

การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจของการทดสอบ
ความแตกต่างของสัดส่วนประชากรสองกลุ่มระหว่างวิธีการทดสอบแบบเบย์
และวิธีการทดสอบแบบซี

A Comparative Study of Reverse Decision Percentage of Inference
for two Population Proportions between Bayesian Test and Z Test

รุ่งรวี อำนารถระกุล¹*

Rungrawee Amnarttrakul¹

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

วันที่ส่ง : 16 พฤษภาคม 2562 วันที่แก้ไข : 20 สิงหาคม 2562 วันที่ตอบรับ : 20 ธันวาคม 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจระหว่างวิธีการทดสอบแบบเบย์ และวิธีการทดสอบแบบซี เมื่อมีข้อมูลในระยะหลังจากช่วงเวลาที่น่าสนใจทางการศึกษา (Delayed Observations: DO) และพิจารณาผลกระทบของ DO ที่มีต่อวิธีการทดสอบแบบเบย์ และวิธีการทดสอบแบบซี โดยกำหนดค่าสัดส่วนประชากรทั้งสองกลุ่ม 4 ระดับ ได้แก่ (0.5,0.7), (0.4,0.8), (0.2,0.5) และ (0.5,0.5) ศึกษาที่ขนาดตัวอย่าง 60 ขนาดของ DO $m = 10, 20, 30, 40, 50, 60$ จำนวน 24 สถานการณ์ ทำการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำลองสถานการณ์โดยทำซ้ำจำนวน 1,000 ครั้ง สำหรับสมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ ต้องการเปรียบเทียบวิธีการรักษาแบบใหม่ให้ผลดีกว่าวิธีการรักษาแบบปกติหรือไม่ และเมื่อมี DO จะทำให้การตัดสินใจเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยผลการทดลองเป็นไปได้ 2 แนวทาง คือ ถ้าเป็นกรณีผลจากการรักษาในเพียงระยะแรกของการทดสอบทั้งสองวิธีได้ว่าวิธีการรักษาแบบใหม่ให้ผลดีกว่าแบบปกติ การนำ DO มาร่วมพิจารณาด้วย เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจะมีค่าไม่มากนัก และมีแนวโน้มลดลงตามขนาดของ DO ที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าขนาดของ DO มีผลต่อกระบวนการตัดสินใจเมื่อขนาดของ DO มีค่าน้อยๆ แต่ถ้าขนาดของ DO มีค่าเพิ่มขึ้น การนำ DO มาร่วมพิจารณาด้วยนั้น แทบจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจที่ได้จากการใช้ผลจากการรักษาในระยะแรก ส่วนในกรณีถ้าผลการรักษาในเพียงระยะแรกเมื่อการทดสอบทั้งสองวิธีได้ว่าวิธีการรักษาแบบใหม่ไม่ได้ให้ผลดีกว่าแบบปกติ หลังจากมีการนำ DO มาร่วมพิจารณาด้วย เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการ

*ที่อยู่ติดต่อ. โทรศัพท์ : 038-500000 ต่อ 6262 โทรสาร : 038-512828 E-mail address :
rungrawee_ua@hotmail.com

ตัดสินใจจะมีค่ามาก และเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์ จนกระทั่งเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจของทั้งสองวิธีไม่แตกต่าง

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ, วิธีการทดสอบแบบเบย์, วิธีการทดสอบแบบซี สำหรับสัดส่วนประชากร และข้อมูลในระยะหลังจากช่วงเวลาสนใจทำการศึกษา

Abstract

The objectives of this research were to compare the percentage of reversing the decision between Bayesian test and Z test when utilizing the delayed observations and to consider the effect of the delayed observations on the tests. The levels of (p_1, p_2) were $(0.5, 0.7)$, $(0.4, 0.8)$, $(0.2, 0.5)$ and $(0.5, 0.5)$ when the sample size was fixed at 60. The delayed observations were 10, 20, 30, 40, 50 and 60. There were 24 situations and each situation 1,000 simulations run were tested at level of significance 0.05. The hypothesis was to test whether or not the new treatment would outperform the normal treatment and how the decision using the delayed observations would differ from the traditional one. The test result of both tests yielded two possibilities. First, if the new treatment was better than the normal one, the percentage of reversing the decision was rather small and was likely to decrease as the delayed observations increased. This showed that the delayed observation was small. In contrast, the large delayed observation had absolutely no effects on the percentage of reversing the decision. The second possibility was that, if the new treatment was not better than the normal one, the percentage of reversing the decision was high and it would gradually decrease and close to 0 until the percentage of reversing the decision of both Bayesian test and Z test did not differ.

Keywords : Reverse decision, Bayesian test, Z test for population proportion, and Delayed observations

1. บทนำ

ในปัจจุบันสถิติได้เข้ามามีบทบาทในทุกแขนง ไม่ว่าจะเป็นทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การทหาร หรือทางการแพทย์ เนื่องจากการทำวิจัยนั้นย่อมต้องใช้สถิติมาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งสิ้น สำหรับในทางการแพทย์แล้วสถิติก็เข้ามามีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมาก เช่นในกรณีที่ต้องการพิจารณาว่าแนวทางการรักษาวิธีใดให้ผลดีกว่ากัน หรือต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของยารักษาโรคที่คิดค้นขึ้นนั้น ย่อมสามารถทำได้โดยใช้วิธีการทางสถิติเข้ามาทำการทดสอบสมมติฐานได้ตามกระบวนการทั่วไป แต่

ในทางปฏิบัติแล้วพบว่า ในการรักษาโรคนั้นไม่สามารถกำหนดระยะเวลาในการรักษาให้หายขาดได้แน่นอน ทั้งนี้อาจจะขึ้นอยู่กับความรุนแรงของอาการ ระยะเวลาที่ป่วย ความรู้สึกส่วนตัวของผู้ป่วย และวิธีการรักษา บางวิธีอาจจะให้ผลการรักษาที่ดีกว่าในระยะแรกของการรักษา หลังจากนั้นอาจจะให้ผลการรักษาได้ดีไม่เท่ากับในระยะแรก ดังนั้นการที่จะสรุปว่าวิธีการรักษาแบบใดมีประสิทธิภาพดีกว่า จะทำการสรุปจากผลการรักษาในระยะแรก หรือเพียงในระยะที่สนใจศึกษาเท่านั้นอาจไม่เป็นจริงเสมอไป

ข้อมูลในการรักษาผู้ป่วยให้หายในระยะหลังจากช่วงเวลาที่น่าสนใจทำการศึกษา จะเรียกว่า Delayed Observations: DO ซึ่งเป็นข้อมูลที่อาจเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจว่าวิธีการรักษาแบบใดให้ผลการรักษาที่ดีกว่า ยกตัวอย่างเช่น ต้องการเปรียบเทียบวิธีการรักษาแบบ A และ B ว่าวิธีการรักษาแบบใดให้ผลการรักษาได้ดีกว่ากัน ซึ่งในข้อมูลการรักษาผู้ป่วยในระยะแรกอาจจะสรุปได้ว่าวิธีการรักษาแบบ A ให้ผลการรักษาได้ดีกว่าแบบ B แต่เมื่อมีการนำ DO ที่เป็นข้อมูลในการรักษาผู้ป่วยให้หายในระยะหลังจากช่วงเวลาที่น่าสนใจทำการศึกษา อาจจะเปลี่ยนแปลงผลการรักษาเป็นวิธีการรักษาแบบ B ให้ผลการรักษาที่ดีกว่าแบบ A ในกรณีนี้แสดงให้เห็นว่า DO ก็น่าจะมีผลกระทบต่อการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการรักษา

สำหรับวิธีการทดสอบทางสถิติที่ใช้ในกรณีที่กล่าวในข้างต้น เมื่อข้อมูลมีลักษณะเป็นไปตามข้อสมมติเบื้องต้น (Assumptions) ของสถิติทดสอบแบบพารามेटริก (Parametric Statistics) แล้วจะทำการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนประชากรสองกลุ่มด้วยตัวทดสอบสถิติแบบ Z เมื่อไม่มี DO เข้ามาร่วมพิจารณาด้วย ซึ่งเป็นที่น่าสนใจว่าเมื่อมีการนำ DO เข้ามาร่วมพิจารณาด้วย ตัวทดสอบสถิติแบบ Z จะให้ผลการทดสอบเป็นเช่นใด

