บทที่ 9
การทดสอบสมมติฐาน

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับ ความหมายของการทดสอบสมมติฐานและระดับนัยสำคัญ การตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบโดยทางสถิติ ความคลาดเคลื่อน 2 ประเภทในการทดสอบสมมติฐาน วิธีดำเนินการทดสอบสมมติฐานแบบต่าง ๆ การสรุปผลของการทดสอบ

สมมติฐาน คือข้อความใด ๆ ที่ถูกตั้งขึ้นไม่ว่าจะโดยการเดาหรือเป็นส่วนประกอบของทฤษฎีใด ๆ ก็ตาม

ข้อความที่เราพบอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน เช่น " ทำดีได้ดี " ก็เป็นสมมติฐานรูปหนึ่ง ซึ่งกล่าวถึงประเภทของการกระทำและผลของการกระทำแบบหนึ่ง หรือ " ลูกมากจะยากจน " ก็เป็นสมมติฐานเกี่ยวกับเหตุการณ์อันหนึ่งกับผลของการกระทำ ส่วนการที่เราจะยอมรับว่าข้อความนั้นจะเป็นจริงหรือไม่ ก็จะมาจากผลทดลองข้อความนั้นในสภาพการณ์ต่าง ๆ กัน หรือด้วยการหาหลักฐานมายืนยันข้อความนั้น

สมมติฐานทางสถิติ คือข้อความที่ถูกตั้งขึ้นเกี่ยวกับลักษณะของประชากรในทางสถิติ หรือเป็นข้อความเกี่ยวกับตัวพารามิเตอร์ในประชากรนั้นเอง

การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ วิธีการตัดสินใจเกี่ยวกับสมมติฐานทางสถิติ โดยอาศัยเกณฑ์บางอย่างเข้าช่วย โดยทั่วไปจะใช้วิธีการทางสถิติกับข้อมูลที่ได้มาจากตัวอย่าง แล้วพิจารณาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น (จากสมมติฐานอันนั้นเป็นจริง เพื่อช่วยตัดสินใจว่าจะยอมรับว่าสมมติฐานนั้นเป็นจริงหรือไม่)

การตั้งสมมติฐาน เนื่องจากสิ่งที่เราสนใจถึงการตัดสินใจว่าจะยอมรับสมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าจริงหรือไม่ เราสามารถใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์แบบการกล่าวแย้ง คือแทนที่จะพยายามพิสูจน์ว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเป็นจริงเสมอไป เราเพียงแต่กล่าวปฏิเสธข้อความที่บอกว่า สมมติฐานนั้นไม่เป็นจริง

สมมติฐานที่เราสนใจจะทดสอบนั้น เรียกว่า alternative hypothesis หรือ research hypothesis ใช้สัญญลักษณ์ Ha หรือ H_1

ส่วนสมมติฐานที่กล่าวว่า Ha ไม่เป็นจริง ที่เราจะต้องตัดสินใจปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธนี้ เรียกว่า null hypothesis ใช้สัญญลักษณ์ Ho มักจะอยู่ในรูป "ไม่มีความแตกต่างหรือเท่ากับ"

จะเห็นว่า Ho จะผิดเมื่อ Ha ถูก และ Ho จะถูก เมื่อ Ha ผิด ดังนั้น เราจึงอาจกล่าวเพียงเราปฏิเสธ Ho หรือยอมรับ Ho โดยไม่ต้องกล่าวถึง Ha

การตัดสินใจทางสถิติ การตัดสินใจของเราจึงมี 2 ทาง ว่าจะยอมรับ Ho หรือปฏิเสธ Ho

การตัดสินใจทางสถิตินี้ไม่ได้จะถูกต้องเสมอไป บางครั้งการตัดสินใจก็อาจผิดไปจากเป็นจริงได้

ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2

การตัดสินใจเกี่ยวกับสมมติฐานนั้นอาจมีทางเป็นไปได้ดังตาราง

	ยอมรับ Ho	ไม่ยอมรับ Ho
Ho ถูกหรือเป็นจริง	การตัดสินใจที่ถูก $(1-\alpha)$	ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (α)
Ho ผิด	ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 (β)	การตัดสินใจที่ถูก $(1-\beta)$

จะเห็นว่าการตัดสินใจผิดพลาดมีอยู่ 2 กรณี

ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 คือปฏิเสธ Ho เมื่อ Ho ถูก

ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 คือการยอมรับ Ho เมื่อ Ho ผิด

ตัวอย่าง การกระทำความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และที่ 2

ถ้าหากว่าเราหยุดกระบวนการผลิต ถึงแม้ว่ากระบวนการผลิตนั้นยังดำเนินการอย่างเหมาะสมอยู่ หมายความว่าเราได้กระทำความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 ถ้าหากว่า เราไม่ได้หยุดกระบวนการผลิต ถึงแม้ว่ามีบางสิ่งบางอย่างเกิดเสียขึ้นแล้ว หมายความว่าเราได้กระทำความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2

ระดับนัยสำคัญ คือความน่าจะเป็นของการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เรากำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบได้เสมอเพื่อเป็นเครื่องชี้ว่า เราจะตัดสินใจผิดพลาดโดยปฏิเสธสมมติฐาน Ho เมื่อ Ho ถูกด้วยความน่าจะเป็นเท่าใด และใช้อักษรกรีก α เป็นสัญลักษณ์ ความน่าจะเป็นของการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 เราใช้สัญลักษณ์ β แทน

กำลังของการทดสอบ $(1-\beta)$ คือความน่าจะเป็นของการตัดสินใจถูกต้อง โดยปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 ผิด ในกรณีที่มีหลายวิธี เราใช้กำลังของการทดสอบเป็นเครื่องตัดสินเลือกวิธีการทดสอบ โดยเลือกเอา $1-\beta$ มีค่ามากหากให้อย่างอื่นคงที่

ขนาดของตัวอย่าง เราพยายามหลีกเลี่ยงทั้งความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 แต่การจะลดความคลาดเคลื่อนทั้ง 2 ประเภทลงได้พร้อมกันทำได้โดยการเพิ่มขนาดตัวอย่างให้ใหญ่ขึ้น ทั้ง α และ β จะลดลงตามการเพิ่มขึ้นของขนาดตัวอย่าง เมื่อไรขนาดตัวอย่างเท่ากับประชากร ความคลาดเคลื่อนในการตัดสินใจทั้ง 2 แบบก็จะหมดไป ส่วนการเลือกให้ α หรือ β มีค่าเท่าใดนั้น ก็ขึ้นอยู่กับว่าผลเสียของความคลาดเคลื่อนประเภทไหนมากกว่ากัน เราก็พยายามหลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนประเภทนั้น

ประเภทของการทดสอบ แบ่งเป็น

1. การทดสอบด้านเดียวหรือข้างเดียว คือการทดสอบที่เราสนใจว่าค่าของพารามิเตอร์มากกว่าหรือน้อยกว่าค่าที่กำหนด

2. การทดสอบสองด้านหรือสองข้าง คือการทดสอบที่เราสนใจว่าค่าของพารามิเตอร์แตกต่างไปจากค่าที่กำหนดโดยไม่แน่ว่าจะมากกว่าหรือน้อยกว่า

การเลือกทดสอบประเภทใดนั้นต้องกระทำในการตั้ง H_a ก่อนที่จะมีการคำนวณค่าสถิติทดสอบ

ค่าวิกฤติและเขตวิกฤติของการทดสอบ

เมื่อเราทราบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลที่จะทดสอบ เราอาจจะใช้ค่าสถิติที่บอกขอบเขตของความน่าจะเป็นที่เป็นระดับนัยสำคัญ ภายใต้โค้งการแจกแจงนั้น ๆ ค่าสถิติค่านั้นเรียกว่า **ค่าวิกฤติ** ส่วนเขตภายใต้โค้งการแจกแจงที่มีพื้นที่น้อยกว่าหรือเท่ากับระดับนัยสำคัญเรียกว่า **เขตวิกฤติ**

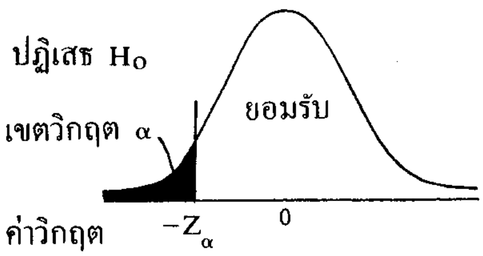
โดยวิธีนี้ เราเพียงแต่ดูค่าสถิติที่คำนวณได้จากตัวอย่างตกอยู่ในเขตวิกฤติ หรือไม่ก็สามารถจะบอกความน่าจะเป็นที่ได้ค่าสถิติน้อยกว่าหรือมากกว่าระดับนัยสำคัญหรือไม่ ทำให้เราตัดสินใจปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธ

การทดสอบด้านเดียวและสองด้านนั้น จะมีค่าวิกฤติและเขตวิกฤติแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญเดียวกัน ในการทดสอบด้านเดียวเขตวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ α จะถูกจัดไว้ด้านใดด้านหนึ่งของโค้งการแจกแจง ส่วนในการทดสอบสองด้านเขตวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ α จะถูกแบ่งเป็น 2 เขต เขตละ $\frac{\alpha}{2}$ อยู่ทั้งสองด้านของโค้งการแจกแจง

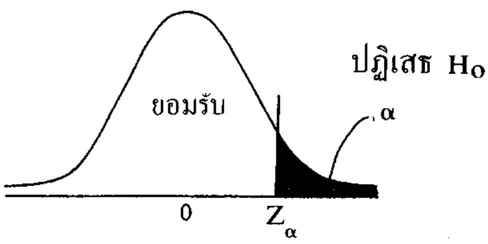
ตารางค่าวิกฤตของการแจกแจงปกติ

ค่าวิกฤต \ ระดับนัยสำคัญ α / $\frac{\alpha}{2}$	0.20 0.10	0.10 0.05	.05 .023	0.01 0.005
ด้านเดียว Z_{α}	0.84	1.28	1.645	2.33
สองด้าน $Z_{\frac{\alpha}{2}}$	1.28	1.645	1.96	2.58

โค้งปกติด้านเดียว

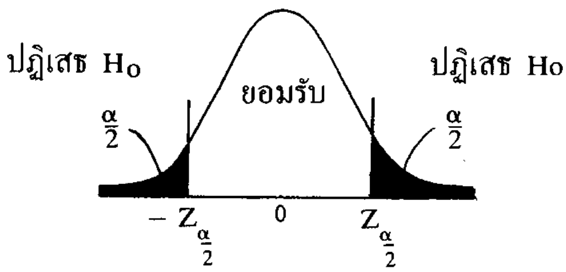


Ha $\mu < \mu_0$



Ha $\mu < \mu o$

โค้งปกติสองด้าน



Ha $\mu \neq \mu_0$

กระบวนการของการทดสอบสมมติฐาน อาจแบ่งออกได้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ตั้งสมมติฐาน Ho และ Ha ตามความต้องการอาจเป็นการทดสอบด้านเดียวหรือสองด้าน

2. กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบ ขึ้นอยู่กับว่าต้องการให้ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (α) หรือแบบที่ 2 (β) เป็นเท่าไร โดยทั่ว ๆ ไปมักกำหนดให้มีค่าต่ำ เช่น 0.05, 0.01

3. คำนวณค่าสถิติที่จะใช้การทดสอบ อันนี้ขึ้นอยู่กับการแจกแจงของข้อมูลจากตัวอย่างว่าเป็นแบบปกติหรือแบบอื่น

4. หาค่าวิกฤตจากตารางสถิติ เพื่อกำหนดเขตวิกฤตของการทดสอบที่จะใช้เพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับสมมติฐาน ขึ้นอยู่กับประเภทของการทดสอบ ระดับนัยสำคัญและแบบของการแจกแจงข้อมูล

ข้อสังเกต ก) เราจะดำเนินการทั้ง 4 ข้อนี้ก่อนทำการหาตัวอย่างและมีการคำนวณใด ๆ จากตัวอย่าง เพื่อไม่ให้ผลจากการคำนวณมีอิทธิพลต่อการตั้งสมมติฐานของเรา

ข) ระดับนัยสำคัญในงานบางอย่างอาจถูกกำหนดให้สูงขึ้นเป็น 0.10, 0.20 เพื่อลดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 เช่นในการทดสอบทางสถิติธุรกิจหลายอย่าง

5. คำนวณค่าสถิติสำหรับทดสอบจากตัวอย่าง โดยอาศัยข้อมูลจากตัวอย่าง คำนวณค่าสถิติที่กำหนดไว้ในข้อ 3

6. ตัดสินใจ เราจะปฏิเสธ Ho ถ้าค่าสถิติที่คำนวณได้ตกในเขตวิกฤต วิธีที่จะดูว่าค่าสถิติอยู่ในเขตวิกฤตคือเมื่อ

| ค่าสถิติ Z | > | ค่าวิกฤต | ค่าสถิติก็จะอยู่ในเขตวิกฤตและเราจะปฏิเสธ Ho

7. สรุปผล เมื่อตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธ Ho แล้ว เราต้องสรุปผลออกมาในลักษณะที่จะเข้าใจกันได้ในรูปข้อความแสดงความหมายของการตัดสินใจและบอกระดับนัยสำคัญของการทดสอบไว้ด้วย

การทดสอบเกี่ยวกับหนึ่งประชากร ใช้หนึ่งตัวอย่างเทียบกับประชากร

สมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย ตัวอย่างขนาดใหญ่ $n > 30$

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบว่าประชากรที่ตัวอย่างได้มา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับค่าเฉลี่ยของประชากร (ทราบ σ หรือไม่ทราบ σ)

ตัวอย่างที่ 1 มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งต้องการหาวิธีการตัดเวลาเรียนโดยไม่ให้เกิดความยุ่งยากต่อกระบวนการเรียนในการทดลอง มีข้อเสนอแนะหนึ่งต้องการลดเวลาเปลี่ยนชั้นเรียนปัจจุบันห้านาที โดยได้เลือกตัวอย่างสุ่มหนึ่งประกอบด้วยนักศึกษา 36 คน ใช้เวลาเปลี่ยนชั้น

เรียนเฉลี่ย 4.85 นาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 นาที ทดสอบว่าเวลาเฉลี่ยควรจะลดหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ = 0.025

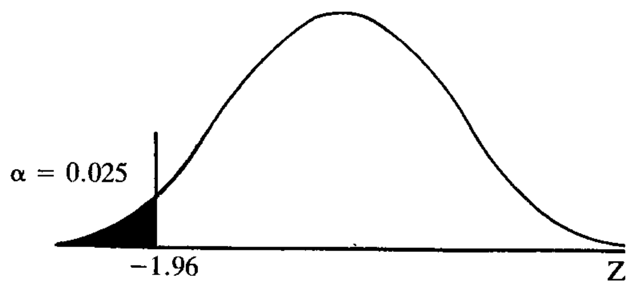
วิธีทำ 1. Ho : $\mu = 5.0$ นาที (เวลาเฉลี่ยจริงที่ต้องการระหว่างการเปลี่ยนชั้นเรียน)

Ha : $\mu < 5.0$ (การทดสอบก็เป็นการทดสอบข้างด้านซ้ายคือเนื่องจากว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับการลดเวลา)

2. สำหรับ $\alpha = 0.025$, $Z_\alpha = -1.96$

3. คำนวณค่าสถิติ

ค่าสถิติ $Z = \dfrac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \dfrac{4.85 - 5.0}{(.5)/\sqrt{36}} = -1.80$



พื้นที่สำหรับปฏิเสธ Ho พื้นที่สำหรับยอมรับ Ho

4. ปฏิเสธ Ho หากคำนวณ $Z < -1.96$

ไม่สามารถปฏิเสธ Ho หากคำนวณ $Z > -1.96$

5. การตัดสินใจ เราไม่สามารถปฏิเสธ Ho สำหรับ $\alpha = 0.025$

เนื่องจากว่า $|-1.80| < 1.96$

6. นักศึกษาเหล่านี้ไม่สามารถใช้เวลาเปลี่ยนชั้นเรียนน้อยกว่า 5.0 นาที และไม่ควรการเปลี่ยนชั้นเรียน

สมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วน

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบว่าประชากรที่ได้ตัวอย่างมามีค่าสัดส่วนเท่ากับค่าสัดส่วนในประชากรที่เราทราบ กระบวนการทดสอบก็เหมือนกับการทดสอบค่าเฉลี่ยในกรณีตัวอย่างขนาดใหญ่และอาศัยการแจกแจงตัวอย่างของสัดส่วนที่เป็นปกติ

สมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย ตัวอย่างขนาดเล็ก $n \leq 30$

วัตถุประสงค์ ก็เหมือนกับสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเมื่อ $n > 30$ (แต่ไม่ทราบ σ)

ในเมื่อ $n \leq 30$ การแจกแจงของ $\bar{x}$ จะเป็นแบบ t ดังที่เราได้เห็นในเรื่องการประมาณแบบช่วงของค่าเฉลี่ยตัวอย่างขนาดเล็ก

ตัวอย่างที่ 2 ทดสอบสมมติฐานว่าน้ำหนักเฉลี่ยของเบค่อนแต่ละห่อยังคงเป็น 12.0 ออนซ์ สุ่มตัวอย่างหนึ่งประกอบด้วยเบค่อนสิบห้าห่อมีน้ำหนักดังนี้ 11.8, 11.8, 11.9, 12.1, 11.9, 11.9, 12.1, 12.0, 12.1, 12.1, 12.2, 12.3, 12.3, 12.4 และ 12.4 ออนซ์ใช้ $\alpha = 0.05$ (น้ำหนักมีการแจกแจงปกติ)

วิธีทำ คำนวณ $\bar{x}$ และ s

$$\bar{x} = \frac{11.8 + 11.8 + \ldots + 12.4}{15} = \frac{181.3}{15} = 12.1 \text{ ออนซ์}$$

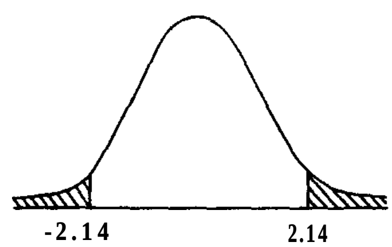
$$s^2 = \frac{(11.8 \quad 12.1)^2 + (11.8 - 12.1)^2 + \ldots + (12.4 - 12.1)^2}{15 - 1}$$

$$= \frac{.58}{14} = 0.04 \text{ (ออนซ์)}$$

$$s = 0.2 \quad (\text{ออนซ์})^2$$

$$\text{Ho} = \mu = 12.0 \text{ ออนซ์}$$

$$\text{Ha} = \mu \neq 12.0 \text{ ออนซ์}$$



คำนวณ

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}} =$$

$$= \frac{12.1 - 12.0}{0.2/\sqrt{15}}$$

$$= 1.94$$

ปฏิเสธ Ho หาก | t ที่คำนวณได้ | > 2.14 ($t_{.025, 14}$) เราไม่สามารถปฏิเสธ Ho จากหลักฐานนี้พร้อมด้วย $\alpha = 0.05$ เราสรุปได้ว่า น้ำหนักเฉลี่ยยังคงเป็น 12.0 ออนซ์

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ 2 ประชากร เปรียบเทียบโดยใช้ 2 ตัวอย่าง

สมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 ค่า ตัวอย่างขนาดใหญ่

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบว่า 2 ประชากรอันเป็นที่มาของ 2 ตัวอย่างที่ได้มามีค่าเฉลี่ยเท่ากันหรือไม่

นิยาม ให้ประชากรที่ 1 กับประชากรที่ 2 เป็นประชากรจำนวนไม่จำกัด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน μ_1, σ_1 กับ μ_2, σ_2

n_1 และ n_2 เป็นตัวอย่างสุ่มขนาดใหญ่และมีความอิสระกันที่ได้เลือกมาจากประชากรที่ 1 และที่ 2 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ย $\bar{x}_1$ ของตัวอย่าง n_1 และค่าเฉลี่ย $\bar{x}_2$ ของตัวอย่าง n_2 การแจกแจงตัวอย่างของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ จะเป็นการแจกแจงใกล้ปกติมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนดังนี้

$$\mu_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \mu_1 - \mu_2$$

$$\sigma^2_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}$$

ดังนั้น $Z = \dfrac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\dfrac{\sigma_1^2}{n_1} + \dfrac{\sigma_2^2}{n_2}}}$ จะมีการแจกแจงปกติมาตรฐาน

ตัวอย่างที่ 3 เปรียบเทียบวิธีการสอนสองชนิด สำหรับตัวอย่างสุ่มหนึ่งประกอบด้วยนักศึกษา $n_1 = 64$ คน สอนด้วยวิธีการแบบเก่า คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบแบบมาตรฐานเป็น 68.8 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.2 สำหรับอีกตัวอย่างสุ่มหนึ่งประกอบด้วยนักศึกษา 80 คน สอนด้วยวิธีการแบบใหม่ คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบข้อสอบเหมือนกันเป็น 70.5 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.6 ต้องการทดสอบสมมติฐานว่าผลของวิธีการสอนแบบใหม่มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.025$

วิธีทำ นี้เป็นการทดสอบเกี่ยวกับความแตกต่างจริงในทางปฏิบัติถัวเฉลี่ย (1 วิธีการแบบใหม่ 2 วิธีการแบบเก่า)

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

Ha : $\mu_1 > \mu_2$ (หรือ $\mu_1 - \mu_2 > 0$)

สำหรับ a = 0.025 , $Z_\alpha = 1.96$

$$s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{(5.6)^2}{80} + \frac{(5.2)^2}{64}} = \sqrt{.3920 + 4225} = 0.90$$

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}} = \frac{(70.50 - 68.8) - 0}{.90}$$

$$= \frac{1.70}{.90}$$

$$= 1.89$$

ปฏิเสธ Ho หากค่า Z ที่คำนวณได้ > 1.96

เราไม่สามารถปฏิเสธ Ho

หลักฐานไม่ได้ช่วยกระบวนการที่มีประสิทธิภาพที่สูงกว่าสำหรับการศึกษาวิธีการแบบใหม่ที่ $\alpha = 0.025$

การทดสอบค่าความแตกต่างเกี่ยวกับค่าสังเกตที่จับเป็นคู่

กระบวนการของหัวข้อนี้ใช้สำหรับการอนุมานที่ข้อมูล คือค่าความแตกต่างของค่าสังเกตเป็นคู่นี้เป็นการทดลองสองตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กัน การคำนวณก็กระทำกันบนกลุ่มหนึ่งของค่าความแตกต่างของค่าสังเกตที่เป็นคู่ ตัวอย่างเช่น การเปรียบเทียบความสำเร็จสำหรับสิ่งที่เป็นคู่กันคล้ายคลึงกัน แม้ว่าแต่ละสิ่งได้รับการกระทำที่ค่อนข้างแตกต่างกันตาม ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง สิ่งตอบสนองทั้งสองครั้งสำหรับแต่ละสิ่งต้องสัมพันธ์กัน สำหรับกรณีอื่น ๆ เกี่ยวกับการทดสอบค่าความแตกต่างที่เป็นคู่ ได้แก่การเปรียบเทียบการ เข้าคู่กันของสัตว์ แปลงที่คู่ควรกันในการเกษตร ทดสอบในการศึกษา ฯลฯ กระบวนการคำนวณก็ใกล้เคียงกับการทดสอบตัวอย่างเดียวแบบ t ก่อนอื่นต้องหาค่าความแตกต่างของค่าสังเกตแต่ละกลุ่มของค่าสังเกตที่เป็นคู่ ค่าความแตกต่างแสดงได้ $X_d = X_A - X_B$ ค่าความแตกต่างเหล่านี้เป็นค่าที่จะเอาไปคำนวณ ดังกฎต่อไปนี้พรรณนาถึงตัวสถิติ t ที่เหมาะสำหรับการอนุมาน

ตัวอย่างขนาดเล็กได้มาจากการแจกแจงปกติ การแจกแจงตัวอย่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าความแตกต่างสำหรับค่าสังเกตที่เป็นคู่ $\bar{X}_d$ กำหนดได้ด้วยตัวสถิติ t

$$t_{n-1} = \frac{\bar{X}_d - \mu_d}{s_d/\sqrt{n}} \quad , \quad s_d^2 = \frac{\sum^{n} (X_d - \bar{X}_d)^2}{n-1}$$

ในเมื่อ $\bar{X}_d$ = มัชฌิมเลขคณิตของค่าความแตกต่างของค่าสังเกตที่เป็นคู่

n = จำนวนคู่

X_d = ค่าความแตกต่างของค่าสังเกตที่เป็นคู่

ตัวอย่าง อาจารย์คนหนึ่งต้องการประมาณค่าในความเข้าใจเพิ่มขึ้น สำหรับนักศึกษาซึ่งสำเร็จกระบวนวิชาของเขา เขาเลือกตัวอย่างโดยสุ่มประกอบด้วยนักศึกษาสิบคนมาทดสอบก่อน แล้วมาทดสอบตอนจบกระบวนวิชาอีกครั้ง โดยใช้ข้อสอบเท่าเทียมกัน เราจะทดสอบสมมติฐานว่าคะแนนเพิ่มขึ้นมากกว่า 30 คะแนน สมมติว่าการแจกแจงเป็นปกติ

นักศึกษา	ทดสอบครั้งหลัง	ทดสอบครั้งก่อน	X_d	$(X_d - \bar{X}_d)$	$(X_d - \bar{X}_d)^2$
1	51	15	36	2	4
2	63	21	42	8	64
3	55	20	35	1	1
4	68	36	32	- 2	4
5	48	12	36	2	4
6	38	9	29	-5	25
7	54	17	37	3	9
8	73	42	31	-3	9
9	49	26	23	-11	121
10	57	18	39	5	25
			340	0	266

$$\bar{X}_d = 34$$

วิธีทำ เราใช้การทดสอบค่าความแตกต่างที่เป็นคู่พร้อมด้วย μ_d = มัชฌิมเลขคณิตของค่าที่เพิ่มขึ้นในคะแนนสอบ ให้ใช้ $\alpha = .05$

Ho : $\mu_d = 30$ คะแนน

Ha : $\mu_d > 30$ คะแนน

$\bar{X}_d = 34$; $s_d^2 = \frac{266}{10 - 1} = 29.56$

คำนวณ $t = \frac{34 - 30}{\sqrt{29.56/10}} = \frac{4}{1.72} = 2.33$

ปฏิเสธ Ho หากคำนวณ $t > 1.83$ $(t_{0.05,9})$

สรุป ปฏิเสธ Ho นี่แสดงว่าค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยมากกว่า 30 คะแนน สำหรับการสอบครั้งหลังที่ $\alpha = 0.05$ การประมาณค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยจริงสำหรับความเชื่อมั่น 95%

$$\bar{X}_d - (t_{.025}\, s_d / \sqrt{n}) < \mu_d < \bar{X}_d + (t_{.025}\, s_d / \sqrt{n})$$

$$34 - (2.26 \times 1.72) < \mu_d < 34 + (2.26 + 1.72)$$

$$34 - 3.89 < \mu_d < 34 + 3.89$$

$$30.11 < \mu_d < 37.89$$

การประมาณค่าค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยจริง (ค่าปรับปรุงเฉลี่ยจริง) อยู่ภายในคะแนน 30.11 กับ 37.89

ตัวอย่าง นักวิจัยคนหนึ่งต้องการตัดสินใจว่า ผงซักฟอกชนิดหนึ่งดีกว่าอีกชนิดหนึ่ง ด้วยการเทียบความสดใสของการซัก เขาทำการซักผ้าชนิดต่าง ๆ สิบสองชนิด โดยแบ่งผ้าแต่ละชิ้นออกเป็นสองชิ้นเท่า ๆ กัน และเลือกส่วนหนึ่ง โดยสุ่มซักด้วยผงซักฟอก A อีกส่วนหนึ่งซักด้วยผงซักฟอก B และแล้วเขาวัดความสดใสจากผลการซักด้วยเครื่องวัดชนิดพิเศษ ผลของค่าสังเกตที่เป็นคู่ ปรากฏดังตารางข้างล่าง ค่าความแตกต่างเกี่ยวกับความสดใสจากสองผงซักฟอกมีนัยสำคัญหรือที่ $\alpha = 0.05$

ซักครั้งที่			12	3	4	s	6	7	8	9	10	11	12
ผงซักฟอก	X_A	5	4	4	1	6	3	4	5	5	3	6	4
	X_B	1	3	4	2	4	3	2	3	6	5	3	2
X_d	$X_A - X_B$	4	1	0	-1	2	0	2	2	-1	-2	3	2

เราสมมติว่า ค่าความแตกต่างมาจากการแจกแจงปกติแล้ว

$$Ho : \mu_d = 0$$

$$Ha : \mu_d \neq 0$$

$$\bar{X}_d = \frac{\Sigma X_d}{12} = 12/12 = 1 \; ; \; s_d^2 = 48/(12 - 1) = 48/11$$

คำนวณ $t = \dfrac{1 \quad 0}{\sqrt{(48/11)} / \sqrt{12}} = \dfrac{1}{.60} = 1.67$

ปฏิเสธ Ho ถ้าหากว่า $|\, t$ ที่คำนวณได้ $| > 2.20\ (t_{.025,\, 11})$

ตัดสินใจ เราไม่สามารถปฏิเสธ Ho

ข้อมูลนี้เป็นหลักฐานแสดงความไม่แตกต่างทางสถิติเกี่ยวกับความสดใสสำหรับผ้าที่ซักด้วยสองผงซักฟอกที่ $\alpha = .05$

ข้อดีในการใช้ตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กัน

จากหลักสถิติ เมื่อไรที่วิธีการเลือกสามารถนำมาใช้ได้ ข้อดีในการเลือกใช้ค่าสังเกตที่จับเป็นคู่นิยมมากกว่าตัวอย่างสุ่มที่อิสระกัน เพราะว่าค่าสังเกตที่จับเป็นคู่อาจจะขจัดปัจจัยพิเศษของการกระจายได้ อย่างเช่น การศึกษาวิตามิน A การกระจายของสารชนิดหนึ่งในวิตามินที่มองเห็นได้ระหว่างสองตัวอย่าง สามารถขจัดได้ด้วยการจับเป็นคู่

ผลของการกระทำคือต้องการลดการกระจายที่คาดหวังระหว่างสองมัชฌิมเลขคณิตของตัวอย่าง ความแปรปรวนของผลต่างของมัชฌิมเลขคณิตของสองตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กัน มีค่าน้อยกว่าความแปรปรวนของผลต่างของมัชฌิมเลขคณิตของสองตัวอย่างที่อิสระกัน

$$(\sigma^2_{\bar{x}} + \sigma^2_{\bar{y}} - 2\,\rho_{xy}\,\sigma_{\bar{x}}\,\sigma_{\bar{y}}) < \sigma^2_{\bar{x}} + \sigma^2_{\bar{y}}$$

ข้อเสียในการใช้ตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กัน

ข้อบังคับพิเศษสำหรับใช้กับค่าสังเกตที่เข้ากันได้มีดังนี้

1. ต้องคงอยู่ในประชากรของเรื่องที่จับคู่กัน เข้ากับบนพื้นฐานของคุณลักษณะแสดงออกถึงความสัมพันธ์ของค่าสังเกตที่ต้องการหา

2. การเลือกตัวอย่างเป็นคู่โดยสุ่มจะต้องเลือกจากประชากรนี้

3. สองเงื่อนไขของการดำเนินงาน (อย่างเช่น วิตามิน A กับอาหารธรรมดา) ถูกกำหนดโดยสุ่มต่อสมาชิกของแต่ละคู่ และการกำหนดโดยสุ่มจะต้องกระทำกันอย่างอิสระ สำหรับแต่ละคู่

4. จะต้องทราบ ρ_{xy} สหสัมพันธ์ระหว่างคู่ของค่าสังเกตในหมู่ประชากร

สมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างของ 2 สัดส่วน

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบว่า 2 ประชากรอันเป็นที่มาของ 2 ตัวอย่าง มีค่าสัดส่วนในประชากรเท่ากันหรือไม่

นิยาม ให้ประชากรที่ 1 และที่ 2 เป็นประชากรจำนวนไม่จำกัด มีค่าสัดส่วนเป็น p_1 และ p_2 ที่สนใจของแต่ละประชากรตามลำดับ n_1 และ n_2 เป็นขนาดตัวอย่างสุ่มที่ได้เลือกมาจากประชากรที่ 1 กับที่ 2 แล้ว หาก x_1 ของจำนวน n_1 สิ่ง และ x_2 ของจำนวน n_2 สิ่งเป็นจำนวนที่สนใจของตัวอย่างการแจกแจงตัวอย่างของผลต่างระหว่างสัดส่วนตัวอย่าง $\frac{x_1}{n_1} - \frac{x_2}{n_2}$ เข้าใกล้การแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนดังนี้

$$\mu_{\left(\frac{x_1}{n_1} - \frac{x_2}{n_2}\right)} = p_1 - p_2$$

$$\sigma^2_{\left(\frac{x_1}{n_1} - \frac{x_2}{n_2}\right)} = \frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}$$

