

สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบหาผลสรุปอำนาจของการทดสอบที (t-test) และการทดสอบคอลมอโกรอฟ สเมอรนอฟ (Kolmogorov Smirnov Test)

ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้ คือ

1. ลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ (Normal distribution) เป็นแบบยูนิฟอร์ม (Uniform distribution) และแบบเบ้ (Skewed Distribution)
2. จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม มีขนาดเท่ากัน คือมีขนาดเท่ากับ (5,5), (10,10) และ (15,15) และมีขนาดไม่เท่ากัน คือ (5,6), (6,9) และ (8,16)
3. ความแปรปรวนของประชากรเท่ากัน

แผนการทดลอง

ทดลองหาอำนาจของการทดสอบ (Power) เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรสองกลุ่มกำหนดไว้ดังนี้

---

NN	NU	NS1	NS2
UU	US1	US2	
S1S1	S2S2	S1S2	

---

โดยกำหนดค่าความแตกต่างระหว่าง  $\mu$  ของประชากรดังนี้

1. ทดลองหาค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Actual Type I Error) ของการทดสอบทั้ง 2 วิธี เมื่อเฉลี่ยค่า ( $\mu_1 - \mu_2$ ) มีค่าเท่ากับ 0
2. ทดลองหาค่าอำนาจของการทดสอบ 2 วิธี เมื่อเฉลี่ยค่าเท่ากับ 0.250
3. ทดลองหาค่าอำนาจของการทดสอบ 2 วิธี เมื่อเฉลี่ยค่าเท่ากับ 0.500
4. ทดลองหาค่าอำนาจของการทดสอบ 2 วิธี เมื่อเฉลี่ยค่าเท่ากับ 0.750
5. ทดลองหาค่าอำนาจของการทดสอบ 2 วิธี เมื่อเฉลี่ยค่าเท่ากับ 1.000
6. ทดลองหาค่าอำนาจของการทดสอบ 2 วิธี เมื่อเฉลี่ยค่าเท่ากับ 1.250
7. ทดลองหาค่าอำนาจของการทดสอบ 2 วิธี เมื่อเฉลี่ยค่าเท่ากับ 1.500
8. ทดลองหาค่าอำนาจของการทดสอบ 2 วิธี เมื่อเฉลี่ยค่าเท่ากับ 1.750
9. ทดลองหาค่าอำนาจของการทดสอบ 2 วิธี เมื่อเฉลี่ยค่าเท่ากับ 2.000

ในการทดลองครั้งนี้กำหนดให้  $\mu = 500$  และ  $\sigma^2 = 100$  ทุกลักษณะการแจกแจงของประชากร

การนับค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบทั้ง 2 วิธี จะใช้ค่า  $\alpha$  เป็น 2 แบบ คือ  $\alpha = .05$  และ  $\alpha = .01$

แผนการทดลองนี้จะเสนอค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดลองในกรณีต่าง ๆ ทั้งสิ้น 120 ค่า สำหรับ  $\alpha = .05$  ,อีก 120 ค่า สำหรับ  $\alpha = .01$  และ อีก 60 ค่า สำหรับ  $\alpha = .01$  ของค่าประมาณของเค-เอส เทส เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ (15,15), (5,6) และ (8,16) และจะเสนอค่าอำนาจของการทดสอบ 2 วิธีที่ได้จากการทดลองในกรณีต่าง ๆ ทั้งสิ้น 960 ค่า สำหรับ  $\alpha = .05$  อีก 960 ค่า สำหรับ  $\alpha = .01$  และอีก 480 ค่า สำหรับ  $\alpha = .01$  ของค่าประมาณของเค-เอส เทส เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (15,15), (5,6) และ (8,16)

### วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชัน โดยแต่ละกรณีกำหนดให้คอมพิวเตอร์จำลองการทดลอง 1,000 ครั้ง ในแต่ละครั้งกำหนดให้คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 หรืออำนาจของหารทดสอบ 2 วิธี และนับจำนวนการเกิดขึ้นที่สำคัญของการทดสอบแต่ละวิธีตามอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ

โปรแกรมสำหรับการทดลองครั้งนี้ใช้ภาษาฟอร์แทรนโฟร์ (Fortran IV) โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ OS/VS1

### สรุปผลการทดลอง

ผลสรุปของการทดลองครั้งนี้เสนอในรูปแบบของตาราง สรุปเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการทดสอบที่และการทดสอบเค-เอส โดยให้  $T$  เป็นค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ได้จากการทดลอง

ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 จำนวนความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการทดสอบที และการทดสอบเค-เอส จำแนกตามความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อน และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

