บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยศึกษาภายใต้การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบหางยาว ได้แก่ การแจกแจงโลจิสติค การแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล การแจกแจงปกติปลอมปนที่มีเปอร์เซนต์ของการปลอมปนและสเกลแฟคเตอร์ต่างๆ เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.01 และ 0.05

การนำเสนอผลการวิจัยจำแนกเป็น 2 ส่วน คือ ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ สำหรับอำนาจการทดสอบจะศึกษาเปรียบเทียบเฉพาะวิธีประมาณพารามิเตอร์ที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้เท่านั้น ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้เกณฑ์ของแบรดเลย์ (Bradley) ซึ่งจะพิจารณา ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 และ 0.05 ถ้าค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองในแต่ละสถานการณ์อยู่ในช่วง (0.005,0.015) และ (0.025,0.075) ตามลำดับ จะถือว่าวิธีประมาณพารามิเตอร์นั้นสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้

สำหรับการนำเสนอผลค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จะนำเสนออยู่ในรูปตาราง และนำเสนอค่าอำนาจการทดสอบอยู่ในรูปตารางพร้อมทั้งรูปกราฟประกอบ ผู้วิจัยขอใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้แทนความหมายต่าง ๆ เพื่อความสะดวกในการอธิบายผลการวิจัย

OLS แทนวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

BS แทนวิธีบูตสแตรป

LG แทนการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค

DB แทนการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

n แทนขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์

tr แทนจำนวนทรีตเม้นต์

sc(c,p) แทนการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ที่มีสเกลแฟคเตอร์ c และเปอร์เซนต์ของการปลอมปน p

covar แทนจำนวนตัวแปรร่วม

α แทนระดับนัยสำคัญ

σ^2 แทนค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

* แทนวิธีประมาณพารามิเตอร์ที่ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้เมื่อใช้เกณฑ์ของแบรดเลย์

RDP แทนค่าอัตราส่วนค่าสมบูรณ์ของค่าแตกต่างอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรป

4.1 ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1

การประมาณพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยวิธีบูตสแตรปและวิธีกำลังสองน้อยที่สุด สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ครบทุกกรณี เมื่อลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลและโลจิสติค แต่วิธีการทั้ง 2 วิธีไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ครบทุกกรณีเมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติปลอมปน ในกรณีที่ระดับนัยสำคัญ α มีค่าสูงขึ้น วิธีการทั้ง 2 วิธีจะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้น

การนำเสนอค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองในสถานการณ์ต่าง ๆ จะเสนอในตารางที่ 1.1-1.4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1.1-1.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีการทั้ง 2 วิธีเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 และ 0.05 ตามลำดับ จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วมและค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 1.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีการทั้ง 2 วิธีเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ ระดับนัยสำคัญ α =0.01 และ 0.05 ตามลำดับ จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วมและค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 1.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีการทั้ง 2 วิธีเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 และ 0.05 ตามลำดับ จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วมและค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีบูตสแตรป และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วมและค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01

tr	n	จำนวนตัวแปรร่วม	วิธีประมาณ	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2) =400						ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2) =100					
				sc (3, 5)	sc (3,10)	sc (3,25)	sc (10, 5)	sc (10,10)	sc (10,25)	sc (3, 5)	sc (3,10)	sc (3,25)	sc (10, 5)	sc (10,10)	sc (10,25)
3	6	1	OLS	0.010	0.009	0.006	0.007	0.002*	0.002*	0.010	0.009	0.006	0.007	0.002*	0.002*
			BS	0.009	0.008	0.008	0.005	0.003*	0.001*	0.010	0.010	0.008	0.008	0.003*	0.001*
		3	OLS	0.008	0.011	0.010	0.006	0.008	0.007	0.008	0.011	0.010	0.006	0.008	0.007
			BS	0.010	0.013	0.006	0.006	0.009	0.011	0.010	0.013	0.008	0.008	0.007	0.011
		5	OLS	0.013	0.008	0.006	0.010	0.010	0.002*	0.013	0.008	0.006	0.010	0.010	0.002*
			BS	0.008	0.009	0.008	0.006	0.007	0.004*	0.009	0.007	0.012	0.010	0.007	0.004*
	8	1	OLS	0.013	0.010	0.009	0.007	0.006	0.003*	0.013	0.010	0.009	0.007	0.006	0.003*
			BS	0.013	0.012	0.006	0.008	0.009	0.002*	0.015	0.012	0.010	0.010	0.014	0.002*
		3	OLS	0.012	0.009	0.008	0.010	0.005	0.005	0.012	0.009	0.008	0.010	0.005	0.005
			BS	0.014	0.006	0.005	0.008	0.007	0.008	0.013	0.011	0.009	0.014	0.011	0.006
		5	OLS	0.008	0.008	0.012	0.007	0.005	0.005	0.008	0.008	0.012	0.007	0.005	0.005
			BS	0.012	0.009	0.009	0.007	0.005	0.006	0.015	0.011	0.012	0.014	0.010	0.006
	10	1	OLS	0.005	0.007	0.006	0.011	0.007	0.009	0.005	0.007	0.006	0.011	0.007	0.009
			BS	0.007	0.0006	0.010	0.013	0.008	0.005	0.007	0.006	0.012	0.014	0.008	0.005
		3	OLS	0.005	0.005	0.007	0.005	0.006	0.008	0.005	0.005	0.007	0.005	0.006	0.008
			BS	0.006	0.008	0.007	0.005	0.007	0.010	0.011	0.009	0.008	0.012	0.010	0.007
		5	OLS	0.006	0.006	0.009	0.006	0.005	0.007	0.006	0.006	0.009	0.006	0.005	0.007
			BS	0.008	0.012	0.009	0.007	0.007	0.006	0.015	0.013	0.011	0.010	0.010	0.006
	12	1	OLS	0.005	0.007	0.005	0.004*	0.002*	0.000*	0.005	0.007	0.005	0.004*	0.002*	0.000*
			BS	0.006	0.006	0.008	0.004*	0.002*	0.000*	0.008	0.007	0.013	0.016*	0.003*	0.001*
		3	OLS	0.008	0.009	0.013	0.012	0.006	0.007	0.008	0.009	0.013	0.012	0.006	0.007
			BS	0.008	0.011	0.012	0.010	0.006	0.008	0.010	0.012	0.012	0.008	0.006	0.008
		5	OLS	0.012	0.009	0.006	0.007	0.006	0.007	0.012	0.009	0.006	0.007	0.006	0.007
			BS	0.017*	0.011	0.010	0.010	0.011	0.006	0.019*	0.011	0.013	0.012	0.008	0.008
	4	1	OLS	0.007	0.008	0.006	0.007	0.004*	0.002*	0.007	0.008	0.006	0.007	0.004*	0.002*
			BS	0.006	0.009	0.008	0.005	0.004*	0.002*	0.013	0.014	0.012	0.006	0.002*	0.002*
		3	OLS	0.006	0.006	0.007	0.006	0.005	0.007	0.006	0.006	0.007	0.006	0.005	0.007
			BS	0.008	0.007	0.006	0.007	0.006	0.009	0.007	0.009	0.010	0.010	0.008	0.006
		5	OLS	0.013	0.011	0.010	0.009	0.010	0.010	0.013	0.011	0.010	0.009	0.010	0.010
			BS	0.012	0.013	0.010	0.009	0.011	0.010	0.012	0.010	0.010	0.013	0.007	0.010