และ

$$z = \frac{\left(\frac{x_1}{n_1} - \frac{x_2}{n_2}\right) - (p_1 - p_2)}{\sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}}}$$ มีการแจกแจงปกติมาตรฐาน

ตัวอย่าง ทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนว่ามีนัยสำคัญหรือไม่

จากการตรวจสอบพบว่าเสมียนคนหนึ่งบรรจุรายงานลงในแฟ้มผิด 7 ใน 200 รายงาน ในขณะเดียวกัน อีกคนหนึ่งบรรจุรายงานลงในแฟ้มผิด 10 ใน 400 รายงาน โดยใช้ $\alpha = 0.05$

วิธีทำ p_1 และ p_2 เป็นสัดส่วนจริงของการบรรจุรายงานลงในแฟ้มผิด

$Ho : p_1 = p_2 \; (= p)$

$Ha : p_1 \neq p_2$ ทดสอบสองด้าน

ระดับนัยสำคัญ 0.05 , $Z_{\frac{\alpha}{2}} = \pm 1.96$

$$z = \frac{\left(\frac{x_1}{n_1} - \frac{x_2}{n_2}\right) - (p_1 - p_2)}{\sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1-p_2)}{n_2}}} = \frac{\frac{x_1}{n_1} - \frac{x_2}{n_2}}{\sqrt{p(1-p)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

ในเมื่อ

$$p = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2} = \frac{7 + 10}{200 + 400} = 0.028 \; : \; q = 1 - .028 = .972$$

$$z = \frac{\frac{7}{200} - \frac{10}{400} - 0}{\sqrt{(.028)(.972)\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{400}\right)}} = 0.71$$

ปฏิเสธ Ho หาก | Z ที่คำนวณได้ | > 1.96 เราไม่สามารถปฏิเสธ Ho

การบรรจุรายงานลงในแฟ้มผิดของเสมียนสองคนไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างของ 2 ค่าเฉลี่ย ($n \leq 30$)

วัตถุประสงค์ ก็เหมือนกับสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างของ 2 ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างขนาดใหญ่ แต่ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากรทั้งสอง

กฎ ตัวอย่างมีความอิสระกัน แต่ละตัวอย่างมีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับ 30 และเลือกมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ มีความแปรปรวนร่วม σ^2 แต่ไม่ทราบความแปรปรวนการแจกแจงตัวอย่างสำหรับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเขียนได้เป็น

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_p \sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}}$$

s_p^2 = ตัวค่าประมาณร่วมสำหรับความแปรปรวนร่วม σ^2

$$= \frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$n_1 + n_2 - 2$ คือองศาแห่งความอิสระ

ตัวอย่าง สมมติว่า เราต้องการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบจำนวนนิโคตินของบุหรี่สองชนิด บุหรี่ชนิดเกล็ดทอง 10 มวน มีจำนวนนิโคตินเฉลี่ย 23.1 มิลลิกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.5 มิลลิกรัม ขณะเดียวกัน 8 มวนของบุหรี่สามิต มีจำนวนนิโคตินเฉลี่ย 22.7 มิลลิกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.7 มิลลิกรัม (สมมติว่าตัวอย่างทั้งสองสุ่มมาจากประชากรเชิงปกติ) ใช้ $\alpha = 0.05$

วิธีทำ สำหรับ μ_1 = จำนวนนิโคตินเฉลี่ยของบุหรี่ชนิดเกล็ดทอง

μ_2 = จำนวนนิโคตินเฉลี่ยของบุหรี่ชนิดสามิต

$Ho : \mu_1 = \mu_2$ หรือ $\mu_1 - \mu = 0$

$Ha : \mu_1 \neq \mu_2$ หรือ $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

ทดสอบ ปฏิเสธ Ho หากคำนวณ $t > 2.12$ $(t.025 : 16)$

$t < -2.12$

ในเมื่อ $n_1 = 10, \bar{x}_1 = 23.1, s_1 = 1.5, n_2 = 8, \bar{X}_2 = 22.7$ และ $s_2 = 1.7$

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{(10 - 1)(1.5)^2 + (8 - 1)(1.7)^2}{10 + 8 - 2} = 2.528$$

$$s_p = 1.59$$

แทนค่าเหล่านี้ลงในสูตร

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \quad (\mu_1 - \mu_2)}{s_p\sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}} = \frac{(23.1 - 23.7) - 0}{1.59\sqrt{\left(\frac{1}{10}\right) + \left(\frac{1}{8}\right)}}$$

$$= \frac{-0.4}{0.754} = -0.53$$

เราไม่สามารถปฏิเสธ Ho นั่นคือผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของนิโคตินของบุหรี่สองชนิดไม่แตกต่างกันที่ $\alpha = 0.05$

ตัวสถิติไคสแคว

พื้นฐานสำหรับการคิดคำนวณเป็นการทดลองเชิงซ้อน สามารถอธิบายได้ด้วยการทอดลูกเต๋าหนึ่งหนึ่งครั้ง สิ่งที่ต้องการก็คือหน้าหนึ่งหน้าใดของหกหน้าที่ปรากฏ หน้าเหล่านี้เป็นประเภทเชิงซ้อน สมมติว่า ทอดลูกเต๋า 300 ครั้ง จำนวนครั้งที่ปรากฏหน้าหนึ่งเป็น f_1 หน้าสองเป็น f_2 ฯลฯ คุณลักษณะที่สนใจก็คือ ความสมดุลของลูกเต๋า แต่ละหน้าปรากฏเท่า ๆ กัน ถ้าหากว่าสมดุลกันแล้ว เราควรคาดหวังว่าแต่ละหน้าควรปรากฏ $E_i = 300\,(1/6) = 50$ ครั้ง เงื่อนไขที่สำคัญคือความอิสระของผลลัพธ์ และเงื่อนไขนี้ยังใช้ได้ หากการทดลองยังคงดำเนินการอยู่ ในกรณีที่เป็นเหรียญซึ่งมีเพียงสองหน้า การทดลองก็เป็นแบบทวินาม

ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบสำหรับการทดลองเชิงซ้อน คือ ไคสแคว

กฎ สำหรับการอนุมานเกี่ยวกับข้อมูลที่แยกออกเป็นประเภทเชิงซ้อน เราใช้ ไคสแคว

$$\chi^2 = \sum^{k} \frac{(f_i - E_i)^2}{E_i}$$

ในเมื่อ

$E_i = np_i$ = ความถี่ที่คาดหวังในชั้นที่ i

k = จำนวนชั้น

f_i = ความถี่ได้สังเกตมาสำหรับชั้นที่ i

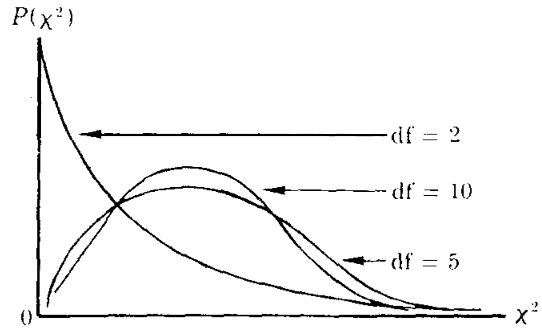
เราไม่ได้ตั้งเงื่อนไขการแจกแจงใด ๆ แต่ควรจะเป็น :-

1. ข้อมูลแบ่งออกเป็นหลาย ๆ ชั้น 2. ตัวอย่างจะต้องใหญ่ พอที่จะใช้การแจกแจงแบบไคสแคว ผลลัพธ์ต้องมีความอิสระเพื่อทำให้ความน่าจะเป็นของชั้นคงที่แน่ ๆ ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบต้องสอดคล้องระหว่างความถี่ที่ได้สังเกตกับความถี่ที่คาดหวังหรือความถี่ตามสมมติฐาน คือ ผลต่างกำลังสองมีค่าน้อย $(f_i - E_i)^2$ ค่าน้อยของ x^2 ที่คำนวณได้เป็นการเสริม

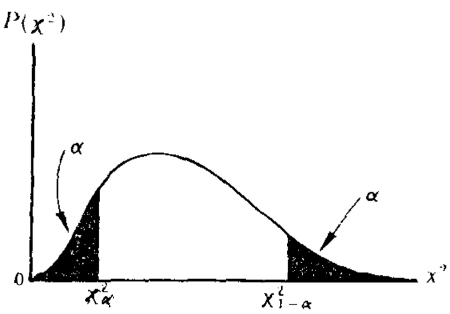
สร้างสมมติฐาน Ho ซึ่งไม่สอดคล้องกับค่ามากของ χ^2

จากรูปนี้เอง ตัวสถิติไคสแควจึงไม่สามารถรู้ทิศทางของค่าผลต่าง นั่นคือ ยกกำลังสองผลต่างทั้งหมดและรวมเข้าด้วยกัน ด้วยเหตุนี้ การทดสอบสมมติฐาน alternative hypothesis กลายเป็นไม่เท่ากัน แต่ขณะเดียวกัน พื้นที่ปฏิเสธจะถูกบังคับให้อยู่ด้านขวามือ

พื้นฐานของรูปไคสแคว χ^2 กำหนดได้มาจากการยกกำลังสองของตัวสถิติ Z ส่วนรูปร่างของการแจกแจง χ^2 ดังรูปข้างล่าง (1) ขึ้นอยู่กับองศาแห่งความอิสระ ตัวแปรเชิงสุ่มมีแต่ค่าบวก และเบ้ไปทางขวา



จำนวนเปอร์เซ็นต์ของจุดในตารางที่ 3 ของภาคผนวก B เป็นจุดของแต่ละด้านของการแจกแจงไคสแคว ดูรูปที่ (2) ตารางที่ 3 a $P(\chi^2 < \chi^2_\alpha) = \alpha$ เป็นการวัดด้านซ้ายมือ ส่วนตารางที่ 3 b $P(\chi^2 > \chi^2_{1-\alpha}) = \alpha$ เป็นการวัดด้านขวา



การแจกแจงความน่าจะเป็นของไคสแคว

ตัวอย่างต่อไปนี้แสดงการใช้ตารางที่ 3

ตัวอย่าง ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วนที่เท่ากันของการทดสอบประเภทต่าง ๆ มีองศาแห่งความอิสระ 6 สำหรับการทดสอบนี้ มี $\alpha = .05$ ตารางที่ 3 b ให้ $P(\chi^2 > 12.59) = .05$ ดังนั้น ค่า χ^2 ที่คำนวณได้ต้องมีค่ามากกว่า 12.59 จึงจะปฏิเสธสัดส่วนที่เท่ากัน

ตัวอย่าง ช่วงความน่าจะเป็น 90% ของสเกลสำหรับ χ^2_{15}

เราสังเกตได้จากตารางที่ 3 ว่า

$\chi^2_{.05,\,15} = 7.26$ (ด้านซ้าย)

$\chi^2_{.95,\,15} = 25.00$ (ด้านขวา)

นั่นคือ $P(7.26 < \chi^2_{15} < 25.00) = .90$

สังเกตว่า ความไม่สมมาตรของการแจกแจงไคสแควทำให้ค่าประมาณเชิงช่วงเอียง ค่ามัชฌิมเลขคณิตของการแจกแจงไคสแควมีค่าเท่ากับองศาแห่งความอิสระคือ 15

การอนุมานในการทดลองทวินาม

ตัวอย่าง ทดสอบผลการโฆษณาของสินค้าสองชนิด แต่ละชนิดวางอยู่ที่โต๊ะทางออกของร้านค้าหนึ่งโดยใช้ระยะเวลาเท่ากัน บันทึกจำนวนสินค้าที่ขายของผลิตภัณฑ์โฆษณา ทดสอบสมมติว่าจำนวนสินค้าสองชนิดนี้ขายได้เท่ากันในสองสัปดาห์ที่ $\alpha = 0.05$

สินค้า	1	2	รวม
จำนวนที่ขาย	82	118	200

วิธีทำ สามารถใช้ได้ทั้งตัวสถิติ Z หรือไคสแคว เรามาพิจารณาการกระบวนการไคสแควก่อน เนื่องจากว่าเป็นการทดสอบค่าความแตกต่างในการขาย Ha จึงตั้งให้สัดส่วนไม่เท่ากัน

Ho : $p = 1/2$; p = เปอร์เซ็นต์จริงของที่ขายเมื่อใช้สินค้าที่ 1

Ha : $p \neq 1/2$

ก) ทดสอบไคสแคว

ปฏิเสธ Ho หากคำนวณ $\chi^2 > 3.84$ ($\chi^2_{.95,\,1}$)

f_i จากการสังเกต	82	118
E_i ที่จากการคาดหวัง	100	100

$$\chi^2 = \Sigma \frac{(f_i - E_i)^2}{E_i} = \frac{(82-100)^2}{100} + \frac{(118-100)^2}{100}$$

$$= 3.24 + 3.24 = 6.48$$

ดังนั้น ปฏิเสธ Ho ที่ $\alpha = .05$

ข) ทดสอบแบบ Z

ปฏิเสธ Ho ถ้าหากว่า | ค่า Z ที่คำนวณได้ | > 1.96

การคำนวณค่า Z สำหรับ X = จำนวนสินค้าที่ขายชนิดที่ 1 คือ

$$z = \frac{82 \quad 100}{\sqrt{200 \times .5 \times .5}} = \frac{-18}{\sqrt{50}}$$

$$= -2.55$$

ปฏิเสธ Ho

สังเกตว่า $Z^2 = \chi^2_1 = (-18/\sqrt{50})^2 = 6.48$ ($> (1.96)^2 = 3.84$)

$[(Z_{.025})^2 = \chi^2_{.95,\,1}]$

ข้อมูลแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการขายสำหรับสินค้าสองชนิดที่ $\alpha = .05$ ของร้านนี้

นี้แสดงว่า การทดสอบสองด้านเกี่ยวกับทวินาม p พร้อมด้วย $np \geq 5$, $nq \geq 5$ เรามีทางเลือกใช้ทดสอบได้ทั้งไคสแควหรือ Z สำหรับการทดสอบทางเดียวที่มีขนาดตัวอย่างใหญ่ เราเลือกใช้ทดสอบแบบ Z เท่านั้น

สำหรับตัวอย่างมีขนาดเล็กกว่า การประมาณด้วย Z จะอยู่นอกกฎ แทนที่เราพิจารณาความน่าจะเป็นแบบทวินามที่แน่นอนอยู่แล้ว

ตัวอย่าง พิจารณาเหรียญอันหนึ่งโยนซ้ำ ๆ กัน 25 ครั้ง ว่าเหรียญอันนี้สมดุลหรือไม่ โดยที่ปรากฏก้อย 7 ครั้ง นี้เป็นหลักฐานเพียงพอหรือไม่ ว่าเหรียญนี้ไม่สมดุลที่ $\alpha = .05$

วิธีทำ พิจารณารูปทวินาม เนื่องจากว่าตัวแปรเชิงสุ่มทวินามเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง ไม่มีการประกันว่า เราสามารถจำเพาะการทดสอบด้วยภัย $\alpha = .05$ ที่แน่นอนลงไป ตัวอย่างเช่น พิจารณาสองการทดสอบที่เป็นไปได้สำหรับ Ho : p = .5 เทียบกับ Ha : p ≠ .5

ทดสอบที่ 1 ปฏิเสธ Ho ถ้าหากว่าสำเร็จ $X \leq 7$ หรือ $X \geq 18$ ใช้ตารางที่ V ในภาคผนวก B สำหรับ X = 7 พร้อมด้วย n = 25 และ p = .5

$$\alpha_1 = P(X = 0, 1, \ldots 7, 18, 19, \ldots, 25)$$

$$= P(X \leq 7 \text{ หรือ } X \geq 18 \mid p = .5)$$

$$= 2(.0001 + .0004 + .0016 + .0053 + .0143)$$

$$= .0434 \; (< .05)$$

ทดสอบที่ 2 ปฏิเสธ Ho หาก $X \leq 8$ หรือ $X \geq 17$

$$\alpha_2 = P(X \leq 8 \text{ หรือ } X \geq 17 \mid p = 0.5) = .0434 + 2(.0322)$$