สถิติทดสอบ	อัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุระดับ .05															รวม				
	ควบคุมโต						ควบคุมไม่โต						$\alpha = \beta$	$\alpha \neq \beta$						
	$\tau = \alpha$						$\tau > \alpha$								$\tau < \alpha$					
n	(5,5)	(10,10)	(15,15)	(5,6)	(6,9)	(8,16)	(5,5)	(10,10)	(15,15)	(5,6)	(6,9)	(8,16)	(5,5)	(10,10)	(15,15)	(5,6)	(6,9)	(8,16)		
t	10	10	9	4	8	9	--	--	1	6	2	1	--	--	--	--	--	--	50	10
KS	--	6	--	9	--	4	10	4	10	1	10	6	--	--	--	--	--	--	19	41
สถิติทดสอบ	อัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุระดับ .01															รวม				
	ควบคุมโต						ควบคุมไม่โต						$\alpha = \beta$	$\alpha \neq \beta$						
	$\tau = \alpha$						$\tau > \alpha$								$\tau < \alpha$					
n	(5,5)	(10,10)	(15,15)	(5,6)	(6,9)	(8,16)	(5,5)	(10,10)	(15,15)	(5,6)	(6,9)	(8,16)	(5,5)	(10,10)	(15,15)	(5,6)	(6,9)	(8,16)		
t	8	10	7	9	10	3	2	--	3	1	--	7	--	--	--	--	--	--	47	13
KS	--	8	--	--	5	--	10	2	10	10	5	10	--	--	--	--	--	--	13	47
สถิติทดสอบ	ผู้ตรวจความคลาดเคลื่อนที่ระบุระดับ .01 ของค่าประมาณของเค-เอส เทส															รวม				
	ควบคุมโต						ควบคุมไม่โต						$\alpha = \beta$	$\alpha \neq \beta$						
	$\tau = \alpha$						$\tau > \alpha$								$\tau < \alpha$					
n	(5,5)	(10,10)	(15,15)	(5,6)	(6,9)	(8,16)	(5,5)	(10,10)	(15,15)	(5,6)	(6,9)	(8,16)	(5,5)	(10,10)	(15,15)	(5,6)	(6,9)	(8,16)		
t	8	10	7	9	10	3	2	--	3	1	--	7	--	--	--	--	--	--	47	13
KS	--	8	6	2	5	1	10	2	1	--	5	--	--	--	3	8	--	9	22	38

$\tau$  อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

ผลจากตารางสรุปผลการทดลองตารางที่ 23

ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการทดสอบที และการทดสอบเค-เอส จากผลการทดลองครั้งนี้ สรุปได้ดังนี้

1. การทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนตามที่กำหนดได้ 97 กรณี ในการทดลองทั้งสิ้น 120 กรณี ควบคุมไม่ได้ 23 กรณี ความคลาดเคลื่อนที่ควบคุมไม่ได้ส่วนใหญ่เป็นประเภท  $\tau > \alpha$
  2. การทดสอบเค-เอส สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนตามที่กำหนดได้ 32 กรณี ในการทดลองทั้งสิ้น 120 กรณี ควบคุมไม่ได้ 88 กรณี ความคลาดเคลื่อนที่ควบคุมไม่ได้ส่วนใหญ่เป็นประเภท  $\tau > \alpha$
  3. การทดสอบเค-เอส เมื่ออัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ .01 เป็นค่าประมาณของขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (5,6), (8,16) และ (15,15) สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนตามที่กำหนดได้ 41 กรณี ในการทดลองทั้งสิ้น 120 กรณี ควบคุมไม่ได้ 79 กรณี
- ตอนที่ 2 เปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบทีและการทดสอบเค-เอส