นอกจากตัวสถิติที่กล่าวมาในข้างต้นที่ใช้ทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนประชากรสองกลุ่มแล้ว ในปัจจุบันได้มีการนำทฤษฎีเบส์ (Bayes' Theorem) ซึ่งเป็นสถิติที่พัฒนามาจากทฤษฎีความน่าจะเป็น ดังในบทความของ Thomas (1763) [1] ในอดีตการนำทฤษฎีเบส์มาใช้ยังไม่แพร่หลายมากนัก แต่ปัจจุบันเริ่มถูกนำมาใช้งานมากขึ้น เนื่องจากมีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล จึงทำให้วิธีการแบบเบส์ทำได้ง่ายขึ้น [2] จึงมีการนำมาประยุกต์ในการใช้งานมากมายในหลายด้าน ทั้งในเชิงการศึกษา สังคมศาสตร์ ธุรกิจ และการตัดสินใจต่างๆ ในการบริหารงาน ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาโดยนำทฤษฎีเบส์ศึกษาร่วมกับระบบข่ายงาน [3] นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาจนเกิดเป็นทฤษฎีการตัดสินใจขึ้นมา และมีการนำทฤษฎีเบส์ไปใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติในอีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น การนำทฤษฎีเบส์ไปพัฒนาวิธีการทดสอบความแตกต่างระหว่างประเภทของตัวแปรจำแนกประเภทหลายกลุ่มให้มีความยืดหยุ่นในการนำไปใช้ มีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบของวิธีการประเมินการเลือกตั้งพรรคการเมืองและประธานาธิบดีในประเทศสหรัฐอเมริกา [4]

ในส่วนของการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนประชากรสองกลุ่มก็มีการนำทฤษฎีของเบส์มาใช้เช่นกัน ซึ่งสถิติแบบนี้เรียกว่า สถิติแบบเบย์ (Bayesian) สถิตินี้กล่าวมีความแตกต่างจากสถิติทดสอบแบบพารามेटริก คือ ไม่มีข้อสมมติเบื้องต้น และเป็นการนำเอาทฤษฎีเบย์มาประยุกต์ใช้กับข้อสนเทศเบื้องต้น (Prior Information) ผสมเข้ากับข้อสนเทศที่ได้จากข้อมูลตัวอย่างจากการศึกษา ซึ่งจะกลายเป็น

ข้อสนเทศโพสทีเรีย (Posterior Information) ซึ่งในการปรับปรุงข้อสนเทศดังกล่าวจะพิจารณาถึงฟังก์ชันความเสี่ยง (Risk Function) และฟังก์ชันความสูญเสีย (Loss Function) จึงเป็นที่น่าสนใจศึกษาการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจระหว่างวิธีการทดสอบแบบเบย์ และวิธีการทดสอบแบบซี เมื่อมี DO และผลกระทบที่มีต่อการทดสอบทั้งสอง

2. วิธีการทดลอง

กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการศึกษา โดยมีวิธีการรักษา 2 วิธี ได้แก่

T_1 แทนวิธีการรักษาแบบปกติ

T_2 แทนวิธีการรักษาแบบใหม่

p_1 แทนความน่าจะเป็นที่รักษาผู้ป่วยให้หายโดยวิธี T_1

p_2 แทนความน่าจะเป็นที่รักษาผู้ป่วยให้หายโดยวิธี T_2

n แทนจำนวนผู้ป่วยที่ศึกษา ณ ช่วงเวลา τ สำหรับวิธีการรักษา T_i เมื่อ $i = 1, 2$

m แทนจำนวนผู้ป่วยที่ศึกษาเพิ่มเติม ณ ช่วงเวลา τ^* ซึ่งหลังจากช่วงเวลา τ สำหรับวิธีการรักษา T_i เมื่อ $i = 1, 2$ ($\tau^* > \tau$)

N แทนจำนวนผู้ป่วยทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา เมื่อ $N = 2n + 2m$

X_i แทนจำนวนผู้ป่วยที่รักษาหายจาก n ผู้ป่วย สำหรับวิธีการรักษา T_i เมื่อ $i = 1, 2$

Y_i แทนจำนวนผู้ป่วยที่รักษาหายจาก m ผู้ป่วย สำหรับวิธีการรักษา T_i เมื่อ $i = 1, 2$

เมื่อ (X_1, X_2) จะอยู่ในช่วงเวลา τ และ (Y_1, Y_2) จะอยู่นอกช่วงเวลา τ

1. สร้างข้อมูลภายใต้สถานการณ์ที่ขึ้นอยู่กับค่าสัดส่วนของประชากรทั้งสองกลุ่ม ขนาดตัวอย่าง และขนาดของ DO จำนวนทั้งหมด 24 สถานการณ์ ประกอบด้วย ค่าสัดส่วนของประชากรทั้งสองกลุ่ม จำนวน 4 ระดับ และขนาดของ DO จำนวน 6 กรณี รวมทั้งหมด $4 \times 6 = 24$ สถานการณ์

กำหนดค่าสัดส่วนของประชากรทั้งสองกลุ่ม (p_1, p_2) ที่ระดับ 4 ระดับ ได้แก่ (0.5, 0.7), (0.4, 0.8), (0.2, 0.5) และ (0.5, 0.5) กำหนดขนาดตัวอย่าง $n = 60$ และกำหนดขนาดของ DO $m = 10, 20, 30, 40, 50, 60$

2. จากข้อมูลแต่ละชุดจะทำการทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแบบเบย์ และวิธีการทดสอบแบบซี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สมมติฐานในการทดสอบ ได้แก่

$H_0 : p_1 \geq p_2$ (วิธีการรักษา T_2 ไม่ได้ให้ผลการรักษาดีกว่าวิธีการรักษา T_1)

$H_1 : p_1 < p_2$ (วิธีการรักษา T_2 ให้ผลการรักษาดีกว่าวิธีการรักษา T_1)

2.1 วิธีการทดสอบแบบเบย์

สมมติให้แต่ละผลลัพธ์ในแต่ละวิธีการรักษามีการแจกแจงแบร์นูลลี (Bernoulli distribution) และเป็นอิสระต่อกัน นั่นคือ X_1 และ X_2 เป็นตัวแปรสุ่มที่อิสระต่อกัน โดยที่ $X_i \sim \text{binomial}(n, p_i)$ สำหรับ $i = 1, 2$ จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นร่วม (joint density) คือ

$$f(x_1, x_2 | p_1, p_2) = \binom{n}{x_1} \binom{n}{x_2} p_1^{x_1} (1-p_1)^{n-x_1} p_2^{x_2} (1-p_2)^{n-x_2}$$

การทดสอบสมมติฐานข้างต้น จะทำการพิจารณาจากค่า Bayes factor หรือค่า B โดยจะนำ $\pi(p_1, p_2)$ ซึ่งเป็นความน่าจะเป็นก่อน (prior probability) ของ (p_1, p_2) มาช่วยในการคำนวณ โดยที่ $\pi(p_1, p_2) = 1$ จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นภายหลัง (posterior density function) ของ (p_1, p_2) เมื่อกำหนด (x_1, x_2) คือ

$$\pi(p_1, p_2 | x_1, x_2) = \frac{f(x_1, x_2 | p_1, p_2) \pi(p_1, p_2)}{\int_0^1 \int_0^1 f(x_1, x_2 | p_1, p_2) \pi(p_1, p_2) dp_1 dp_2}$$

B ที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คำนวณจาก $B = \frac{\alpha_0 \pi_1}{\alpha_1 \pi_0}$

โดยที่ $\pi_0 =$ prior probability of $H_0 = \int_0^1 \int_0^1 \pi(p_1, p_2) dp_1 dp_2$