$= \ .1078 \ (> .05)$

เนื่องจากว่า ค่าสังเกต $X = 7$ ตกอยู่ภายในเขตวิกฤตสำหรับการทดสอบทั้งสอง เราปฏิเสธ Ho สำหรับ $\alpha = .05$ จากหลักความจริงที่ว่า เราไม่สามารถเลือก α ได้ตามใจชอบทำกับการทดสอบบางสิ่งบางอย่างที่ไม่ต้องการชนิดนี้ ในบางกรณีข้อสรุปขัดแย้งกัน สามารถเป็นผลจากการทดสอบด้วยระดับ α สูงกว่า หรือต่ำกว่าเล็กน้อย

ทางเลือกหนึ่งสำหรับการทดสอบสองทาง ใช้รูปของตัวสถิติไคสแควเป็นตัวประมาณ

กฎ สำหรับ X_1 = จำนวนของความสำเร็จจากการสังเกตให้ $X_2 = n - X_1$ เป็นจำนวนของความไม่สำเร็จแล้ว $Ho : p = p_1$ = สัดส่วนจริงของความสำเร็จพร้อมด้วย $p_2 = 1 - p_1 = q$ = สัดส่วนจริงของความไม่สำเร็จ รูปของไคสแควคือ

$$\chi_1^2 = \frac{(X_1 - np_1)^2}{np_1} + \frac{(X_2 - np_2)^2}{np_2} = \sum_{i=1}^{2} \frac{(X_i - np_i)^2}{np_i}$$

นี้เป็นรูปไคสแควที่ใช้การประมาณเมื่อ $f_i = X_i$ และ $E_i = np_i$ นี้ใช้กับการทดลองโยนเหรียญเพื่อทดสอบเหรียญที่ไม่สมดุล เนื่องจากว่าปรากฏก้อยน้อยเหลือเกิน ที่จะแสดงว่าไม่สมดุล การทดสอบ Ha คือความไม่เท่ากัน

ตัวอย่าง ใช้โจทย์เดียวกันกับตัวอย่างก่อน

วิธีทำ ให้ p_1 = โอกาสที่จะเกิดก้อย และ $X_1 = 7$ ก้อย ในการโยน 25 ครั้ง

$Ho : p_1 = .5 \ ; \ Ha : p_1 \neq .5$

ทดสอบ ปฏิเสธ Ho หากคำนวณ $\chi^2 \geq 3.84 \ (= \chi^2_{.95;\,1})$

$$\chi^2 = \frac{(7 - 25 \times .5)^2}{25 \times .5} + \frac{(18 - 25 \times .5)^2}{25 \times .5} = 4.84$$

สรุป ข้อมูลแสดงว่า เหรียญนี้ไม่สมดุลที่ $\alpha = .05$

ความไม่สมดุลไม่สามารถคำนวณได้โดยการทดสอบ

อย่างไรก็ตาม เข้าใจว่า มีการปรากฏก้อยน้อยเกินไป

ควรรวบรวมข้อมูลใหม่ และดำเนินการทดสอบอย่างเหมาะสม อย่างเช่น การทดสอบด้านเดียวทั้งแบบทวินามหรือ Z (น้อยกว่า)

ขนาดตัวอย่างเป็นตัวกำหนด การใช้รูปไคสแคว ปรัชญาต่อไปนี้ใช้ได้หลายกรณี

ในกรณีที่ช่วงมีความถี่จำนวนน้อย ให้ใช้ข้อใดข้อหนึ่งของหกชนิดต่อไปนี้

1. ขจัดช่องที่มีความถี่จำนวนน้อยได้ การใช้ตัวอย่างให้เพียงพอเพื่อไม่ให้ค่าคาดหวังต่ำ
2. แก้ไขด้วยการดัดแปลงจำนวนค่าสังเกตด้วยการใช้กฎแก้ไขการต่อเนื่อง (correction rule)
3. รวมกับช่องอื่น ๆ ตามเหตุผล
4. ขจัดด้วยช่องที่มีความถี่น้อย และช่องอื่น ๆ ที่ไม่มีความหมายไม่ยั่งยืนกว่าสาเหตุจากช่องที่ไม่ได้รวมเข้าไป

ตัวอย่าง สุ่มเลือกผู้ออกเสียงเลือกตั้งสี่สิบคน ว่าเขาจะเลือกพรรคใด ในการแข่งขันเป็นสมาชิกสภาผู้แทนราษฎร เราตั้งสมมติฐานว่า ผู้สมัครพรรคอิสระมีผู้เลือก 10% ส่วนที่เหลือผู้ออกเสียงเลือกสองพรรคเท่า ๆ กัน เราทดสอบ Ho : $p_{ป} = p_{ธ} = .45, p_{อ} = .10$ ที่ $\alpha = .05$

พรรค	ผู้ออกเสียงเลือกตั้ง
ประชาธิปัตย์	21
ธรรมสังคม	13
อิสระ	6
	40

ปัจจัยของปัญหา คือค่าคาดหวังน้อยของพรรคอิสระ $E_{อ} = np_{อ} = (40)(.1) = 4.0$ ค่าคาดหวังน้อยแสดงช่องที่มีความถี่จำนวนน้อย วิธีแก้คือ สุ่มเลือกผู้ออกเสียงอย่างน้อยอีกสิบเสียง ก่อนการวิเคราะห์นั่นคือ 40 + 10 = 50 ให้ $E = np = 50\,.10 = 5$ นี้ก็ยังมีค่าน้อย ในกรณีนี้ต้นทุนของการเพิ่มข้อมูลข่าวสารสิบคนหรือมากกว่าไม่สูงนัก ตารางที่สอง เพิ่มผู้ออกเสียงเลือกตั้งอีกยี่สิบคน ดังนี้

พรรค	ผู้ออกเสียงเลือกตั้ง
ประชาธิปัตย์	32
ธรรมสังคม	20
อิสระ	8
รวม	60

Ho : $p_{ป} : p_{ธ} : p_{อ} = .45 : .45 : .10$

Ha : $p_{ป} : p_{ธ} : p_{อ} \neq .45 : .45 : .10$

$$\chi^2 = \sum \frac{(X_i - np_i)^2}{np_i}$$

$$= \frac{(32 - (60)(.45))^2}{(60)(.45)} + \frac{(20 - (60)(.45))^2}{(60)(.45)} + \frac{(8 - (60)(.10))^2}{(60)(.10)}$$

$$= \frac{(32 - 27)^2}{27} + \frac{(20 - 27)^2}{27} + \frac{(8 - 6)^2}{6} = 3.41$$

$$\chi^2_{.95,\,2} = 5.99$$

สรุป เราไม่สามารถปฏิเสธ Ho ที่ $\alpha = .05$ ตัวอย่างแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติของการออกเสียงเลือกตั้ง ระหว่างประชาธิปัตย์ กับธรรมสังคม และพรรคอิสระมีผู้ออกเสียงเลือกตั้ง 10%

ในการสรุป ข้อควรระมัดระวังที่ปฏิบัติต่อชั้นที่มีความถี่น้อย คือพยายามรวมชั้นนั้นกับชั้นที่สัมพันธ์กัน ณ เวลานั้น ดังตัวอย่างเช่น พรรคอิสระมีปรัชญาคล้ายคลึงกับพรรคประชาธิปัตย์ หรือพรรคธรรมสังคม นอกจากทุกสิ่งทุกอย่างไม่ยังผล ก็ควรพิจารณาละทิ้งข้อมูลข่าวสาร

ตาราง Contingency และความอิสระกัน

สำหรับตัวแปรเชิงสุ่มทวินามที่มีความอิสระกัน k ตัว มีตัวพารามิเตอร์ $n_1, p_1; n_2, p_2; \ldots; n_k, p_k$ และให้ความสำเร็จ $x_1, x_2, \ldots, x_k$ ตามลำดับ หากตัวอย่างมีขนาดใหญ่พอการแจกแจงของ $\frac{x_i - n_i p_i}{\sqrt{n_i p_i (1 - p_i)}}$ สามารถประมาณด้วยการแจกแจงปกติมาตรฐาน เมื่อยกกำลังสองก็ประมาณได้ด้วยการแจกแจงไคส์แคว ใช้กฎของการรวมสำหรับตัวแปรไคสแคว ผลรวมของมันก็มีการแจกแจงไคสแควมีองศาแห่งความอิสระ df = ผลบวกของแต่ละองศาแห่งความอิสระ การทดสอบร่วมกันก็คือว่า การแจกแจงมีความน่าจะเป็นของความสำเร็จเหมือนกันนั่นคือ $p_1 = p_2 = \ldots = p_k = p$ เนื่องจากว่าไม่ทราบว่า p ต้องประมาณค่าเอาการทดสอบผลมีองศาแห่งความอิสระ $k - 1$ นั่นคือ แต่ละตัวอย่างสำหรับตัวแปรทวินาม มีหนึ่งองศาแห่งความอิสระ (แต่เป็นข้อกำหนดหนึ่ง) ที่ p_i เท่ากันหมด ผลก็คือ หายไปหนึ่งองศาแห่งความอิสระ $df = k - 1$ ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบกำหนดได้ดังกฎต่อไปนี้

กฎ ทดสอบ Ho : $p_1 = p_2 = \ldots = p_k = p$ (ไม่ทราบ) สำหรับตัวอย่างที่มีความอิสระกันจาก k การแจกแจงทวินาม ใช้

$$\chi^2_{k-1} = \sum_{i=1}^{k}\left[\frac{(X_i - n_ip)^2}{n_ip} + \frac{(X'_i - n_ip')^2}{n_ip'}\right]$$

ในเมื่อ $p = \dfrac{X_1 + X_2 + \ldots + X_k}{n_1 + n_2 + \ldots + n_k}$ ตัวประมาณค่าร่วมของความน่าจะเป็นของความสำเร็จ

$p' = 1 - p$ ตัวประมาณค่าร่วมของความน่าจะเป็นของความไม่สำเร็จ

X_i = จำนวนของความสำเร็จในหนึ่งตัวอย่างของ n_i จากการแจกแจง i

$X'_i = n_i - X_i$ = จำนวนของความไม่สำเร็จในตัวอย่างของขนาด n_i จากการ i แจกแจง

กระบวนการนี้เป็นการแสดงปัญหาในที่ซึ่ง $k = 4$

ตัวอย่าง จากข้อมูลที่กำหนดให้ เราต้องการทดสอบว่า สัดส่วนของชิ้นส่วนที่ดีที่ผลิตจากคนงานทั้งหมด เหมือนกันหมดที่ $\alpha = .05$

		ชิ้นส่วนที่ดี (สำเร็จ)	ชิ้นส่วนที่เสีย (ไม่สำเร็จ)	รวม
	1	x , = loo	x ; = 20	120
คนงาน	2	74	6	80
	3	lo6	14	120
	4	64	16	80
รวม		344	56	**400**

$X_1 = 100$ แสดงว่า คนงานที่ 1 ผลิตได้ 100 หน่วยที่ดี ขณะที่

$X_1 = 20$ แสดงว่าคนงานที่ 1 ผลิตได้ 20 หน่วยที่เสีย

สัดส่วนจริงคือ

P_1 = สัดส่วนของชิ้นส่วนที่ดีผลิตโดยคนงานที่ 1

P'_1 = สัดส่วนของชิ้นส่วนที่เสียผลิตโดยคนงานที่ 1, ฯลฯ

การทดสอบ คือสัดส่วนของชิ้นส่วนที่ดีเท่ากันหมด ซึ่งทำจากคนงานทั้งหมด

Ho : $p_1 = p_2 = p_3 = p_4$ (=p) เทียบกับ

Ha : อย่างน้อยหนึ่ง p_i แตกต่างไป

สัดส่วนจริงของชิ้นส่วนที่ดีประมาณค่าได้ด้วย

$$\hat{p} = \frac{100 + 74 + 106 + 64}{120 + 80 + 120 + 80} = \frac{344}{400} = .86$$

$$\hat{p}' = 1 - \hat{p} = .14$$

ดังนั้น $n_1\hat{p} = 120 \times .86 = 103.2 \quad (= E_1)$

$n_1\hat{p}' = 120 \times .14 = 16.8 \quad (= E_2)$

$n_2\hat{p} = 80 \times .86 = 68.6 \quad (= E_3)$

$n_2\hat{p}' = 80 \times .14 = 11.2 \quad (= E_4)$ ฯลฯ ให้ค่าคาดหวัง

คนงาน	1	2	3	4
	(103.2)	(68.8)	(103.2)	(68.8)
ชิ้นส่วนที่ดี	100	74	106	64
	(16.8)	(11.2)	(16.8)	(11.2)
ชิ้นส่วนที่เสีย	20	6	14	16

นี้ให้

$$\chi^2_{4-1} = \frac{(100-103.2)^2}{103.2} + \frac{(74-68.8)^2}{68.8} \ldots + \frac{(16-11.2)^2}{11.2} = 6.45$$

จากตาราง $\chi^2_{.95,\,3} = 7.815$ เราไม่สามารถปฏิเสธ Ho

สรุป การวิเคราะห์นี้แสดงว่า สี่คนงานผลิตชิ้นส่วนที่ให้สัดส่วนเท่ากัน

กระบวนการตาราง contingency สามารถขยายออกไปสามทาง หรือ n ทาง ดังตัวอย่างต่อไปนี้ ซึ่งเป็นสองทาง

ตัวอย่าง นักรัฐศาสตร์ตั้งสมมติฐานว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง ฐานะงานกับความเห็นของสตรีคนหนึ่ง เกี่ยวกับสิทธิของสตรี ใช้ $\alpha = .05$ ประชากรคือสตรีในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง สุ่มตัวอย่างหนึ่ง ประกอบด้วย 700 ความเห็น แยกประเภทออกได้ดังนี้ :–

	ความเห็น			
ชั่วโมงการทำงานต่อสัปดาห์	พอใจ	ไม่มีความเห็น	ต่อต้าน	รวม
ไม่มี	80	124	16	220
1 – 9.9	75	95	10	180
10 – 19.9	61	73	6	140
20 หรือมากกว่า	74	78	8	160
	290	370	40	700

ปัญหาที่ต้องการคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความเห็นเกี่ยวกับสิทธิสตรี กับจำนวนชั่วโมงทำงาน มีหรือไม่ การคำนวณตัวประมาณค่าของช่องความถี่ที่คาดหวังที่ต้องการทราบได้ โดยผลคูณของความถี่ของแถวกับคอลัมน์ แล้วหารด้วยขนาดตัวอย่าง ตัวอย่างเช่น ความถี่ที่คาดหวังของช่องระหว่างแถวไม่มีกับคอลัมน์พอใจ คำนวณได้จาก $\frac{220 \times 290}{700} = 91.1$ ช่องระหว่างแถว 1 – 9.9 กับคอลัมน์พอใจได้ $\frac{180 \times 290}{700} = 74.6$ ส่วนช่องระหว่างแถว 20 หรือมากกว่ากับคอลัมน์พอใจได้ $290 - (91.1 + 74.6 + 58) = 66.3$ สำหรับช่องอื่นก็ทำในลักษณะเดียวกัน ส่วนองศาแห่งความอิสระ df คำนวณได้จากจำนวนแถวลบด้วยหนึ่ง คูณด้วยจำนวนคอลัมน์ลบด้วยหนึ่ง $(r - 1)(c - 1) = (4 - 1)(3 - 1) = 6$ ต่อไปก็ดำเนินการทดสอบได้

วิธีทำ

Ho : ชั่วโมงการทำงานกับความเห็นเกี่ยวกับสิทธิของสตรี มีความอิสระกัน

Ha : ความเห็นเกี่ยวกับสิทธิของสตรีขึ้นอยู่กับชั่วโมงการทำงาน

ความถี่ที่คาดหวังของคอลัมน์พอใจ คือ

$$\frac{220 \times 290}{700} = 91.1, \quad \frac{180 \times 290}{700} = 74.6 \quad \frac{140 \times 290}{700} = 58$$

และ $290 - (91.1 + 74.6 + 58) = 66.3$

ความถี่ที่คาดหวังของคอลัมน์ไม่มีความเห็นคือ

$$\frac{220 \times 370}{700} = 116.3 \quad \frac{180 \times 370}{700} = 95.1 \quad \frac{140 \times 370}{700} = 74$$

$$370 - (116.3 + 95.1 + 74) = 84.6$$

ความถี่ที่คาดหวังของคอลัมน์ต่อต้านคือ

$$\frac{220 \times 40}{700} = 12.6 \quad \frac{180 \times 40}{700} = 10.3 \quad \frac{140 \times 40}{700} = 8.0$$

$$40 - (12.6 + 10.3 + 8.0) = 9.1$$

ชั่วโมงการทำงานต่อสัปดาห์	ความเห็น พอใจ	ไม่มีความเห็น	ต่อต้าน	รวม
	(91.1)	(116.3)	(12.6)	
ไม่มี	80	124	16	220
1 – 9.9	(74.6)	(95.1)	(10.3)	
	75	95	10	180
	(58)	(74)	(8.0)	
10 – 19.9	61	73	6	140
	(66.3)	(84.6)	(9.1)	
20 หรือมากกว่า	74	78	8	160
	290	370	40	700

$$\chi^2 = \sum \frac{(X_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$= \frac{(80 - 91.1)^2}{91.1} + \frac{(75 - 74.6)^2}{74.6} + \ldots + \frac{(8 - 9.1)^2}{9.1} = 5.0$$

$$\chi^2_{.95,\,6} = 12.59$$

สรุป เราไม่สามารถปฏิเสธความอิสระของความเห็นเกี่ยวกับสิทธิสตรี กับจำนวนของงานสำหรับสตรีเหล่านี้ นั่นคือ เปอร์เซ็นต์ของผู้มีความพอใจเท่ากับเปอร์เซ็นต์ของผู้ไม่มีความเห็นของผลที่เกิดขึ้นทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์ของส่วนที่เหลือคือผู้ต่อต้านสิทธิสตรี

คำและประโยคที่ควรจำ

สมมติฐาน

alternative hypothesis

การทดสอบสองข้าง

ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2

อำนาจของการทดสอบ

การแจกแจงตัวอย่างสำหรับความแตกต่างของ $(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)$

ค่าวิกฤต

null hypothesis

การทดสอบข้างเดียว

ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1

ระดับนัยสำคัญ

เขตวิกฤต

เขตยอมรับ

เติมคำลงในช่องว่าง บทที่ 9

จงเติมคำลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ โดยคำตอบที่ถูกต้องอยู่ด้านขวามือ ใช้ไม้บรรทัดปิดคำตอบสำหรับคำถามซึ่งท่านยังไม่ได้ตอบ

ในการทดสอบสมมติฐานที่ขึ้นอยู่กับการเลือกตัวอย่าง มีการตัดสินใจอยู่สองชนิด และอาจจะเป็นจริง เติมคำลงในช่องว่างของตารางด้วยการตัดสินใจที่ถูก ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 หรือความคลาดเคลื่อนแบบที่ 2

Null Hypothesis คือ

การตัดสินใจ	จริง (ถูก)	ผิด
ปฏิเสธ Ho	(1)	(2)
ยอมรับ Ho	(3)	(4)

(1) ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1
(2) ตัดสินใจถูก
(3) ตัดสินใจถูก
(4) ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 2

โอกาสสำหรับทำความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 นั่นคือ ปฏิเสธสมมติฐานที่เป็น (5)..........เป็นชื่อภัยของ (6)..........ภัยของ β เป็นโอกาสของการยอมรับสมมติฐานที่ (7)..........แน่นอนพฤติกรรมอะไรก็ตาม (ยอมรับ – ปฏิเสธ) ที่ได้มาเกี่ยวกับ Ho พฤติกรรมที่ตรงกันข้ามที่ได้มาเกี่ยวกับ Ha เป็น (8)..........

(5) จริง
(6) α
(7) ผิด
(8) ปฏิเสธ – ยอมรับ

ความสำคัญที่จะเข้าใจโครงสร้างเพื่อทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ อย่างเช่น μ กับ p เพราะว่านี้เกี่ยวกับงานของเราในบทนี้ มีอยู่สองตัวอย่างคือ ทดสอบเกี่ยวกับ μ สำหรับตัวอย่างขนาดใหญ่ และการทดสอบเกี่ยวกับ p

คำถามเกี่ยวกับการทดสอบ Ho : $\mu = 38.4$ ปี ขณะมัชฌิมเลขคณิตของอายุสำหรับนักกอล์ฟอาชีพ เราเลือก $\alpha = .025$ และกำหนดการทดสอบด้านเดียว Ha : μ (9)..........พร้อมด้วย n = 49 ซึ่งค่าทดสอบ (ตาราง) เป็น (10)..........เราได้ไปเลือกนักกอล์ฟอาชีพโดยสุ่มคำนวณ $\bar{X} = 40.2$ และ S = 4.2 ปี ดังนั้น $\sigma/\sqrt{n}$ = (11).......... มีค่า Z ที่คำนวณได้ = (1.8/.6) = 3.0 ซึ่ง (12) (มีนัยสำคัญ, ไม่มีนัยสำคัญ, ไม่สามารถบอกได้) ดังนั้น เราสรุปได้ว่า อายุเฉลี่ยสำหรับนักกอล์ฟอาชีพ (13)..........การตัดสินใจนี้ เราอาจทำความคลาดเคลื่อนแบบที่ (14)..........นี้ควรเป็นกรณีที่นักกอล์ฟทั้งหมดมีอายุเฉลี่ยจริงเป็น (15)..........โอกาสที่เราทำความคลาดเคลื่อนเช่นนั้น (16)..........

(9) $\mu > 38.4$
(10) 1.96
(11) $4.2/\sqrt{49} = .6$
(12) มีนัยสำคัญ
(13) มากกว่า 38.4 ปี
(14) 1
(15) 38.4 ปี หรือน้อยกว่า
(16) .025

พิจารณาการทดสอบเกี่ยวกับทวินาม p ในเมื่อ p = สัดส่วนจริงของพลเมืองไทยผู้ซึ่งจบ ป. 4 สำหรับ Ho : p = .8;Ha : p≠.8 n = 100 และ α = .05 ตัวอย่างสุ่มให้ X = 84;X= จำนวนในตัวอย่างผู้ซึ่ง (17)..........แล้ว ค่าวิกฤต z = (18)..........ค่า z ที่คำนวณได้ $= \frac{(84/100) - .8}{(19)..........}$ = (20)..........ตัดสินใจ (21)..........สำหรับ a = (22).......... สรุปได้ว่า สัดส่วนจริงของพลเมืองไทยผู้ซึ่งจบ d . 4 คือ (23)..........

(17) จบ ป. 4
(18) 1.96
(19) $\sqrt{\frac{(.8)(.2)}{100}}$
(20) 1.00
(21) ไม่สามารถปฏิเสธ Ho

ต่อไปนี้เป็นการประมาณค่าและทดสอบสมมติฐาน กระบวนการก็เหมือนกับข้างต้น เว้นแต่ว่าเราใช้ตัวอย่างขนาดเล็ก และใช้ตาราง (24)..........มากกว่าตาราง z ความแตกต่างสิ่งเหล่านี้และอื่น ๆ แสดงได้โดยตัวอย่างต่อไปนี้ สำหรับการทดสอบ ในการทดสอบ Ho : μ = 32 ออนซ์ เทียบกับ Ha : μ < 32.0 ในเมื่อ μ = จำนวนเฉลี่ยของเครื่องดื่มที่บรรจุด้วยเครื่องจักร ถ้าหากว่า จำนวนมีการแจกแจง (25)..........พร้อมด้วย (26)..........ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ n ≤ (27)..........แล้ว เราสามารถใช้ตัวสถิติ t สำหรับอนุมาน สำหรับการทดสอบ α = .025 ของตัวอย่างสุ่มขนาด 12 ค่าทดสอบจากตารางเป็น (28)..........ถ้าหากว่าค่า t ที่คำนวณได้เป็น 2.05 ควร (29) (ปฏิเสธ, ไม่ปฏิเสธ, ไม่ทำการตัดสินใจ) Ho และสรุปว่า μ = (30)..........นี้หมายความว่า เครื่องจักร (31) (ต้องการ, ไม่ต้องการ) ปรับปรุง สำหรับการตัดสินใจนี้ มีความคลาดเคลื่อนแบบที่ (32)..........ที่น่าจะเป็นไปได้ พร้อมด้วยความน่าจะเป็นของการกระทำความคลาดเคลื่อนของ (33)..........

(22) α = .05
(23) ไม่มีนัยสำคัญจาก .8 ที่ α = .05
(24) t
(25) ปกติ
(26) ไม่ทราบ
(27) 30
(28) 2.20
(29) ไม่ปฏิเสธ
(30) 32.0
(31) ไม่ต้องการ
(32) 2
(33) จำนวนไม่จำกัด

สำหรับการประมาณหาตัวค่าประมาณสำหรับความแตกต่างของอายุของเพศหญิงกับเพศชายที่จดทะเบียนสมรส ของแฟ้มงานเก็บเอกสาร ทะเบียนสมรสสำนักงานหนึ่ง พิจารณาแต่ละคู่ของความแตกต่าง อายุเป็นปี = อายุของเพศชาย – อายุของเพศหญิง แสดงได้เก้าคู่ −1, 0, 3, 0, 2, 3, 1, 4, −3 นี้เป็นสภาวะความแตกต่างเป็น (34)..........สมมติว่าความแตกต่างของอายุมีการแจกแจงปกติ

(34) คู่

เราควรประมาณค่า μ_d โดยใช้ $\bar{X}_d$ = (35)..........และใช้ $s_d = 2.24$ สำหรับองศาแห่งความอิสระ (36)..........และ $\alpha = .10$ $t_{\alpha/2}$ = (37)..........ดังนั้น ขอบเขตของความคลาดเคลื่อนสำหรับ 90 เปอร์เซ็นต์ช่วงความเชื่อมั่นของตัวประมาณค่า คือ $(ts_d)/\sqrt{n}$ = (38).......... ตัวอย่างนี้ให้ช่วงที่กำหนดได้โดย (39)..........≤ μ_d ≤ ....ค่าประมาณตัวอย่างนี้ อายุของเพศชายจะเฉลี่ยจาก (40)..........ปี น้อยกว่าถึง (เพศหญิงแก่กว่าเพศชาย) (41)..........ปี มากกว่า (เพศชายแก่กว่าเพศหญิง) ความตั้งใจของเขา สำหรับตัวอย่างสุ่มอื่น ๆ ของเก้าคู่ เราควรคาดหวังเพื่อที่จะหาขีด (42)..........แต่การกำหนดช่วงทั้งหมดในวิธีการนี้ เราคาดว่า (43)..........เปอร์เซ็นต์จะรวมความแตกต่างเฉลี่ยจริงของอายุสำหรับคู่สมรสที่จดทะเบียนในสำนักงานนี้

(35) 1

(36) 8

(37) 1.86

(38) 1.39

(39) $-.39 \leq \mu_d \leq$ 2.39 ปี

(40) 0.39

(41) 2.39

(42) ความแตกต่าง

(43) 90

ปัญหาถูกหรือผิด บทที่ 9

ข้อความต่อไปนี้ถูกหรือผิด ถ้าถูกให้ขีดเส้นใต้ที่ตัวอักษร T หน้าข้อ ถ้าผิดให้ขีดเส้นใต้ที่ตัวอักษร F หน้าข้อนั้น ๆ

T – F 1. เราเขียน null hypothesis โดยใช้ข้อความให้เท่ากัน แม้ว่า null hypothesis อาจรวมความไม่เท่ากัน

T – F 2. alternative hypothesis เป็นสิ่งที่ใครไม่ต้องการอ้างสิทธิหรือพิสูจน์

T – F 3. ข่าวสารทั้งหมดจากการทดสอบข้อมูล (ตัวอย่าง) ควรจะจำกัดจากสมมติฐาน

T – F 4. เขตปฏิเสธเป็นกลุ่มของค่า Z ที่เป็นไปได้สำหรับใครคนหนึ่งควรปฏิเสธ null hypothesis

T – F 5. เขตสำหรับการปฏิเสธ null hypothesis อยู่ที่ด้านหนึ่ง หรือสองด้านของการแจกแจง

T – F 6. ถ้าหากว่า alternative hypothesis เป็น $\neq$ ค้นหาค่า Z ซึ่งจะรวม α (ความน่าจะเป็น) ในแต่ละด้าน

T – F 7. ถ้าหากว่า (ในการดำเนินงานทดสอบสมมติฐาน) ตัวอย่างแสดงหลักฐานไม่สอดคล้องกับ alternative hypothesis นี้เป็นการพิสูจน์ null hypothesis

T – F 8. ความแตกต่างมีนัยสำคัญ คือความแตกต่างทางคณิตศาสตร์ (อย่างสัมบูรณ์)

T – F 9. ในการตัดสินใจทางสถิติ อย่างเช่นในงานควบคุมคุณภาพ ภัยของผู้บริโภค ภัยที่สิ่งของที่เลววางอยู่ในตลาด เป็นภัยของการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ I

T – F 10. สองความคลาดเคลื่อนในการทดสอบ ประเภทที่ I และประเภทที่ II ประเภทที่ I วิกฤตกว่า

T – F 11. null hypothesis ระบุค่าของตัวสถิติ

T – F 12. ความน่าจะเป็นของการทำความคลาดเคลื่อนประเภทที่ II เป็น $1 - \alpha$

T – F 13. เมื่อเรายอมรับ null hypothesis ที่เป็นจริง เราทำความคลาดเคลื่อนประเภทที่ II

T – F 14. ถ้าหากว่า $\alpha = 0.01$ เราใช้ระดับนัยสำคัญ 1%

T – F 15. เมื่อ $\alpha = 0.01$ มีโอกาส 1% ที่เราจะทำความคลาดเคลื่อนประเภทที่ II

T – F 16. null hypothesis จะกำหนดค่าเฉพาะเสมอ

T – F 17. หากเราปฏิเสธ Ho เราไม่สามารถทำความคลาดเคลื่อนประเภทที่ II

T – F 18. เมื่อไร Ha บอกทิศทาง เราใช้ค่าความน่าจะเป็นด้านเดียว

T – F 19. เมื่อไรเรากล่าวถึงตัวอย่าง เรากำลังเกี่ยวข้องอยู่กับสิ่งซึ่งมีอยู่ของสมมติฐาน

T – F 20. การใช้ $\alpha = 0.05$ เราอนุมานการดำเนินงานของตัวประกอบที่ไม่มีโอกาส เมื่อเหตุการณ์เกิดขึ้น 5% ของครั้ง หรือโอกาสน้อยกว่า

T – F 21. การใช้ $\alpha = 0.01$ เรายอมรับ Ho ถ้าหากว่าเราได้ใช้ $\alpha = 0.05$ เราควรจะยอมรับ Ho ด้วย

T – F 22. null hypothesis กับ alternative hypothesis เป็นสองสมมติฐานที่อิสระกัน

T – F 23. เราสามารถพิสูจน์ alternative hypothesis ได้โดยตรง

T – F 24. เราใช้ Z ทดสอบตัวสถิติได้อย่างเหมาะสมเสมอ

T – F 25. เมื่อเราได้ตัวสถิติทดสอบตกภายในเขตวิกฤต เราปฏิเสธ Ho

T – F 26. การแจกแจงทวินามเป็นตัวแบบที่เหมาะสมเพื่อพรรณนาการแจกแจงตัวอย่างของมัชฌิมเลขคณิต

T – F 27. เมื่อ Ha ไม่มีทิศทาง เรากำลังเกี่ยวข้องอยู่กับทั้งสองด้านของการแจกแจง

T – F 28. การใช้ $\alpha = 0.01$ ทดสอบสองด้าน เราได้ $t = 2.764$ สำหรับองศาแห่งความอิสระ 10 เรายอมรับ Ho

T – F 29. เมื่อเราทดสอบสิ่งซึ่งประกอบขึ้นด้วยส่วนหนึ่งที่เหมือนกันของความแปรปรวน การตั้ง Ho ว่าตัวอย่างทั้งสองเลือกมาจากประชากรที่มีมัชฌิมเลขคณิตเหมือนกัน

T – F 30. ตัวสถิติ Z ใช้เมื่อทราบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประชากร

T – F 31. เมื่อไรไม่ทราบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประชากร เราต้องได้ค่าประมาณของ t

T – F 32. เมื่อตัวอย่างทั้งสองมาจากประชากรเดียวกัน t จะเท่ากับศูนย์เสมอ

T – F 33. Ho ; $\mu_1 - \mu_2 = 7.5$ เป็นข้อความที่สามารถยอมรับได้ของ null hypothesis

T – F 34. ในกรณีสองตัวอย่าง การทดสอบ Ho คือว่าความแตกต่างในมัชฌิมเลขคณิตของตัวอย่างเท่ากับ ($\mu_1 - \mu_2$)

T – F 35. อัตราส่วนของ Student t ต้องการค่าประมาณที่ไม่เอนเอียงของ ($\mu_1 - \mu_2$)

T – F 36. ในการศึกษาเปรียบเทียบสองกลุ่มที่อิสระกันของสิ่งของ 6 ชิ้นในแต่ละกลุ่ม องศาแห่งความอิสระรวมเท่ากับสิบ

T – F 37. เงื่อนไขที่จำเป็นของอัตราส่วน t แน่ ๆ คือว่า $\mu_1 = \mu_2$

T – F 38. เพื่อที่จะใช้ตัวสถิติ Z ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละตัวอย่างต้องทราบ

T – F 39. อัตราส่วน t เป็นลบ หมายความว่า ความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของตัวอย่างจะน้อยกว่าความแตกต่างจริงระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของประชากร

T – F 40. เมื่อความผันแปรของกลุ่มหนึ่งแตกต่างไปจากความผันแปรของกลุ่มอื่น ๆ เรากำลังสุ่มตัวอย่างจากสองการแจกแจงที่แตกต่างกันของมัชฌิมเลขคณิต

T – F 41. ในการทดสอบแบบ t สำหรับผลต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มที่เข้าคู่กัน องศาแห่งความอิสระเป็น $n-2$

T – F 42. ความผันแปรในกระบวนการทดลองโดยทั่ว ๆ ไป เป็นตัวประกอบที่มีนัยสำคัญมากที่สุด ที่มีส่วนสนับสนุนการเปลี่ยนบ่อย ๆ ของค่าสังเกตเกี่ยวกับตัวแปรบรรทัดฐาน

T – F 43. ในการทดลองหนึ่ง เริ่มแรกเราสนใจในการประเมินผลขั้นต้นของค่าความแตกต่างเฉพาะราย ระหว่างสิ่งของ

T – F 44. สูตรทั่ว ๆ ไปส่วนมากสำหรับความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตเป็น $\sqrt{s^2_{\bar{x}_1} + s^2_{\bar{x}_2}}$

T – F 45. การกำหนดเรื่องต่อเงื่อนไขการทดลองจะต้องเป็นไปโดยสุ่มเสมอ

T – F 46. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิต สำหรับกลุ่มที่เข้าคู่กันลดลง ขณะองศาแห่งความอิสระลดลง

T – F 47. ข้อเสียของ Sandler's A คือว่า คำนวณยากกว่า Student's t

T – F 48. ตัวสถิติของ Sandler's A มีกำเนิดมาจากอัตราส่วน t สำหรับกลุ่มที่อิสระกัน

T – F 49. เพื่อใช้ตัวสถิติ A เราต้องหาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวอย่าง

T – F 50. ไม่อาจเป็นไปได้ที่จะได้ค่าลบของตัวสถิติ A

T – F 51. ใช้ $\alpha = 0.05$ ทดสอบสองด้าน เราได้ $t = 2.229$ ในการทดสอบเปรียบเทียบ 10 คู่ของข้อมูล เรายอมรับ Ho

T – F 52. การทดสอบทางสถิติใช้ Ha มีทิศทาง อำนาจการทดสอบมากกว่าการทดสอบสองด้านเสมอ

T – F 53. โดยทั่ว ๆ ไปการทดสอบพารามิเตอร์มีอำนาจการทดสอบมากกว่าการทดสอบไม่ใช้พารามิเตอร์

T – F 54. เพิ่มขนาดตัวอย่างใช้เพิ่มอำนาจการทดสอบทางสถิติ

T – F 55. เนื่องจากว่า มี d.f. หาย ในการทดสอบสำหรับการวัดสหสัมพันธ์ การทดสอบสำหรับกลุ่มที่มีความอิสระจะมีอำนาจมากกว่าเสมอ

T – F 56. ถ้าหากว่า Ho เป็นจริง อำนาจการทดสอบเป็น 100%

T – F 57. ระดับนัยสำคัญ α มีผลต่ออำนาจการทดสอบ

T – F 58. เราสามารถคำนวณอำนาจของการทดสอบเมื่อ Ho ผิด เท่านั้น

T – F 59. ระดับนัยสำคัญ α สูงขึ้น ค่าสัมบูรณ์ของ Z ที่ต้องการไปปฏิเสธ Ho ต่ำลง

T – F 60. ทดสอบ A มีประสิทธิภาพของอำนาจ 60% เทียบกับทดสอบ B ถ้าหากว่า (กับการทดสอบ B) เราใช้ 12 สิ่ง เราต้องใช้ 20 สิ่ง เพื่อที่จะสำเร็จเท่ากับ อำนาจ

ทดสอบ A

T – F 61. การแจกแจงทวินามใช้ประมาณการแจกแจงปกติได้ดี

T – F 62. ค่าคาดหวังของ χ^2 เท่ากับ 1.00

T – F 63. การทดสอบไม่ใช้ตัวพารามิเตอร์เหมาะสำหรับตัวแปรที่แบ่งแยกออกเป็นประเภท

T – F 64. ในสิบหัวข้อการทดสอบถูกหรือผิด ความน่าจะเป็นของการตอบถูกแน่ ๆ ห้าข้อเป็น 0.623

T – F 65. ความน่าจะเป็นของการตอบถูกสามข้อในเก้าข้อของการทดสอบถูกหรือผิดเป็น 0.254

T – F 66. ขณะ N เพิ่มขึ้น p และ q เข้าใกล้ 1/2

T – F 67. ในการศึกษาเปรียบเทียบสามกลุ่ม เราได้ $\chi^2 = 7.00$ ใช้ $\alpha = 0.05$ (ทดสอบสองด้าน) เราปฏิเสธ Ho

T – F 68. การแจกแจงตามทฤษฎีของไคสแควเป็นแบบต่อเนื่อง

T – F 69. ในตาราง contingency 4×5 df = 12

T – F 70. ถ้าหากว่า ความถี่ที่ได้มีความสัมพันธ์ ซึ่งกันและกัน เราเพิ่มภัยของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ I

T – F 71. เราอาจแก้สำหรับ N เพิ่มขึ้น โดยการลดจำนวนองศาแห่งความอิสระ

T – F 72. N เพิ่มขึ้น เราต้องใช้การแก้ความต่อเนื่อง (correction for continuity)

T – F 73. ข้อมูลต้องอยู่ในรูปของความถี่เพื่อใช้การทดสอบไคสแคว

T – F 74. ในการอนุมาน เราพิจารณา s^2 เป็นตัวประมาณที่ดีสำหรับ σ^2 นานเท่าที่ $n > 30$

T – F 75. ข้อดีของการทดสอบแบบ Z มากกว่าการทดสอบแบบ t คือว่า การทดสอบแบบ Z มีภัยของ β น้อยกว่าสำหรับค่า α ที่กำหนดให้

T – F 76. ในทางปฏิบัติ เราพิจารณาการแจกแจง t กับ Z มีความจำเป็นเหมือนกันสำหรับ df > 30

T – F 77. สำหรับการอนุมาน (ทดสอบหรือการประมาณค่า) เกี่ยวกับมัชฌิมเลขคณิตจากการแจกแจงปกติเมื่อทราบ σ ควรใช้ตัวสถิติ Z มากกว่า t โดยไม่คำนึงถึงขนาดตัวอย่าง

T – F 78. ช่วงความเชื่อมั่นเกี่ยวกับมัชฌิมเลขคณิต โดยตัวสถิติ t หรือ Z ใช้แบบเดียวกัน ตัวค่าประมาณ ± (t หรือ Z) (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับการแจกแจงตัวอย่างของตัวประมาณ)

T – F 79. องศาแห่งความอิสระ df คือ n–1 สำหรับการทดสอบแบบ t ทั้งหมด

T – F 80. การใช้ค่าตาราง t (หรือค่าตารางอื่น ๆ) งานนี้เสนอใช้ทศนิยมสองตำแหน่ง ตัวอย่าง เช่น t .025, 12 = 2.1788 ปัดเป็น 2.18

T – F 81. การทดสอบแบบความแตกต่างของข้อมูลเป็นเข้าคู่กัน ควรจะเหมาะสำหรับการเปรียบเทียบอาหารสองชนิด ถ้าหากว่าการทดลองปฏิบัติเป็นคู่ ๆ โดยการสุ่มเลือกชนิดหนึ่งให้รับอาหารชนิดใหม่ และอีกชนิดหนึ่งให้รับอาหารชนิดเดิม

T – F 82. Beta (β) ส่วนที่ขาดความเชื่อมั่น นั่นคือภัยของ β (β–risk) = 1 – ภัยของ α

T – F 83. การทดสอบสองด้านแบบ t และช่วงความเชื่อมั่น (t–) ให้ข่าวสารเป็นหัวใจเหมือนกัน สมมติว่าใช้ α เหมือนกัน

T – F 84. ตารางไคสแควสร้างขึ้นมาคล้ายตาราง t มาก ต้องการองศาแห่งความอิสระและเปอร์เซ็นต์ที่ริมขอบ และค่า χ^2 ในเนื้อแท้ (body)

T – F 85. การทดสอบแบบไคสแควต้องตัวแปรเชิงสุ่มมีการแจกแจงปกติ

T – F 86. ตัวสถิติไคสแควธรรมดาใช้สำหรับทดสอบความเท่ากันของสองมัชฌิมเลขคณิตหรือมากกว่า

T – F 87. ตัวสถิติไคสแควเปรียบเทียบความถี่ที่ได้สังเกตกับค่าคาดหวังที่จะเกิดขึ้น ถ้าสมมติฐานเป็นจริง

T – F 88. การทดสอบไคสแควพิจารณาในที่นี้ ไม่แบ่งแยกทิศทางของความแตกต่าง และใช้ทดสอบด้านซ้าย

T – F 89. การอ้างเหตุผลสนับสนุนสำหรับการคำนวณความถี่ที่คาดหวัง = (ผลรวมของแถวคูณด้วยผลรวมของคอลัมน์) หารด้วยผลรวมทั้งหมด คือเงื่อนไขทั้งหมดของความอิสระ

T – F 90. ตาราง contingency r แถว c คอลัมน์ ใช้ทดสอบแบบไคสแคว มีองศาแห่งความอิสระ มี (r–1) (c–1)

T – F 91. ถ้าหากว่าในตาราง contingency r × c ค่า$(X_i - E_i)^2/E_i$ สำหรับช่วงใดช่วงหนึ่งหรือหลายช่วง ที่มีค่ามากกว่าไคสแควของตาราง นี้เป็นการเพียงพอที่จะสรุปว่าการแบ่งแยกออกเป็นประเภทมีความสัมพันธ์กัน

T – F 92. ช่วงที่มีความถี่น้อย หมายถึงช่วงที่มีความถี่ที่คาดหวังน้อยกว่าห้า

T – F 93. ตัวสถิติ Z กับตัวสถิติไคสแคว ใช้เป็นตัวอนุมาน p ของทวินามได้

เฉลยปัญหาถูกหรือผิด บทที่ 9

1. T	2. T	3. T	4. T	5. T	6. F	7. F
8. F	9. F	10. F	11. F	12. F	13. F	14. T
15. F	16. T	17. T	18. T	19. F	20. T	21. F
22. F	23. F	24. F	25. T	26. F	27. T	28. T
29. F	30. T	31. F	32. F	33. T	34. F	35. F
36. T	37. F	38. F	39. F	40. F	41. F	42. F
43. F	44. F	45. F	46. F	47. F	48. F	49. F
50. T	51. T	52. F	53. T	54. T	55. F	56. F
57. T	58. T	59. T	60. T	61. F	62. F	63. T
64. F	65. F	66. F	67. T	68. T	69. T	70. T
71. F	72. F	73. T	74. T	75. T	76. F	77. T
78. T	79. F	80. T	81. T	82. F	83. T	84. T
85. F	86. F	87. T	88. F	89. T	90. T	91. T
92. T	93. T					

คำถามบทที่ 8–9

1. เมื่อค่าของ α เปลี่ยนจาก .05 เป็น .01
   (1) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของส่วนเฉลี่ยเลขคณิตลดลง
   (2) ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า
   (3) ขนาด n ควรจะโตขึ้น
   (4) ค่าของ Z ที่ต้องการไปปฏิเสธสมมติฐาน (null hypothesis) มากขึ้น
   (5) ข้อ (2) และ ข้อ (4) เป็นจริง
2. เซทของค่าต่อไปนี้จะคำนวณค่า Z ที่ต้องการเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับส่วนเฉลี่ยเลขคณิต
   (1) $n, \sigma_{\bar{x}}, \mu$ (2) $s, \bar{x}, \mu$ (3) $n, \bar{x}, \mu, s$ (4) $s, \sigma, \bar{x}, \mu$ (5) n, σ, μ
3. สมมติว่า $Ho: \mu = 100$ และ $Ha: \mu \neq 100$ สำหรับเงื่อนไขนี้ ค่าวิกฤตของ Z เป็น ± 1.96 ในเมื่อ $\alpha = .05$ และ ± 2.58 เมื่อ $\alpha = .01$ ถ้าหากว่า ค่าที่คำนวณได้ของ Z เป็น + 2.30 เราควร
   (1) ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .05$ แต่ไม่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .01$
   (2) ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .05$ และยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .01$
   (3) ไม่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .05$ แต่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .01$
   (4) ไม่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .05$ และไม่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .01$ (5) ข้อ(2)และข้อ(4)ถูก
4. จากโจทย์ข้อ 3. ถ้าหากว่า ค่าที่คำนวณได้ของ Z เป็น + 1.80 เราควร
   (1) ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .05$ แต่ไม่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .01$
   (2) ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .05$ และยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .01$
   (3) ไม่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .05$ แต่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .01$
   (4) ไม่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .05$ และไม่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .01$ (5) ข้อ(2)และข้อ(4)ถูก
5. จากโจทย์ข้อ 3. ค่าที่คำนวณได้ของ Z เป็น – 2.80 เราควร.–
   (1) ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .05$ แต่ไม่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .01$
   (2) ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .05$ และยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .01$
   (3) ไม่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .05$ แต่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .01$
   (4) ไม่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .05$ และไม่ยอมรับ Ho ที่ $\alpha = .01$ (5) ไม่มีข้อใดถูก
6. เรากำลังคิดถึงการสอบสองหาง (two-tailed test) แต่ตัดสินใจทดสอบหางเดียว (one-tailed test) นี้หมายความว่า.–
   (1) ค่าวิกฤติของ Z จะเล็กลง (2) ค่าวิกฤติของ Z จะโตขึ้น

(3) ค่าของ α ควรจะเปลี่ยน (4) สมมติฐาน (Ho) จะถูกกำหนดต่าง ๆ กัน

(5) ค่าของ β ควรจะเปลี่ยน

7. ถ้าหากว่า เราทดสอบ Ho : $\mu = 100$ เปรียบเทียบ Ha : $\mu < 100$ ส่วนที่ไม่ยอมรับจะตั้งอยู่ที่.–

(1) ทางขวาสุด (2) ทางซ้ายสุด (3) สองข้างสุด (4) ศูนย์กลาง

(5) ไม่มีข้อใดถูก

8. แสดงการประมาณค่าของ parameter

(1) เมื่อต้องการความถูกต้องแน่นอนมาก

(2) เหตุผล (logic) ไม่ได้ชี้ถึงค่าของ parameter ที่สนใจเป็นพิเศษ

(3) เมื่อเรารู้ค่าของ parameter และประสงค์เพื่อที่จะทำนาย sample outcomes

(4) เมื่อการเลือกตัวอย่างไม่ได้เป็นแบบสุ่ม

(5) เมื่อการเลือกตัวอย่างเป็นแบบ without replacement

9. กฎสำหรับการสร้างค่าประมาณเชิงช่วง (interval estimate) ของค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากรคือ.–

(1) $\mu \pm Z s$ (2) $Z \pm \bar{X} \sigma_{\bar{x}}$ (3) $\bar{x} \pm Z s$ (4) $\bar{x} \pm Z \sigma$ (5) $\bar{x} \pm Z \sigma_{\bar{x}}$

10. เซทอันไหนของเหตุการณ์ ที่จะมีผลมากที่สุดในช่วงความเชื่อมั่นที่แคบ.–

(1) n มีค่ามากและสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น .95

(2) n มีค่ามาก และสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น .99

(3) n มีค่าน้อย และสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น .95

(4) n มีค่าน้อย และสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น .99 (5) ถูกทุกข้อ

11. ข้อความอันไหนไม่ถูกต้อง.–

(1) ค่าประมาณเชิงช่วง (interval estimates) ดีกว่าค่าประมาณเชิงจุด เพราะว่ามีความถูกต้องมากกว่า

(2) ตัว parameter ไม่ได้ผันแปรแต่ค่าประมาณได้มาจากตัวอย่างต่าง ๆ จะผันแปร

(3) การสร้างค่าประมาณเชิงช่วงครั้งหนึ่ง ไม่ได้เป็นสมบัติเฉพาะเกี่ยวกับความน่าจะเป็นที่ซึ่งจะคลุม parameter (4) ถูกทุกข้อ (5) ไม่มีข้อใดถูก

12. ปัญหาที่พบเห็นหรือประมาณขึ้น ซึ่งเงื่อนไขส่วนมากเป็นสาเหตุของความยากลำบากในการประยุกต์ของการอนุมานสถิติต่อตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ คือ

(1) ตัวอย่างเป็นตัวอย่างสุ่ม (2) ตัวอย่างได้มาแบบ with replacement

(3) การแจกแจงตัวอย่างเป็นไปตามเส้นโค้งปกติ

(4) ทราบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

(5) ตัวอย่างได้มาแบบ without replacement

13. สำหรับการทดสอบสองหาง (two-tailed test) ค่าวิกฤติของ Z สำหรับ $\alpha = .05$ และ $\alpha = .01$ ตามลำดับคือ

(1) 1.58 และ 2.96 (2) 1.64 และ 2.33 (3) 1.96 และ 2.58

(4) 1.33 และ 2.64 (5) 2.33 และ 2.58

14. สำหรับการทดสอบหางเดียว (one-tailed test) ค่าวิกฤติของ Z สำหรับ $\alpha = .05$ และ $\alpha = .01$ ตามลำดับคือ

(1) 1.58 และ 2.96 (2) 1.64 และ 2.33 (3) 1.96 และ 2.58

(4) 1.33 และ 2.64 (5) 2.33 และ 2.58

15. เมื่อกำหนด α ให้มีค่ามาก

(1) เราสามารถมีความแน่ใจเกี่ยวกับการสรุปของเรา ไม่ว่าจะมีสภาพอะไรก็ตาม

(2) เราควรใช้ n เล็กลง (3) เราควรใช้การทดสอบสองหาง

(4) เราควรใช้การทดสอบหางเดียว

(5) มีการเสี่ยงภัยมากขึ้นในการปฏิเสธสมมติฐาน เมื่อสมมติฐานจริง

16. เมื่อกำหนด α ให้มีค่าน้อย

(1) เราสามารถมีความแน่ใจเกี่ยวกับการสรุปของเรา ไม่ว่าจะมีสภาพอะไรก็ตาม

(2) มีการเสี่ยงภัยมากขึ้นในการปฏิเสธสมมติฐานเมื่อสมมติฐานเป็นจริง

(3) เราควรใช้การทดสอบสองหาง (4) เราอาจมองข้ามความแตกต่างจริงง่ายเกินไป

(5) เราควรใช้การทดสอบหางเดียว

17. เมื่อใช้การทดสอบหางเดียว.-

(1) Z ต้องมีค่ามากขึ้นเพื่อเป็นผลในการปฏิเสธสมมติฐาน

(2) ค่าที่ขัดแย้งกันของ $\bar{x}$ น้อย อาจมีผลในการปฏิเสธสมมติฐาน

(3) ระดับนัยสำคัญควรจะเปลี่ยน (4) ควรจะเพิ่ม n (5) ควรจะลด n

18. การเลือกระหว่างการทดสอบหางเดียวกับการทดสอบสองหาง

(1) จะมีผลต่อการกำหนด Ho (2) ควรจะทำภายหลังการศึกษาค่าของ $\bar{x}$

(3) จะถูกกำหนดด้วยเหตุผลของการศึกษามากกว่า outcome ของข้อมูล

(4) เป็นเรื่องของการเลือกที่นักสถิติเสนอข้อ (2) และบางคนเสนอข้อ (3)

(5) ข้อ (1) กับข้อ (2) ถูก

19. ถ้าผลลัพธ์ของการทดสอบมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ผลลัพธ์นั้น.-

(1) มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (2) ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

(3) อาจมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (4) ไม่น่าจะมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

(5) ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.1

20. ถ้าผลลัพธ์ของการทดสอบมีนัยสำคัญที่ระดับ .05, ผลลัพธ์นั้น.–

(1) จะมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (2) จะไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

(3) อาจมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (4) ไม่น่าจะมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

(5) จะไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

21. เราควรน่าจะใช้ค่าของ α ลดลงกว่าปกติเมื่อ.–

(1) n มีค่าน้อย (2) เราต้องการเชื่อมั่นว่า ไม่ควรยอมรับสมมติฐานเมื่อเรากระทำ

(3) เราต้องการรักษาค่าความแตกต่างที่อาจเป็นไปได้ต่อไป (4) การทดสอบโดยตรง

(5) การทดสอบทางอ้อม

22. เราควรน่าจะใช้ค่าของ α มากขึ้นกว่าปกติเมื่อ

(1) n มีค่าน้อย (2) เราต้องการเชื่อมั่นว่า ไม่ควรยอมรับสมมติฐานเมื่อเรากระทำ

(3) เราต้องการรักษาเพื่อประเมินค่าความแตกต่างที่อาจเป็นไปได้ต่อไป

(4) การทดสอบโดยตรง (5) การทดสอบทางอ้อม

23. กำหนดให้ $\bar{x} = 102$, Ho : $\mu = 100$, Ha : $\mu \neq 100$ ถ้าหากว่ายอมรับ Ho นี้หมายความว่า.–

(1) ไม่มีสมมติฐานอื่นที่สามารถเป็นจริง (2) สมมติฐานอื่นไม่น่าจะเป็นจริง

(3) สมมติฐานที่กำหนดขึ้นน่าจะเป็นจริง

(4) สมมติฐานที่กำหนดขึ้นสามารถเป็นจริง แต่สมมติฐานอื่นก็สามารถเป็นจริง

(5) สมมติฐานที่กำหนดขึ้นไม่เป็นจริง

24. กำหนดให้ $\bar{x} = 102$, Ho : $\mu = 100$, Ha : $\mu \neq 100$ ถ้าหากว่าไม่ยอมรับ Ho นี้หมายความว่า.–

(1) สมมติฐานผิด (2) ดูเหมือนว่าสมมติฐานผิด (3) มีขนาดไม่ใหญ่เพียงพอ

(4) ควรทำการทดสอบซ้ำ (5) มีขนาดใหญ่

25. ถ้าขนาดตัวอย่างค่อนข้างเล็ก และการตัดสินใจไม่ยอมรับสมมติฐาน

(1) การทดสอบน่าจะทำซ้ำ (2) ความแตกต่างจริง ๆ มีเนื้อหาเป็นจริงกว่า

(3) ระดับของนัยสำคัญควรจะน้อยกว่า

(4) ควรจะเปลี่ยนจากการทดสอบหางเดียวเป็นการทดสอบสองหาง

(5) การทดสอบโดยตรง

26. การกระทำความคลาดเคลื่อนชนิดที่สอง เมื่อ

(1) ไม่ยอมรับสมมติฐานที่เป็นจริง (2) ยอมรับสมมติฐานที่ผิด

(3) ยอมรับ alternative hypothesis ที่ผิด (4) α มีค่ามากกว่าที่ควรเป็น

(5) α มีค่าน้อยมาก

27. การกระทำความคลาดเคลื่อนชนิดที่หนึ่ง เมื่อ.–
(1) ไม่ยอมรับสมมติฐานที่เป็นจริง (2) ยอมรับสมมติฐานที่ผิด
(3) ยอมรับ alternative hypothesis ที่เป็นจริง
(4) α มีค่ามากกว่าที่ควรเป็น (5) β มีค่ามากกว่าที่ควรเป็น

28. ชายคนหนึ่งยอมรับสมมติฐานทั้งหมด บางสมมติฐานเป็นจริงและบางสมมติฐานผิด α คือ
(1) 1 (2) 1/2 (3) 0 (4) 3/4 (5) คำนวณไม่ได้

29. ชายคนหนึ่งยอมรับสมมติฐานทั้งหมด บางสมมติฐานเป็นจริง และบางสมมติฐานผิด β คือ
(1) 1 (2) 1/2 (3) 0 (4) 3/4 (5) คำนวณไม่ได้

30. เมื่อเราใช้ระดับของนัยสำคัญ .05
(1) เราจะถูก 5% ของครั้ง (2) เราจะผิด 5% ของครั้ง
(3) เราจะปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นจริง 5% ของครั้ง
(4) เราจะยอมรับสมมติฐานที่ผิด 5% ของครั้ง
(5) เราจะไม่ยอมรับสมมติฐานที่ผิด 5% ของครั้ง

31. ระดับของนัยสำคัญน้อยลง.–
(1) ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนชนิดที่หนึ่ง น้อยลง
(2) ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนชนิดที่สอง น้อยลง
(3) ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนชนิดที่หนึ่ง มากขึ้น
(4) ความเชื่อมั่นน้อยลงเราอาจบรรลุถึงการสรุป (5) n มีค่ามาก

32. การทดสอบของสองมัชฌิมเลขคณิตเกี่ยวกับการเปรียบเทียบของมัชฌิมเลขคณิตของ
(1) ตัวแปรเหมือนกันภายใต้เงื่อนไขต่างกัน (2) ตัวแปรเหมือนกันภายใต้เงื่อนไขเหมือนกัน
(3) ตัวแปรต่างกันภายใต้เงื่อนไขต่างกัน (4) ตัวแปรต่างกันภายใต้เงื่อนไขเหมือนกัน
(5) ข้อ (3) และ ข้อ (4) ถูก

33. การทดสอบความแตกต่างระหว่างสองมัชฌิมเลขคณิตต่างไปจากการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับหนึ่งมัชฌิมเลขคณิตใน
(1) เหตุผล (logic) (2) การเลือกของระดับนัยสำคัญ
(3) สภาพของการแจกแจงตัวอย่างที่เกี่ยวข้อง (4) ถูกหมดทั้งสามข้อ
(5) ไม่มีข้อใดถูกต้อง

34. สภาพที่แน่นอนของการแจกแจงตัวอย่างสุ่ม ของความแตกต่างระหว่างสองมัชฌิมเลขคณิต ขึ้นอยู่กับ.–

(1) ขนาดตัวอย่าง (2) $\mu_1 - \mu_2$ (3) ลักษณะของข้อมูลประชากร

(4) เงื่อนไขของตัวอย่างที่มีความอิสระหรือไม่มีความอิสระ (5) ถูกทั้งหมด

35. เมื่อตัวอย่างไม่มีความอิสระกันนี้จะมีผลต่อ.–

(1) การเลือกสมมติฐาน (2) การเลือก alternative hypothesis

(3) มัชฌิมเลขคณิตของการแจกแจงตัวอย่าง

(4) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงตัวอย่าง

(5) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างระหว่างสองส่วนเฉลี่ยเลขคณิตมากขึ้น

36. เมื่อตัวอย่างมีความอิสระกัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิต ทั้งสอง จะ.–

(1) น้อยกว่าวิธีอื่น (2) มากกว่าวิธีอื่น ๆ

(3) น้อยกว่าหรือมากกว่าวิธีอื่น ๆ แต่เราไม่สามารถทำนายว่าอันไหน

(4) ไม่มีผล (5) ขึ้นอยู่กับการแจกแจงตัวอย่าง

37. ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตทั้งสอง ความน่าจะเป็น ของการไม่ยอมรับ Ho (เมื่อมีความแตกต่างกัน) จะเพิ่มขึ้นเมื่อ.–

(1) $n_1 > n_2$ (2) $n_2 > n_1$ (3) n_1 และ n_2 จะต้องมีขนาดเล็ก

(4) n_1 และ n_2 จะต้องมีขนาดใหญ่ (5) n_1 เล็ก n_2 ใหญ่ หรือ n_2 ใหญ่ n_1 เล็ก

38. ความแตกต่างระหว่างการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสองมัชฌิมเลขคณิต และการทดสอบ สมมติฐานเกี่ยวกับมัชฌิมเลขคณิตเดียวจะวางอยู่ใน.–

(1) สภาพของ Ha (2) เกณฑ์สำหรับการตัดสินใจ (α)

(3) คุณสมบัติของการทดสอบหางเดียวหรือสองหาง

(4) ถูกทั้งหมด (5) ไม่มีข้อใดถูก

39. ตัวประกอบไหนจะไม่มีผลต่อความกว้างของช่วงความเชื่อมั่นที่ได้สร้างเพื่อประมาณ ค่าผลต่างระหว่างสองมัชฌิมเลขคณิตประชากร

(1) $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ (2) ขนาดของ s_1 และ s_2 (3) ขนาดของ n_1 และ n_2

(4) ขนาดของ Z (5) จะอยู่ที่การใช้ตัวอย่างที่มีความอิสระหรือตัวอย่างไม่มีความอิสระ

40. ในการสร้างความเชื่อมั่นสำหรับผลต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตทั้งสอง การเลือกสัมประสิทธิ์ ความเชื่อมั่น .95 มากกว่า .90 หมายความว่า.–

(1) เราสามารถเชื่อน้อยลงว่า ช่วงจะบรรจุผลต่างจริง (2) ช่วงจะกว้างกว่า

(3) ผลต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของตัวอย่าง ($\bar{x}$) จะน้อยลง

(4) ผลต่างระหว่างสองมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จะมากขึ้น (5) ถูกทั้งหมด

41 กฎสำหรับสร้างค่าประมาณช่วงของผลต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตทั้งสอง คือ

(1) $(\mu_1 - \mu_2) \pm Z\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ (2) $Z \pm (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)\,\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$

(3) $(\bar{X}_1 + Z\,\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}) + (\bar{X}_1 + Z\,\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2})$ (4) $(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \pm Z\,\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}}$

(5) ไม่มีข้อใดถูกต้อง

42. เราประสงค์เพื่อที่จะทดสอบสมมติฐานว่ามัชฌิมเลขคณิตเป็น 80 ถ้าทราบ σ ตัวแบบตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่จะเหมาะสมเมื่อ n เท่ากับ

(1) 10 (2) 25 (3) 30 (4) 50 (5) ถูกทั้งหมด

43. เราประสงค์เพื่อที่จะทดสอบสมมติฐานว่าส่วนเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 120 ตัวแบบตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่จะเหมาะสมเมื่อ.-

(1) $n > 40$ และ ทราบ σ (2) $n < 40$ และ ทราบ σ

(3) $n > 40$ และ ไม่ทราบ σ (4) ถูกทั้งหมด (5) ไม่มีข้อใดถูก

44. การออกแบบกระบวนการตัวอย่างขนาดเล็กเพื่อแก้ความคลาดเคลื่อน เมื่อ n มีขนาดเล็ก และ.-

(1) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรจะถูกประมาณค่าด้วยตัวอย่าง

(2) การเลือกไม่ได้เป็นแบบสุ่ม (3) การเลือกแบบ with replacement

(4) การเลือกแบบ without replacement

(5) การแจกแจงของมัชฌิมเลขคณิตของตัวอย่าง ($\bar{x}$) จะเบ้

45. ถ้า n เป็น 100, σ ประมาณมาจากตัวอย่างและเราตัดสินใจเพื่อจะใช้ตัวอย่างขนาดเล็กเพื่อจะอนุมานเกี่ยวกับมัชฌิมเลขคณิต ผลจะ.-

(1) มีความถูกต้องน้อยกว่าการใช้กระบวนการตัวอย่างขนาดใหญ่

(2) มีความถูกต้องมาก แม้ว่าได้ใช้กระบวนการตัวอย่างขนาดใหญ่

(3) เนื้อหาไม่ถูกต้อง (4) ไม่เหมาะสม (5) ไม่มีข้อใดถูก

46. มัชฌิมเลขคณิตของการแจกแจงแบบ t

(1) คือ μ (2) เหมือนกับมัชฌิมเลขคณิตของการแจกแจงปกติแบบ Z

(3) แปรไปตามขนาดของตัวอย่าง (4) แปรไปตามการแจกแจงของข้อมูลที่คำนวณได้

(5) มีค่าเท่ากับ 1

47. มัชฌิมเลขคณิตของการแจกแจง t

(1) เป็นตัวแปรที่ไม่ทราบ (2) ไม่ทราบแต่คงที่ (3) เป็นศูนย์

(4) แปรไปตาม degrees of freedom (5) เป็นหนึ่ง

48. ข้อความไหนผิด การแจกแจงแบบ t กับแบบปกติ Z เหมือนกันทั้งสอง

(1) คือสมมาตร (2) มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเหมือนกัน

(3) มีมัชฌิมเลขคณิตเหมือนกัน (4) ถูกทั้งหมด (5) ผิดทั้งหมด

49. ขณะที่จำนวนของ degrees of freedom เปลี่ยน การแจกแจงแบบ t

(1) คงเหมือนเดิม (2) แปรไปตามมัชฌิมเลขคณิต

(3) แปรไปตามรูปร่าง (4) แปรไปตามองศาของความสมมาตร

(5) พื้นที่เปลี่ยน

50. โดยทั่ว ๆ ไป "degrees of freedom" มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดที่สุด กับ.-

(1) ระดับนัยสำคัญ (2) ค่าของ $\bar{x}$ (3) ค่าของ $\sigma_{\bar{x}}$

(4) ขนาดตัวอย่าง (5) ค่าของ μ

51. เมื่อจำนวนของ degrees of freedom ใหญ่มาก

(1) Z จะจำเป็นเท่ากับ t (2) s จะเข้าใกล้กับ σ มาก

(3) $S_{\bar{x}}$ จะเข้าใกล้กับ $\sigma_{\bar{x}}$ มาก (4) ไม่มีข้อใดถูก (5) ถูกทั้งหมด

52. เราประสงค์เพื่อที่จะทดสอบสมมติฐานของความไม่แตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตทั้งสองของสองตัวอย่างที่อิสระกัน ตัวอย่างแรกประกอบด้วย 30 ข้อมูล ตัวอย่างที่สอง 20 ข้อมูล จำนวนของ degrees of freedom สำหรับการทดสอบคือ

(1) 25 (2) 48 (3) 49 (4) 50 (5) 29

53. ทอดลูกเต๋าที่สมดุลย์ลูกหนึ่ง กำหนดว่าจะปฏิเสธสมมติฐานหรือไม่ ถ้าลูกเต๋าปรากฏหน้า 1 เราปฏิเสธสมมติฐาน นอกนั้นเรายอมรับสมมติฐาน บางสมมติฐานเป็นจริง และบางสมมติฐานผิด α จะมีค่า

(1) 1/6 (2) 1/3 (3) 5/6 (4) 2/3 (5) ไม่สามารถคำนวณหาได้

54. จากโจทย์ 53. β จะมีค่า

(1) 1/6 (2) 1/3 (3) 5/6 (4) 2/3

(5) ไม่สามารถคำนวณหาได้จากข้อความที่กำหนดให้

55. เมื่อความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนชนิดที่หนึ่งเป็น .05, α คือ

(1) .05 (2) .025 (3) .95 (4) .99

(5) ไม่สามารถคำนวณหาได้จากข้อความที่กำหนดให้

56. เมื่อ α เป็น .05, ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนชนิดที่สอง คือ

(1) .05 (2) .025 (3) .95 (4) .99
(5) ไม่สามารถคำนวณหาได้

57. เมื่อ α เป็น .05 อำนาจของการทดสอบคือ

(1) .05 (2) .025 (3) .95 (4) .99
(5) ไม่สามารถคำนวณหาได้จากข้อความที่กำหนดให้

58. เมื่อ β เป็น .05 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนชนิดที่หนึ่งคือ

(1) .05 (2) .025 (3) .95 (4) .99
(5) ไม่สามารถคำนวณหาได้จากข้อความที่กำหนดให้

59. เมื่อ β เป็น .05 อำนาจของการทดสอบคือ

(1) .05 (2) .025 (3) .95 (4) .99
(5) ไม่สามารถคำนวณหาได้จากข้อความที่กำหนดให้

60. เมื่อ β เป็น .05 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนชนิดที่สองคือ

(1) .05 (2) .025 (3) .95 (4) .99
(5) ไม่สามารถคำนวณหาได้จากข้อความที่กำหนดให้

61. ปัญหาที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับภัยมากที่สุดของความคลาดเคลื่อนชนิดที่สอง คือ

(1) เราควรจะใช้การทดสอบสมมติฐานหรือการประมาณค่า
(2) ตัวอย่างของเราโตพอหรือ (3) เป็นการเลือกแบบสุ่มหรือแบบระบบ
(4) ทราบหรือไม่ทราบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรหรือ
(5) ไม่มีข้อใดถูกต้อง

62. "อำนาจของการทดสอบ" มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงที่สุดกับ

(1) ระดับนัยสำคัญ (2) กระบวนการเพื่อการประมาณค่า
(3) ความน่าจะเป็นของการกระทำความคลาดเคลื่อนชนิดที่หนึ่ง
(4) β (5) การเลือกตัวอย่าง

63. ถ้าค่าของ μ (จริง) ไม่ทราบ

(1) ไม่สามารถสร้าง α (2) ไม่สามารถหาค่าประมาณที่เหมาะสมของ $\sigma_{\bar{x}}$
(3) กำหนด β ไม่ได้
(4) ไม่อาจจะตัดสินใจได้ว่าควรจะทำการทดสอบแบบสองหางหรือหางเดียว
(5) ถูกทั้งหมด

64. ถ้า μ (จริง) กับ μ (สมมติฐาน) แย้งกันมากขึ้น

(1) อำนาจของการทดสอบน้อยลง (2) อำนาจของการทดสอบมากขึ้น

(3) n มากขึ้น จะต้องเป็นตัวไขผลต่าง

(4) σ เล็กลงจะต้องเป็นตัวไขผลต่าง (5) ไม่สามารถไขอะไรได้

65. ถ้า Ho เป็นจริง

(1) α เป็นศูนย์ (2) β เป็นศูนย์

(3) อำนาจของการทดสอบคือ .95 ถ้า $\alpha = .05$

(4) ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนชนิดที่สองเป็น $1-\alpha$

(5) α มีค่าเท่ากับ β

66. ถ้า Ho ไม่เป็นจริงหรือผิด

(1) ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนชนิดที่สองเป็นศูนย์

(2) ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนชนิดที่สองเป็น β

(3) อำนาจของการทดสอบเป็นศูนย์ (4) อำนาจของการทดสอบเป็น $1-\alpha$

(5) อำนาจของการทดสอบเป็น .95 ถ้า $\alpha = .05$

67. การเลือก α เป็น .05 มากกว่า .01

(1) ความน่าจะเป็นของการกระทำความคลาดเคลื่อนชนิดที่สองจะมากขึ้น

(2) อำนาจของการทดสอบจะลดลง (3) β จะเพิ่มขึ้น

(4) มี likelihood ของการอ้างสิทธิมากขึ้น ว่า Ho ผิด เมื่อ Ho เป็นจริง

(5) β จะมีค่าคงที่

68. โดยทั่ว ๆ ไป การลดภัยของการกระทำความคลาดเคลื่อนชนิดที่หนึ่ง

(1) ลดภัยของการกระทำความคลาดเคลื่อนชนิดที่สอง

(2) เพิ่มภัยของการกระทำความคลาดเคลื่อนชนิดที่สอง

(3) เพิ่มอำนาจของการทดสอบ (4) ไม่มีผลทั้งหมด (5) มีผลทั้งหมด

69. โดยทั่ว ๆ ไป ขนาดของตัวอย่างโตขึ้น

(1) ค่าของ α ลดลง (2) อำนาจของการทดสอบลดลง

(3) ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนชนิดที่สองลดลง

(4) มีความหมายมากขึ้นในการคำนวณหาผลต่างที่มีนัยสำคัญ (5) ไม่มีผลทั้งหมด

70. โดยทั่ว ๆ ไป ขนาดของตัวอย่างเพิ่มขึ้น

(1) ภัยของความคลาดเคลื่อนชนิดที่สองน้อยลง (2) อำนาจของการทดสอบเพิ่มขึ้น

(3) Ho จะถูกปฏิเสธมากขึ้นเมื่อ Ho ควรจะเป็น (4) ผิดทั้งหมด

(5) ไม่มีข้อผิด

71. การแก้ไขตัวแปรภายใต้การศึกษาด้วยตา เพื่อลดขนาดของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อาจมีข้อดีในที่ซึ่ง

(1) การแจกแจงตัวอย่าง จะเข้าใกล้ปกติมากขึ้น

(2) มัชฌิมเลขคณิตจะเข้าใกล้กฎมากขึ้น ซึ่งใช้ทำนายลักษณะของมัชฌิมเลขคณิต

(3) $1-\alpha$ จะลดลง

(4) เมื่อระดับนัยสำคัญคงที่ ความน่าจะเป็นของการยอมรับสมมติฐานที่ผิดลดลง

(5) ไม่มีข้อถูก

72. ขณะการเปรียบเทียบการทดสอบสองหาง การทดสอบหางเดียว เพื่อ.-

(1) ลดภัยของการยอมรับ Ho เมื่อ Ho ผิด (2) ต้องการ n โตขึ้น

(3) ลดภัยของการไม่ยอมรับ Ho เมื่อ α คงที่

(4) ให้มีความน่าจะเป็นมากขึ้นในการสรุปที่ผิดของชนิดอะไรก็ได้

(5) ต้องการลดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

73. ความสามารถเพื่อสอบถามขนาดที่พอเหมาะของตัวอย่างให้รู้แน่ เพื่อต้องการทดสอบสมมติฐานเฉพาะขึ้นอยู่กับรายละเอียดของ.-

(1) α (2) β (3) ขนาดของผลต่างที่ควรพิจารณาว่ามีความสำคัญ

(4) ไม่มีข้อใดถูก (5) ถูกทั้งหมด

74. เราจะตรวจพบผลต่างระหว่างอะไรที่มีอยู่ กับอะไรที่ตั้งขึ้นเป็นสมมติฐาน ที่สมบูรณ์มากขึ้น เมื่อ

(1) α น้อยลง (2) σ มากขึ้น (3) ใช้การทดสอบสองหาง

(4) ใช้การทดสอบหางเดียว (5) n จะต้องโตขึ้น

75. เราจะตรวจพบผลต่างระหว่างอะไรที่เป็นจริง กับอะไรที่ตั้งเป็นสมมติฐานที่สมบูรณ์น้อยลง ถ้า

(1) β มาก (2) α น้อย (3) n น้อย (4) ทั้งหมดเป็นจริง

(5) ไม่เป็นจริงทั้งหมด

76. โดยทั่ว ๆ ไป ต้องการขนาดตัวอย่างที่ใหญ่ที่สุดเพื่อทดสอบสมมติฐาน เมื่อต้องการค้นคว้าผลต่างที่กำหนดให้กับ

(1) การทดสอบอยู่ระหว่างมัชฌิมเลขคณิตทั้งสองที่ไม่มีความอิสระกัน

(2) การทดสอบอยู่ระหว่างมัชฌิมเลขคณิตทั้งสองที่มีความอิสระกัน

(3) การทดสอบเกี่ยวกับมัชฌิมเลขคณิตเดียว (4) การทดสอบเป็นแบบหางเดียว

(5) การทดสอบเป็นแบบสองหาง

77. ความมุ่งหมายพื้นฐานของการอนุมานสถิติเพื่อที่จะสรุปเกี่ยวกับลักษณะแสดงออกของ

(1) ตัวอย่าง (2) ตัวอย่างสุ่ม (3) ประชากร

(4) ประชากรสุ่ม (random population) (5) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

78. การทดสอบสมมติฐานอาจเกี่ยวกับ

(1) ตัวอย่างเดียว (2) สองตัวอย่าง (3) มากกว่าสองตัวอย่าง

(4) ผิดทั้งหมด (5) ถูกทั้งหมด

79. ผลลัพธ์ของการอนุมานสถิติ จะ.–

(1) อนุญาตให้เราทราบถึงค่าของลักษณะแสดงออกของสิ่งที่สนใจ

(2) อนุญาตให้เราทราบถึงค่าของลักษณะแสดงออกของสิ่งที่สนใจ ถ้าเราได้หยิบตัวอย่างสุ่ม

(3) อนุญาตให้เราทราบถึงค่าของลักษณะแสดงออกของการอนุมาน ถ้าเราหยิบตัวอย่างที่น่าจะเป็น

(4) นำไปสู่การสรุปซึ่งอาจถูกหรือผิด เมื่อทราบภัยของความคลาดเคลื่อน

(5) ถูกทั้งหมด

80. การอนุมานสถิติอาจเกี่ยวกับ

(1) มัชฌิมเลขคณิต (2) สัดส่วน (3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(4) ความคลาดเคลื่อน (5) พารามิเตอร์ (statistical parameter)

81. ขนาดผลต่างระหว่างค่าที่สมมติกับค่าจริงที่กำหนดให้ สามารถตรวจพบได้ขึ้นอยู่กับ.–

(1) ขนาดของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (2) ค่าของ α

(3) ขนาดตัวอย่าง (4) ถูกทั้งหมด (5) ไม่มีข้อใดถูก

82. เงื่อนไขพื้นฐานที่อนุญาตการอนุมานสถิติที่พอเหมาะคือ

(1) การเลือกโดยวิธีสุ่ม (2) ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

(3) ทราบค่าของพารามิเตอร์ของประชากร

(4) จะต้องมีตัวอย่างขนาดใหญ่ (5) จะต้องมีตัวอย่างขนาดเล็ก

เฉลยคำถามบทที่ 8 - 9

1. (5)	2. (3)	3. (3)	4. (2)
5. (4)	6. (1)	7. (2)	8. (2)
9. (5)	10. (1)	11. (4)	12. (1)
13. (3)	14. (2)	15. (5)	16. (4)
17. (2)	18. (3)	19. (1)	20. (3)
21. (2)	22. (3)	23. (4)	24. (2)
25. (2)	26. (2)	27. (1)	28. (3)
29. (1)	30. (3)	31. (1)	32. (1)
33. (3)	34. (5)	35. (4)	36. (2)
37. (3)	38. (5)	39. (1)	40. (2)
41. (4)	42. (5)	43. (4)	44. (1)
45. (1)	46. (2)	47. (3)	48. (2)
49. (3)	50. (4)	51. (5)	52. (2)
53. (1)	54. (3)	55. (1)	56. (5)
57. (5)	58. (5)	59. (3)	60. (1)
61. (2)	62. (4)	63. (3)	64. (2)
65. (2)	66. (2)	67. (4)	68. (2)
69. (3)	70. (5)	71. (4)	72. (1)
73. (5)	74. (5)	75. (4)	76. (2)
77. (3)	78. (5)	79. (4)	80. (5)
81. (4)	82. (1)		

นี้เป็น Computer routine สำหรับคำนวณหาค่าไคสแคว สำหรับ r แถว C คอลัมน์ routine ในภาษา WATFIV (FORTRAN) ต้องการให้ท่านจัดหา JCL และค่า R = จำนวนแถว, C = จำนวนคอลัมน์ และ NTOT = ความถี่ทั้งหมด ดัชนีที่จัดเป็นคู่สำหรับ E(,) และ N(,) เป็นหมายเลขแถวติดตามด้วยหมายเลขคอลัมน์ ข้อมูลจะถูกเจาะไปตามแถว นั่นคือ แถว 1 คอลัมน์ 1 แล้ว แถว 1 คอลัมน์ 2 ฯลฯ output จะรวม (ก) E(P,Q) = ช่องค่าคาดหวัง (ข) NTOT และ (ค) CHISQ = ค่าไคสแควที่คำนวณได้

บรรทัด ข้อความ

```
1    REAL,E(3,4),ROW(3),COL(4),DIFF
2    INTEGER NTOT,R,C,I,J,N(3,4),O,P,Q,S
3    READ, R,C,NTOT
4    DO2 J = l.R
5    ROW(I) = 0.0
6    DO 1 J=1,C
7    READ, N(I,J)
8    ROW(J) = ROW(I) + N(I,J)
9    1 CONTINUE
10   2 CONTINUE
11   DO 6 0 = 1,C
12   COL(0) = 0.0
13   DO 5 S = 1,R
14   COL(0) = COL(0) + N(S,O)
15   5 CONTINUE
16   6 CONTINUE
17   CHISQ = 0.0
18   DIFF = 0.0
19   DO 9 P = 1,R
20   DO 8 Q = 1,C
21   E(P,Q) = (ROW(P) * COL(Q)) / NTOT
22   PRINT, E(P,Q)
```

บรรทัด	ข้อความ
23	IF(E(P,Q).GE.5.∅) GO TO 7
24	PRINT, P ,Q,E(P,Q)
25	GO TO 1∅
26	7 DIFF = N(P,Q) − E(P,Q)
27	CHISQ = CHISQ + ((DIFF * DIFF)) / E(P,Q)
28	8 CONTINUE
29	9 CONTINUE
30	PRINT, NTOT, CHISQ
31	1 ∅ CONTINUE
32	RETURN
33	END