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด ,BS = วิธีบูตสแตรป

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

5	6	1	OLS	0.014	0.010	0.011	0.010	0.012	0.013	0.014	0.010	0.011	0.010	0.012	0.013
			BS	0.012	0.010	0.011	0.013	0.011	0.006	0.011	0.009	0.014	0.011	0.007	0.006
		3	OLS	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.006	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.006
			BS	0.005	0.007	0.006	0.008	0.007	0.006	0.007	0.009	0.008	0.010	0.009	0.010
		5	OLS	0.006	0.006	0.007	0.006	0.007	0.005	0.006	0.006	0.007	0.006	0.007	0.005
			BS	0.007	0.007	0.010	0.008	0.009	0.011	0.009	0.011	0.012	0.007	0.009	0.006
	8	1	OLS	0.008	0.008	0.009	0.007	0.010	0.008	0.008	0.008	0.009	0.007	0.010	0.008
			BS	0.007	0.006	0.010	0.008	0.012	0.006	0.011	0.007	0.011	0.006	0.007	0.008
		3	OLS	0.007	0.006	0.009	0.006	0.006	0.007	0.007	0.006	0.009	0.006	0.007	0.006
			BS	0.010	0.009	0.006	0.007	0.008	0.006	0.007	0.011	0.012	0.007	0.006	0.013
		5	OLS	0.013	0.010	0.008	0.009	0.007	0.012	0.013	0.010	0.008	0.009	0.007	0.012
			BS	0.011	0.009	0.012	0.010	0.006	0.013	0.012	0.011	0.013	0.014	0.006	0.014
7	4	1	OLS	0.006	0.010	0.009	0.005	0.006	0.005	0.006	0.010	0.005	0.006	0.005	0.007
			BS	0.009	0.011	0.009	0.005	0.007	0.007	0.011	0.014	0.014	0.011	0.009	0.006
		3	OLS	0.007	0.005	0.008	0.009	0.006	0.010	0.007	0.005	0.008	0.009	0.006	0.010
			BS	0.006	0.007	0.008	0.010	0.009	0.008	0.014	0.007	0.006	0.011	0.008	0.006
		5	OLS	0.010	0.013	0.012	0.010	0.011	0.010	0.010	0.013	0.012	0.010	0.011	0.010
			BS	0.011	0.012	0.011	0.010	0.011	0.012	0.013	0.011	0.013	0.006	0.014	0.012
	6	1	OLS	0.011	0.013	0.012	0.007	0.006	0.014	0.011	0.013	0.012	0.007	0.006	0.014
			BS	0.011	0.013	0.014	0.006	0.009	0.010	0.009	0.007	0.008	0.011	0.008	0.009
		3	OLS	0.012	0.010	0.011	0.005	0.005	0.006	0.012	0.010	0.011	0.005	0.005	0.006
			BS	0.014	0.012	0.011	0.005	0.006	0.008	0.006	0.009	0.013	0.011	0.012	0.008
		5	OLS	0.005	0.007	0.008	0.009	0.011	0.010	0.005	0.007	0.008	0.009	0.011	0.010
			BS	0.005	0.008	0.010	0.010	0.010	0.008	0.009	0.008	0.011	0.011	0.009	0.013
	8	1	OLS	0.010	0.011	0.005	0.008	0.011	0.008	0.010	0.011	0.005	0.008	0.011	0.008
			BS	0.010	0.012	0.007	0.008	0.010	0.010	0.013	0.013	0.011	0.008	0.012	0.008
		3	OLS	0.012	0.011	0.005	0.008	0.008	0.004*	0.012	0.011	0.005	0.008	0.008	0.004*
			BS	0.012	0.012	0.007	0.007	0.008	0.003*	0.005	0.007	0.009	0.011	0.010	0.001*
		5	OLS	0.011	0.012	0.010	0.007	0.005	0.011	0.011	0.012	0.010	0.007	0.005	0.011
			BS	0.011	0.012	0.012	0.009	0.007	0.010	0.013	0.008	0.008	0.009	0.007	0.013

จากตารางที่ 1.1 สรุปได้ดังนี้

วิธีการทั้ง 2 วิธีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกรณี ยกเว้นกรณีดังนี้

1) **จำนวนทรีตเม้นต์เท่ากับ 3**

ก) ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์เท่ากับ 6 จะควบคุมไม่ได้เมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 1 สเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 10, 25 สำหรับจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 5 จะควบคุมไม่ได้เมื่อสเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 25

ข) ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์เท่ากับ 8 จะควบคุมไม่ได้เมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 1 สเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 25

ค) ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์เท่ากับ 12 จะควบคุมไม่ได้เมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 1 สเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 5, 10 และ 25

2) **จำนวนทรีตเม้นต์เท่ากับ 5** จะควบคุมไม่ได้เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีต-เม้นต์เท่ากับ 4 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 1 สเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 10 และ 25

3) **จำนวนทรีตเม้นต์เท่ากับ 7** จะควบคุมไม่ได้เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีต-เม้นต์เท่ากับ 8 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 3 สเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 25

ตารางต่อไปจะแสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีการทั้ง 2 วิธีเมื่อการแจกแจกของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วม และค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 1.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีบูตสแตรป และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วมและค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

tr	n	จำนวนตัวแปรร่วม	วิธีประมาณ	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2) =400						ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2) =100					
				sc (3, 5)	sc (3,10)	sc (3,25)	sc (10, 5)	sc (10,10)	sc (10,25)	sc (3, 5)	sc (3,10)	sc (3,25)	sc (10, 5)	sc (10,10)	sc (10,25)
3	6	1	OLS	0.048	0.045	0.048	0.029	0.014*	0.024*	0.048	0.045	0.048	0.029	0.014*	0.024*
			BS	0.053	0.050	0.041	0.032	0.020*	0.026	0.049	0.072	0.062	0.060	0.019*	0.023*
		3	OLS	0.046	0.040	0.045	0.030	0.027	0.026	0.046	0.040	0.045	0.030	0.027	0.026
			BS	0.045	0.039	0.040	0.034	0.032	0.031	0.049	0.067	0.045	0.060	0.038	0.031
		5	OLS	0.055	0.050	0.040	0.043	0.035	0.018*	0.055	0.050	0.040	0.043	0.035	0.018*
			BS	0.056	0.047	0.042	0.045	0.035	0.020*	0.062	0.072	0.069	0.067	0.041	0.024*
	8	1	OLS	0.030	0.033	0.037	0.030	0.033	0.018*	0.030	0.033	0.037	0.030	0.033	0.018*
			BS	0.035	0.030	0.028	0.025	0.028	0.022*	0.034	0.065	0.057	0.029	0.035	0.020*
		3	OLS	0.059	0.055	0.057	0.031	0.039	0.044	0.059	0.055	0.057	0.031	0.039	0.044
			BS	0.061	0.057	0.056	0.035	0.040	0.040	0.067	0.069	0.060	0.067	0.049	0.042
		5	OLS	0.046	0.059	0.047	0.034	0.039	0.049	0.046	0.059	0.047	0.034	0.039	0.049
			BS	0.047	0.057	0.053	0.032	0.035	0.046	0.071	0.070	0.072	0.053	0.059	0.052
	10	1	OLS	0.058	0.045	0.039	0.032	0.033	0.028	0.058	0.045	0.039	0.032	0.033	0.028
			BS	0.053	0.044	0.041	0.032	0.037	0.032	0.057	0.051	0.064	0.070	0.041	0.039
		3	OLS	0.046	0.037	0.054	0.029	0.036	0.040	0.046	0.037	0.054	0.029	0.036	0.040
			BS	0.052	0.046	0.051	0.033	0.043	0.038	0.061	0.050	0.055	0.068	0.035	0.042
		5	OLS	0.046	0.058	0.047	0.030	0.042	0.047	0.046	0.058	0.047	0.030	0.042	0.047
			BS	0.064	0.067	0.053	0.052	0.050	0.044	0.067	0.072	0.055	0.072	0.048	0.052
	12	1	OLS	0.038	0.027	0.036	0.029	0.026	0.027	0.038	0.027	0.036	0.029	0.026	0.027
			BS	0.045	0.039	0.032	0.031	0.029	0.029	0.051	0.047	0.072	0.063	0.036	0.031
		3	OLS	0.056	0.047	0.042	0.032	0.029	0.041	0.056	0.047	0.042	0.032	0.029	0.041
			BS	0.073	0.053	0.056	0.041	0.035	0.050	0.069	0.067	0.059	0.038	0.062	0.052
		5	OLS	0.047	0.043	0.042	0.037	0.038	0.039	0.047	0.043	0.042	0.037	0.038	0.039
			BS	0.053	0.041	0.046	0.042	0.045	0.044	0.053	0.071	0.067	0.070	0.050	0.056
	4	1	OLS	0.045	0.038	0.031	0.026	0.020*	0.014*	0.045	0.038	0.031	0.026	0.020*	0.014*
			BS	0.053	0.037	0.029	0.028	0.020*	0.014*	0.073	0.061	0.048	0.027	0.012*	0.014*
		3	OLS	0.049	0.040	0.048	0.037	0.029	0.030	0.049	0.040	0.048	0.037	0.029	0.030
			BS	0.055	0.043	0.044	0.046	0.030	0.032	0.071	0.057	0.047	0.058	0.040	0.036
		5	OLS	0.061	0.054	0.045	0.047	0.035	0.044	0.061	0.054	0.045	0.047	0.035	0.044
			BS	0.054	0.052	0.043	0.041	0.032	0.054	0.071	0.060	0.053	0.044	0.046	0.062

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , BS = วิธีบูตสแตรป

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

		1	OLS	0.043	0.049	0.040	0.030	0.027	0.029	0.043	0.049	0.040	0.030	0.027	0.029
			BS	0.051	0.050	0.043	0.036	0.030	0.029	0.073	0.060	0.049	0.052	0.039	0.039
5	6	3	OLS	0.045	0.048	0.047	0.032	0.039	0.035	0.057	0.040	0.049	0.040	0.047	0.046
			BS	0.047	0.051	0.047	0.028	0.033	0.040	0.062	0.074	0.071	0.058	0.030	0.041
		5	OLS	0.057	0.040	0.049	0.040	0.047	0.046	0.045	0.048	0.047	0.032	0.039	0.035
			BS	0.063	0.041	0.055	0.046	0.035	0.041	0.073	0.072	0.048	0.046	0.039	0.047
		1	OLS	0.045	0.040	0.062	0.027	0.029	0.046	0.045	0.040	0.062	0.027	0.029	0.046
			BS	0.042	0.043	0.060	0.029	0.032	0.050	0.057	0.074	0.071	0.053	0.045	0.050
	8	3	OLS	0.054	0.041	0.060	0.031	0.028	0.057	0.054	0.041	0.060	0.031	0.028	0.057
			BS	0.064	0.055	0.063	0.041	0.031	0.058	0.069	0.073	0.069	0.049	0.038	0.058
		5	OLS	0.053	0.051	0.054	0.039	0.031	0.048	0.053	0.051	0.054	0.039	0.031	0.048
			BS	0.058	0.063	0.054	0.042	0.047	0.060	0.068	0.067	0.073	0.061	0.048	0.064
		1	OLS	0.038	0.037	0.039	0.032	0.030	0.028	0.038	0.037	0.039	0.032	0.030	0.028
			BS	0.041	0.038	0.041	0.033	0.028	0.030	0.073	0.073	0.052	0.049	0.048	0.032
	4	3	OLS	0.029	0.030	0.025	0.027	0.030	0.030	0.029	0.030	0.025	0.027	0.030	0.030
			BS	0.031	0.034	0.031	0.029	0.030	0.032	0.061	0.052	0.047	0.035	0.032	0.036
		5	OLS	0.048	0.041	0.047	0.032	0.041	0.037	0.048	0.041	0.047	0.032	0.041	0.037
			BS	0.051	0.051	0.049	0.038	0.038	0.036	0.074	0.071	0.063	0.044	0.042	0.045
		1	OLS	0.054	0.041	0.053	0.036	0.036	0.036	0.054	0.041	0.053	0.036	0.036	0.036
			BS	0.056	0.043	0.054	0.034	0.034	0.039	0.068	0.066	0.061	0.070	0.044	0.032
7	6	3	OLS	0.062	0.054	0.045	0.026	0.029	0.038	0.062	0.054	0.045	0.026	0.029	0.038
			BS	0.063	0.064	0.045	0.032	0.028	0.036	0.073	0.071	0.060	0.069	0.052	0.052
		5	OLS	0.040	0.041	0.037	0.031	0.030	0.031	0.040	0.041	0.037	0.031	0.030	0.031
			BS	0.059	0.053	0.051	0.035	0.032	0.034	0.061	0.071	0.064	0.068	0.045	0.049
		1	OLS	0.049	0.055	0.051	0.036	0.049	0.036	0.049	0.055	0.051	0.036	0.049	0.036
			BS	0.050	0.053	0.044	0.031	0.048	0.041	0.070	0.071	0.064	0.043	0.048	0.045
	8	3	OLS	0.036	0.037	0.029	0.027	0.030	0.024*	0.036	0.037	0.029	0.027	0.030	0.024*
			BS	0.029	0.036	0.031	0.029	0.034	0.024*	0.065	0.075	0.055	0.035	0.030	0.020*
		5	OLS	0.061	0.053	0.052	0.034	0.032	0.040	0.061	0.053	0.052	0.034	0.032	0.040
			BS	0.067	0.057	0.072	0.040	0.031	0.037	0.067	0.066	0.054	0.057	0.041	0.045

จากตารางที่ 1.2 สรุปได้ดังนี้

วิธีการทั้ง 2 วิธีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกรณี ยกเว้นกรณีดังนี้

1) **จำนวนทรีตเม้นต์เท่ากับ 3**

ก) ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์เท่ากับ 6 จะควบคุมไม่ได้เมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 1 สเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 10, 25 สำหรับจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 5 จะควบคุมไม่ได้เมื่อสเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 25

ข) ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์เท่ากับ 8 จะควบคุมไม่ได้เมื่อจำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 1 สเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 25

2) **จำนวนทรีตเม้นต์เท่ากับ 5** จะควบคุมไม่ได้เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์เท่ากับ 4 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 1 สเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 10 และ 25

3) **จำนวนทรีตเม้นต์เท่ากับ 7** จะควบคุมไม่ได้เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์เท่ากับ 8 จำนวนตัวแปรร่วมเท่ากับ 3 สเกลแฟคเตอร์เท่ากับ 10 และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเท่ากับ 25

เมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้นวิธีการทั้ง 2 วิธีจะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้น

ตารางต่อไปจะแสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีการทั้ง 2 วิธีเมื่อการแจกแจกของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 และ 0.05 ตามลำดับ จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วม ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและระดับนัยสำคัญ

ตารางที่ 1.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีบูตสแตรป และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

จำนวนทรีตเม้นต์	ขนาดตัวอย่าง	วิธีประมาณ	α = 0.01						α = 0.05					
			σ^2 = 400			σ^2 = 100			σ^2 = 400			σ^2 = 100		
			จำนวนตัวแปรร่วม			จำนวนตัวแปรร่วม			จำนวนตัวแปรร่วม			จำนวนตัวแปรร่วม		
			1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5
3	6	OLS	0.012	0.010	0.005	0.012	0.010	0.005	0.029	0.043	0.030	0.029	0.043	0.030
		BS	0.011	0.008	0.007	0.010	0.013	0.007	0.031	0.052	0.038	0.032	0.051	0.050
	8	OLS	0.007	0.009	0.006	0.007	0.009	0.006	0.038	0.051	0.060	0.038	0.051	0.060
		BS	0.014	0.008	0.007	0.011	0.009	0.012	0.040	0.048	0.071	0.047	0.059	0.069
	10	OLS	0.010	0.010	0.009	0.010	0.010	0.009	0.044	0.044	0.036	0.044	0.044	0.036
		BS	0.008	0.008	0.011	0.010	0.011	0.008	0.057	0.043	0.049	0.059	0.059	0.066
	12	OLS	0.008	0.007	0.005	0.008	0.007	0.005	0.036	0.040	0.046	0.036	0.040	0.046
		BS	0.009	0.010	0.007	0.009	0.012	0.014	0.039	0.051	0.060	0.039	0.062	0.069
5	4	OLS	0.010	0.007	0.009	0.010	0.007	0.009	0.040	0.030	0.043	0.040	0.030	0.043
		BS	0.012	0.006	0.012	0.011	0.006	0.012	0.035	0.037	0.047	0.045	0.040	0.055
	6	OLS	0.008	0.011	0.006	0.008	0.011	0.006	0.050	0.045	0.032	0.050	0.032	0.045
		BS	0.008	0.010	0.009	0.008	0.015	0.014	0.058	0.051	0.042	0.067	0.037	0.063
	8	OLS	0.009	0.007	0.010	0.009	0.007	0.010	0.044	0.050	0.044	0.044	0.050	0.044
		BS	0.012	0.014	0.010	0.007	0.014	0.014	0.041	0.060	0.059	0.048	0.065	0.061
7	4	OLS	0.008	0.011	0.009	0.008	0.011	0.009	0.049	0.044	0.034	0.049	0.044	0.034
		BS	0.007	0.012	0.006	0.007	0.005	0.006	0.054	0.043	0.041	0.055	0.038	0.063
	6	OLS	0.012	0.012	0.007	0.012	0.012	0.007	0.050	0.040	0.037	0.050	0.040	0.037
		BS	0.011	0.011	0.008	0.010	0.011	0.005	0.058	0.042	0.045	0.069	0.050	0.062
	8	OLS	0.010	0.011	0.011	0.010	0.011	0.011	0.038	0.041	0.047	0.038	0.041	0.047
		BS	0.008	0.007	0.009	0.010	0.011	0.013	0.041	0.046	0.053	0.042	0.055	0.070

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , BS = วิธีบูตสแตรป

จากตารางที่ 1.3 สรุปได้ดังนี้ กรณีที่การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลทั้งสองวิธีการสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ครบทุกกรณี วิธีการทั้ง 2 วิธีจะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางต่อไปจะแสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีการทั้ง 2 วิธีเมื่อการแจกแจกของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha=0.01$ และ 0.05 ตามลำดับ จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วม ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและระดับนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีบูตสแตรป และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค

จำนวนทรีตเม้นต์	ขนาดตัวอย่าง	วิธีประมาณ	α = 0.01						α = 0.05					
			σ^2 = 400			σ^2 = 100			σ^2 = 400			σ^2 = 100		
			จำนวนตัวแปรร่วม			จำนวนตัวแปรร่วม			จำนวนตัวแปรร่วม			จำนวนตัวแปรร่วม		
			1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5
3	6	OLS	0.010	0.010	0.005	0.010	0.010	0.005	0.028	0.043	0.030	0.028	0.043	0.030
		BS	0.010	0.013	0.005	0.010	0.014	0.005	0.039	0.048	0.035	0.035	0.060	0.053
	8	OLS	0.013	0.008	0.007	0.013	0.008	0.007	0.045	0.046	0.060	0.045	0.046	0.060
		BS	0.014	0.008	0.005	0.014	0.008	0.009	0.040	0.054	0.060	0.048	0.066	0.074
	10	OLS	0.010	0.010	0.007	0.010	0.010	0.007	0.047	0.042	0.045	0.047	0.042	0.045
		BS	0.010	0.008	0.008	0.010	0.010	0.012	0.051	0.041	0.047	0.058	0.046	0.071
	12	OLS	0.007	0.007	0.006	0.007	0.007	0.006	0.045	0.042	0.049	0.045	0.042	0.049
		BS	0.008	0.012	0.009	0.007	0.013	0.013	0.046	0.049	0.062	0.044	0.075	0.067
5	4	OLS	0.010	0.005	0.010	0.010	0.005	0.009	0.043	0.039	0.052	0.043	0.039	0.052
		BS	0.012	0.006	0.011	0.012	0.006	0.013	0.044	0.036	0.045	0.050	0.045	0.053
	6	OLS	0.007	0.009	0.013	0.007	0.009	0.013	0.055	0.046	0.035	0.055	0.035	0.046
		BS	0.011	0.007	0.013	0.013	0.013	0.011	0.065	0.051	0.045	0.068	0.041	0.069
	8	OLS	0.010	0.006	0.011	0.010	0.007	0.011	0.043	0.057	0.046	0.043	0.057	0.046
		BS	0.013	0.009	0.012	0.012	0.007	0.015	0.044	0.058	0.060	0.049	0.063	0.067
7	4	OLS	0.007	0.012	0.007	0.007	0.012	0.007	0.056	0.051	0.037	0.056	0.051	0.037
		BS	0.006	0.011	0.007	0.008	0.014	0.009	0.056	0.050	0.039	0.052	0.045	0.054
	6	OLS	0.013	0.009	0.010	0.013	0.009	0.010	0.051	0.047	0.038	0.051	0.047	0.038
		BS	0.012	0.012	0.008	0.012	0.007	0.008	0.059	0.043	0.045	0.067	0.053	0.055
	8	OLS	0.010	0.007	0.010	0.010	0.007	0.010	0.043	0.040	0.058	0.043	0.040	0.058
		BS	0.007	0.006	0.010	0.005	0.010	0.007	0.044	0.050	0.058	0.041	0.057	0.067

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , BS = วิธีบูตสแตรป

จากตารางที่ 1.4 สรุปได้ดังนี้ กรณีที่การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติคทั้งสองวิธีการสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ครบทุกกรณี วิธีการทั้ง 2 วิธีจะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น

สรุปความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของวิธีการทั้ง 2 วิธี

วิธีการทั้ง 2 วิธีสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ครบทุกกรณีเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลและโลจิสติค แต่ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ครบทุกกรณีเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน วิธีการทั้ง 2 วิธีจะสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ดีขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α และจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค ดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และปกติปลอมปนซึ่งใช้เปอร์เซนต์ของการปลอมปนและสเกลแฟคเตอร์ต่างๆ โดยที่กำหนดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 400 และ 100 และระดับนัยสำคัญ α = 0.01 และ 0.05 การวิจัยนี้จะเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบเฉพาะกรณีที่ทั้งสองวิธีการควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้

การนำเสนอค่าอำนาจการทดสอบของทั้งสองวิธีการจากการทดลองในสถานการณ์ต่าง ๆ จะเสนอในตารางที่ 2.1-2.4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.1-2.2 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 และ 0.05 ตามลำดับ จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วม และค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ ระดับนัยสำคัญ α =0.01 และ 0.05 ตามลำดับ จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วม ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและระดับนัยสำคัญ

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α=0.01 และ 0.05 ตามลำดับ จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วม ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและระดับนัยสำคัญ

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีบูตสแตรป ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วมและค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ที่ ระดับนัยสำคัญ 0.01

tr	n	จำนวนตัวแปรร่วม	วิธีประมาณ	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2) =400						ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2) =100					
				sc (3, 5)	sc (3,10)	sc (3,25)	sc (10, 5)	sc (10,10)	sc (10,25)	sc (3, 5)	sc (3,10)	sc (3,25)	sc (10, 5)	sc (10,10)	sc (10,25)
3	6	1	OLS	0.408	0.329	0.189	0.258			0.408	0.329	0.189	0.258		
			BS	0.430	0.388	0.267	0.285			0.419	0.355	0.212	0.268		
		3	OLS	0.318	0.250	0.120	0.193	0.086	0.011	0.318	0.250	0.120	0.193	0.086	0.011
			BS	0.381	0.277	0.175	0.237	0.123	0.037	0.340	0.255	0.133	0.206	0.095	0.019
		5	OLS	0.244	0.191	0.086	0.174	0.104		0.244	0.191	0.086	0.174	0.104	
			BS	0.249	0.274	0.169	0.215	0.133		0.259	0.241	0.117	0.206	0.121	
	8	1	OLS	0.572	0.469	0.266	0.341	0.187		0.572	0.469	0.266	0.341	0.187	
			BS	0.430	0.596	0.514	0.341	0.373		0.593	0.507	0.298	0.383	0.215	
		3	OLS	0.514	0.414	0.217	0.327	0.168	0.024	0.514	0.414	0.217	0.327	0.168	0.024
			BS	0.518	0.447	0.305	0.333	0.193	0.057	0.516	0.441	0.265	0.329	0.171	0.031
		5	OLS	0.425	0.323	0.169	0.277	0.131	0.020	0.425	0.323	0.169	0.277	0.131	0.020
			BS	0.468	0.413	0.295	0.305	0.177	0.050	0.467	0.393	0.206	0.291	0.161	0.046
	10	1	OLS	0.739	0.598	0.330	0.407	0.205	0.030	0.739	0.598	0.330	0.407	0.205	0.040
			BS	0.644	0.567	0.370	0.384	0.225	0.047	0.665	0.543	0.347	0.389	0.177	0.058
		3	OLS	0.673	0.547	0.314	0.405	0.168	0.034	0.673	0.547	0.314	0.405	0.168	0.034
			BS	0.604	0.515	0.375	0.379	0.189	0.067	0.658	0.545	0.355	0.371	0.174	0.049
		5	OLS	0.617	0.506	0.283	0.348	0.159	0.029	0.617	0.506	0.283	0.348	0.159	0.029
			BS	0.610	0.546	0.366	0.367	0.170	0.065	0.604	0.535	0.319	0.355	0.164	0.047
	12	1	OLS	0.813	0.699	0.432				0.813	0.699	0.432			
			BS	0.691	0.627	0.429				0.760	0.671	0.425			
		3	OLS	0.806	0.701	0.425	0.343	0.219	0.044	0.806	0.701	0.425	0.343	0.219	0.044
			BS	0.746	0.630	0.423	0.434	0.255	0.084	0.746	0.643	0.412	0.410	0.225	0.057
		5	OLS		0.610	0.357	0.341	0.164	0.041		0.601	0.357	0.341	0.164	0.041
			BS		0.565	0.418	0.356	0.213	0.081		0.583	0.358	0.351	0.182	0.053
	4	1	OLS	0.207	0.160	0.070	0.128			0.207	0.160	0.070	0.128		
			BS	0.314	0.270	0.155	0.199			0.251	0.197	0.092	0.132		
		3	OLS	0.141	0.111	0.059	0.082	0.038	0.011	0.141	0.111	0.059	0.082	0.038	0.011
			BS	0.276	0.213	0.120	0.170	0.081	0.024	0.196	0.153	0.069	0.123	0.061	0.016
		5	OLS	0.088	0.085	0.042	0.063	0.036	0.010	0.088	0.085	0.042	0.063	0.036	0.010
			BS	0.165	0.169	0.094	0.121	0.071	0.019	0.140	0.113	0.056	0.078	0.039	0.015

