

การทดสอบ t สำหรับกลุ่มตัวอย่างเดียว

สถิติสำหรับจิตวิทยา 1

สันทัด พรประเสริฐมานิต

โครงร่างการนำเสนอ

- การทำนายส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร
- การกระจายแบบ t
- การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย
- ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ
- การหาช่วงเชื่อมั่น
- การหาขนาดอิทธิพล
- การหากำลังทดสอบทางสถิติ
- การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

แนะนำ

- ในครั้งที่ผ่านมา ได้กล่าวถึงการทดสอบสมมติฐาน การหาช่วงเชื่อมั่น การหาขนาดอิทธิพล การหาคำสั่ง ในกรณีที่รู้การกระจายของประชากร (σ)
- จะทำให้มีการกระจายแบบโค้งปกติ ซึ่งเรียกค่ามาตรฐานว่าค่า z
- แต่ในบทนี้ จะกล่าวถึงกรณีที่ทั่วไปกว่า คือ ไม่ทราบค่าการกระจายของประชากร
- จะต้องนำการกระจายของกลุ่มตัวอย่าง ทำนายการกระจายของประชากร
- จะทำให้มีการกระจายแบบใหม่ที่เรียกว่าการกระจายแบบ t (t distribution) เรียกค่ามาตรฐานว่าค่า t

แนะนำ

- เช่น หากเก็บข้อมูลความพึงพอใจของผู้ใช้โรงพยาบาล โดยใช้แบบวัดที่มีคะแนนตั้งแต่ -5 คือไม่พึงพอใจอย่างมาก จนกระทั่ง 5 คือ พึงพอใจอย่างมาก
- เก็บข้อมูลจากผู้ป่วย 100 คน โดยสุ่ม ได้ $M = 0.5$ และ $SD = 1.5$
- อยากทราบว่าผู้ป่วยในโรงพยาบาลโดยทั่วไป มีความพึงพอใจหรือไม่ (จุดแบ่งระหว่างพึงพอใจและไม่พึงพอใจ คือ 0)
- ช่วงเชื่อมั่นค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ใช้โรงพยาบาล เท่ากับเท่าไร

แนะนำ

- ผู้ใช้โรงพยาบาลมีความพึงพอใจ มากกว่าเกณฑ์กลาง (0) เป็นขนาดอิทธิพลเท่าไร
- ถ้าต้องการให้กำลังในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติเป็น .80 ควรเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 100 คนหรือไม่ ถ้าใช่ต้องเก็บข้อมูลจำนวนเท่าไร

การทำนายส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

- จากเรื่องของการประมาณค่าที่ดี จะพบว่าค่าสถิติที่ใช้ในการทำนายความแปรปรวนหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรที่ดี คือ

ค่าสถิติ (กลุ่มตัวอย่าง)

ค่าพารามิเตอร์ (ประชากร)

ความแปรปรวน

$$\frac{\sum (X - M)^2}{n - 1}$$

ทำนาย

$$\frac{\sum (X - \mu)^2}{N}$$

ทำไมต้องหาร
ด้วย $n-1$

ฐาน

$$\sqrt{\frac{\sum (X - M)^2}{n - 1}}$$

ทำนาย

$$\sqrt{\frac{\sum (X - \mu)^2}{N}}$$

การทำนายส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

- จากเรื่องของการประมาณค่าที่ดี จะพบว่าค่าสถิติที่ใช้ในการทำนายความแปรปรวนหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรที่ดี คือ

$$E\left(\frac{\sum (X - M)^2}{n-1}\right) = \frac{\sum (X - \mu)^2}{N}$$

$$E\left(\sqrt{\frac{\sum (X - M)^2}{n-1}}\right) = \sqrt{\frac{\sum (X - \mu)^2}{N}}$$

การทำนายส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

- สาเหตุทำให้หารด้วย $n-1$ แล้วสามารถทำนายค่าความแปรปรวนของประชากรได้ดีกว่าหารด้วย n เนื่องจากจำนวนข้อมูลที่อิสระลดลง
- สมมติว่ามีข้อมูล 5 ตัวใช้ในการหาความแปรปรวน

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
-------	-------	-------	-------	-------

- ในการหาความแปรปรวน จะต้องรู้ค่าเฉลี่ย (M) ก่อน
- สมมติว่า ค่าเฉลี่ยของข้อมูล 5 ตัวนี้เท่ากับ 10

การทำนายส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
-------	-------	-------	-------	-------

$$M = 10$$

- สมมติให้ $X_1 = 10$; $X_2 = 9$; $X_3 = 11$; $X_4 = 8$
- X_5 ถูกจำกัดให้เท่ากับ 12 เพราะต้องให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10
- ให้ $X_1 = 1$; $X_2 = 19$; $X_3 = 11$; $X_4 = 13$
- X_5 ถูกจำกัดให้เท่ากับ 6 เพราะต้องให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10

ดังนั้น จะเห็นว่าค่าที่อิสระได้
ในที่นี้คือ 4 ตัว

การทำนายส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

- ดังนั้น ในการหาการกระจายจากกลุ่มตัวอย่าง ควรจะหารจากตัวที่อิสระสามารถกระจายได้จริงเท่านั้น
- ในที่นี้ คือ $n-1$ ตัว
- จำนวนข้อมูลที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ไม่ถูกจำกัด จะเรียกว่า องศาอิสระ (Degree of freedom; df)
- เปลี่ยนสูตรการหาความแปรปรวนได้เป็น

$$s^2 = \frac{SS_X}{df} = \frac{\sum (X - M)^2}{n - 1}$$

การทำนายส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

- เปลี่ยนสูตรการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างได้เป็น

$$s = \sqrt{\frac{SS_X}{df}} = \sqrt{\frac{\sum (X - M)^2}{n - 1}}$$

- ตั้งแต่นี้ ในการหาความแปรปรวน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากกลุ่มตัวอย่าง ให้ใช้ df หรือ $n-1$ ในการหาทุกครั้ง

การกระจายแบบ t

- โดยปกติ จะทดสอบสมมติฐานโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกับการกระจายค่าเฉลี่ยของประชากร แล้วหาค่ามาตรฐานของเหตุการณ์ที่ได้คือ

$$z = \frac{M - \mu_M}{\sigma_M} = \frac{M - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

การกระจายแบบ t

- ในกรณีที่ไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ) จะใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง (SD) แทน

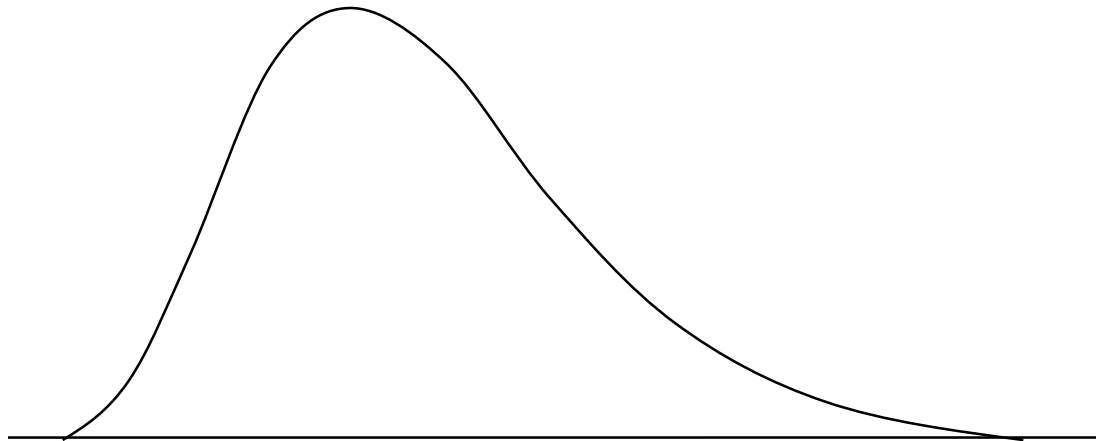
$$t = \frac{M - \mu}{\frac{SD}{\sqrt{n}}}$$

- จะเรียกสัดส่วนนี้ ว่าสัดส่วน t แทน (เพื่อให้แตกต่างจาก z)

การกระจายแบบ t

- ทำไมถึงใช้ค่า t นี้เปรียบเทียบกับโค้งปกติไม่ได้ (ขณะที่ z ได้)
- ลองดูธรรมชาติของการประมาณค่าความแปรปรวนของประชากร
- จากบทที่ 5 การกระจายความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง (Sampling Distribution of Variances) มีการกระจายไม่ได้เป็นโค้งปกติ

Chi-square Distribution

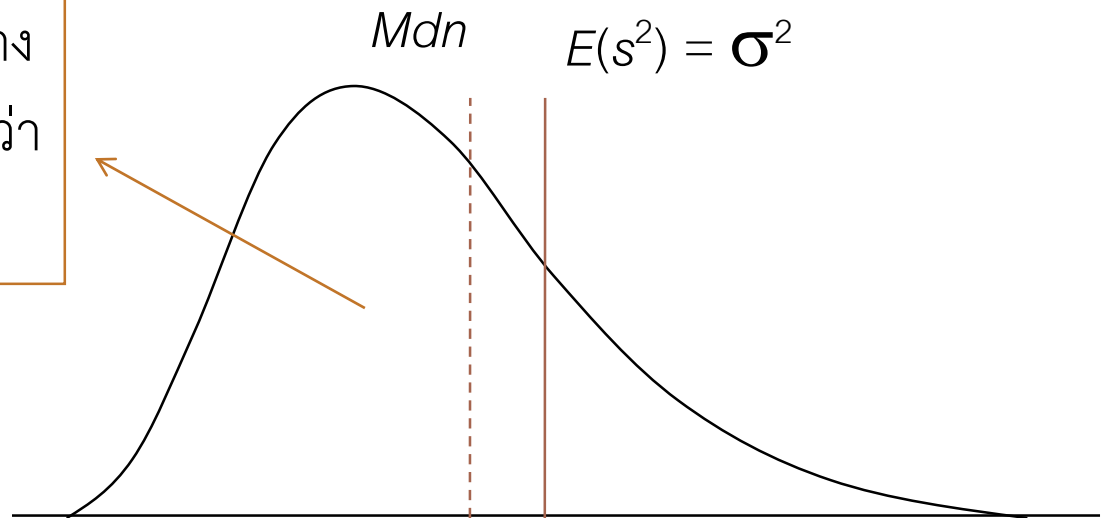


การกระจายแบบ t

- เมื่อการกระจายเป็นแบบเบ้ขวาแล้ว ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จะน้อยกว่าค่าเฉลี่ย

การกระจายเบ้ขวา เรียง Mode $\rightarrow$ Median $\rightarrow$ Mean

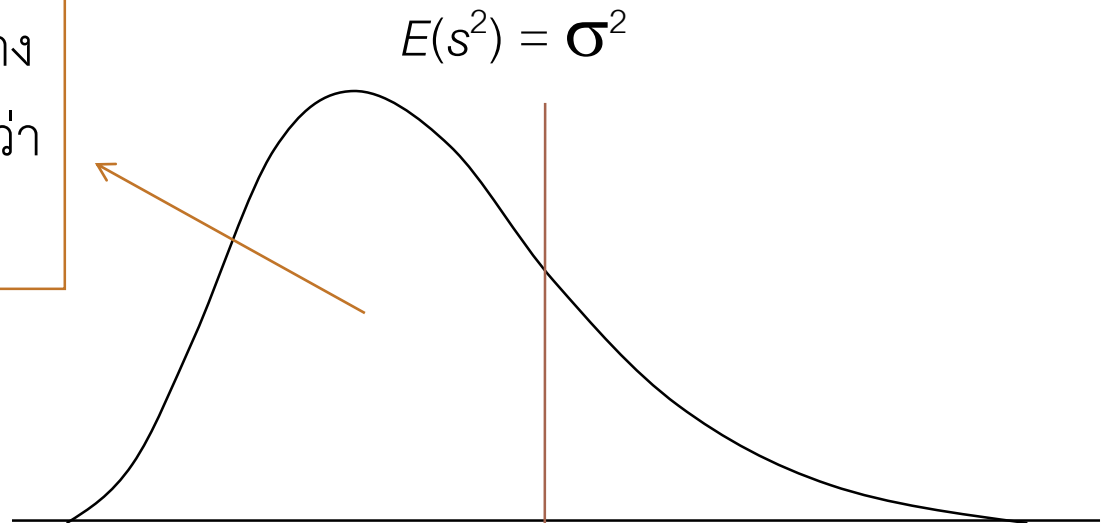
ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างมากกว่าครึ่งหนึ่ง จะมีค่าน้อยกว่าความแปรปรวนของประชากร



