

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติที่ใช้ทดสอบจุดเปลี่ยน

นายจิรกุล สจฺริตกุล



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาสถิติ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-379-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018524

A COMPARISON ON THE POWER OF THE TEST STATISTICS
FOR CHANGEPOINT PROBLEM

Mr. Jirakul Sutjaritkul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-379-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติ
ที่ใช้ทดสอบจุดเปลี่ยน

โดย

นายจิรกุล สุจริตกุล

ภาควิชา

สถิติ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. อรุณี กำลัง

บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง

ผอ. วิชา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชรากัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ผอ. วิชา ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ผกาวัต ศิริรังษี)

อรุณี กำลัง อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. อรุณี กำลัง)

มณฑา นววิไล กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มณฑา นววิไล)

ธีระพร วีระถาวร กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร)



จิรกุล สุจริตกุล : การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติที่ใช้ทดสอบจุดเปลี่ยน
(A comparison on the power of the test statistics for changepoint
problem) อ.ที่ปรึกษา:อ.ดร.อรุณี ก่ำลิ่ง, 99 หน้า. ISBN 974-581-379-6

วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบตัวสถิติที่ใช้ทดสอบปัญหาจุดเปลี่ยน 3 ตัว คือ สถิติทดสอบของ Pettitt สถิติทดสอบของ Schechtman และสถิติทดสอบของ Wolfe โดยศึกษาเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แบบโลจิสติก และแบบคัมเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล ซึ่งมีค่าส.ป.ส.ความผันแปร(C.V) เท่ากับ 5% ,10% ,15% ,20% และ 30% ขนาดหน่วยทดลองเท่ากับ 5 ,10 และ 20 ณ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 และ 0.05 โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้จากการจำลองขึ้นโดยใช้วิธีมอนติคาร์โล ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) สถิติทดสอบทั้งสามคือสถิติทดสอบ Pettitt สถิติทดสอบ Schechtman และสถิติทดสอบ Wolfe มีความสามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีใกล้เคียงกัน เมื่อระดับค่า C.V. ของประชากรมีค่าไม่เกิน 15% สำหรับทุกรูปแบบการแจกแจงที่ศึกษา คือ การแจกแจงแบบปกติ แบบโลจิสติก และแบบคัมเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และทุกระดับนัยสำคัญที่ศึกษา คือ $\alpha = 0.01$ และ 0.05 แต่เมื่อระดับค่า C.V. ของประชากรมีค่ามากกว่า 15% สถิติทดสอบ Wolfe สามารถควบคุมค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีที่สุด รองลงมาคือสถิติทดสอบ Schechtman

2) ตัวสถิติทดสอบ Schechtman มีอำนาจการทดสอบสูงสุด เมื่อจุดเปลี่ยนเกิดขึ้นตอนต้น ($r=3$) และตอนท้าย ($r=8$) ของช่วงระยะเวลาที่ทำการวัดผล ในขณะที่ตัวสถิติทดสอบ Wolfe มีอำนาจการทดสอบสูงสุด เมื่อจุดเปลี่ยนเกิดขึ้นที่ตรงกลาง ($r=5$) ของช่วงระยะเวลาที่ทำการวัดผล สำหรับทุกรูปแบบการแจกแจงที่ศึกษา คือการแจกแจงแบบปกติ แบบโลจิสติก และแบบคัมเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และทุกระดับนัยสำคัญที่ศึกษาคือ $\alpha = 0.01$ และ 0.05 เมื่อระดับค่า C.V. ของประชากร เท่ากับ 5%, 10% และ 15% และทุกขนาดหน่วยทดลองที่ทำการศึกษาคือ 5 , 10 และ 20

3) สำหรับการแจกแจงของประชากรแบบสมมาตร อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้งสามที่ศึกษามีค่าสูงสุด เมื่อจุดเปลี่ยนเกิดขึ้นที่ตรงกลางของช่วงระยะเวลาที่ทำการวัดผล และอำนาจการทดสอบมีค่าลดลงเมื่อจุดเปลี่ยนเกิดขึ้นที่ตอนต้นหรือตอนท้ายของช่วงระยะเวลาที่ทำการวัดผล

ภาควิชา สถิติ
สาขาวิชา สถิติ
ปีการศึกษา 2534.....

ลายมือชื่อนิสิต อรุณี ก่ำลิ่ง
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อรุณี ก่ำลิ่ง
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C022919 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD : CHANGEPOINT/NON-PARAMETRIC TEST/POWER OF THE TEST

JIRAKUL SUTJARITKUL : A COMPARISON ON THE POWER OF THE TEST STATISTICS FOR CHANGEPOINT PROBLEM. THESIS ADVISOR : DR. ARUNEE KUMLUNG, 99 pp. ISBN 974-581-379-6

The purpose of this study is to compare three tests used in the changepoint problem, namely, Pettitt's test, Schechtman's test and Wolfe's test. The comparisons among the probabilities of type I error and among the powers of the test are made under the following conditions: the distributions of population are normal, logistic and double exponential, coefficients of variation are 5%, 10%, 15%, 20% and 30%, sizes of experimental unit are 5, 10 and 20, levels of significance are 0.01 and 0.05 . The Monte Carlo technique was used for the simulation and data generation.

The results of this study can be summarized as follow:

1. Three tests, namely, Pettitt's test, Schechtman's test and Wolfe's test can nearly control the probability of type I error when the level of c.v. of population is at most 15% for all distributions, normal, logistic and double exponential and all $\alpha = 0.01, 0.05$. When c.v. is more than 15%, Wolfe's test can control the probability of type I error better than Schechtman's test.