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 สถิติทดสอบที่มีอำนาจของการทดสอบสูงสุดในจำนวนการทดสอบของการทดสอบที่และการทดสอบเค-เอส จำแนกตามลักษณะการแจกแจงของประชากร  
ระดับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การแจกแจง ของประชากร	$\alpha = .05$						$\alpha = .01$						$\alpha = .01$ ช่องว่างประมาณเค-เอส เทส					
	(5,5)	(10,10)	(15,15)	(5,6)	(6,9)	(8,16)	(5,5)	(10,10)	(15,15)	(5,6)	(6,9)	(8,16)	(5,5)	(10,10)	(15,15)	(5,6)	(6,9)	(8,16)
NN	KS	t	t	t	t	t	KS	t	KS	KS	t	t	KS	t	t	t	t	t
UU	t	t	t	t	t	t	KS	t	t	KS	t	t	KS	t	t	t	t	t
S1S1	KS	t	t,KS	t	t	t	KS	t	t,KS	KS	t	t,KS	KS	t	t	t	t	t
S2S2	KS	t	KS	t	t,KS	KS,t	KS	t	KS	KS	KS	KS	KS	t	t	t	KS	t
NU	t	t	t,KS	t	t	t	KS	t	t,KS	t	t	t	KS	t	t	t	t	t
NS1	KS	t	t,KS	t	t	t	KS	t	KS,t	KS	t	t	KS	t	t	t	t	t
US1	t	t	t,KS	t	t	t	KS	t	t	KS	t	t	KS	t	t	t	t	t
NS2	KS	t	t,KS	t	t	t	KS	t	t	KS	t	t	KS	t	t	t	t	t
US2	t	t	t,KS	t	t	t	KS	t	t	KS	t	t	KS	t	t	t	t	t
S1S2	KS	t	t,KS	t	t	t	KS	t	t,KS	KS	t	t	KS	t	t	t	t	t



ผลจากตารางสรุปผลตารางที่ 24

1. เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นแบบปกติ การทดสอบที่มีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบเค-เอส เมื่อกำหนด  $\alpha = .05$  และเมื่อกำหนด  $\alpha = .01$  ของค่าประมาณ
2. เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นแบบยูนิฟอร์ม การทดสอบที่มีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบเค-เอส ไม่ว่าจะกำหนด  $\alpha = .05$  หรือ  $\alpha = .01$  หรือ  $\alpha = .01$  ของค่าประมาณ
3. เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นแบบเบ้ขนาด .50 การทดสอบที่มีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบเค-เอส ไม่ว่าจะกำหนด  $\alpha = .05$  หรือ  $\alpha = .01$  หรือ  $\alpha = .01$  ของค่าประมาณ
4. เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นแบบเบ้ขนาด 1.0 การทดสอบที่มีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบเค-เอส เมื่อกำหนด  $\alpha = .05$  หรือ  $\alpha = .01$  ของค่าประมาณ
5. เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรกลุ่มหนึ่งเป็นแบบปกติ อีกกลุ่มหนึ่งเป็นแบบยูนิฟอร์ม การทดสอบที่มีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบเค-เอส ไม่ว่าจะกำหนด  $\alpha = .05$  หรือ  $\alpha = .01$  หรือ  $\alpha = .01$  ของค่าประมาณ
6. เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรกลุ่มหนึ่งเป็นแบบปกติ อีกกลุ่มหนึ่งเป็นแบบเบ้ขนาด .50 การทดสอบที่มีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบเค-เอส ไม่ว่าจะกำหนด  $\alpha = .05$  หรือ  $\alpha = .01$  หรือ  $\alpha = .01$  ของค่าประมาณ
7. เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรกลุ่มหนึ่งเป็นแบบยูนิฟอร์ม อีกกลุ่มหนึ่งเป็นแบบเบ้ขนาด .50 การทดสอบที่มีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบเค-เอส ไม่ว่าจะกำหนด  $\alpha = .05$  หรือ  $\alpha = .01$  หรือ  $\alpha = .01$  ของค่าประมาณ
8. เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรกลุ่มหนึ่งเป็นแบบปกติ อีกกลุ่มหนึ่งเป็นแบบเบ้ขนาด 1.0 การทดสอบที่มีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบเค-เอส ไม่ว่าจะกำหนด  $\alpha = .05$  หรือ  $\alpha = .01$  หรือ  $\alpha = .01$  ของค่าประมาณ

9. เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรกลุ่มหนึ่งเป็นแบบยูนิฟอร์ม อีกกลุ่มหนึ่งเป็นแบบเบ้ขนาด 1.0 การทดสอบที่มีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบเค-เอส ไม่ว่าจะกำหนด  $\alpha = .05$  หรือ  $\alpha = .01$  หรือ  $\alpha = .01$  ของค่าประมาณ

10. เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรกลุ่มหนึ่งเป็นแบบเบ้ขนาด .50 และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นแบบเบ้ขนาด 1.0 การทดสอบที่มีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบเค-เอส ไม่ว่าจะกำหนด  $\alpha = .05$  หรือ  $\alpha = .01$  หรือ  $\alpha = .01$  ของค่าประมาณ