$\pi_1 =$ prior probability of $H_1 = 1 - \pi_0$

$\alpha_0 =$ posterior probability of $H_0 = \int_0^1 \int_0^1 \pi(p_1, p_2 | x_1, x_2) dp_1 dp_2$

$\alpha_1 =$ posterior probability of $H_1 = 1 - \alpha_0$

กำหนดเกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐาน

ถ้า $B < 0.05$ จะสรุปว่า ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ วิธีการรักษาแบบใหม่ให้ผลดีกว่าวิธีการรักษาแบบปกติ

ถ้า $B \geq 0.05$ จะสรุปว่า ยอมรับ H_0 นั่นคือ วิธีการรักษาแบบใหม่ไม่ได้ให้ผลดีกว่าวิธีการรักษาแบบปกติ

ค่า P -value คำนวณจาก P -value $= P(Z \geq z_{OBS})$

โดยที่ $z_{OBS} = \frac{\hat{p}_2 - \hat{p}_1}{\sqrt{\frac{2\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}}$

$$\hat{p}_1 = \frac{x_1}{n}, \quad \hat{p}_2 = \frac{x_2}{n}, \quad \hat{p} = \frac{x_1 + x_2}{2n}$$

สำหรับ B ในข้างต้น เป็นค่าที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ข้อมูลเพียง (x_1, x_2) ณ ช่วงเวลา τ แต่เมื่อมีการนำข้อมูล (y_1, y_2) ณ ช่วงเวลา τ^* มาทำการพิจารณาด้วย อาจจะทำให้ผลการทดสอบสมมติฐานเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

Y_1 และ Y_2 เป็นตัวแปรสุ่มที่อิสระต่อกัน โดยที่ $Y_i \sim \text{binomial}(m, p_i)$ สำหรับ $i = 1, 2$ จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นร่วม คือ

$$g(y_1, y_2 | p_1, p_2) = \binom{m}{y_1} \binom{m}{y_2} p_1^{y_1} (1-p_1)^{m-y_1} p_2^{y_2} (1-p_2)^{m-y_2}$$

ในการทดสอบสมมติฐานที่มีการนำ DO มาพิจารณาด้วย จะทำการพิจารณาจากค่า Baye factor หรือค่า B^* โดยนำ (x_1, x_2) และ (y_1, y_2) มาพิจารณาด้วยกัน จะได้ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นภายหลังของ (p_1, p_2) เมื่อกำหนด (x_1, x_2, y_1, y_2) คือ

$$\pi(p_1, p_2 | x_1, x_2, y_1, y_2) = \frac{f(x_1, x_2 | p_1, p_2) g(y_1, y_2 | p_1, p_2) \pi(p_1, p_2)}{\int_0^1 \int_0^1 f(x_1, x_2 | p_1, p_2) g(y_1, y_2 | p_1, p_2) \pi(p_1, p_2) dp_1 dp_2}$$

$$B^* \text{ ที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คำนวณจาก } B^* = \frac{\alpha_0^* \pi_1}{\alpha_1^* \pi_0}$$

$$\text{โดยที่ } \alpha_0^* = \int_0^1 \int_{p_2} \pi(p_1, p_2 | x_1, x_2, y_1, y_2) dp_1 dp_2, \quad \alpha_1^* = 1 - \alpha_0^*$$

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานเป็นเช่นเดียวกับ B

สำหรับกรณีที่พิจารณา x_1, x_2, y_1, y_2, m และ n ค่า $P\text{-value}$ คำนวณจาก

$$P\text{-value}^* = P(Z \geq z_{OBS}^*)$$

$$\text{โดยที่ } z_{OBS} = \frac{\tilde{p}_2 - \tilde{p}_1}{\sqrt{\frac{2\tilde{p}(1-\tilde{p})}{n+m}}}$$

$$\tilde{p}_1 = \frac{x_1 + y_1}{n + m}, \quad \tilde{p}_2 = \frac{x_2 + y_2}{n + m}, \quad \tilde{p} = \frac{x_1 + y_1 + x_2 + y_2}{2n + 2m}$$

2.2 วิธีการทดสอบแบบซี

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างสัดส่วนของประชากรสองกลุ่มด้วยวิธีดั้งเดิม จะเป็น การทดสอบความสำเร็จของประชากรที่มีการแจกแจงทวินาม (binomial distribution) 2 กลุ่ม โดยใช้ ตัวสถิติ Z (Z-test) คือ

$$z_{OBS} = \frac{\hat{p}_2 - \hat{p}_1}{\sqrt{\frac{\hat{p}_1 \hat{q}_1}{n} + \frac{\hat{p}_2 \hat{q}_2}{n}}}$$

$$\text{โดยที่ } \hat{p}_1 = \frac{x_1}{n}, \quad \hat{q}_1 = 1 - \hat{p}_1, \quad \hat{p}_2 = \frac{x_2}{n}, \quad \hat{q}_2 = 1 - \hat{p}_2$$

กำหนดเกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐาน

ถ้า $z_{OBS} > 1.645$ จะสรุปว่า ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ วิธีการรักษาแบบใหม่ให้ผลดีกว่าวิธีการรักษาแบบปกติ

ถ้า $z_{OBS} \leq 1.645$ จะสรุปว่า ยอมรับ H_0 นั่นคือ วิธีการรักษาแบบใหม่ไม่ได้ให้ผลดีไปกว่าวิธีการรักษาแบบปกติ

ค่า P -value คำนวณได้จาก $P\text{-value} = P(Z \geq z_{OBS})$

ในการทดสอบสมมติฐานที่มีการนำ DO มาพิจารณาด้วย โดยนำ (x_1, x_2) และ (y_1, y_2) มาพิจารณาร่วมกัน

$$\text{ตัวสถิติทดสอบ คือ } z_{OBS}^* = \frac{\tilde{p}_2 - \tilde{p}_1}{\sqrt{\frac{\tilde{p}_1 \tilde{q}_1}{n+m} + \frac{\tilde{p}_2 \tilde{q}_2}{n+m}}}$$

$$\text{โดยที่ } \tilde{p}_1 = \frac{x_1 + y_1}{n+m}, \quad \tilde{q}_1 = 1 - \tilde{p}_1$$

$$\tilde{p}_2 = \frac{x_2 + y_2}{n+m}, \quad \tilde{q}_2 = 1 - \tilde{p}_2$$

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานเป็นเช่นเดียวกับ z_{OBS}

สำหรับกรณีที่พิจารณา x_1, x_2, y_1, y_2, m และ n ค่า P -value คำนวณจาก

$$P\text{-value}^* = P(Z \geq z_{OBS}^*)$$

3. คำนวณเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจของวิธีการทดสอบทั้งสอง คำนวณจาก

$$\frac{\text{number of times } P\text{-value}^* \geq 0.05}{1,000} \quad \text{เมื่อ } P\text{-value} < 0.05$$

$$\frac{\text{number of times } P\text{-value}^* < 0.05}{1,000} \quad \text{เมื่อ } P\text{-value} \geq 0.05$$

กล่าวได้ว่า จะทำการนับจำนวนครั้งของผลการทดสอบสมมติฐานก่อนที่นำ DO มาพิจารณา ที่แตกต่างกับผลการทดสอบสมมติฐานหลังจากนำ DO มาพิจารณาร่วมด้วยนั่นเอง

4. สรุปผลการทดลองสำหรับข้อมูลที่สร้างขึ้น โดยพิจารณาจากผลการทดสอบสมมติฐานในข้างต้น ทั้ง 1,000 ครั้ง