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , BS = วิธีบูตสแตรป

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

		1	OLS	0.400	0.304	0.130	0.231	0.095	0.017	0.400	0.304	0.130	0.231	0.095	0.027
			BS	0.457	0.363	0.230	0.265	0.132	0.040	0.425	0.330	0.160	0.248	0.097	0.045
5	6	3	OLS	0.351	0.279	0.138	0.198	0.077	0.013	0.351	0.279	0.138	0.198	0.077	0.016
			BS	0.413	0.338	0.238	0.224	0.102	0.029	0.388	0.315	0.166	0.212	0.108	0.030
		5	OLS	0.336	0.249	0.110	0.181	0.087	0.012	0.336	0.249	0.110	0.181	0.087	0.014
			BS	0.420	0.321	0.195	0.224	0.101	0.031	0.365	0.261	0.135	0.196	0.096	0.026
		1	OLS	0.605	0.460	0.249	0.267	0.103	0.021	0.605	0.460	0.249	0.267	0.103	0.032
			BS	0.594	0.477	0.332	0.301	0.153	0.045	0.595	0.476	0.278	0.282	0.123	0.046
	8	3	OLS	0.548	0.454	0.243	0.240	0.096	0.017	0.548	0.454	0.243	0.240	0.096	0.021
			BS	0.501	0.508	0.359	0.289	0.141	0.037	0.521	0.492	0.291	0.262	0.119	0.028
		5	OLS	0.518	0.367	0.168	0.211	0.091	0.016	0.518	0.367	0.168	0.211	0.091	0.016
			BS	0.513	0.443	0.270	0.325	0.140	0.035	0.501	0.402	0.196	0.245	0.117	0.027
		1	OLS	0.184	0.128	0.071	0.102	0.035	0.027	0.148	0.102	0.062	0.091	0.035	0.026
			BS	0.296	0.241	0.163	0.175	0.095	0.044	0.198	0.147	0.080	0.129	0.049	0.039
	4	3	OLS	0.158	0.087	0.044	0.057	0.026	0.022	0.108	0.087	0.044	0.068	0.026	0.020
			BS	0.236	0.195	0.143	0.118	0.066	0.039	0.154	0.123	0.075	0.088	0.042	0.025
		5	OLS	0.128	0.111	0.057	0.080	0.043	0.016	0.123	0.100	0.049	0.080	0.035	0.015
			BS	0.230	0.204	0.130	0.141	0.080	0.035	0.128	0.109	0.080	0.096	0.041	0.019
		1	OLS	0.362	0.277	0.130	0.139	0.054	0.031	0.362	0.263	0.119	0.140	0.051	0.038
			BS	0.321	0.390	0.229	0.218	0.111	0.069	0.340	0.315	0.156	0.177	0.073	0.045
7	6	3	OLS	0.352	0.264	0.091	0.084	0.054	0.008	0.352	0.264	0.091	0.084	0.054	0.027
			BS	0.328	0.355	0.183	0.125	0.123	0.032	0.319	0.298	0.135	0.103	0.059	0.033
		5	OLS	0.292	0.211	0.096	0.105	0.038	0.020	0.292	0.211	0.096	0.105	0.038	0.017
			BS	0.289	0.320	0.136	0.160	0.089	0.047	0.279	0.256	0.135	0.136	0.053	0.023
		1	OLS	0.544	0.444	0.205	0.180	0.067	0.036	0.556	0.444	0.196	0.180	0.072	0.046
			BS	0.535	0.400	0.357	0.256	0.115	0.071	0.525	0.400	0.256	0.213	0.096	0.059
	8	3	OLS	0.528	0.424	0.200	0.145	0.055		0.530	0.424	0.200	0.166	0.062	
			BS	0.501	0.408	0.292	0.185	0.097		0.506	0.397	0.228	0.181	0.070	
		5	OLS	0.492	0.397	0.205	0.141	0.046	0.021	0.471	0.372	0.183	0.158	0.046	0.021
			BS	0.487	0.364	0.281	0.200	0.081	0.053	0.458	0.364	0.221	0.180	0.064	0.029

ตารางที่ 2.1.1 แสดงค่า RDP* เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วมและค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน α ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

tr	n	จำนวนตัวแปรร่วม	วิธีประมาณ	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2) =400						ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2) =100					
				sc (3, 5)	sc (3,10)	sc (3,25)	sc (10, 5)	sc (10,10)	sc (10,25)	sc (3, 5)	sc (3,10)	sc (3,25)	sc (10, 5)	sc (10,10)	sc (10,25))
3	6	1	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00		
			BS	5.39	17.93	41.26	10.46			2.69	7.90	12.16	3.87		
		3	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	19.81	10.80	45.83	22.79	43.02	236.36	6.91	2.00	10.83	6.73	10.46	72.72
		5	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			BS	2.04	43.45	96.51	23.56	27.88		6.14	26.17	36.04	18.39	16.34	
	8	1	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			BS	4.19	9.59	28.19	9.38	17.11		3.67	8.10	12.03	12.31	14.97	
		3	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00
			BS	0.77	7.97	40.55	1.83	14.88	137.50	0.38	6.52	22.11	0.00	1.78	29.16
		5	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	10.11	27.86	74.55	10.10	35.11	150.00	9.88	21.67	21.89	5.05	22.90	130.00
	10	1	OLS	14.75	5.46	0.00	5.98	0.00	0.00	11.12	10.12	0.00	4.62	15.81	0.00
			BS	0.00	0.00	12.12	0.00	9.75	56.66	0.00	0.00	5.15	0.00	0.00	45.00
		3	OLS	11.42	6.21	0.00	6.86	0.00	0.00	2.27	0.36	0.00	9.16	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	19.42	0.00	12.50	97.05	0.00	0.00	13.05	0.00	3.57	44.11
		5	OLS	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	7.90	29.32	5.45	6.91	124.13	0.00	5.73	12.72	2.01	3.14	62.06
	12	1	OLS	17.65	11.48	0.69				6.97	4.17	1.64			
			BS	0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00			
		3	OLS	8.04	11.26	0.00	0.00	0.00	0.00	8.04	9.02	3.15	0.00	1.86	0.00
			BS	0.00	0.00	10.58	26.53	16.43	90.90	0.00	0.00	0.00	26.53	0.00	29.54
		5	OLS		7.96	0.00	0.00	0.00	0.00		4.63	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS		0.00	17.08	4.39	29.87	97.56		0.00	0.28	2.93	10.97	29.26
4	4	1	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00		
			BS	51.69	68.75	121.42	55.46			21.25	23.12	31.42	3.12		
		3	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	95.74	91.89	103.38	107.31	107.69	118.18	39.00	37.83	16.94	50.00	57.89	45.45
		5	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	87.50	98.82	129.80	92.06	97.22	90.00	59.09	32.94	33.33	23.80	8.33	50.00

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด ,BS = วิธีบูตสแตรป

ตารางที่ 2.1.1 (ต่อ)

5	6	1	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	14.25	19.40	76.92	14.71	38.94	135.29	6.25	9.53	23.07	7.35	2.10	66.66
		3	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	17.66	21.14	72.46	13.13	32.46	123.07	10.54	12.90	20.28	7.07	40.25	87.50
		5	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	25.00	28.91	77.27	23.75	16.09	158.33	8.63	4.81	22.72	8.28	10.34	78.57
	8	1	OLS	1.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.68	0.00	0.00	5.95	0.00	0.00
			BS	0.00	3.69	33.33	12.73	48.54	114.28	0.00	3.47	11.64	0.00	19.41	43.75
		3	OLS	9.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	11.89	47.73	20.41	46.87	117.64	0.00	8.37	19.75	9.16	23.95	33.33
		5	OLS	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	20.70	60.71	54.02	53.84	118.75	0.00	9.53	16.66	16.11	28.57	68.75
7	4	1	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	60.86	88.28	129.57	71.56	171.42	62.96	33.78	44.11	29.03	41.75	40.00	50.00
		3	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	49.36	124.13	225.00	107.01	153.84	77.27	42.59	41.37	70.45	29.41	61.53	25.00
		5	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.26	0.00	0.00
			BS	79.68	83.78	128.07	76.25	86.04	118.75	4.06	9.00	63.26	0.00	17.14	26.66
	6	1	OLS	12.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	40.79	76.15	56.83	105.55	122.58	6.47	19.77	31.09	26.42	43.13	18.42
		3	OLS	7.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	34.46	101.09	48.80	127.77	85.71	0.00	12.87	49.45	22.61	9.25	22.22
		5	OLS	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	51.65	41.66	52.38	134.21	135.00	13.01	21.32	40.62	29.52	35.89	35.29
	8	1	OLS	1.68	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.90	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	74.14	42.22	71.64	97.22	0.00	0.00	30.61	18.33	33.33	28.26
		3	OLS	5.38	3.92	0.00	0.00	0.00		4.74	6.80	0.00	0.00	0.00	
			BS	0.00	0.00	46.00	27.58	76.36		0.00	0.00	14.00	9.03	12.90	
		5	OLS	1.02	9.06	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83	2.19	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	37.07	41.84	76.08	152.38	0.00	0.00	20.76	13.92	39.13	38.09

$$RDP^{*} = \begin{cases} \left[\frac{P_{OLS} - P_B}{P_B}\right] \times 100 , & P_B < P_{OLS} \\ \left[\frac{P_B - P_{OLS}}{P_{OLS}}\right] \times 100 , & P_{OLS} < P_B \end{cases}$$

โดยที่ P_{OLS}=ค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์วิธีกำลังสองน้อยที่สุด
และ P_B =ค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์วิธีบูตสแตรป

จากตารางที่ 2.1 สรุปได้ดังนี้ ทุกค่าของจำนวนทรีตเม้นต์ที่ศึกษา วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าต่ำ ไม่ว่าจำนวนตัวแปรร่วม สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนที่ศึกษาจะมีค่าเป็นเท่าไรก็ตาม เพราะวิธีบูตสแตรปเป็นวิธีนอนพาราเมตริกซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าต่ำ แต่วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบต่ำกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่จำนวนตัวแปรร่วม สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนมีค่าต่ำ เพราะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นการแจกแจงที่เข้าใกล้การแจกแจงปกติ

ส่วนอำนาจการทดสอบของวิธีบูตสแตรปจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเพิ่มขึ้น และอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีจะสูงขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น การเพิ่มสเกลแฟคเตอร์มีผลทำให้อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีมีค่าลดลงมากกว่าการเพิ่มเปอร์เซนต์ของการปลอมปน

รายละเอียดเกี่ยวกับการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ จะแสดงไว้ในรูปที่ 2.1.1-2.1.12 และที่ภาคผนวก ข ซึ่งรายละเอียดของบางรูปเป็นดังนี้

<u>รูปที่ 2.1.1</u> แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr=3,n=6,covar=1 และ σ^2=400 (วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมากเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าต่ำ)

<u>รูปที่ 2.1.2</u> แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr =3,n=6,covar=3 และ σ^2=400 (อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีจะต่ำลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น)

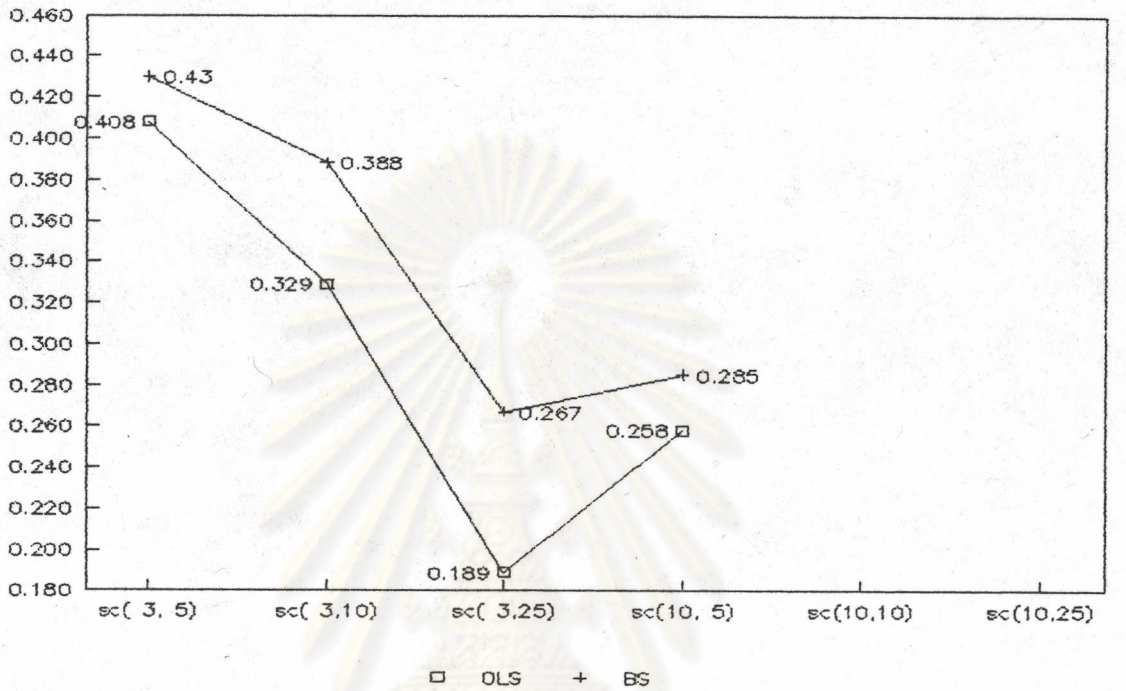
<u>รูปที่ 2.1.3</u> แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr=3,n=8,covar=1 และ σ^2=400 (อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีจะสูงขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าเพิ่มขึ้น)

รูปที่ 2.1.9 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr=3,n=6,covar=1 และ σ^2=100 (อำนาจการทดสอบของวิธีบูตสแตรปจะต่ำลงเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าลดลง)

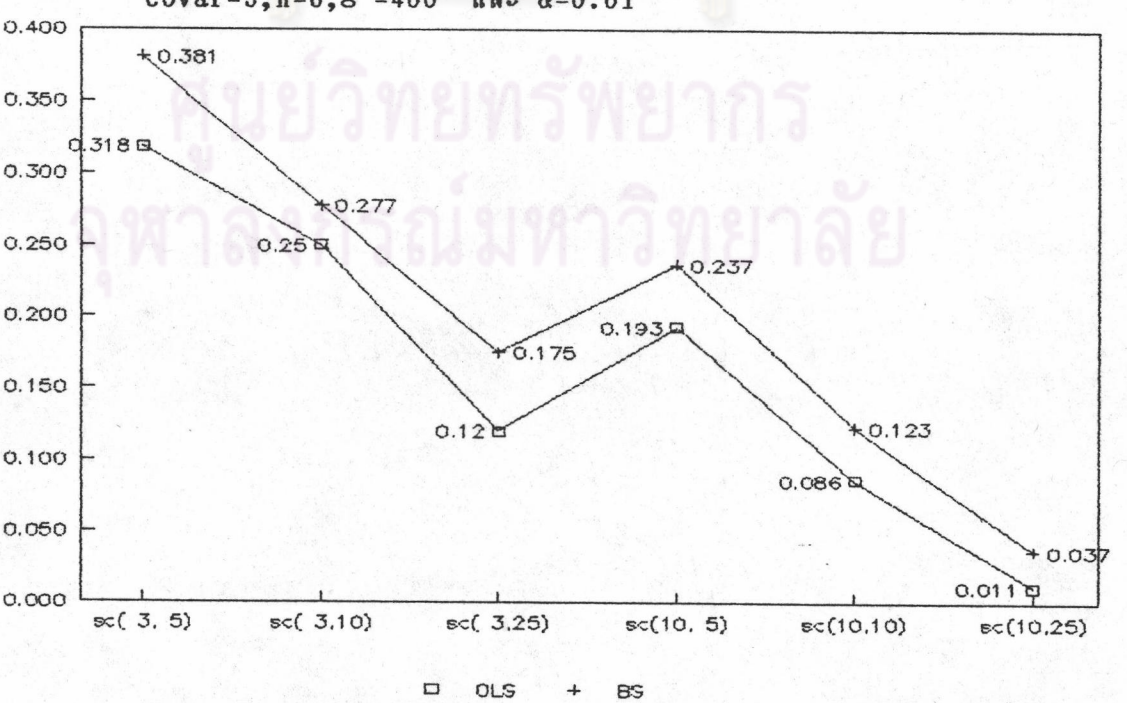
ส่วนตารางที่ 2.2 หน้า 58 จะแสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ α =0.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.1.1 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=1,n=6,σ^2=400 และ α=0.01

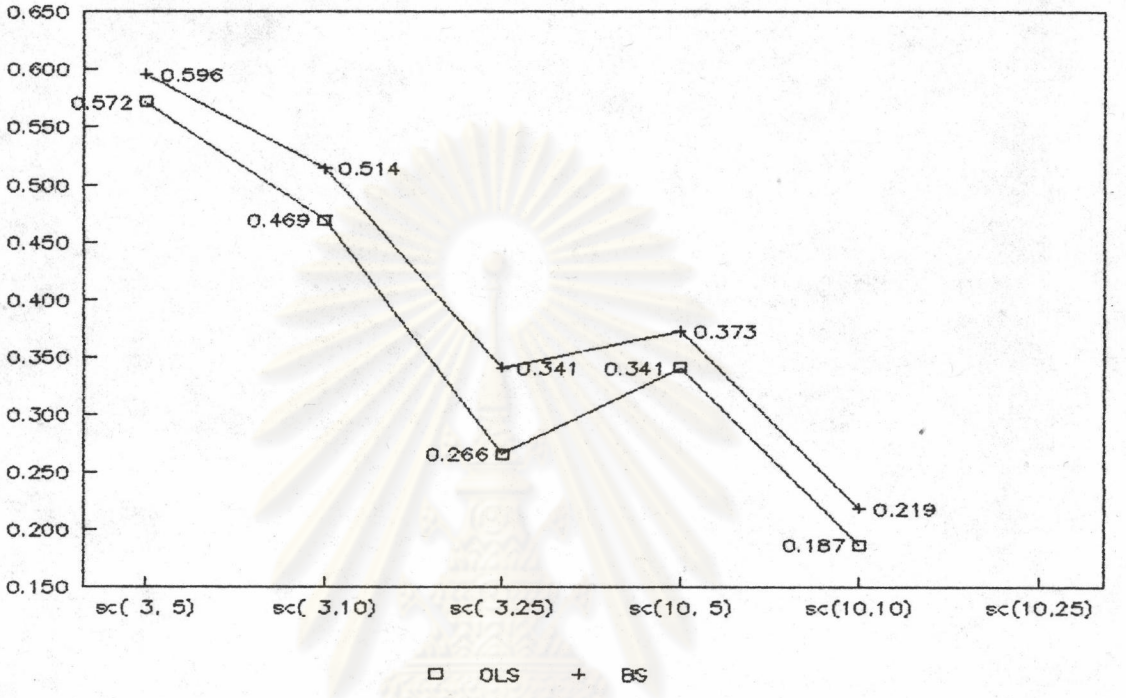


รูปที่ 2.1.2 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=3,n=6,σ^2=400 และ α=0.01

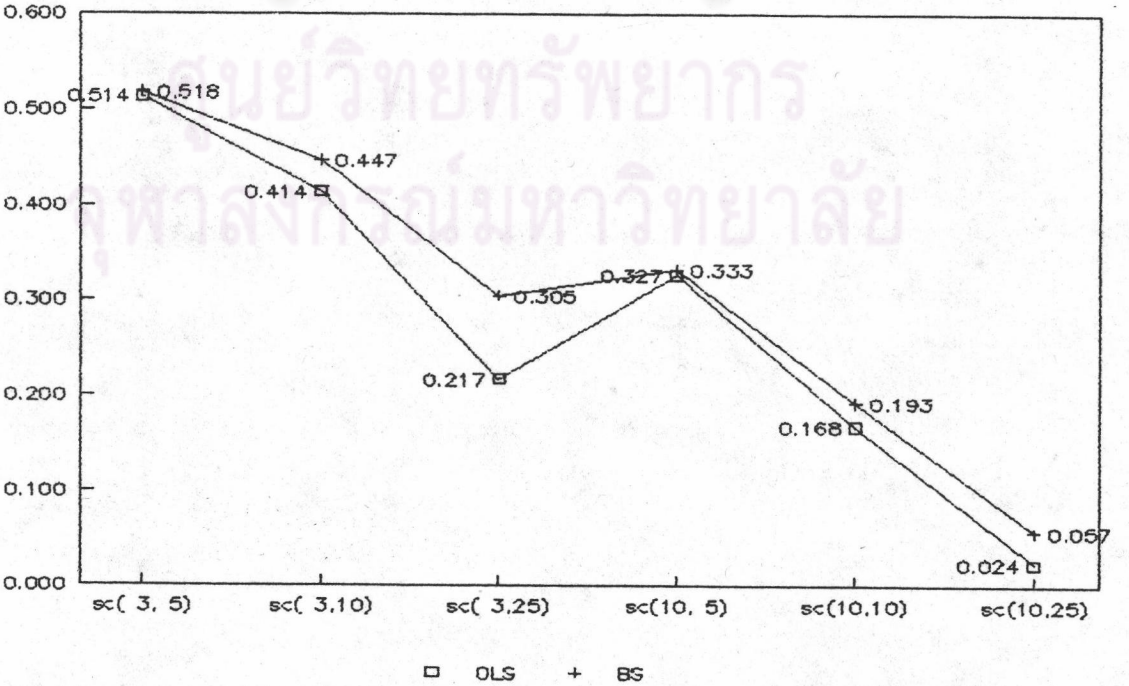


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

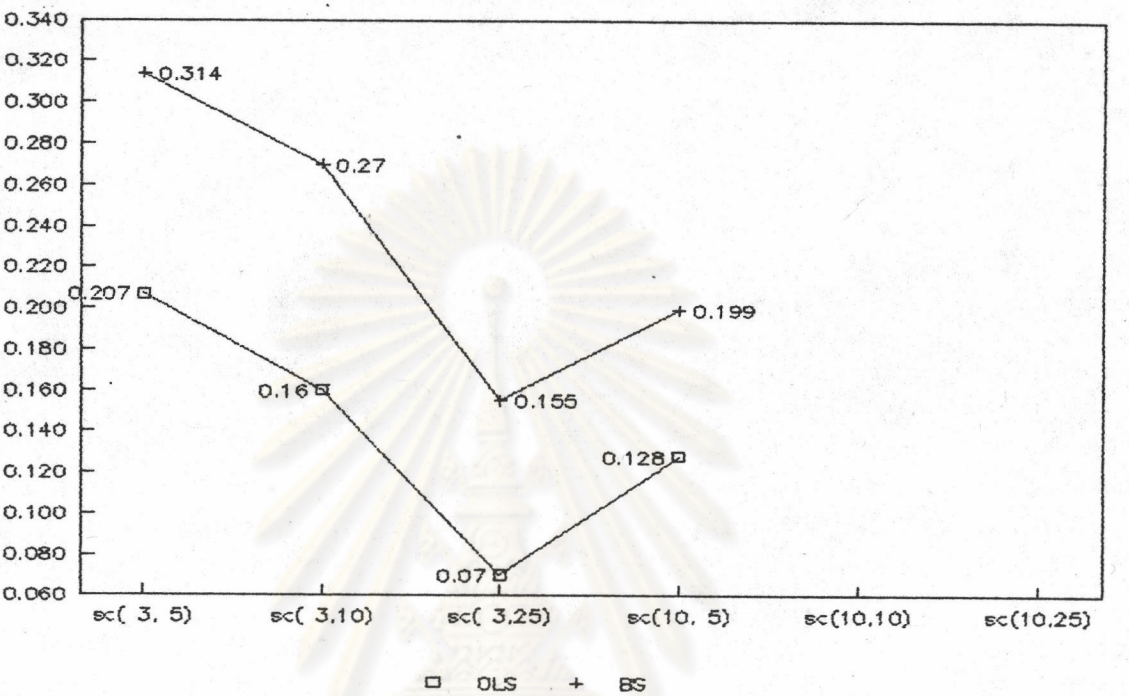
รูปที่ 2.1.3 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=1,n=8,σ^2=400 และ α=0.01



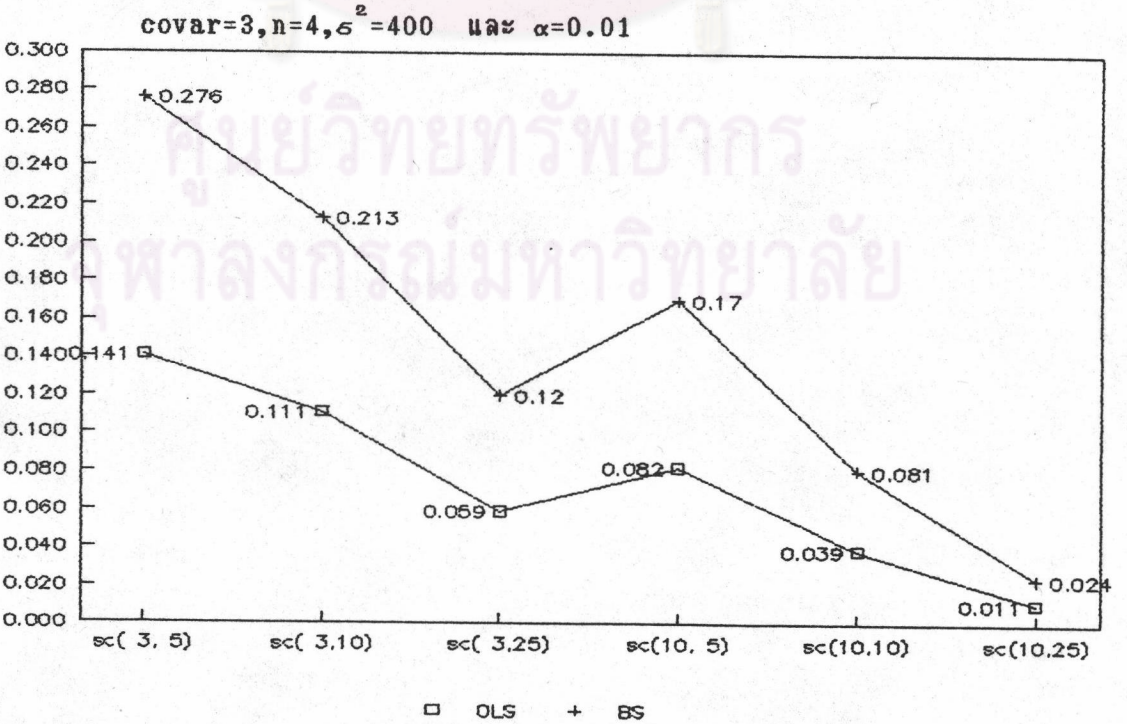
รูปที่ 2.1.4 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=3,n=8,σ^2=400 และ α=0.01



รูปที่ 2.1.5 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =5, covar=1,n=4,σ^2=400 และ α=0.01

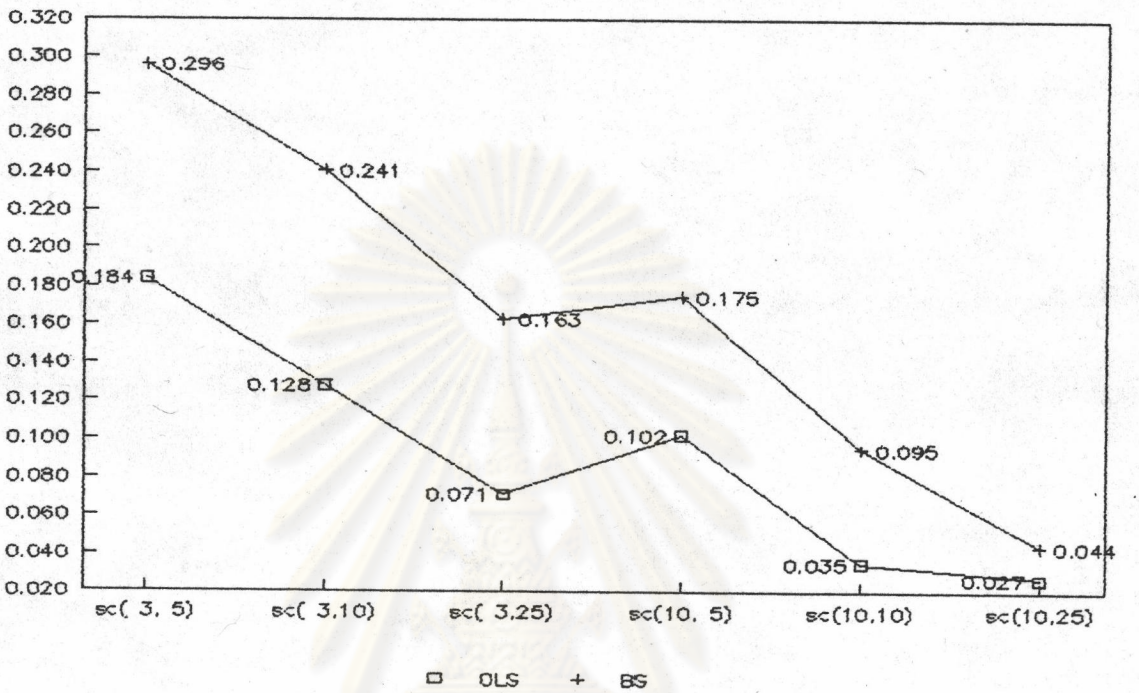


รูปที่ 2.1.6 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =5, covar=3,n=4,σ^2=400 และ α=0.01