2. Schechtman's test is the most powerful when the changepoint occurred at the nearly beginning ($r=3$) and the end ($r=8$) of the period of measurement. While Wolfe's test is the most powerful when the changepoint occurred at the middle of the period of measurement. These results are for all distributions, normal, logistic and double exponential and all levels of significance, when c.v. are 5%, 10% and 15% and sizes of experimental unit are 5, 10 and 20.

3. For distribution of population is symmetric , power of the test of three tests is the most powerful when the changepoint occurred at the middle of the period of measurement and the power is decreases when the changepoint occurred at the beginning or the end of the period of measurement .

ภาควิชา สถิติ
สาขาวิชา สถิติ
ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิสิต ดร. อรุณี คุ้ม
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อ. อรุณี คุ้ม
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ อ.ดร.อรุณี กำลิ่ง ที่รับเป็นอาจารย์
 ที่ปรึกษาและให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเป็นอย่างดีมาโดยตลอดซึ่งผู้
 ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้
 ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
 สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการ
 ศึกษาของผู้เขียนด้วยดีมาตลอด และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้สั่งสอนให้ความรู้แก่
 ผู้เขียนจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

จิรกุล สุจริตกุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญรูปกราฟ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.6 คำจำกัดความ	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 สถิติทดสอบสำหรับปัญหาจุดเปลี่ยนที่ใช้ในการวิจัย	
2.1 ปัญหาจุดเปลี่ยน	4
2.2 สถิติทดสอบที่ใช้ในการวิจัย	4
2.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 วิธีมอนติคาร์โล	8
3.1 แผนการทดลอง	9
3.2 ขั้นตอนในการทดลอง	9

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน ประเภทที่ 1	13
4.2 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ	31
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	85
5.2 ข้อเสนอแนะ	88
บรรณานุกรม	89
ภาคผนวก	90
ประวัติผู้เขียน	98

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	13
4.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	16
4.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	19
4.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	22
4.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	25
4.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	28
4.7 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ จำนวนหน่วยทดลอง $m = 5$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	31
4.8 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ จำนวนหน่วยทดลอง $m = 5$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	34
4.9 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ จำนวนหน่วยทดลอง $m = 10$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	37

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ จำนวนหน่วยทดลอง $m = 10$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	40
4.11 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ จำนวนหน่วยทดลอง $m = 20$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	43
4.12 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ จำนวนหน่วยทดลอง $m = 20$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	46
4.13 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก จำนวนหน่วยทดลอง $m = 5$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	49
4.14 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก จำนวนหน่วยทดลอง $m = 5$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	52
4.15 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก จำนวนหน่วยทดลอง $m = 10$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	55
4.16 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก จำนวนหน่วยทดลอง $m = 10$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	58
4.17 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก จำนวนหน่วยทดลอง $m = 20$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	61
4.18 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก จำนวนหน่วยทดลอง $m = 20$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	64
4.19 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบคัมเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล จำนวนหน่วยทดลอง $m = 5$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	67
4.20 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบคัมเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล จำนวนหน่วยทดลอง $m = 5$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	70
4.21 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบคัมเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล จำนวนหน่วยทดลอง $m = 10$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.22 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบคัมเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล จำนวนหน่วยทดลอง $m = 10$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	76
4.23 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบคัมเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล จำนวนหน่วยทดลอง $m = 20$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	79
4.24 แสดงอำนาจการทดสอบเมื่อการแจกแจงเป็นแบบคัมเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล จำนวนหน่วยทดลอง $m = 20$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$	82

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่	หน้า
4.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ n ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	15
4.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ n ระดับนัยสำคัญ 0.05	18
4.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก n ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	21
4.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก n ระดับนัยสำคัญ 0.05	24
4.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบคัมเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล n ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	27
4.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบคัมเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล n ระดับนัยสำคัญ 0.05	30
4.7 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบจากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ จำนวนหน่วยทดลอง $m = 5$ n ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	33
4.8 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบจากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ จำนวนหน่วยทดลอง $m = 5$ n ระดับนัยสำคัญ 0.05	36
4.9 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบจากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ จำนวนหน่วยทดลอง $m = 10$ n ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	39

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปภาพที่	หน้า
4.10 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบจากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ จำนวนหน่วยทดลอง $m = 10$ ระดับนัยสำคัญ 0.05	42
4.11 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบจากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ จำนวนหน่วยทดลอง $m = 20$ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	45
4.12 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบจากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ จำนวนหน่วยทดลอง $m = 20$ ระดับนัยสำคัญ 0.05	48
4.13 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบจากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก จำนวนหน่วยทดลอง $m = 5$ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	51
4.14 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบจากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก จำนวนหน่วยทดลอง $m = 5$ ระดับนัยสำคัญ 0.05	54
4.15 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบจากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก จำนวนหน่วยทดลอง $m = 10$ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	57
4.16 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบจากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก จำนวนหน่วยทดลอง $m = 10$ ระดับนัยสำคัญ 0.05	60
4.17 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบจากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก จำนวนหน่วยทดลอง $m = 20$ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	63

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปภาพที่

4.18	แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบโลจิสติก จำนวนหน่วยทดลอง $m = 20$ ระดับนัยสำคัญ 0.05	66
4.19	แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล จำนวนหน่วยทดลอง $m = 5$ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	69
4.20	แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล จำนวนหน่วยทดลอง $m = 5$ ระดับนัยสำคัญ 0.05	72
4.21	แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล จำนวนหน่วยทดลอง $m = 10$ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	75
4.22	แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล จำนวนหน่วยทดลอง $m = 10$ ระดับนัยสำคัญ 0.05	78
4.23	แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล จำนวนหน่วยทดลอง $m = 20$ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$	81
4.24	แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ จากการทดลอง เมื่อการแจกแจงเป็นแบบดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียล จำนวนหน่วยทดลอง $m = 20$ ระดับนัยสำคัญ 0.05	84