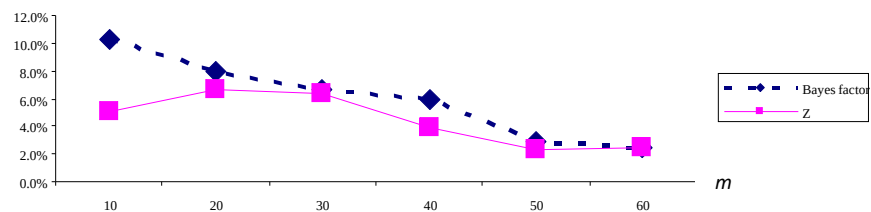
3. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลทดลองครั้งนี้จะนำเสนอเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจระหว่างวิธีการทดสอบแบบเบย์ และวิธีการทดสอบแบบซี เมื่อมี DO ในรูปแบบตารางเฉพาะกรณี $(p_1, p_2) = (0.5, 0.7)$ เพียงกรณีเดียว และแสดงแผนภาพเมื่อกำหนด (p_1, p_2) ที่ระดับ $(0.5, 0.7)$, $(0.4, 0.8)$, $(0.2, 0.5)$ และ $(0.5, 0.5)$ ขนาดตัวอย่าง 60 และขนาดของ DO $m = 10, 20, 30, 40, 50, 60$ จากการจำลองสถานการณ์โดยกระทำซ้ำ 1,000 ครั้ง ได้ผลการศึกษาดังนี้จากตารางที่ 1 สามารถแสดงเป็นรูปที่ 1-9 พบว่า ผลการทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบเบย์ และวิธีการทดสอบแบบซี จะให้ผลการทดสอบในทิศทางเดียวกัน โดยส่วนใหญ่เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจากวิธีการทดสอบแบบเบย์ จะมีค่าสูงกว่าเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจากวิธีการทดสอบแบบซี

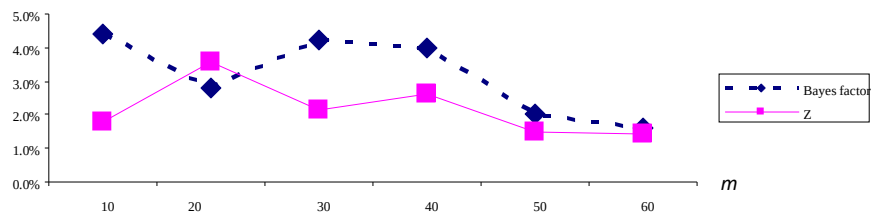
ตารางที่ 1. เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.7)$ และ $n = 60$

Case	(x ₁ ,x ₂)	m	% Decision is reversed		Case	(x ₁ ,x ₂)	m	% Decision is reversed	
			Bayes factor	Z				Bayes factor	Z
1	(29,40)	10	10.2%	5.1%	31	(30,42)	10	1.8%	1.9%
2		20	8.0%	6.7%	32		20	2.8%	3.2%
3		30	6.7%	6.4%	33		30	3.0%	2.3%
4		40	5.9%	3.9%	34		40	2.7%	2.3%
5		50	2.9%	2.4%	35		50	1.7%	1.5%
6		60	2.5%	2.4%	36		60	1.4%	1.3%
7	(29,41)	10	4.4%	1.8%	37	(31,39)	10	52.7%	60.1%
8		20	2.8%	3.6%	38		20	71.1%	70.1%
9		30	4.2%	2.2%	39		30	82.0%	83.2%
10		40	4.0%	2.6%	40		40	83.2%	85.5%
11		50	2.0%	1.5%	41		50	90.1%	90.8%
12		60	1.6%	1.4%	42		60	90.3%	92.4%
13	(29,42)	10	1.4%	0.6%	43	(34,38)	10	9.0%	15.0%
14		20	0.7%	1.6%	44		20	23.6%	22.0%
15		30	2.1%	1.3%	45		30	46.2%	44.9%
16		40	2.0%	1.5%	46		40	57.2%	55.4%

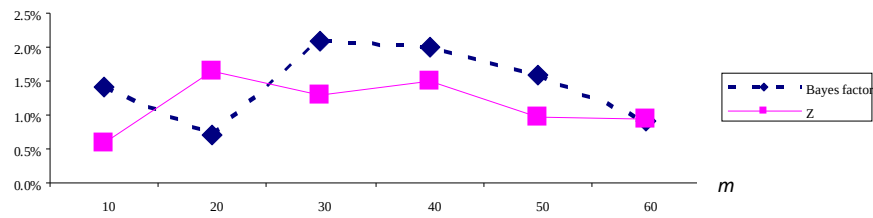
Case	(x ₁ ,x ₂)	m	% Decision is reversed		Case	(x ₁ ,x ₂)	m	% Decision is reversed	
			Bayes					Bayes	
			factor	Z				factor	Z
17		50	1.6%	1.0%	47		50	69.0%	69.7%
18		60	0.9%	1.0%	48		60	74.8%	75.5%
19	(30,40)	10	20.6%	12.4%	49	(35,41)	10	24.9%	24.7%
20		20	10.5%	11.9%	50		20	52.7%	52.1%
21		30	10.3%	6.5%	51		30	60.5%	66.2%
22		40	9.4%	6.5%	52		40	68.9%	72.8%
23		50	5.5%	4.6%	53		50	82.4%	82.6%
24		60	4.7%	3.6%	54		60	84.8%	85.0%
25	(30,41)	10	6.4%	5.4%					
26		20	6.7%	6.2%					
27		30	6.5%	4.5%					
28		40	6.1%	4.0%					
29		50	3.2%	2.9%					
30		60	2.8%	2.6%					



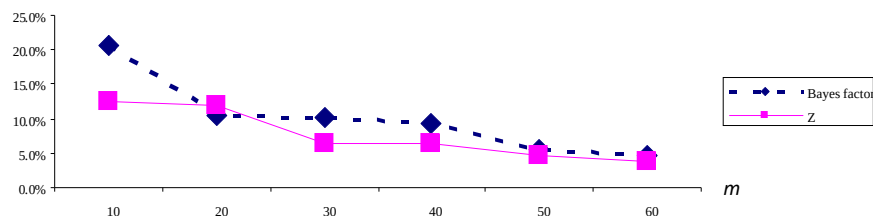
รูปที่ 1. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.7)$ ที่ $(x_1, x_2) = (29, 40)$



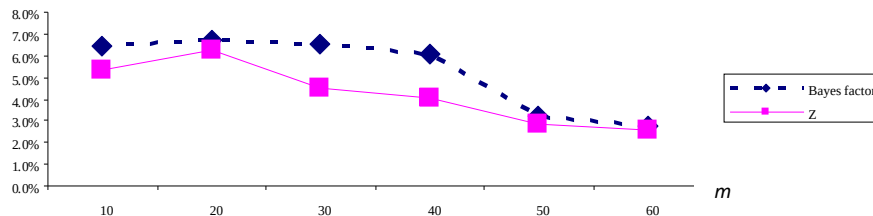
รูปที่ 2. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.7)$ ที่ $(x_1, x_2) = (29, 41)$



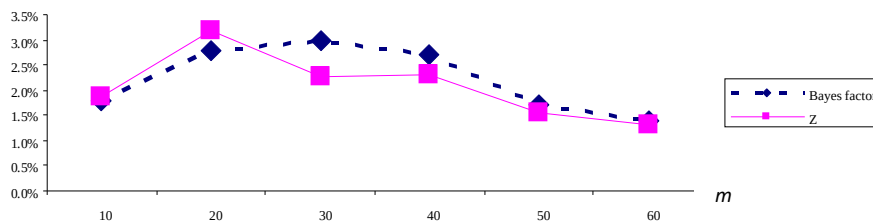
รูปที่ 3. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.7)$ ที่ $(x_1, x_2) = (29, 42)$



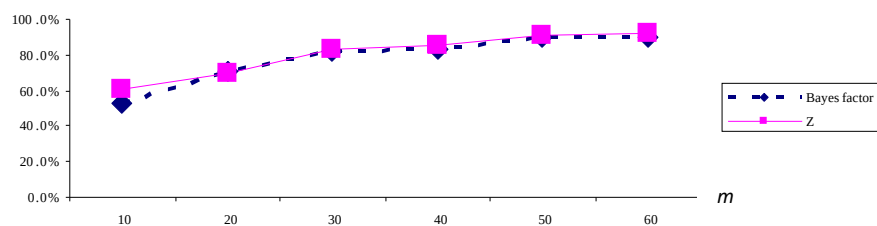
รูปที่ 4. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.7)$ ที่ $(x_1, x_2) = (30, 40)$



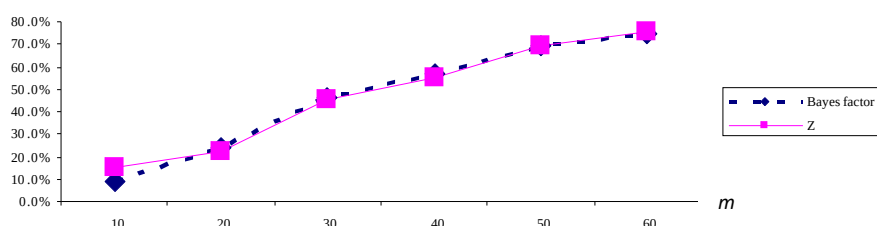
รูปที่ 5. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.7)$ ที่ $(x_1, x_2) = (30, 41)$



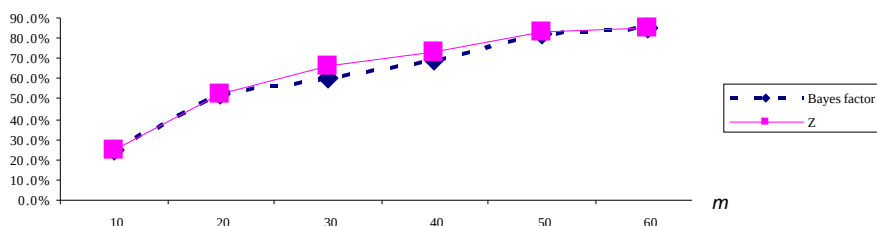
รูปที่ 6. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.7)$ ที่ $(x_1, x_2) = (30, 42)$



รูปที่ 7. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.7)$ ที่ $(x_1, x_2) = (31, 39)$



รูปที่ 8. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.7)$ ที่ $(x_1, x_2) = (34, 38)$

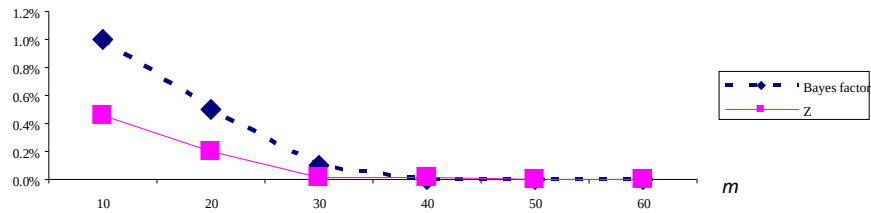


รูปที่ 9. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.7)$ ที่ $(x_1, x_2) = (35, 41)$

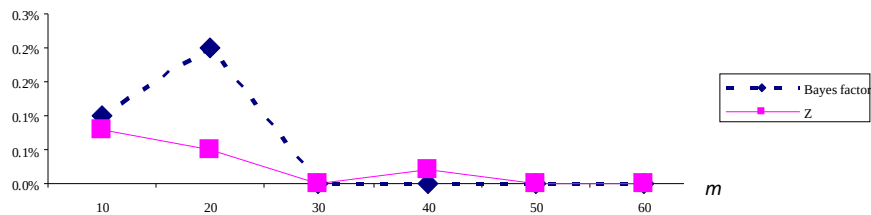
จากรูปที่ 1-6 เป็นกรณีที่ผลการทดสอบทั้งสองวิธีได้ว่าวิธีการรักษาแบบใหม่ให้ผลดีกว่าวิธีการรักษาแบบปกติ พบว่า เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจากวิธีการทดสอบแบบเบย์ จะสูงกว่าวิธีการทดสอบแบบซี และมีความแตกต่างกันน้อยลงเมื่อจำนวนของ DO เพิ่มขึ้น ส่วนรูปที่ 7-9 เป็นกรณีที่ผลการทดสอบทั้งสองวิธีได้ว่าวิธีการรักษาแบบใหม่ไม่ได้ให้ผลดีกว่าวิธีการรักษาแบบปกติ พบว่า เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจากวิธีการทดสอบทั้งสองวิธีมีแนวโน้มสูงขึ้น และความแตกต่างน้อยลง เมื่อขนาดของ DO เพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีอื่นๆ จะนำเสนอเฉพาะแผนภาพเท่านั้น เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจเมื่อ $(p_1, p_2) = (0.4, 0.8)$ และ $n = 60$ พบว่า ผลการทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบเบย์ และวิธีการทดสอบแบบซี จะให้ผลการทดสอบในทิศทางเดียวกัน ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจะมี

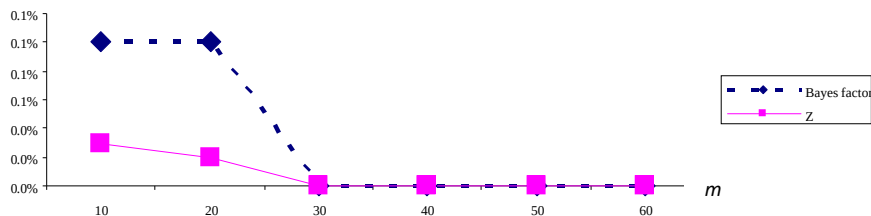
แนวโน้ม 2 ลักษณะ คือ จะมีเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจเพียงเล็กน้อยในกรณีที่ผลการทดสอบจากข้อมูลในระยะแรกได้ว่าวิธีการรักษาแบบใหม่ไม่ได้ให้ผลดีกว่าวิธีการรักษาแบบปกติ และจะมีเปอร์เซ็นต์ของการตัดสินใจสูงมาก โดยจะมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในกรณีที่ผลการทดสอบจากข้อมูลในระยะแรกได้ว่าวิธีการรักษาแบบใหม่ให้ผลดีกว่าวิธีการรักษาแบบปกติ แสดงดังรูปที่ 10-18



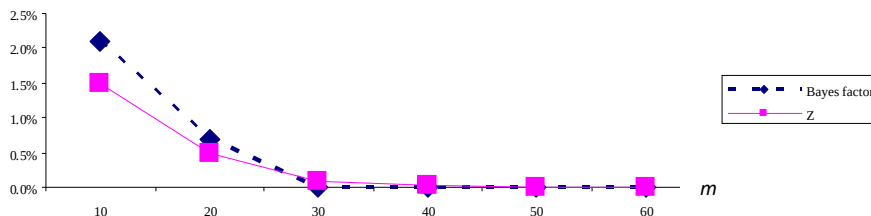
รูปที่ 10. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.4, 0.8)$ ที่ $(x_1, x_2) = (29, 40)$



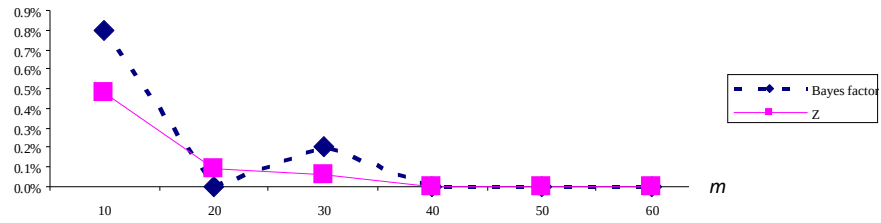
รูปที่ 11. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.4, 0.8)$ ที่ $(x_1, x_2) = (29, 41)$



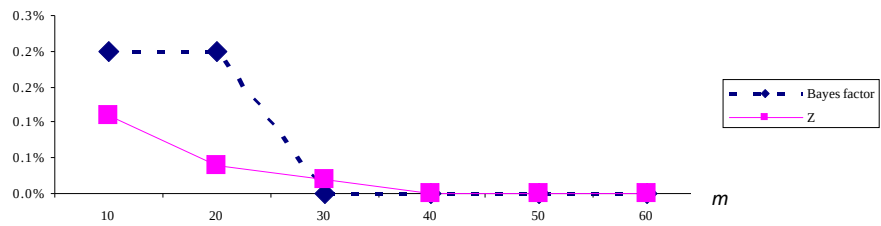
รูปที่ 12. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.4, 0.8)$ ที่ $(x_1, x_2) = (29, 42)$



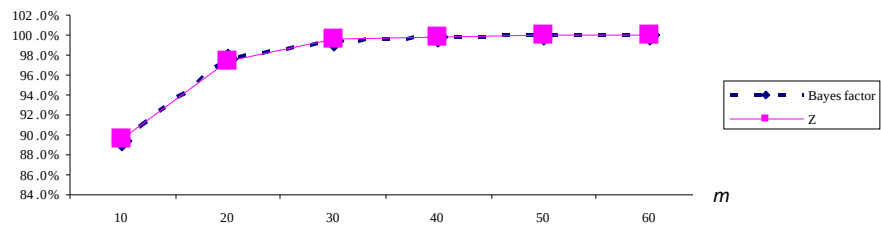
รูปที่ 13. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.4, 0.8)$ ที่ $(x_1, x_2) = (30, 40)$



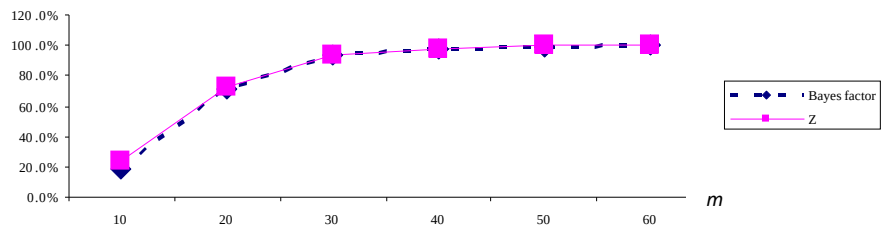
รูปที่ 14. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.4, 0.8)$ ที่ $(x_1, x_2) = (30, 41)$



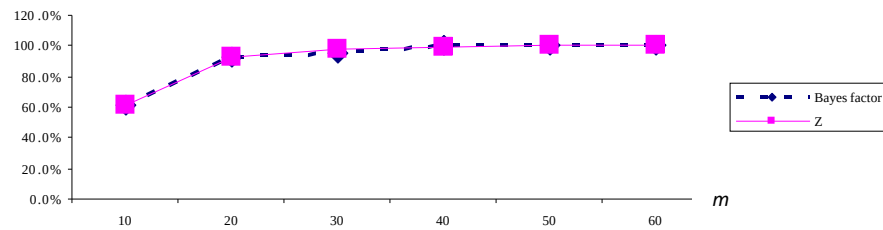
รูปที่ 15. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.4, 0.8)$ ที่ $(x_1, x_2) = (30, 42)$



รูปที่ 16. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.4, 0.8)$ ที่ $(x_1, x_2) = (31, 39)$



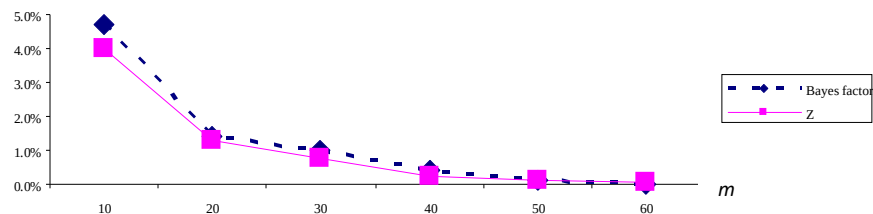
รูปที่ 17. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.4, 0.8)$ ที่ $(x_1, x_2) = (34, 38)$



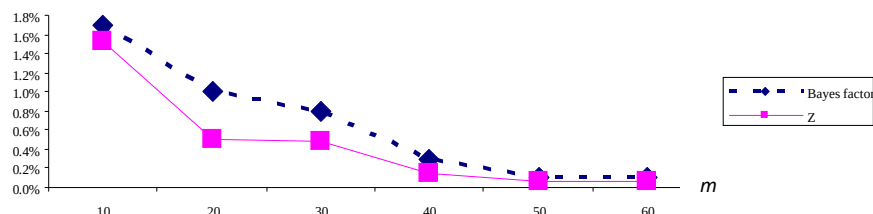
รูปที่ 18. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.4, 0.8)$ ที่ $(x_1, x_2) = (35, 41)$

จากรูปที่ 10-15 เป็นกรณีที่ผลการทดสอบทั้งสองวิธีได้ว่าวิธีการรักษาแบบใหม่ให้ผลดีกว่าวิธีการรักษาแบบปกติ พบว่า เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจากวิธีการทดสอบทั้งสองวิธีมีความแตกต่างกันน้อยลงเมื่อจำนวนของ DO เพิ่มขึ้น ส่วนรูปที่ 16-18 เป็นกรณีที่ผลการทดสอบทั้งสองวิธีได้ว่าวิธีการรักษาแบบใหม่ไม่ได้ให้ผลดีกว่าวิธีการรักษาแบบปกติ พบว่า เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจากวิธีการทดสอบทั้งสองวิธีมีค่าใกล้เคียงกันมาก

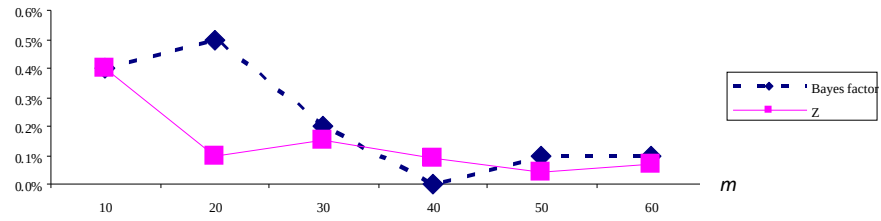
ส่วนเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.2, 0.5)$ และ $n = 60$ พบว่า ผลการทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบเบย์ และวิธีการทดสอบแบบซี จะให้ผลการทดสอบเช่นเดียวกัน ซึ่ง เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจากวิธีการทดสอบแบบเบย์ และวิธีการทดสอบแบบซี จะมีความแตกต่างกันค่อนข้างน้อย โดยจะมีเพียงกรณี $(x_1, x_2) = (13, 29)$ ที่ DO จะไม่มีผลต่อการทดสอบ แสดงดังรูปที่ 19-27



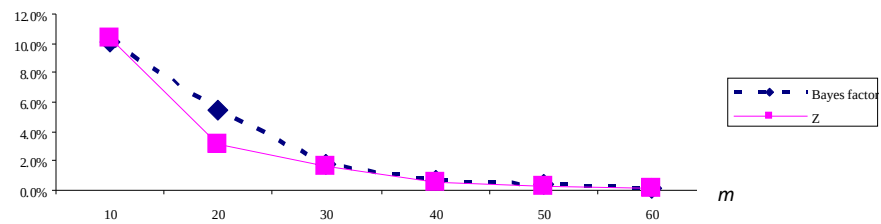
รูปที่ 19. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.2, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (15, 25)$



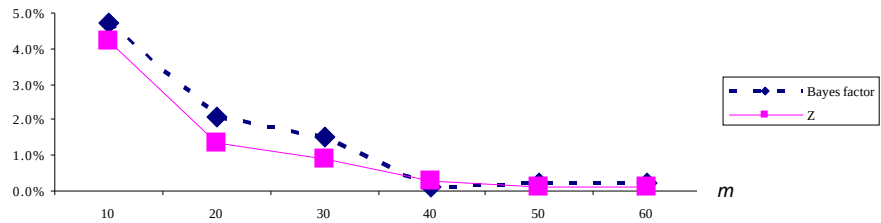
รูปที่ 20. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.2, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (15, 26)$



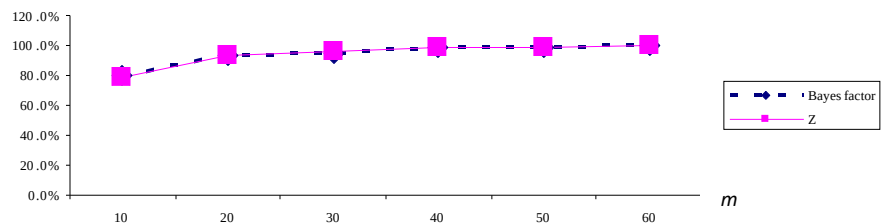
รูปที่ 21. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.2, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (15, 27)$



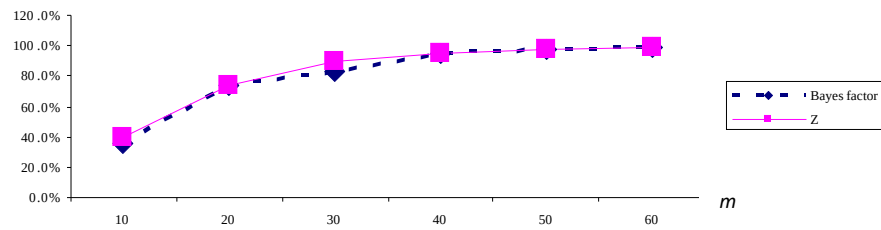
รูปที่ 22. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.2, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (16, 25)$



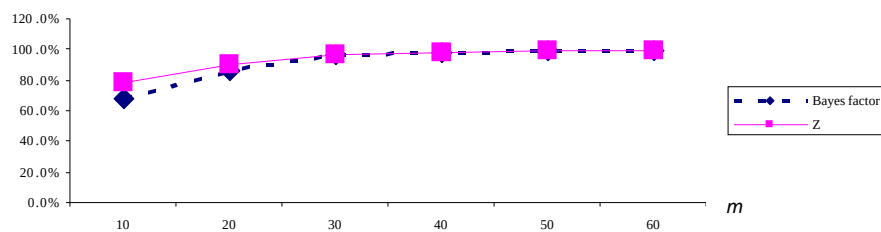
รูปที่ 23. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.2, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (16, 26)$



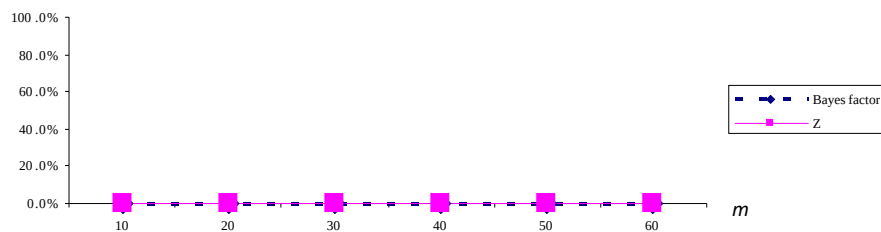
รูปที่ 24. เปรียบเทียบของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.2, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (17, 25)$



รูปที่ 25. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.2, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (21, 27)$



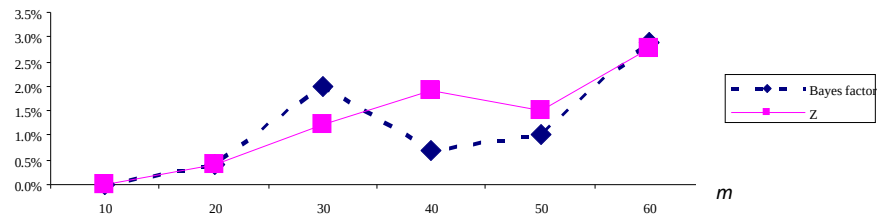
รูปที่ 26. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.2, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (11, 18)$



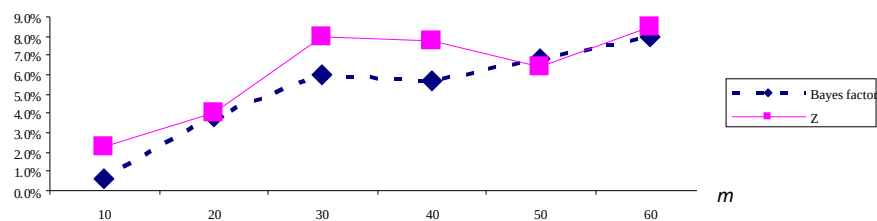
รูปที่ 27. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.2, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (13, 29)$

จากรูปที่ 19-23 เป็นกรณีที่ผลการทดสอบทั้งสองวิธีได้ว่าวิธีการรักษาแบบใหม่ให้ผลดีกว่าวิธีการรักษาแบบปกติ พบว่า เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจมีแนวโน้มลดลง โดยผลจากการทดสอบแบบเบย์ สูงกว่าวิธีการทดสอบแบบซี เพียงเล็กน้อย และจะมีค่าไม่แตกต่างกันเมื่อจำนวนของ DO เพิ่มขึ้น ส่วนรูปที่ 24-26 เป็นกรณีที่ผลการทดสอบทั้งสองวิธีได้ว่าวิธีการรักษาแบบใหม่ไม่ได้ให้ผลดีกว่าวิธีการรักษาแบบปกติ พบว่า เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจากการทดสอบทั้งสองวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกันมาก สำหรับรูปที่ 27 พบว่า DO ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจผลของเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.5)$ และ $n = 60$ พบว่า ผลการทดสอบจากวิธีการทดสอบแบบเบย์ และวิธีการทดสอบแบบซี จะให้ผลการทดสอบเช่นเดียวกัน ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจากการทดสอบทั้งสองมีค่าสูงสุดไม่เกิน

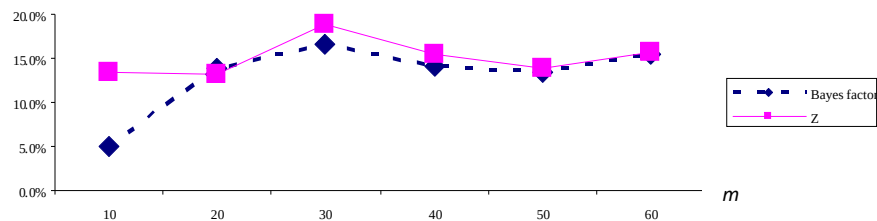
70% โดยส่วนใหญ่เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อจำนวน DO ที่เพิ่มขึ้น แสดงดังรูปที่ 28-36



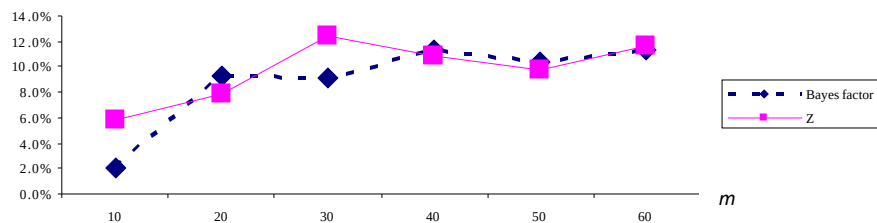
รูปที่ 28. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (29, 31)$



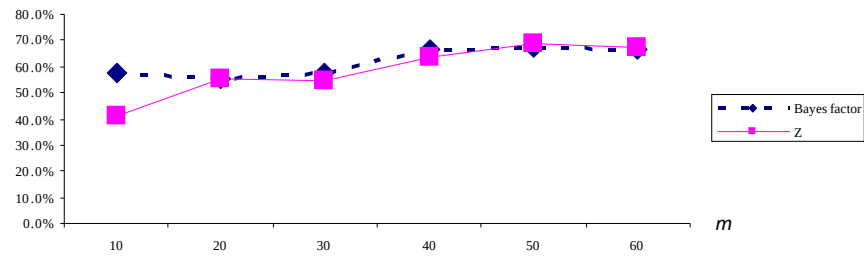
รูปที่ 29. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (26, 31)$



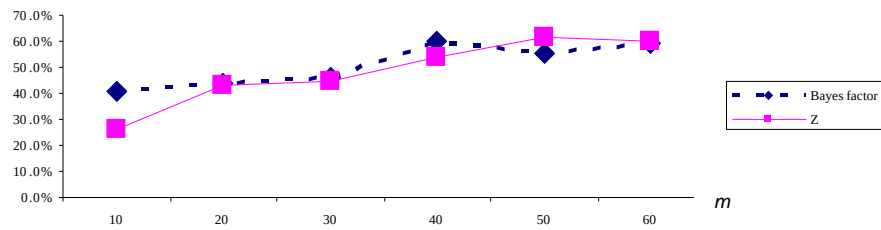
รูปที่ 30. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (26, 33)$