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## อภิปรายผล

ในการเลือกใช้สถิติทดสอบ ผู้ใช้สถิติจำเป็นต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบหลายประการและที่สำคัญ คือความสามารถในการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 กับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ ( $\alpha$ ) และสถิติทดสอบที่ให้อำนาจของการทดสอบสูงสุด ดังที่ Neyman (1950: 265, cited by Derek Srisukho 1974: 38) กล่าวว่า "...เมื่อต้องการที่จะเลือกใช้สถิติทดสอบ เราจำเป็นต้องพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เป็นอันดับแรก (ซึ่งเป็นความผิดพลาดสำคัญมากที่สุดที่เราจะต้องหลีกเลี่ยง) แล้วจึงค่อยพิจารณาในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 ต่อไป โดยยึดหลักว่าให้ความน่าจะเป็นในการที่จะยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ไม่เกินอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ ( $\alpha$ ) ไว้..." และ "...เงื่อนไขสุดท้ายที่จะใช้ในการพิจารณาเลือกสถิติทดสอบ คือให้มีโอกาสน้อยที่สุดที่จะยอมรับสมมติฐานศูนย์เมื่อสมมติฐานศูนย์นั้นผิด ซึ่งหมายความว่าให้มีอำนาจของการทดสอบสูงสุด"

จากผลการทดลองดังปรากฏในผลสรุปของการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า การทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าการทดสอบเค-เอส เป็นอย่างมาก พร้อมทั้งยังกดดันต่อการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นในด้านการแจกแจงของประชากรได้เป็นอย่างดี ที่สำคัญที่สุด คือการทดสอบที่มีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบเค-เอส ไม่ว่าจะกำหนดระดับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ .05 หรือ .01 แม้ว่ารูปแบบบางอัน การทดสอบเค-เอสจะมีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบที่กีดตาม ซึ่งเนื่องมาจากเมื่อเริ่มต้นของการทดสอบนั้น การทดสอบเค-เอสมีอำนาจของการทดสอบสูงกว่าการทดสอบที่อยู่แล้ว โดยที่การทดสอบเค-เอสไม่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ แต่หากหาวิธีปรับให้การทดสอบเค-เอส สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ตามอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุแล้ว การทดสอบเค-เอส อาจมีอำนาจของการทดสอบไม่สูงกว่าการทดสอบที่กีดได้ และอำนาจของการทดสอบที่มีความแรงมากกว่าอำนาจของการทดสอบเค-เอส ดังนั้นผลการวิจัยครั้งนี้จึงสอดคล้องกับการวิจัยของ Boneau (1960, cited by Blair & Higgins 1980: 332) ที่ว่าการทดสอบที่มีความแรงมากในเรื่องของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อลักษณะ

การแจกแจงของประชากรไม่เป็นปกติ

ดังนั้นเมื่อผู้วิจัยจะเลือกใช้สถิติทดสอบในกรณีที่มีลักษณะของข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ก็สามารถจะใช้การทดสอบที่ได้ เพราะว่าการทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าการทดสอบเค-เอส แม้ว่าลักษณะการแจกแจงของประชากรจะเป็นแบบเบ้ (Skewed Distribution) และที่สำคัญก็คือ อำนาจของการทดสอบที่มีความแรงมากกว่าอำนาจของการทดสอบเค-เอส

ข้อเสนอแนะ



จากผลการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยขอเสนอแนะเป็น 2 ส่วนดังนี้คือ

ก. ข้อเสนอแนะเพื่อการเลือกใช้สถิติทดสอบ

สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยของประชากรซึ่งเป็นที่มาของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มซึ่งเป็นอิสระต่อกัน เมื่อตัวแปรที่ศึกษาความแตกต่างมีลักษณะเป็นตัวแปรต่อเนื่อง ซึ่งใช้ได้ทั้งการทดสอบที่ และการทดสอบเค-เอส ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก หรือขนาดกลางทั้งที่มีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากันหรือมีการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นในด้านกาแจกแจงของประชากรที่ไม่เป็นปกติ แต่ความแปรปรวนของประชากรเท่ากัน ผู้วิจัยขอเสนอว่าควรใช้การทดสอบที่ทำการทดสอบแต่อย่างใดก็ตามกรณีในตัวแปรที่ศึกษานั้นถ้าอยู่ในอันดับ (Rank data) การทดสอบที่ไม่สามารถที่จะนำมาทดสอบได้ควรใช้การทดสอบเค-เอส

ข. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ศึกษาเปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบที่ และการทดสอบเค-เอส ภายใต้ลักษณะการแจกแจงของประชากร 3 รูปแบบดังกล่าวแล้ว เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่และขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน

2. ศึกษาเปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบที่ และการทดสอบเค-เอส ภายใต้ลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบเบ้ (Skewed Distribution) ที่มีขนาดเบ้มากกว่า 1.5 ขึ้นไป ที่แตกต่างกัน เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน