทั่วไปควรใช้จำนวนชั้นระหว่าง 5-20 ชั้น

2. แบ่งข้อมูลแต่ละค่าออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นตัวเลขตามเรียกว่า “ใบ” ที่ลำต้นจะปรากฏค่าของชั้นที่ใบจะบอกจำนวนของข้อมูล ส่วนค่าของข้อมูลต้องอ่านจากทั้งลำต้นและใบ

3. ลากเส้นแนวยืน ใส่ค่าลำต้นซ้ายมือของเส้นแนวยืนและใส่ค่าใบที่สอดคล้องกับค่าลำต้นด้านซ้ายมือของเส้นแนวยืนโดยเรียงค่าจากน้อยไปมาก

### ตัวอย่าง 1 กรณีข้อมูลเป็นจำนวนเต็ม

คะแนนสอบความถนัดของนักเรียน 25 คน เป็นดังนี้

102	69	35	65	37
28	30	62	89	92
26	48	40	53	41
48	47	57	70	75
54	52	42	55	49

แผนภาพลำต้นและใบของคะแนนสอบความถนัดของนักเรียน 25 คน แสดงในรูป 1 ความกว้างของแต่ละอันตรภาคชั้นเท่ากับ 10 (ลำต้นกว้าง 10 หน่วย) ตัวเลขหลักสิบและหลักร้อยด้านซ้ายมือของเส้นแนวยืนคือค่าลำต้น ตัวเลขหลักหน่วยด้านขวามือของเส้นแนวยืน คือ ค่าใบที่สอดคล้องกับค่าลำต้นด้านซ้ายมือ ความยาวของใบแสดงจำนวนค่าในแต่ละชั้น ชั้นแรกมีค่าลำต้นเป็น 2 และค่าใบเป็น 6 และ 8 ซึ่งแสดงว่ามีนักเรียน 2 คนที่ได้คะแนน 20-29 โดยคนหนึ่งได้ 26 คะแนน และอีกคนหนึ่งได้ 28 คะแนน จากแผนภาพพบว่า การแจกแจงของคะแนนมีแนวโน้มเบ้ขวา เพราะนักเรียนส่วนมากได้คะแนนน้อย

ลำต้น	ใบ
2	68
3	057
4	0127889
5	23457
6	259
7	05
8	9
9	2
10	2

ลำต้นกว้าง : 10.0 หน่วย

แต่ละใบ : ค่าข้อมูล 1 ค่า

รูป 1 แผนภาพลำต้นและใบของคะแนนสอบความถนัดของนักเรียน 25 คน

ตัวอย่าง 2 กรณีข้อมูลเป็นทศนิยม 1 ตำแหน่ง เวลา (นาทีก) ที่ใช้ในการสอบความถนัดของนักเรียน 25 คน เป็นดังนี้

7.5	8.2	6.1	9.3	7.4	8.5	7.2
6.8	6.4	7.4	9.6	8.8	8.9	7.2
7.3	7.0	5.9	8.9	7.6	9.3	7.4
7.9	9.1	5.7	10.1			

แผนภาพลำต้นและใบของเวลา (นาทีก) ที่ใช้ในการสอบความถนัดของนักเรียน 25 คน แสดงในรูป 2 นี้ ความกว้างของแต่ละอันตรภาคชั้นเท่ากับ 1 (ลำต้นกว้าง 1 หน่วย) ตัวเลขหลักสิบและหลักหน่วยด้านซ้ายมือของเส้นแนวยืนคือค่าลำต้น ตัวเลขด้านขวามือของเส้นแนวยืนคือค่าใบที่สอดคล้องกับค่าลำต้นด้านซ้ายมือของเส้นแนวยืน ชั้นแรกมีลำต้นเป็น 5 และค่าใบเป็น 7 และ 9 แสดงว่ามีนักเรียน 2 คน ใช้เวลาในการสอบอยู่ในช่วง 5.0-5.9 นาทีก โดยคนหนึ่งใช้เวลา 5.7 นาทีก และอีกคนหนึ่งใช้เวลา 5.9 นาทีก จากแผนภาพพบว่าการแจกแจงของเวลามีแนวโน้มสมมาตร

ลำต้น	ใบ
5	79
6	148
7	0223444679
8	25899
9	1336
10	1

ลำต้นกว้าง : 1.0 หน่วย

แต่ละใบ : ค่าข้อมูล 1 ค่า

รูป 2 แผนภาพลำต้นและใบของเวลา (นาทีก) ที่ใช้ในการสอบความถนัดของนักเรียน 25 คน

ตัวอย่าง 3 กรณีข้อมูลเป็นทศนิยมมากกว่า 1 ตำแหน่ง

ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ของของเหลวชนิดหนึ่งจำนวน 40 ค่าเป็นดังนี้

.618	.638	.640	.642	.611	.632
.620	.621	.648	.624	.621	.629
.652	.626	.658	.664	.632	.626

.648	.643	.638	.644	.632	.639
.630	.635	.639	.640	.661	.630
.635	.645	.638	.645	.636	.648
.658	.644	.635	.636		
		ลำต้น	ใบ		
		61	18		
		62	0114669		
		63	002225556688899		
		64	00234455888		
		65	288		
		66	14		

ลำต้นกว้าง : .01 หน่วย

แต่ละใบ : ค่าข้อมูล 1 ค่า

รูป 3 แผนภาพลำต้นและใบของปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ของของเหลวชนิดหนึ่งจำนวน 40 ค่า

ตัวอย่าง 4 การเปรียบเทียบข้อมูลสองกลุ่ม

การเปรียบเทียบการแจกแจงของข้อมูลสองกลุ่มสามารถใช้แผนภาพลำต้นและใบโดยใช้ลำต้นเดียวกัน รูป 4 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชาย 19 คน และนักเรียนหญิง 21 คน จากแผนภาพจะพบว่า การแจกแจงคะแนนสอบของนักเรียนหญิงมีแนวโน้มเบ้ซ้าย ส่วนการแจกแจงคะแนนสอบของนักเรียนชาย มีแนวโน้มสมมาตร

นักเรียนชาย	นักเรียนหญิง
3	4
	5
35569	6
01233558	7
0124	8
4	9
	00033448

ลำต้นกว้าง : 10.0

แต่ละใบ : 1 หน่วย

รูป 4 แผนภาพลำต้นและใบของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน 40 คน

## ประโยชน์ของแผนภาพลำต้นและใบ

1. แผนภาพลำต้นและใบเป็นขั้นตอนแรกในการจัดอันดับข้อมูล เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการจัดเรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก

2. แผนภาพลำต้นและใบแสดงค่าของข้อมูลดิบและให้ข้อสังเกตเกี่ยวกับการแจกแจงความถี่ในรูปกราฟ เช่นเดียวกับแผนภูมิแท่งซึ่งช่วยให้มองเห็นภาพรวมของข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว

3. สามารถสร้างตารางแจกแจงความถี่สำหรับข้อมูลแบบจัดกลุ่มจากแผนภาพลำต้นและใบได้ทันที

4. นำข้อมูลจากแผนภาพลำต้นและใบไปคำนวณสรุปผลได้ทันทีโดยไม่ต้องย้อนกลับไปยังข้อมูลดิบ

สรุปแผนภาพลำต้นและใบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในการนำเสนอข้อมูลได้ทุกสาขา โดยเฉพาะด้านการศึกษา ซึ่งอาจนำแผนภาพความถี่เป็นรูปลำต้นและใบในการเสนอข้อมูลอย่างเป็นรูปธรรม

รวีวรรณ งามสันติกุล

## บรรณานุกรม

- ราชบัณฑิตยสถาน, ศัพท์คณิตศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย. 2538.
- อรพินท์ เจียรพงษ์. “การแจกแจงความถี่,” ใน สารานุกรมศึกษาศาสตร์. หน้า 548-555. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2539.
- Attwood, G., Skipworth, G. and dyer, G. statistics 1. Oxford : Heinemann Publishers (Oxford) Ltd. 1994. p. 15-19.
- Berenson, M.L. and Levine. d.M. Statistics for business and Economics. 2nded. New Jersey : Prentice-Hall Inc. 1993. p. 60-63.
- Devore, J.L. Probability and statistics for Engineering and the Sciences. California : brooks/Cole Publishing company. 1982. p. 5-7.
- Koopmans, L.M. An Introduction to contemporary statistics. Boston : Duxbury Press. 1981. p. 15-23.