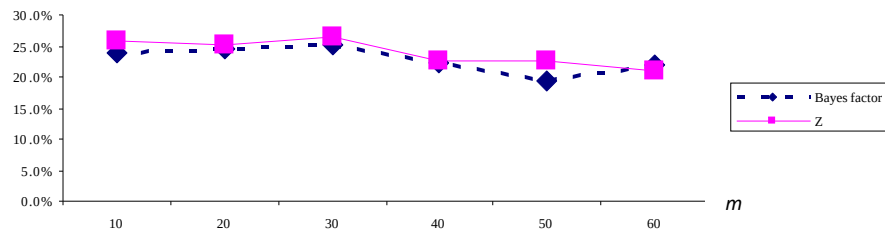
รูปที่ 31. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (24, 30)$



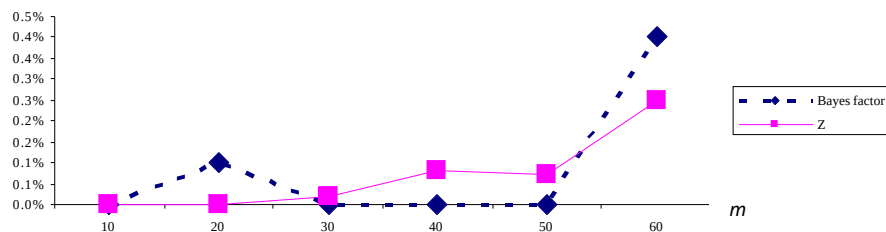
รูปที่ 32. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (25, 35)$



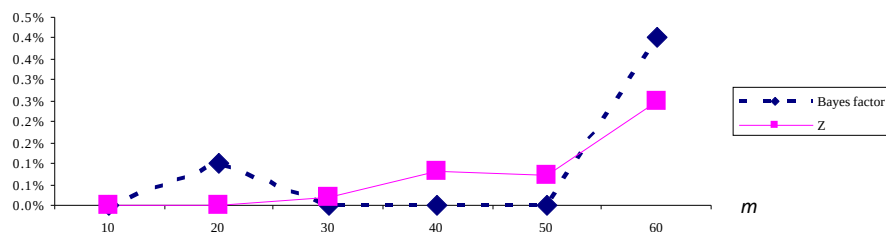
รูปที่ 33. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (25, 36)$



รูปที่ 34. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (29, 40)$



รูปที่ 35. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (17, 25)$



รูปที่ 36. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ เมื่อ $(p_1, p_2) = (0.5, 0.5)$ ที่ $(x_1, x_2) = (31, 28)$

จากรูปที่ 28-36 พบว่า เพอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจากวิธีการทดสอบทั้งสองวิธีจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน และมีค่าไม่สูงมาก

สำหรับการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบวิธีการรักษาในทางการแพทย์ รวมทั้งในสาขาอื่นๆ เมื่อมี DO เข้าร่วมพิจารณาอาจทำให้ผลการทดสอบที่ได้เปลี่ยนแปลงไปจากการเปรียบเทียบที่ใช้ผลการรักษาในเพียงระยะแรกเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Patricia & Sung (1998) [5] ที่ได้เสนอวิธีการศึกษาการหยุดการทดลองก่อนเวลาที่กำหนดจะสิ้นสุด โดยได้พิจารณาว่าเมื่อใดการศึกษาควรจะหยุดการทดลองก่อนเวลาที่กำหนดจะสิ้นสุด และเมื่อใดควรจะรอข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในภายหลัง ก่อนที่จะทำการตัดสินใจ ผลการศึกษาได้ศึกษาต่อถึงแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจที่เกิดขึ้นภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งพบว่า DO น่าจะเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะส่งผลทำให้การทดสอบเปลี่ยนแปลงไป

4. สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลอง พบว่า ในการทดสอบเพื่อหาว่าวิธีการรักษาวิธีใดจะให้ผลดีกว่า ถ้าผลการทดสอบที่พิจารณาจากผลจากการรักษาในเพียงระยะแรก ทั้งวิธีการทดสอบแบบเบย์ และวิธีการทดสอบแบบซี ได้ว่าวิธีการรักษาแบบใหม่ให้ผลดีกว่าแบบปกติ เมื่อมีการนำ DO มาร่วมพิจารณาด้วย เพอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจะมีค่าไม่มากนัก ซึ่งโดยส่วนใหญ่วิธีการทดสอบแบบเบย์ จะมีเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจสูงกว่าวิธีการทดสอบแบบซี แต่ไม่แตกต่างกันมาก และมีแนวโน้มลดลงตามขนาดของ DO ที่เพิ่มขึ้น เพอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจของทั้งสองวิธี มีค่าไม่ต่างกันเมื่อขนาดของ DO เท่ากับ 60 แสดงว่าขนาดของ DO มีผลต่อกระบวนการตัดสินใจเมื่อขนาดของ DO มีค่าน้อยๆ แต่ถ้าขนาดของ DO มีค่าเพิ่มขึ้น การนำ DO มาร่วมพิจารณาด้วยนั้น แทบจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจที่ได้จากการใช้ผลจากการรักษาในระยะแรก

ส่วนผลการทดสอบที่พิจารณาจากผลจากการรักษาในเพียงระยะแรกทั้งวิธีการทดสอบแบบเบย์ และวิธีการทดสอบแบบซี ได้ว่าวิธีการรักษาแบบใหม่ไม่ได้ให้ผลดีกว่าแบบปกติ หลังจากมีการนำ DO มาร่วมพิจารณาด้วย เพอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจะมีค่ามาก โดยส่วนใหญ่วิธีการทดสอบแบบเบย์ จะมีเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจต่ำกว่าวิธีการทดสอบแบบซี และความแตกต่างของ

เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจจะมากถ้าขนาดของ DO มีค่าน้อยๆ แสดงว่าถ้าขนาดของ DO มีค่าไม่มาก การนำ DO มาร่วมพิจารณาจะมีผลต่อกระบวนการตัดสินใจ และจะมีเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์ จนกระทั่งเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจของทั้งสองวิธีไม่แตกต่าง เมื่อขนาดของ DO เพิ่มขึ้น

5. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป

สำหรับผู้สนใจในงานวิจัยขั้นนี้ที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติม อาจทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทดสอบอื่น รวมทั้งทำการศึกษาเมื่อมีการกำหนดลักษณะของสถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไป หรือศึกษาในกรณีที่ความน่าจะเป็นก่อนของ (p_1, p_2) มีการแจกแจงในแบบอื่น นอกจากนี้ยังสามารถนำวิธีการนี้ไปประยุกต์กับการวิเคราะห์ในแขนงอื่นๆ เพื่อเป็นการขยายขอบเขตดังเช่นงานของ Daimon (2008) [6] ได้นำวิธีการแบบเบย์ไปปรับใช้ในการคำนวณตัวอย่างที่เหมาะสมที่นำไปใช้กับการทดสอบสัดส่วนประชากร 2 กลุ่ม ในการประเมินผลของคลินิกดูแลสุขภาพ ซึ่งนำไปประยุกต์ในทางการแพทย์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ-ราชนครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] Thomas, B. 1763. An Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 53: 370-418.
- [2] Bolstad, W. M. 2007. Introduction to Bayesian Statistics. 2nd ed., New York. John Wiley & Sons.
- [3] บุษบา สืบสิงห์. 2552. ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาโดยใช้ค่ายงานเบย์ กรณีศึกษา: โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [4] Massimiliano, R., Daniele, D. and Bruno, Scarpa. 2018. Bayesian inference on group differences in multivariate categorical data. *Computational Statistics & Data Analysis*, 126, 136-149.
- [5] Patricia, P.W. & Sung, C.C. 1998. Effect of Delayed Observations on Bayesian Decisions for Binary Data. *Journal of Biopharmaceutical Statistics*, 8(4), 599-617.
- [6] Daimon, T. 2008. Bayesian Sample Size Calculations for a Non-Inferiority Test of Two Proportions in Clinical Trials. *Contemporary Clinical Trials*, 29, 507-516.