การกระจายแบบ t

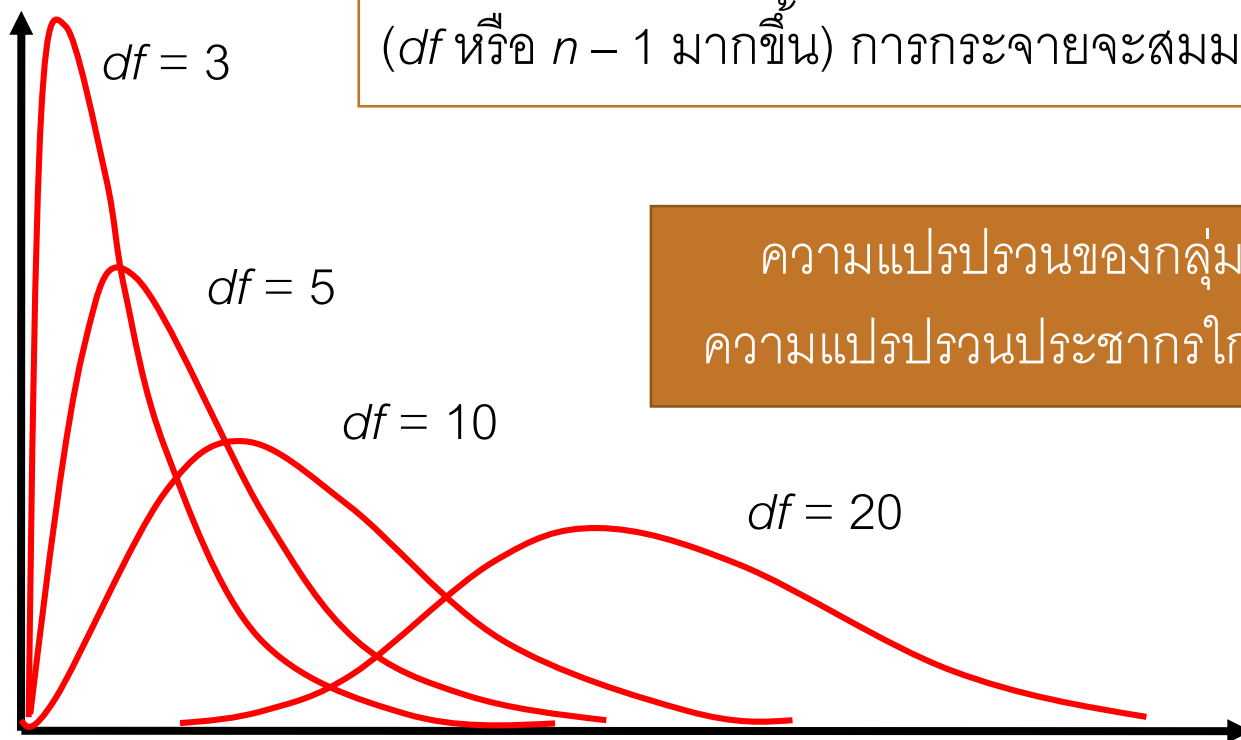
- ยิ่งจำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยเท่าไร จำนวนร้อยละความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่น้อยกว่าความแปรปรวนของประชากรยิ่งมากขึ้นเท่านั้น
- แต่ยิ่งจำนวนกลุ่มตัวอย่างมาก ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่น้อยกว่าความแปรปรวนประชากรใกล้เคียง 50 % มากขึ้น

ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างมากกว่าครึ่งหนึ่ง จะมีค่าน้อยกว่าความแปรปรวนของประชากร



การกระจายแบบ t

จะเห็นว่า ยิ่งจำนวนกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น
(df หรือ $n - 1$ มากขึ้น) การกระจายจะสมมาตรมากขึ้น



ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่น้อยกว่า
ความแปรปรวนประชากรใกล้เคียง 50 % มากขึ้น

การกระจายแบบ t

- เมื่อ s^2 ส่วนใหญ่ น้อยกว่า σ^2 ทำให้ SD ส่วนใหญ่น้อยกว่า σ
- เมื่อเป็นเช่นนั้นค่า $1/SD$ ส่วนใหญ่มากกว่า $1/\sigma$
- ส่งผลให้

$$t = \frac{M - \mu}{\frac{SD}{\sqrt{n}}}$$

ส่วนใหญ่มากกว่า

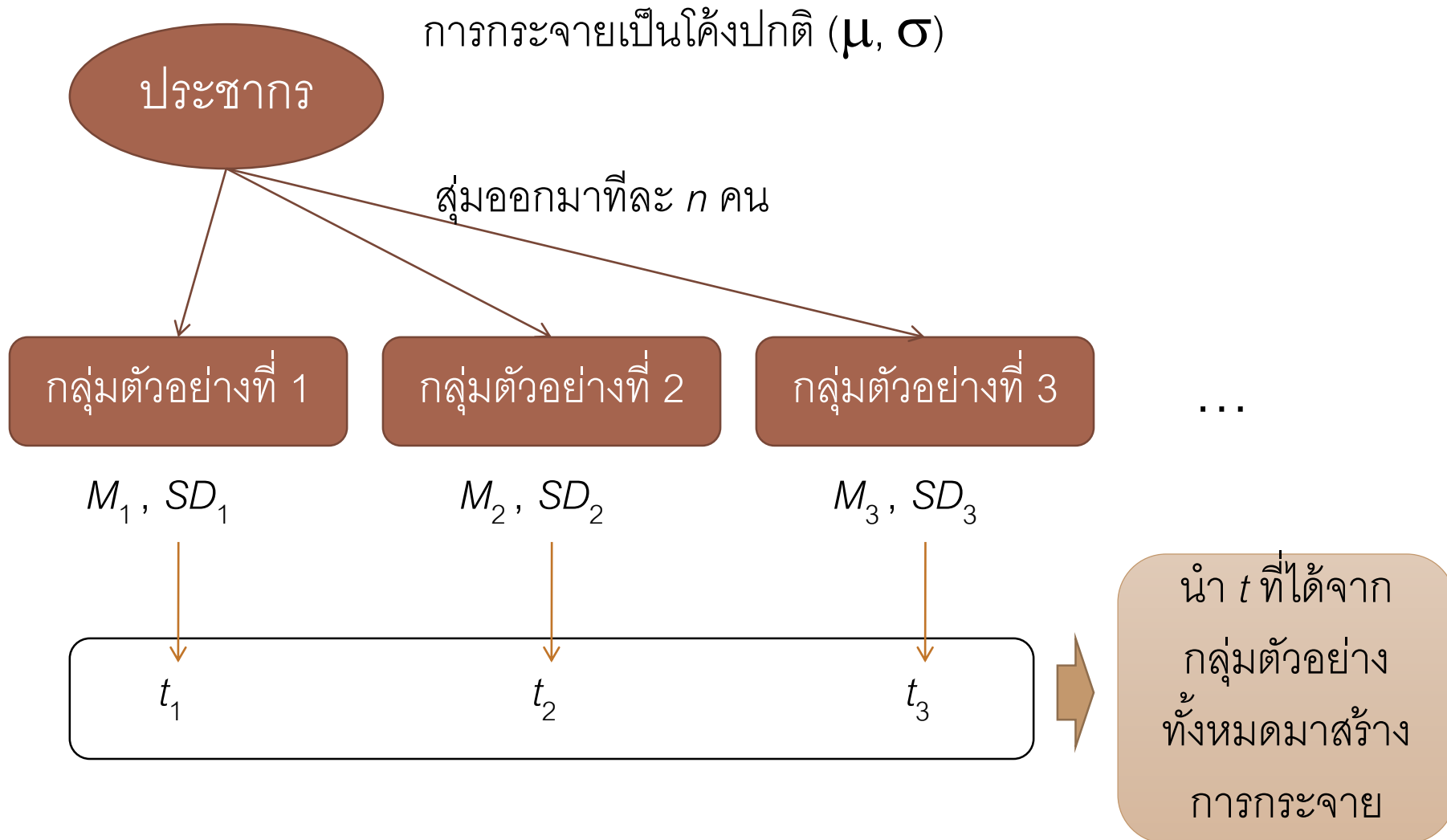
$$z = \frac{M - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

- เมื่อค่า t ส่วนใหญ่มากกว่าค่า z ทำให้ถ้าใช้ค่า t เปรียบเทียบกับโค้งปกติ โอกาสปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Reject H_0) มากขึ้น

การกระจายแบบ t

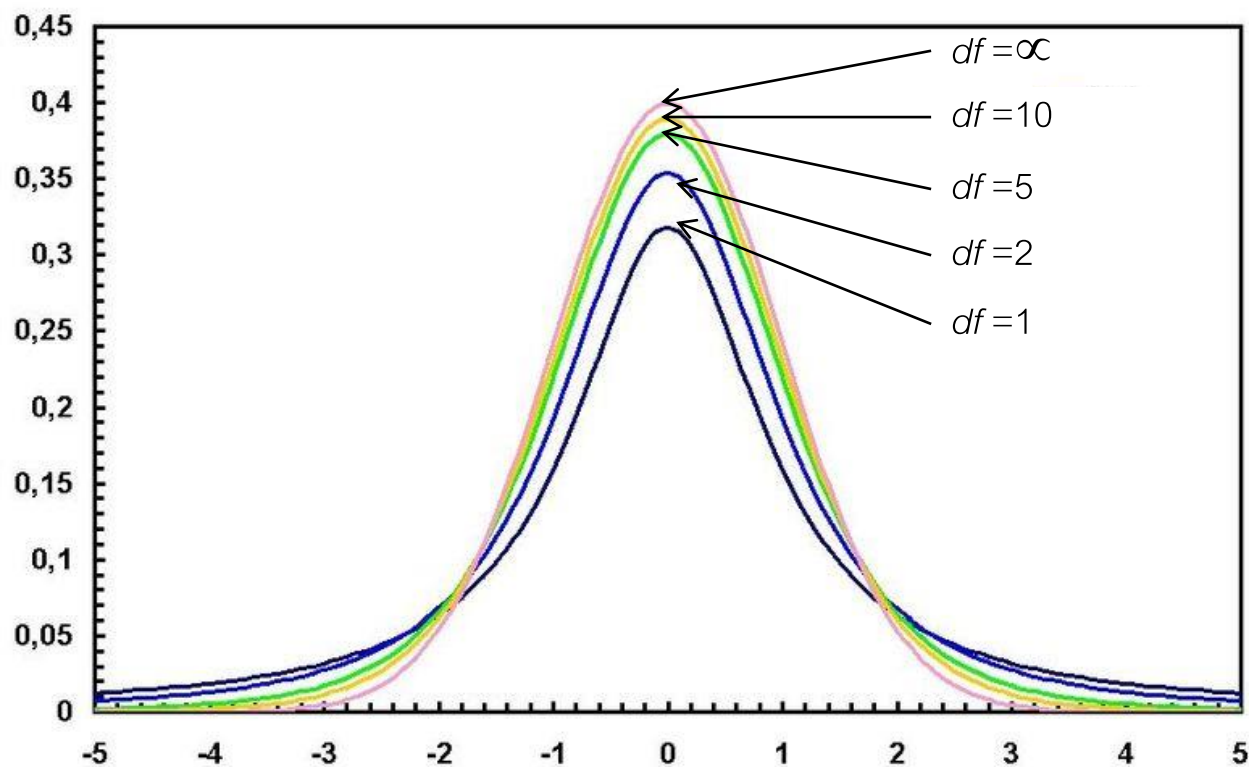
- โอกาสปฏิเสธสมมติฐานว่างที่มากขึ้นนั้น เป็นการเพิ่มขึ้นที่ผิด
- ด้วยเหตุนี้ นักสถิติจึงสร้างการกระจายใหม่ขึ้นมา โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มออกมาพร้อมกัน
- แล้วดูการกระจายของค่า t

การกระจายแบบ t



การกระจายแบบ t

- การกระจายจะเปลี่ยนไปตามขนาดกลุ่มตัวอย่างหรือตามองศาอิสระ ($df = n - 1$) คือ

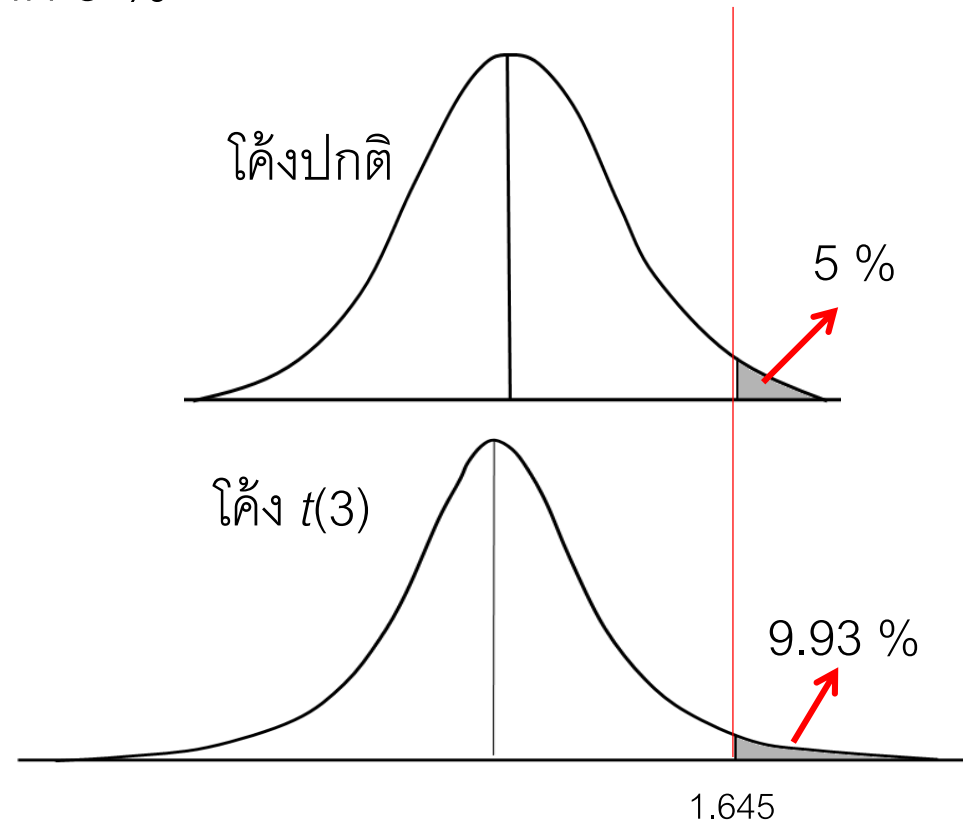


การกระจายแบบ t

- การกระจายของค่า t (t -distribution) จะมีลักษณะมีความโด่งต่ำกว่าปกติ (กราฟเทออกทั้งสองข้าง)
- การกระจายของค่า t จะเข้าใกล้โค้งปกติ เมื่อ df สูงขึ้น (เนื่องจากค่า s^2 ใกล้เคียงกับ σ^2 มากขึ้น) และจะเป็นโค้งปกติ เมื่อ $df = \infty$
- จะเห็นว่าการกระจายของค่า t และการกระจายของค่า z (เป็นโค้งปกติ) ไม่เหมือนกัน หากใช้ค่า t ไปเปรียบในโค้งปกติแล้ว จะผิดพลาด ค่า p ที่ได้ไม่สะท้อนความเป็นจริง

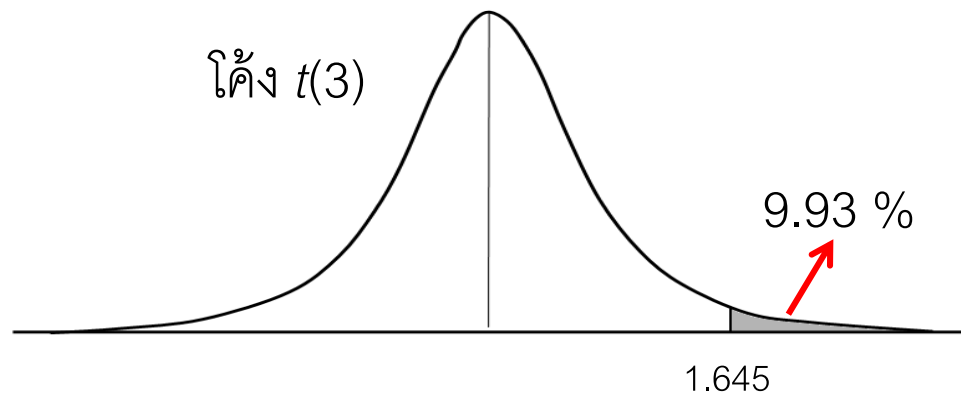
การกระจายแบบ t

- เช่น กลุ่มตัวอย่าง 4 คน
- $z = 1.645$ มีพื้นที่มากกว่าค่านี้ทั้งหมด 5 %
- แต่ $t(3) = 1.645$ มีพื้นที่มากกว่าค่านี้ทั้งหมด 9.93 %
- ค่า z ได้เท่านี้จะถึงระดับนัยสำคัญ แต่ค่า t ไม่ถึง



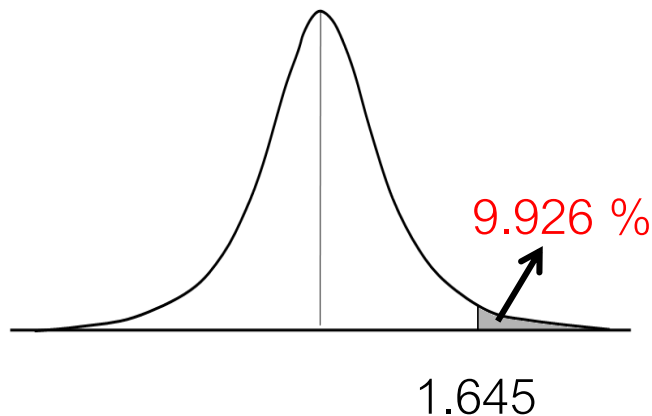
การกระจายแบบ t

- เนื่องจากพื้นที่ใต้การกระจายแบบ t นั้น เปลี่ยนแปลงไปตาม df
- ในหนังสือจะแสดงเฉพาะค่า t ที่มีพื้นที่บางพื้นที่เท่านั้น เช่น 5%, 2.5%, 1%, 0.5% เพราะจะได้สร้างเป็นค่าวิกฤตได้
- ใช้ MS EXCEL ในการหาพื้นที่ได้จากสูตร =TDIST(t , df , tails) เช่น
=TDIST(1.645,3,1) = .09926

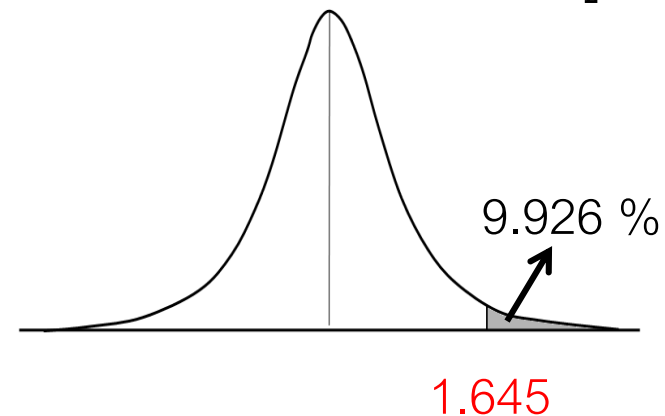


การกระจายแบบ t

- t-score $\rightarrow$ Percentile
- $=\text{TDIST}(t, df, \text{tails})$
- $=\text{TDIST}(1.645, 3, 1)$
- หาค่า p จากค่า t ที่กำหนด



- Percentile $\rightarrow$ t-score
- $\text{TINV}(t, df)$
- $\text{TINV}(0.9926 * 2, 3)$
- ฟังก์ชันนี้ใช้หา critical value ของสองทาง (หาทางเดียวก็คูณสอง)



การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- ในการทดสอบสมมติฐาน ทำเหมือนการทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ยเมื่อเป็นโค้งปกติ
- แต่เปลี่ยนการกระจายเปรียบเทียบจากโค้งปกติ เป็นการกระจายแบบ t ตาม df ที่กำหนด
 - เมื่อไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร
 - แต่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- เช่น หากเก็บข้อมูลความพึงพอใจของผู้ใช้โรงพยาบาล โดยใช้แบบวัดที่มีคะแนนตั้งแต่ -5 คือไม่พึงพอใจอย่างมาก จนกระทั่ง 5 คือ พึงพอใจอย่างมาก
- เก็บข้อมูลจากผู้ป่วย 100 คน โดยสุ่ม ได้ $M = 0.5$ และ $s = 1.5$
- อยากทราบว่าผู้ป่วยในโรงพยาบาลโดยทั่วไป มีความพึงพอใจหรือไม่ (จุดแบ่งระหว่างพึงพอใจและไม่พึงพอใจ คือ 0)

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- การทดสอบสมมติฐานสามารถทำได้สองวิธี คือ
 - การหาค่า p
 - การหาจุดวิกฤต

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- ตัวอย่าง การหาค่า p

ผู้ป่วย 100 คนมีความพึงพอใจ

ในการใช้โรงพยาบาล

$$M = 0.5; SD = 1.5$$



$$\alpha = .05$$

$$t = \frac{M - \mu}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{0.5 - 0}{\frac{1.5}{\sqrt{100}}} = 3.33$$

สมมติฐาน คือ ผู้ป่วยมีความ
พึงพอใจในการใช้โรงพยาบาล

ผู้ป่วยที่รู้สึกความพึงพอใจ
แบบเฉยๆ จะมี $\mu = 0$

คำถาม: โอกาสที่จะสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 100 คน
เจอค่า t สูงขนาดนี้มีเท่าไร

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- ตัวอย่าง การหาค่า p

ผู้ป่วย 100 คนมีความพึงพอใจ

ในการใช้โรงพยาบาล

$$M = 0.5; SD = 1.5$$



สมมติฐาน คือ ผู้ป่วยมีความ
พึงพอใจในการใช้โรงพยาบาล



$$H_0: \mu \leq 0$$



$$H_1: \mu > 0$$

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- ตัวอย่าง การหาค่า p

ผู้ป่วย 100 คนมีความพึงพอใจ

ในการใช้โรงพยาบาล

$$M = 0.5; SD = 1.5$$



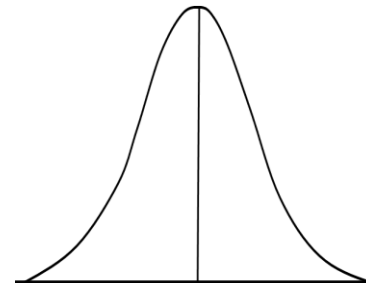
วาดภาพการสุ่มคนมีความพึงพอใจแบบ
เฉยๆ ทีละ 100 คน แล้วดูว่ามีค่า t อย่างไร



การกระจายของค่า t เมื่อสุ่มคน 100 คน



การกระจายของค่า t ที่ $df = 99$



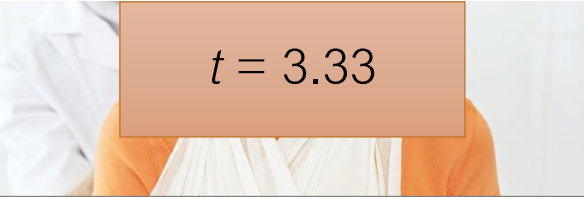
การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- ตัวอย่าง การหาค่า p

ผู้ป่วย 100 คนมีความพึงพอใจ

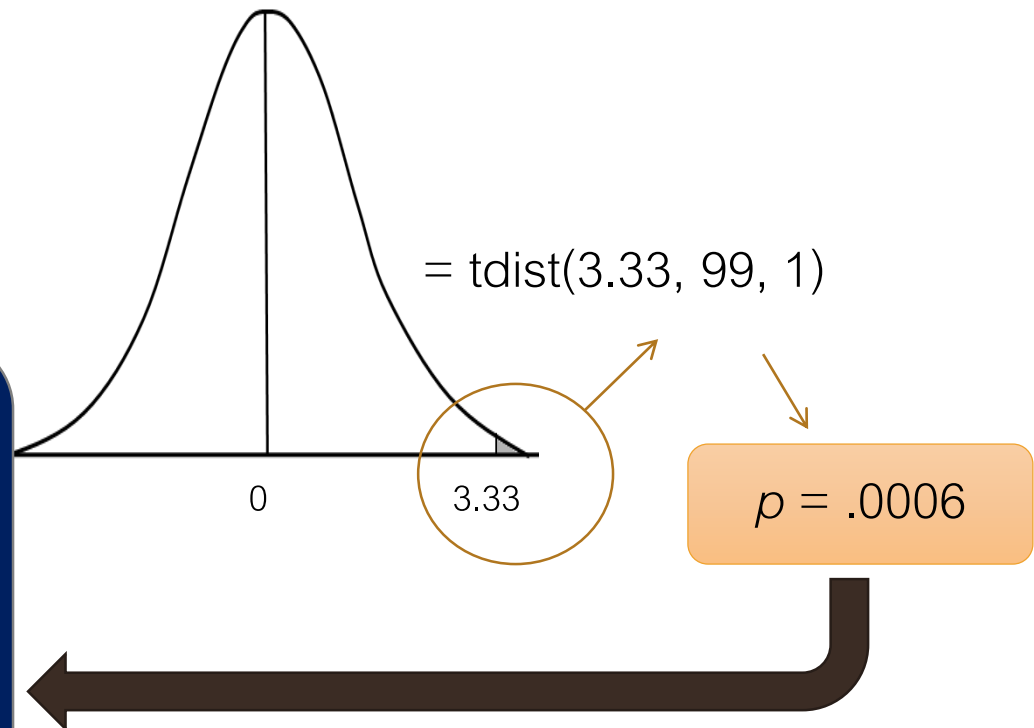
ในการใช้โรงพยาบาล

$$M = 0.5; SD = 1.5$$


$$t = 3.33$$

ถ้าสุ่มจากประชากรผู้ป่วยที่รู้สึก
เฉยๆ โอกาสที่จะสุ่มคน 100 คน
แล้วเจอค่า t สูงกว่า 3.33 (M สูง
กว่า 0.5) แต่มขึ้นไป เท่ากับ 0.06 %

หาโอกาสเจอค่า t มากกว่า
3.33 ใน $t(99)$



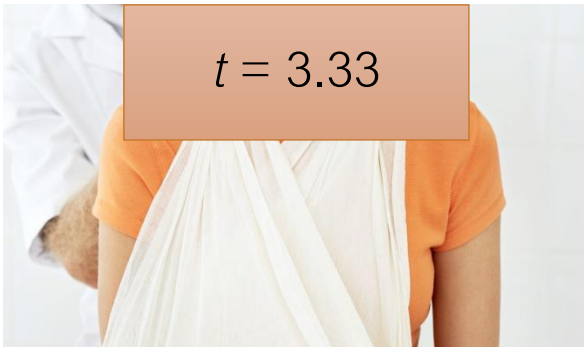
การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- ตัวอย่าง การหาค่า p

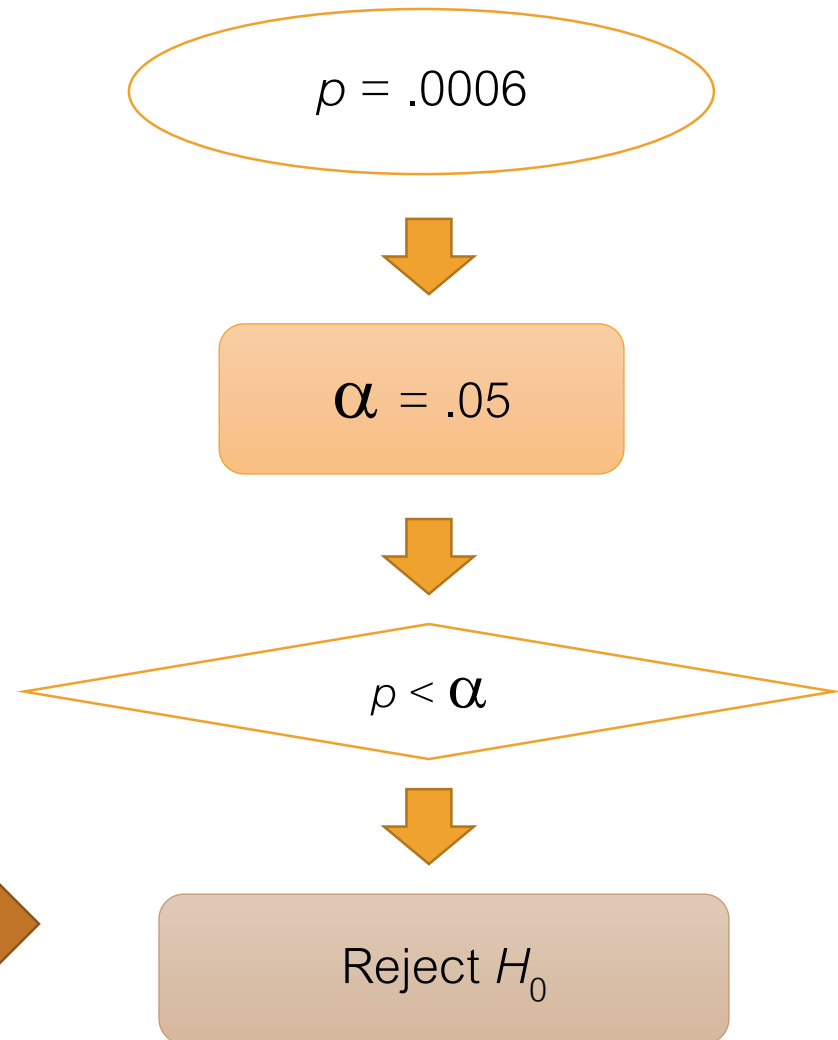
ผู้ป่วย 100 คนมีความพึงพอใจ

ในการใช้โรงพยาบาล

$$M = 0.5; SD = 1.5$$



ผู้ป่วยในโรงพยาบาลพึงพอใจ (เพราะมี
 M สูงกว่า 0 อย่างมีนัยสำคัญ)



การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- ตัวอย่าง การหาจุดวิกฤต

คอร์สฝึกอบรมการยิ้ม 16 คน
ทำให้ผู้อื่นประเมินผู้ผ่านการอบรม
ว่ามีบุคลิกภาพดีหรือไม่ ได้

$$M = 55; SD = 20$$



$$\alpha = .05$$

$$t = \frac{M - \mu}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{55 - 50}{\frac{20}{\sqrt{16}}} = 1$$

สมมติฐาน คือ ผู้ผ่านการอบรม
การยิ้ม จะถูกประเมินว่า
บุคลิกภาพดีแตกต่างจากคนทั่วไป

การประเมินคนทั่วไปโดยปกติ
จะได้ค่า $\mu = 50$

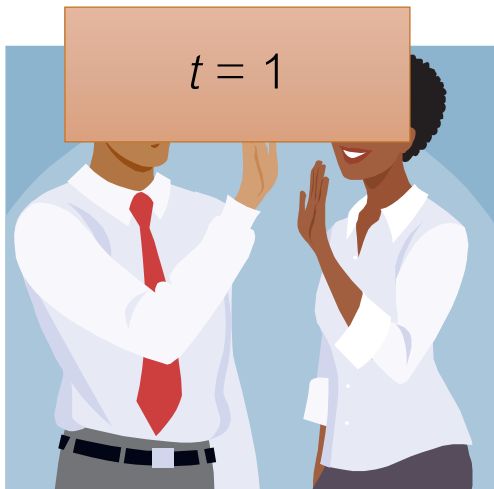
คำถาม: โอกาสที่จะสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 16 คน
จค่า t แตกต่างจากค่าเฉลี่ย (ห่างจาก 0) มากขนาดนี้มีเท่าไร

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- ตัวอย่าง การหาจุดวิกฤต

คอร์สฝึกอบรมการยิ้ม 16 คน
ทำให้ผู้อื่นประเมินผู้ผ่านการอบรม
ว่ามีบุคลิกภาพดีหรือไม่ ได้

$$M = 55; SD = 20$$



สมมติฐาน คือ ผู้ผ่านการอบรม
การยิ้ม จะถูกประเมินว่า
บุคลิกภาพดีแตกต่างจากคนทั่วไป



$$H_0: \mu = 50$$



$$H_1: \mu \neq 50$$

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

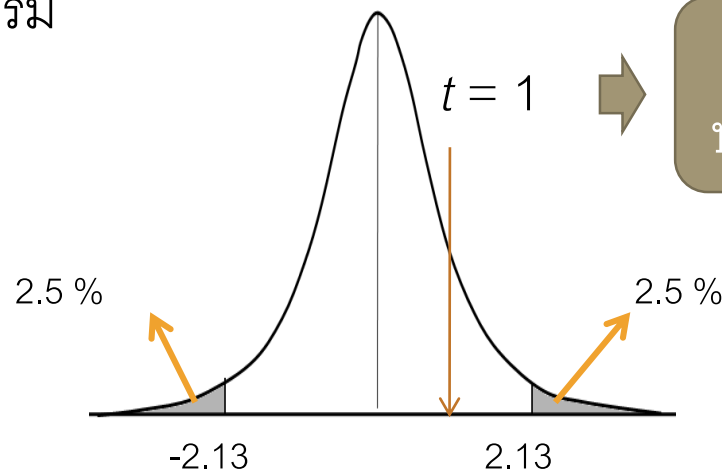
- ตัวอย่าง การหาจุดวิกฤต

คอร์สฝึกอบรมการยืม 16 คน
ทำให้ผู้อื่นประเมินผู้ผ่านการอบรม
ว่ามีบุคลิกภาพดีหรือไม่ ได้

$$M = 55; SD = 20$$



หาจุดวิกฤตโอกาสใน $t(15)$
 $= \text{TINV}(0.05, 15)$



ตกนอก
บริเวณวิกฤต

Fail to Reject H_0

ไม่สามารถสรุปได้ว่าคอร์สฝึกอบรมการยืมทำให้ผู้อื่น
ประเมินผู้ผ่านการอบรมว่าดีขึ้นจริงหรือไม่

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- การทดสอบรูปแบบนี้จะเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “การทดสอบ t แบบหนึ่งกลุ่ม ตัวอย่าง (One-sample t test)”
- แตกต่างจากการทดสอบ z ตรงที่ไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร
- การทดสอบ t แบบหนึ่งกลุ่มตัวอย่างสามารถวิเคราะห์โดยโปรแกรม SPSS ได้

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- เช่น มาตรฐานของการศึกษาของประเทศ ประชากรควรได้รับการศึกษาอย่างน้อย 9 ปี
- ผู้ว่าฯ ของจังหวัดหนึ่งได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,496 คน เพื่อศึกษาว่าการศึกษาของประชากรในจังหวัดสูงกว่ามาตรฐานหรือไม่
- จากกลุ่มตัวอย่าง 1,496 คน: $M = 13.04$; $SD = 3.07$

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- เช่น

กลุ่มตัวอย่าง 1,496 คน

มีระดับการศึกษา

$M = 13.04$; $SD = 3.07$



สมมติฐาน คือ ประชากรจังหวัดนี้
มีระดับการศึกษาสูงกว่ามาตรฐาน



มาตรฐานการศึกษา
จะได้ค่า $\mu = 9$

คำถาม: โอกาสที่จะสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 1,496 คน
จากเกณฑ์มาตรฐาน จะมีค่าเฉลี่ยสูงขนาดนี้มีเท่าไร

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- เช่น

กลุ่มตัวอย่าง 1,496 คน

มีระดับการศึกษา

$M = 13.04$; $SD = 3.07$



สมมติฐาน คือ ประชากรจังหวัดนี้
มีระดับการศึกษาสูงกว่ามาตรฐาน



$H_0: \mu \leq 9$



$H_1: \mu > 9$

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- เช่น

กลุ่มตัว

มีระ

$M = 13$



*GSS 93 for Missing Values.sav [DataSet1] - SPSS Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Add-ons Window Help

1 : id 1 Visible: 67 of 67 Variables

	id	educ	var	var	var	var	var
1	1	11					
2	2	16					
3	3	16					
4	4	15					
5	5	17					
6	6	11					
7	7	12					
8	8	12					
9	9	18					
10	10	18					
11	11	18					
12	12	15					

Data View Variable View

SPSS Processor is ready

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- เช่น

กลุ่ม

$M =$



The screenshot shows the SPSS Data Editor window for a file named '*GSS 93 for Missing Values.sav [DataSet1]'. The 'Analyze' menu is open, and the 'Compare Means' option is selected. The submenu for 'Compare Means' is displayed, showing the following options: 'Means...', 'One-Sample T Test...', 'Independent-Samples T Test...', 'Paired-Samples T Test...', and 'One-Way ANOVA...'. The 'One-Sample T Test...' option is highlighted. The main window displays a data table with columns 'id' and 'edu'. The 'id' column contains values from 1 to 12, and the 'edu' column is empty. The status bar at the bottom indicates 'SPSS Processor is ready'.

	id	edu
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	
5	5	
6	6	
7	7	
8	8	
9	9	
10	10	
11	11	
12	12	

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- เช่น

กลุ่ม

M

The screenshot shows the SPSS Data Editor window with a dataset named '*GSS 93 for Missing Values.sav [DataSet1]'. The 'One-Sample T Test' dialog box is open, showing 'id' as the Test Variable(s) and 'educ' as the Test Variable(s). The Test Value is set to 9. The dialog box has buttons for OK, Paste, Reset, Cancel, and Help. The background shows a list of cases (1 to 12) and a variable view.

ใส่ตัวแปรที่ใช้
เปรียบเทียบ

ค่า H_0 ที่ใช้
เปรียบเทียบ

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- เช่น

กลุ่มตัวอย่าง 1,496 คน
มีระดับการศึกษา

$M = 13.04$; $SD = 3.07$

หาโอกาสที่จะสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
1,496 คน จากเกณฑ์มาตรฐาน
จะมีค่าเฉลี่ยสูงขนาดนี้มีเท่าไร

$t(1495) = 50.80$ $M - \mu_0 = 4.04$
One-Sample Test $p = .000$ หรือ $p < .001$ สองทาง
 $\mu_0 = 9$

	Test Value = 9					
						95% Confidence Interval of the Difference
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
educ	50.799	1495	.000	4.037	3.88	4.19

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- เช่น

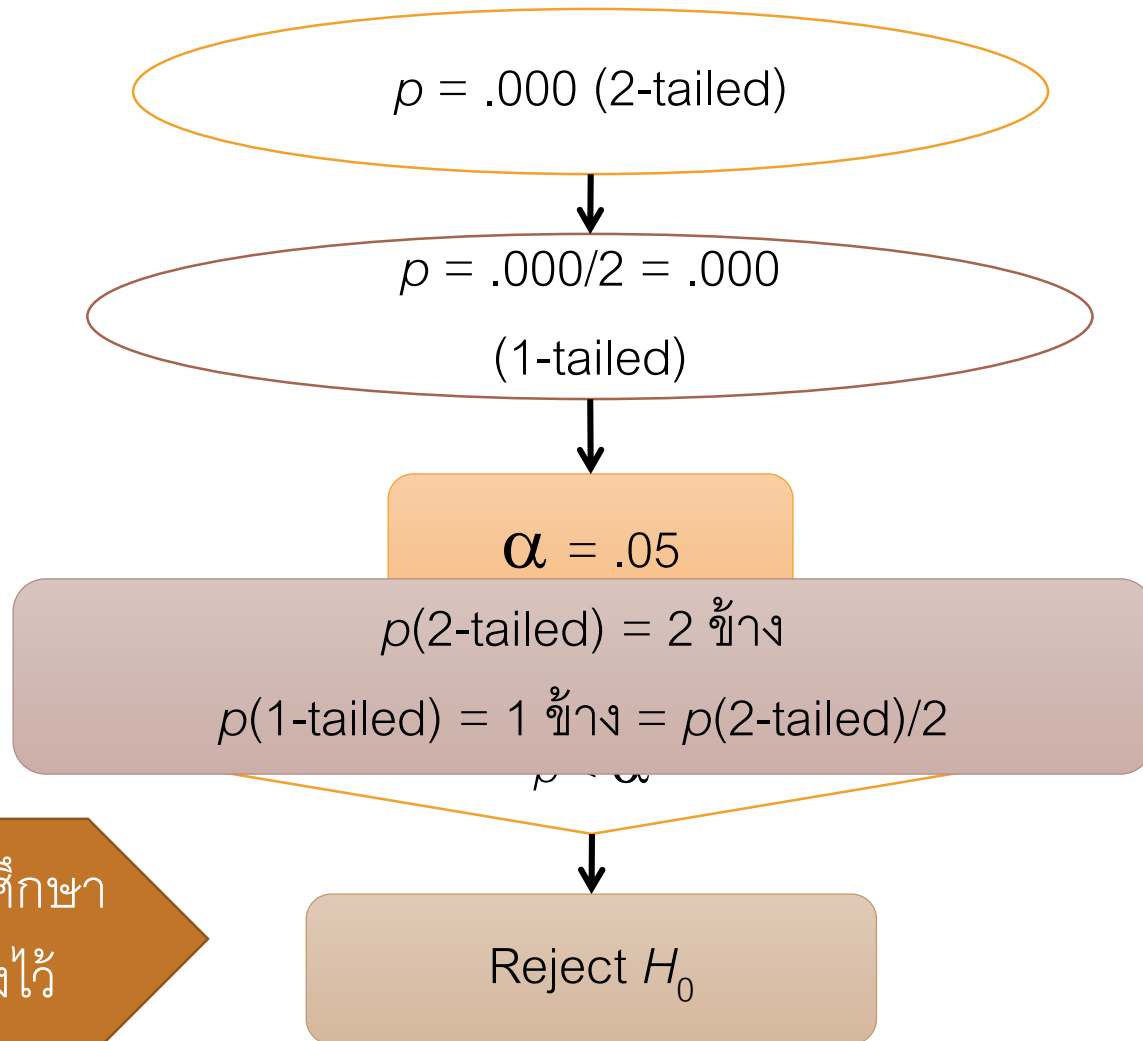
กลุ่มตัวอย่าง 1,496 คน

มีระดับการศึกษา

$M = 13.04$; $SD = 3.07$



ประชากรจังหวัดดังกล่าว มีการศึกษา
สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ได้ตั้งไว้



การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- สถิติตัวต่อไป จะกล่าวถึงวิธีการวิเคราะห์ด้วย SPSS เท่านั้น
- หลักการจะคล้ายๆ กับหลักการที่ได้กล่าวไปข้างต้น คือ โปรแกรมจะให้ค่า $p(2\text{-tailed})$ มา เพื่อตัดสินใจ
- ถ้าต้องการทดสอบสองทาง สามารถใช้ $p(2\text{-tailed})$ ในการเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญได้เลย
- แต่ถ้าต้องการทดสอบทางเดียว
 - ทิศทางค่าเฉลี่ยตรงกันข้ามกับ Alternative Hypothesis $\rightarrow p(1\text{-tailed}) > .50$
 - ทิศทางค่าเฉลี่ยตรงกับ Alternative Hypothesis $\rightarrow$ ให้นำค่า $p(2\text{-tailed})$ ไปหารสองก่อน แล้วจึงเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญ

ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

- ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว
 - ประชากรมีการกระจายเป็นโค้งปกติ
- ถ้าประชากรไม่ได้เป็นโค้งปกติแล้ว การกระจายค่า t จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง จะไม่ได้มีรูปร่างเป็นการกระจายแบบ t ทำให้ค่า p ที่หาได้นั้นผิดเพี้ยนไป

ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

- ปกติเราจะไม่รู้การกระจายของประชากรว่าเป็นโค้งปกติหรือไม่
- นักสถิติได้ลองทดสอบสุ่มการกระจายที่ไม่ได้เป็นโค้งปกติ แล้วลองใช้การกระจาย t เปรียบเทียบดู พบว่าผลที่ได้ยังแม่นยำอยู่
- แสดงว่าการทดสอบ t มีความแข็งแกร่ง (Robustness) ต่อการละเมิดข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติข้อนี้

การเขียนรายงาน

- เช่น การศึกษานี้ต้องการทดสอบว่า จังหวัดนี้มีมาตรฐานการศึกษาสูงกว่ามาตรฐานการศึกษาของประเทศไทยหรือไม่ (9 ปี) จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,496 คน มีค่าเฉลี่ยของจำนวนปีที่ได้รับการศึกษาเท่ากับ 13.04 ปี ($SD = 3.07$) เมื่อใช้การทดสอบค่า t แบบหนึ่งกลุ่มตัวอย่าง (One sample t -test) พบว่า ค่าเฉลี่ยดังกล่าวสูงกว่ามาตรฐานการศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t(1495) = 50.8, p < .05$)

การหาช่วงเชื่อมั่น

- ในการสร้างช่วงเชื่อมั่น ทำเหมือนสร้างช่วงเชื่อมั่นจากค่าเฉลี่ยเมื่อเป็นโค้งปกติ
- แต่เปลี่ยนการสร้างช่วงเชื่อมั่นโดยใช้พื้นฐานจากโค้งปกติ เป็นใช้พื้นฐานจากการกระจายแบบ t ตาม df ที่กำหนด
- เปลี่ยนการใช้ σ เป็น SD
- ได้สูตรดังต่อไปนี้

$$CI_{1-\alpha} = M \pm t_{\alpha/2, df} \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

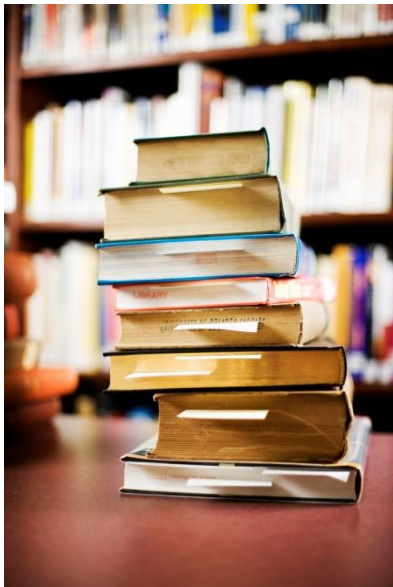
การหาช่วงเชื่อมั่น

- ประโยชน์ของการหาช่วงเชื่อมั่น คือ การประมาณค่าพารามิเตอร์ (ในที่นี้ คือ ค่าเฉลี่ยประชากร)
- มีผลทางอ้อม คือ สามารถใช้ในการทดสอบสมมติฐานได้

การหาช่วงเชื่อมั่น

- ตัวอย่าง

สุ่มนิสิตคณะจิตวิทยาจำนวน 30 คน
ใช้เวลาการอ่านหนังสือภาษาอังกฤษ
 $M = 10$ นาที/หน้า; $SD = 2$ นาที/หน้า



$$M = 10; SD = 2; N = 30$$

หา $CI_{.95}$ ประมาณค่า μ

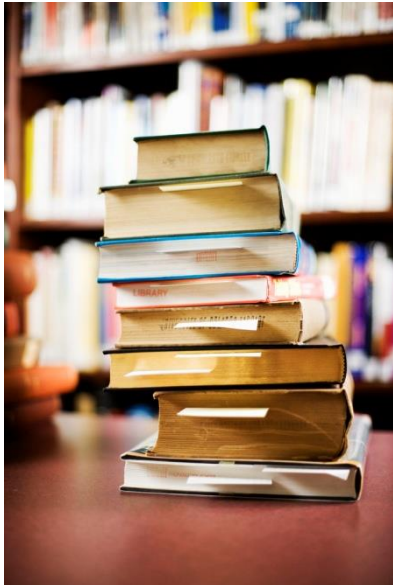
$$CI_{1-\alpha} = M \pm t_{\alpha/2, df} \frac{SD}{\sqrt{n}} = 10 \pm (2.045) \frac{2}{\sqrt{30}}$$

$$CI_{.95} = (9.25, 10.75)$$

การหาช่วงเชื่อมั่น

- ตัวอย่าง

สุ่มนิสิตคณะจิตวิทยาจำนวน 30 คน
ใช้เวลาการอ่านหนังสือภาษาอังกฤษ
 $M = 10$ นาที/หน้า; $SD = 2$ นาที/หน้า



สมมติต้องการทดสอบสมมติฐาน
เพิ่มเติม

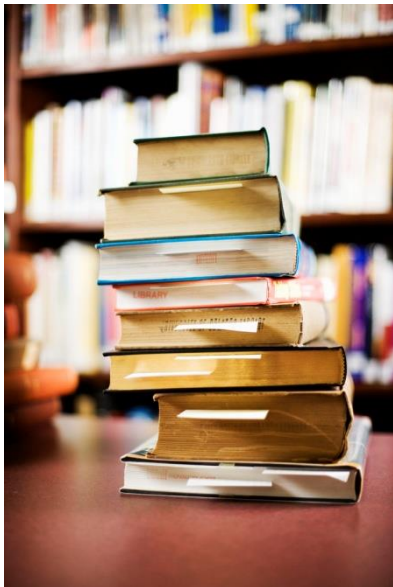
สมมติฐาน คือ นิสิตจิตวิทยาอ่านหนังสือ
อังกฤษแตกต่างจากนิสิตคณะอื่น

นิสิตคณะอื่นอ่านหนังสืออังกฤษ
ได้เร็ว $\mu = 9$ นาที/หน้า

การหาช่วงเชื่อมั่น

- ตัวอย่าง

สุ่มนิสิตคณะจิตวิทยาจำนวน 30 คน
ใช้เวลาการอ่านหนังสือภาษาอังกฤษ
 $M = 10$ นาที/หน้า; $SD = 2$ นาที/หน้า



สมมติต้องการทดสอบสมมติฐาน
เพิ่มเติม

สมมติฐาน คือ นิสิตจิตวิทยาอ่านหนังสือ
อังกฤษแตกต่างจากนิสิตคณะอื่น

$$H_0: \mu = 9$$

$$H_1: \mu \neq 9$$

การหาช่วงเชื่อมั่น

- ตัวอย่าง

สุ่มนิสิตคณะจิตวิทยาจำนวน 30 คน
ใช้เวลาการอ่านหนังสือภาษาอังกฤษ
 $M = 10$ นาที/หน้า; $SD = 2$ นาที/หน้า



นิสิตจิตวิทยาใช้เวลาในการอ่าน
หนังสือภาษาอังกฤษ
ช้ากว่านิสิตทั่วไป

นำ $CI_{.95}$ ที่ได้มาเปรียบเทียบกับ H_0

$$CI_{.95} = (9.25, 10.75)$$

$$M = 10$$

$$H_0: \mu = 9$$



9.25

10.75

H_0 อยู่นอก CI



Reject H_0

การหาช่วงเชื่อมั่น

- การหาช่วงเชื่อมั่น สามารถใช้โปรแกรม SPSS ช่วยในการหาได้
- โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เหมือนการหาทดสอบ t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว
- ผลการวิเคราะห์จะแสดงช่วงเชื่อมั่นออกมาให้

การหาช่วงเชื่อมั่น

- เช่น

สำรวจผู้ที่ทำงานตำแหน่งหัวหน้างาน
จำนวน 474 คนว่าได้เงินเดือนเท่าไร
 $M = 34,420$ บาท; $SD = 17,076$ บาท

ในการหา $CI_{.95}$ ผ่าน One-sample
T test ต้องใส่ค่า H_0 ก่อน เช่น 30,000 บาท

$$M - \mu_0 = 4,420$$

$$CI_{.95} \text{ ของ } \mu - \mu_0 \\ = (2878, 5961)$$

One-Sample Test

	Test Value = 30000					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
salary	5.635	473	.000	\$4,419.568	\$2,878.40	\$5,960.73

การหาช่วงเชื่อมั่น

- เช่น

สำรวจผู้ที่ทำงานตำแหน่งหัวหน้างาน
จำนวน 474 คนว่าได้เงินเดือนเท่าไร
 $M = 34,420$ บาท; $SD = 17,076$ บาท



ในการหา $CI_{.95}$ ผ่าน One-sample
T test ต้องใส่ค่า H_0 ก่อน เช่น 30,000 บาท

$$CI_{.95} \text{ ของ } \mu - \mu_0 = (2878, 5971)$$

$$CI_{.95} \text{ ของ } \mu = (32878, 35971)$$

จากข้อมูลทำให้มีความเชื่อมั่นระดับ .95 ว่าประชากร
ตำแหน่งหัวหน้างานจะมีค่าเฉลี่ยของเงินเดือนอยู่ในช่วง
32,878 บาท ถึง 35,971 บาท

การหาช่วงเชื่อมั่น

- เช่น

สำรวจผู้ที่ทำงานตำแหน่งหัวหน้างาน
จำนวน 474 คนว่าได้เงินเดือนเท่าไร
 $M = 34,420$ บาท; $SD = 17,076$ บาท



สามารถนำ $C/.95$ นี้ไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานได้



สมมติฐาน คือ หัวหน้างานได้
เงินแตกต่างจากสองปีที่แล้ว



เมื่อสองปีที่แล้ว หัวหน้างานมีเงินเดือนเฉลี่ย
30,000 บาท

การหาช่วงเชื่อมั่น

- เช่น

สำรวจผู้ที่ทำงานตำแหน่งหัวหน้างาน
จำนวน 474 คนว่าได้เงินเดือนเท่าไร
 $M = 34,420$ บาท; $SD = 17,076$ บาท



สามารถนำ $CI_{.95}$ นี้ไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานได้

สมมติฐาน คือ หัวหน้างานได้
เงินแตกต่างจากสองปีที่แล้ว

$$H_0: \mu = 30000$$

$$H_1: \mu \neq 30000$$

การหาช่วงเชื่อมั่น

- เช่น

สำรวจผู้ที่ทำงานตำแหน่งหัวหน้างาน
จำนวน 474 คนว่าได้เงินเดือนเท่าไร
 $M = 34,420$ บาท; $SD = 17,076$ บาท



หัวหน้างานในปีนี้มีค่าเฉลี่ยเงินเดือน
สูงขึ้นมากกว่าสองปีที่ผ่านมา

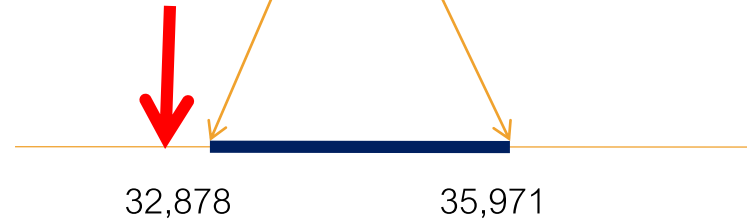


สามารถนำ $CI_{.95}$ นี้ไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานได้

$$CI_{.95} = (32878, 35971)$$

$$M = 34,420$$

$$H_0: \mu = 30,000$$



H_0 อยู่นอก CI

Reject H_0

การทดสอบสมมติฐานจากค่าเฉลี่ย

- การหาช่วงเชื่อมั่นครั้งต่อไป จะกล่าวถึงวิธีการวิเคราะห์ด้วย SPSS เท่านั้น
- จะเป็นการสร้างช่วงเชื่อมั่นระดับ .95 ขึ้นมา (หากเปลี่ยนระดับความเชื่อมั่น ก็สามารถปรับโปรแกรมให้ทำได้)

การหาขนาดอิทธิพล

- การหาขนาดอิทธิพล ใช้หลักการเดียวกันกับการหาอิทธิพลในการทดสอบ z คือ

$$\delta = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma}$$

$$d = \frac{M_1 - \mu_0}{SD}$$

- ค่าพารามิเตอร์ใด ที่ไม่ทราบค่า ให้ประมาณค่าจากกลุ่มตัวอย่าง ในที่นี้คือ μ_1 และ σ ที่ประมาณค่าด้วย M และ SD ตามลำดับ
- ในการหาค่า M , SD สามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณได้

การหาขนาดอิทธิพล

- เช่น เงินเดือนเพิ่มขึ้นจากสองปีที่แล้ว เทียบเท่ากับขนาดอิทธิพลเท่าไร

$$d = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma} = \frac{34,420 - 30,000}{17,076} = 0.26$$

- เงินเดือนที่เพิ่มขึ้น เทียบเป็นขนาดอิทธิพลระดับน้อยถึงปานกลาง

การหาขนาดอิทธิพล

- หากต้องการหาช่วงเชื่อมั่นของขนาดอิทธิพล สามารถทำได้โดยแปลงคะแนนดิบจากช่วงเชื่อมั่น ให้เป็นขนาดอิทธิพล
- เช่น เงินเดือนเพิ่มขึ้นจากสองปีที่แล้ว มีช่วงเชื่อมั่นของขนาดอิทธิพลระดับ .95 เท่าไร

$$CI_{.95} \text{ ของ } \mu - \mu_0 = (2878, 5971)$$

หารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
คือ 17,076 บาท

$$CI_{.95} \text{ ของ } \delta = (0.17, 0.35)$$

มีความเชื่อมั่นระดับ .95 ว่าเงินเดือนที่เพิ่มขึ้นเทียบเท่ากับขนาดอิทธิพล
เท่ากับ 0.17 ถึง 0.35 แสดงถึงขนาดอิทธิพลน้อย

การหาขนาดอิทธิพล

- แท้จริงแล้ว การหาช่วงเชื่อมั่นของขนาดอิทธิพลแบบนี้ ไม่ใช่วิธีที่ถูกต้องที่สุด เพราะว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่นำไปหารนั้น ได้รับอิทธิพลจากความคลาดเคลื่อนจากการสุ่ม (Sampling error)
- วิธีที่ถูกต้อง สามารถวิเคราะห์ได้ด้วย MBESS package in R
- วิธีที่ปลอดภัยถือว่าเป็นการประมาณค่าที่ดี หากค่า d ห่างจาก 0 ไม่มาก

การหาลำโพง

- การหาลำโพง เป็นการทดสอบว่าถ้ากลุ่มมาจากประชากรที่สมมติฐานทางเลือกเป็นจริง เช่น ประชากรเงินเดือนปีนี้ (เพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว)
- ด้วยขนาดกลุ่มตัวอย่างระดับหนึ่ง จะมีโอกาสเจอกลุ่มตัวอย่างที่ปฏิเสธสมมติฐานมากน้อยเพียงใด

การหาคำสั่ง

- การหาคำสั่งด้วยสถิติการทดสอบ t จากกลุ่มตัวอย่างเดียว จะซับซ้อนมากกว่าปกติ
- เนื่องจากจะสร้างโค้งปกติ เหมือนการทดสอบ z จะเปลี่ยนไปสร้างการกระจายแบบ t แทน ในสองประการ คือ
 - การกระจายของ H_0
 - การกระจายของประชากรที่ต้องการหาคำสั่ง
- การทดสอบจะซับซ้อนเล็กน้อย โดยปกติจะหาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

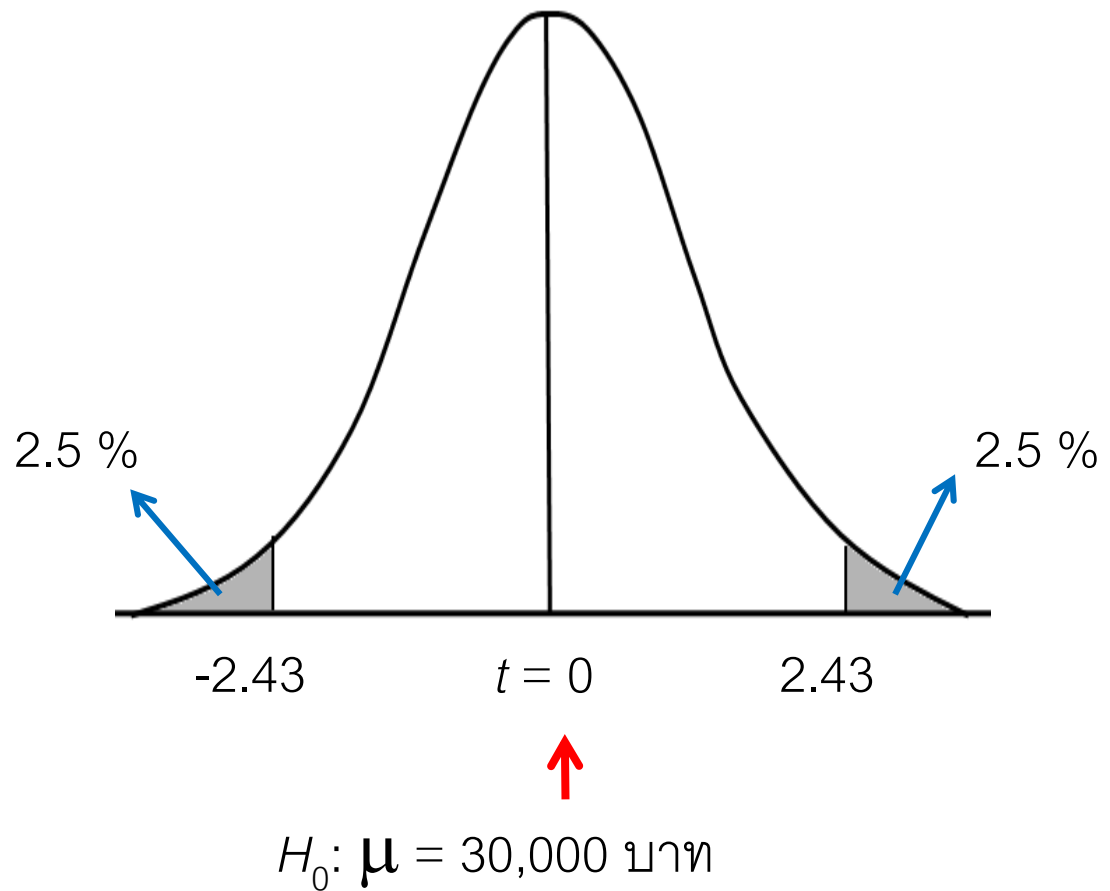
การหาค่าลัง

- ตัวอย่าง โอกาสสุ่มประชากรที่เงินเดือนเฉลี่ย 34,420 บาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 17,076 บาท ด้วยขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 20 คน จะมีค่าลังในการทดสอบเท่าไร
- ใช้การทดสอบสองทาง ระดับนัยสำคัญเท่ากับ .05



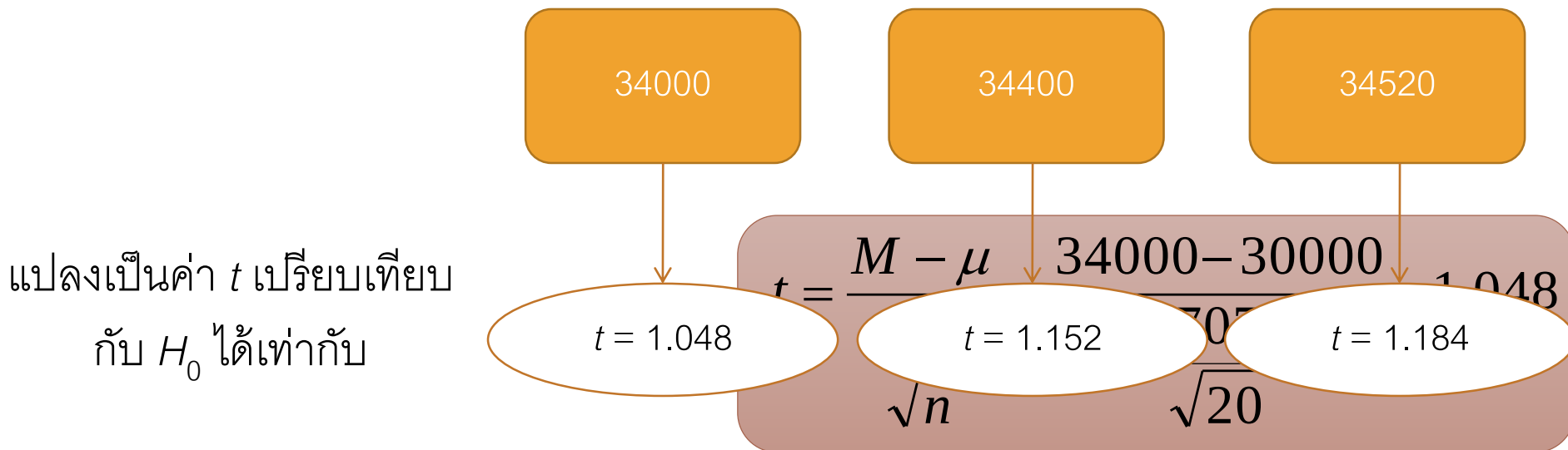
การหาค่าตั้ง

- สร้างการกระจาย t ของ H_0



การหาค่า t

- สร้างการกระจาย t ของ H_1 กล่าวคือ ดูว่า หากสุ่มกลุ่มตัวอย่างจาก H_1 ออกมาแล้ว ค่า t เมื่อเปรียบเทียบกับ H_0 ออกมาจะมีค่าเป็นอย่างไร
- เช่น จากกลุ่มที่มีรายได้เฉลี่ย $\mu = 34,420$ บาท อาจสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้เท่ากับ



การหาคำสั่ง

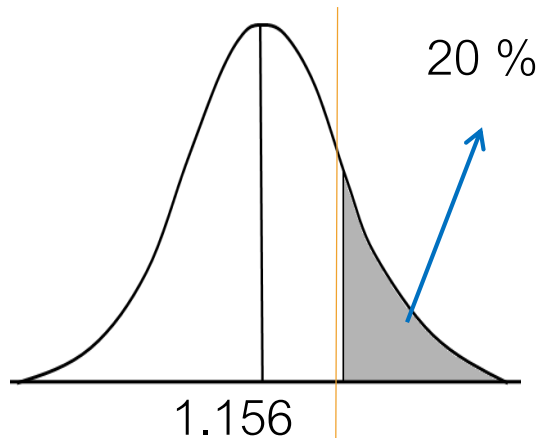
- การกระจายของ H_1 จะไม่เป็น t distribution แต่จะอยู่ในรูปของการกระจายที่เรียกว่า Noncentral t distribution
- กระบวนการค่อนข้างซับซ้อน จึงจะนำเสนอในการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์เท่านั้น
- นำการกระจาย t ของ H_0 และ H_1 มาเปรียบเทียบกัน
- ดูว่าค่า t ที่ได้จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากประชากร H_1 จะมีจำนวนเท่าไร ที่ค่าดังกล่าวสูงกว่าค่าวิกฤต (Critical Value)

การหาค่าลั้ง

- นำการกระจาย t ของประชากรทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน

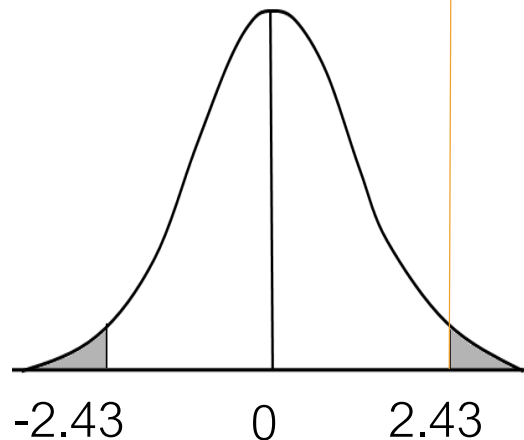
เงินเดือนปัจจุบัน

$\mu = 34,420$ บาท



เงินเดือนสองปีก่อน

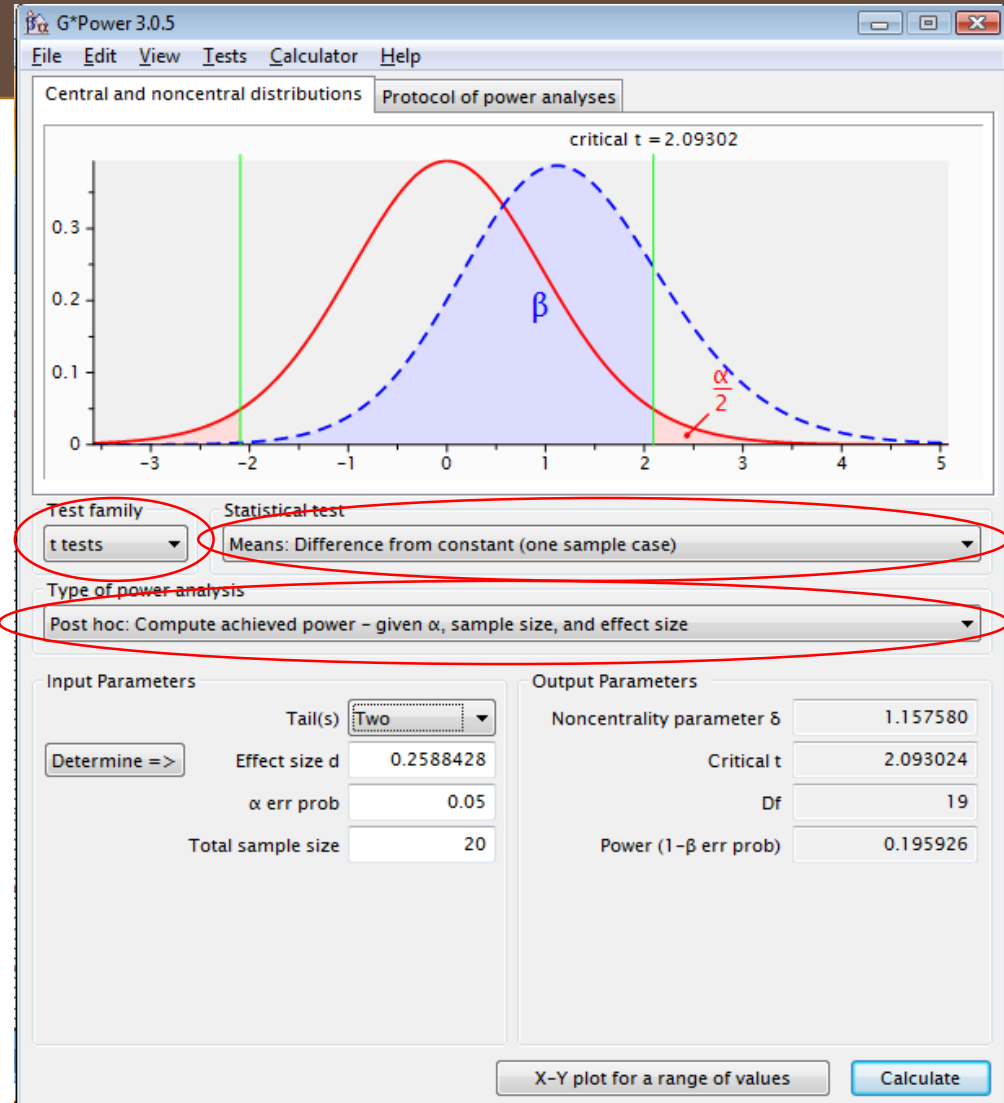
$\mu = 30,000$ บาท



หากกลุ่มประชากร
หัวหน้างานปัจจุบัน มา
กลุ่มละ 20 คน จะมี
โอกาสที่เงินเดือนสูง
กว่าอย่างมีนัยสำคัญ
อยู่ที่ 20 %

การหาคำลั่ง

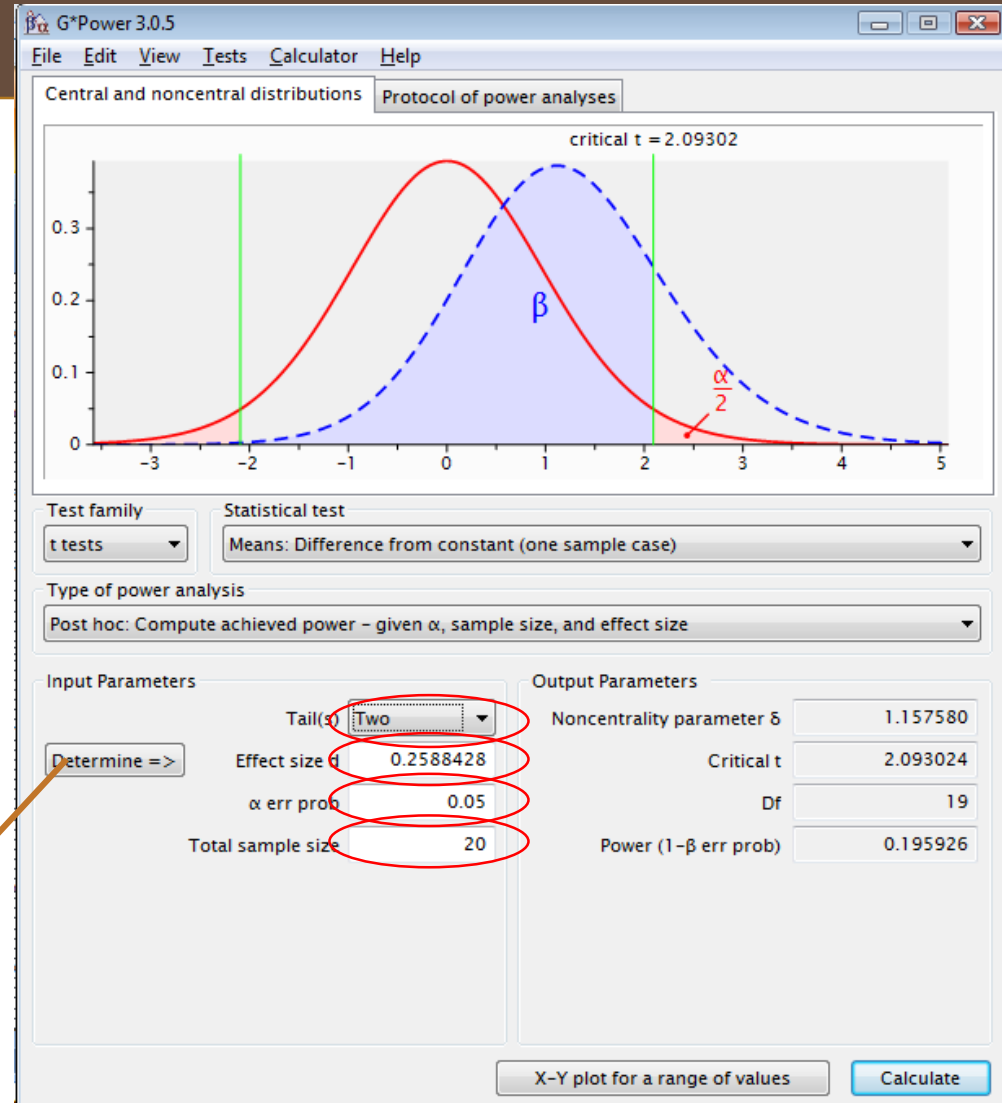
- การหาคำลั่งสามารถใช้โปรแกรม G*POWER 3
 - เลือกกลุ่มสถิติที่ต้องการทดสอบ คือ t-test
 - เลือกสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Means: difference from constant (one sample case)
 - เลือกว่าจะหาคำลั่งในการทดสอบ คือ Post hoc: Compute achieved power – given α , sample size and effect size



การหาคำสั่ง

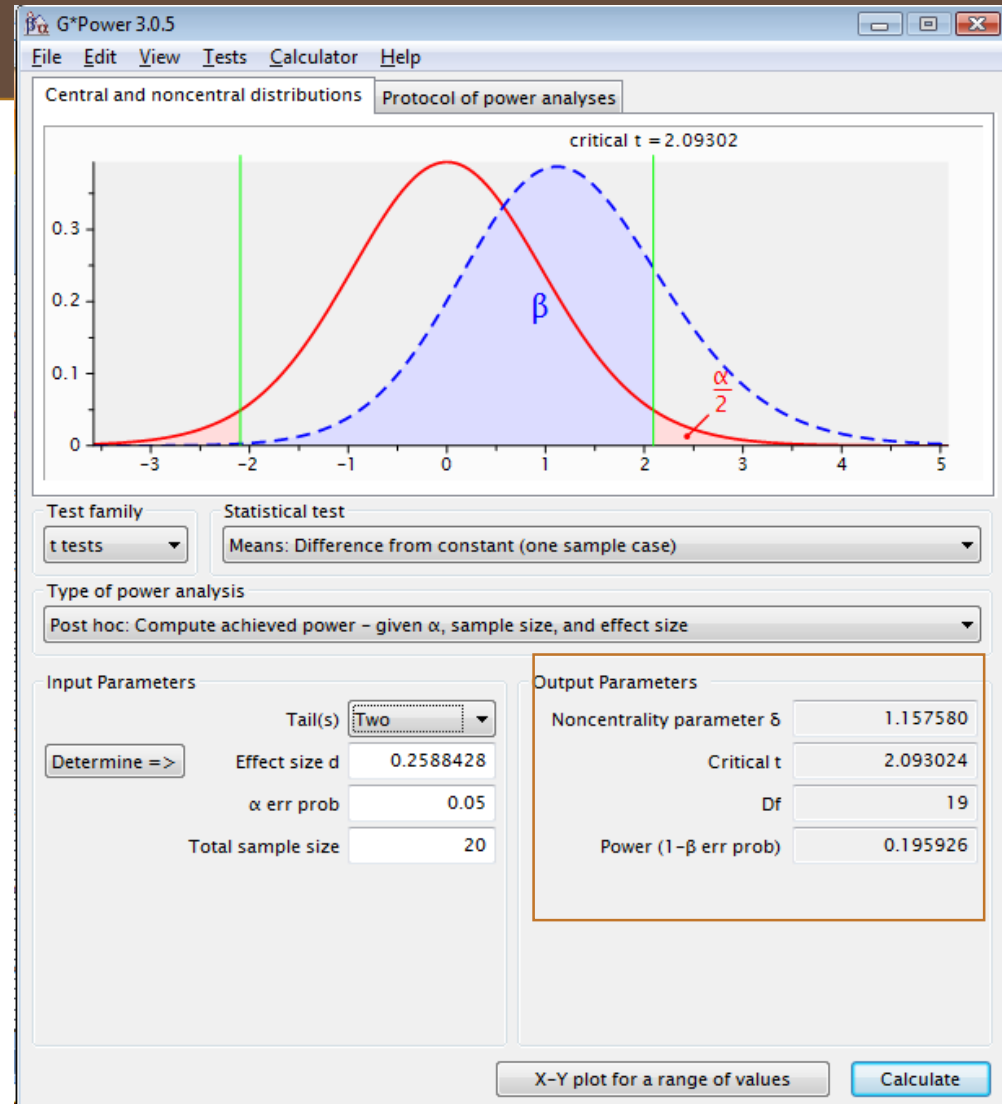
- ใส่ข้อมูลที่ต้องการ
 - จำนวนทิศทาง
 - ค่า Cohen's d
 - ค่า α
 - จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
- กด Calculate

กด Determine เพื่อ
นำค่า M และ SD หา d ได้



การหาคำลั่ง

- จะได้ผลลัพธ์ทางขวา
 - Power = .196



การหาค่าเฉลี่ย

- ตัวอย่าง

ผู้มีรายได้น้อยจะใช้ ATM
 $\mu = 5; \sigma = 2$



ผู้มีรายได้น้อยจะใช้ ATM
 $\mu = 5$ ครั้งต่อเดือน; $\sigma = 2$ ครั้งต่อเดือน

แต่ประชากรทั่วไปจะใช้ ATM $\mu = 7$ ครั้งต่อเดือน

ทดสอบสองทาง
 $\alpha = .05$

จงหาค่าเฉลี่ยหากสุ่มกลุ่มตัวอย่างขนาด 10 คน

การหาคำลั่ง

- ตัวอย่าง

ใช้คอมพิวเตอร์หาคำลั่งเมื่อ $n = 10$

ใส่ข้อมูลลงไป

Input Parameters

Determine =>

Tail(s)

Effect size d

α err prob

Total sample size

ผลลัพธ์แสดงออกมา

Output Parameters

Noncentrality parameter δ

Critical t

Df

Power ($1 - \beta$ err prob)

หากสุ่มกลุ่มตัวอย่างผู้รายได้สูงจำนวน 10 คน
โอกาสที่จะแตกต่างประชากรปกติอย่างมีนัยสำคัญเท่ากับ 80 %

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

- การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง สามารถทำได้ 3 ประเภท คือ
 - การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากกำลังที่ต้องการ
 - การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากความผิดพลาดในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (μ)
 - การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากความผิดพลาดในการประมาณขนาดอิทธิพลของประชากร
- การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ หรือประมาณขนาดอิทธิพลของประชากร สามารถใช้ความรู้ในบทที่ผ่านมาประมาณค่าได้

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

- การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากกำลังที่ต้องการ จะค่อนข้างซับซ้อน เนื่องจากการหาลำดับต้องการ Noncentral t distribution
- ด้วยเหตุนี้ จึงใช้โปรแกรม G*POWER 3 ช่วย
 - เลือกกลุ่มสถิติที่ต้องการทดสอบ คือ t-test
 - เลือกสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Means: difference from constant (one sample case)
 - เลือกว่าจะหาลำดับในการทดสอบ คือ A Priori: Compute required sample size – given α , power and effect size

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

- เช่น ผู้ที่จบปริญญาตรีสาขาจิตวิทยามีรายได้เท่ากับ 12,000 บาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1,500 บาท
- แต่ผู้ที่จบปริญญาตรีโดยทั่วไปมีรายได้เท่ากับ 10,000 บาท
- จงหากลุ่มตัวอย่างที่จะทำให้กำลัง = .80 ในการทดสอบสองทาง และระดับนัยสำคัญเท่ากับ .05

Input Parameters		Output Parameters		
Determine =>	Tail(s)	Two		
	Effect size d	1.3333333	Noncentrality parameter δ	3.527668
	α err prob	0.05	Critical t	2.446912
	Power ($1 - \beta$ err prob)	0.8	Df	6
		Total sample size	7	
		Actual power	0.834375	

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

- เช่น ในการออกแบบโปรแกรมลดความก้าวร้าว ผู้วิจัยคิดว่าต้องให้ขนาดอิทธิพลอย่างน้อยเท่ากับ 0.5 ถึงจะทำให้โปรแกรมนี้คุ้มค่า
- ควรสุ่มกลุ่มตัวอย่างขนาดเท่าไร ที่จะทำให้กำลัง = .90 ในการทดสอบทางเดียว ระดับนัยสำคัญเท่ากับ .05

Input Parameters		Output Parameters		
Determine =>	Tail(s)	One		
	Effect size d	0.5	Noncentrality parameter δ	3.000000
	α err prob	0.05	Critical t	1.689572
	Power (1 - β err prob)	0.9	Df	35
		Total sample size	36	
		Actual power	0.902575	

คาบต่อไป

- ส่งการบ้านที่ 6
- เรียนคาบปฏิบัติการครั้งที่ 4
- ตรวจสอบคะแนนสอบครั้งที่ 1