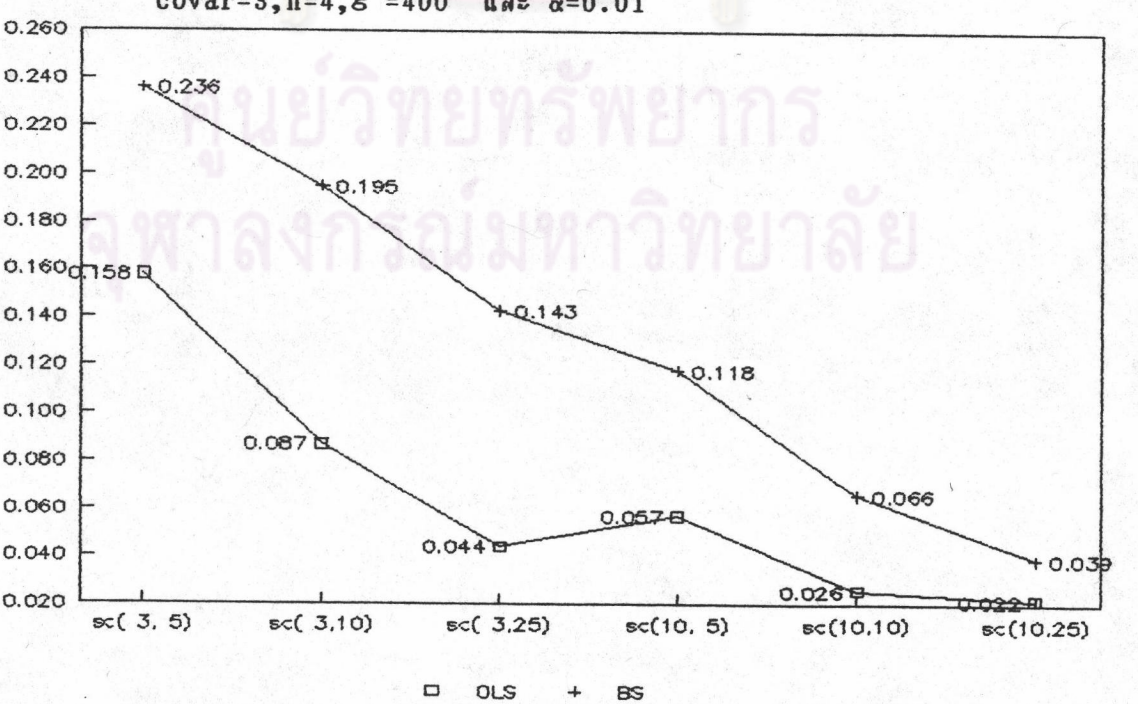


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.1.7 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =7, covar=1,n=4,σ^2=400 และ α=0.01

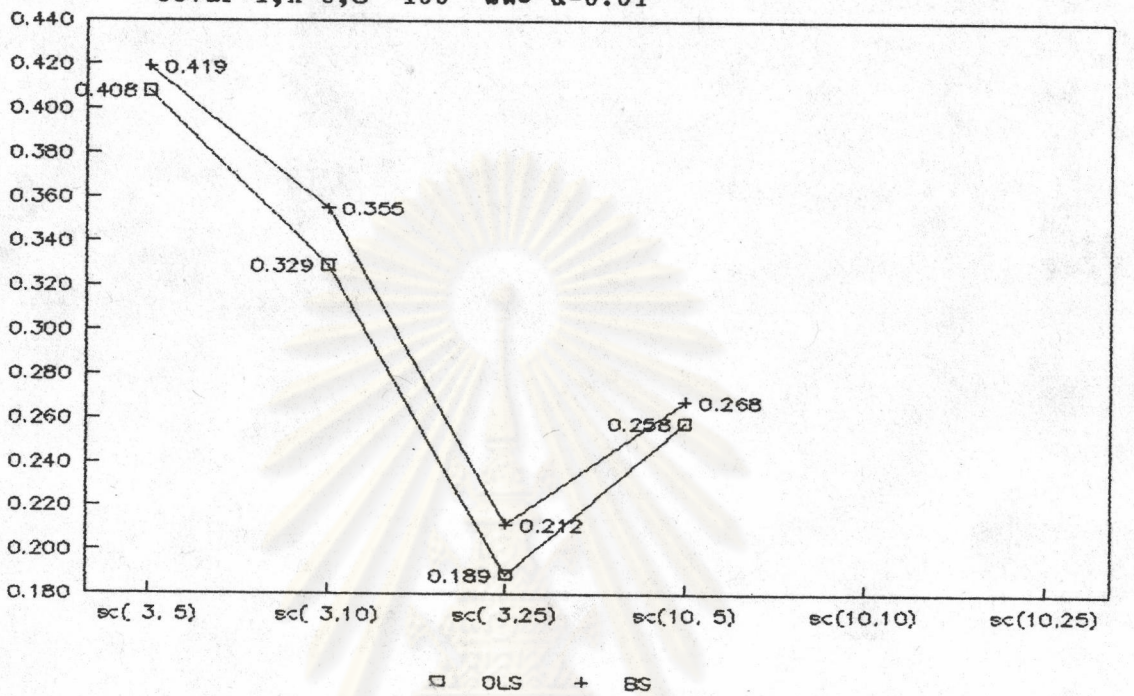


รูปที่ 2.1.8 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =7, covar=3,n=4,σ^2=400 และ α=0.01

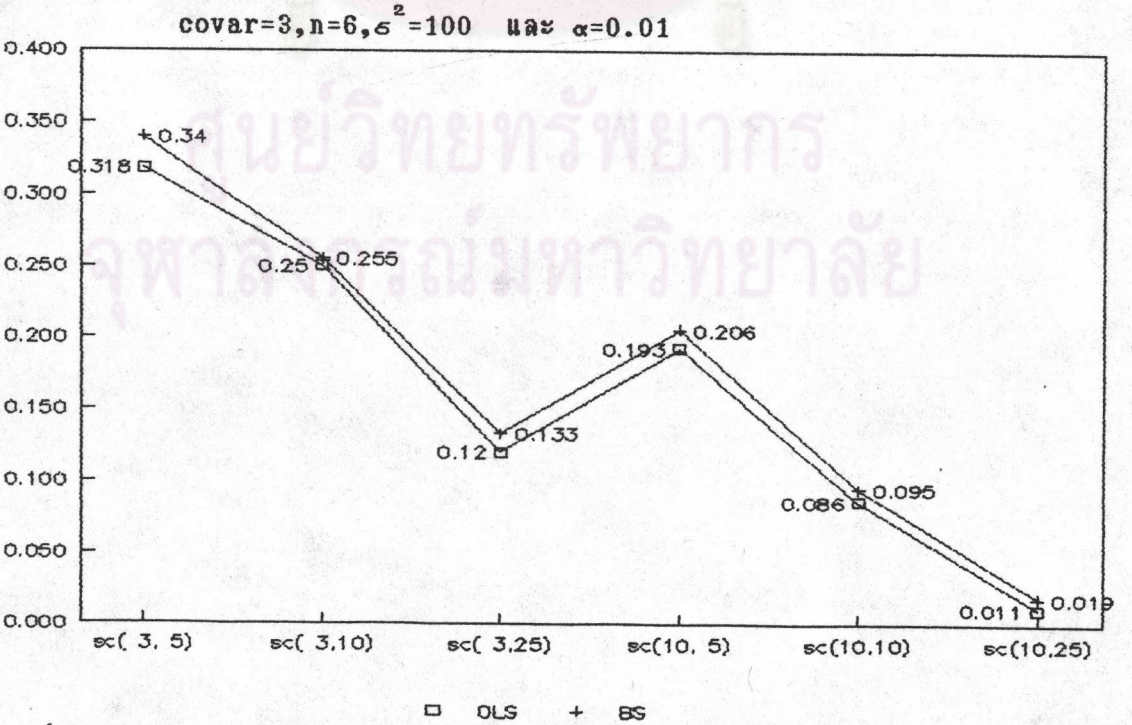


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.1.9 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=1,n=6,σ^2=100 และ α=0.01

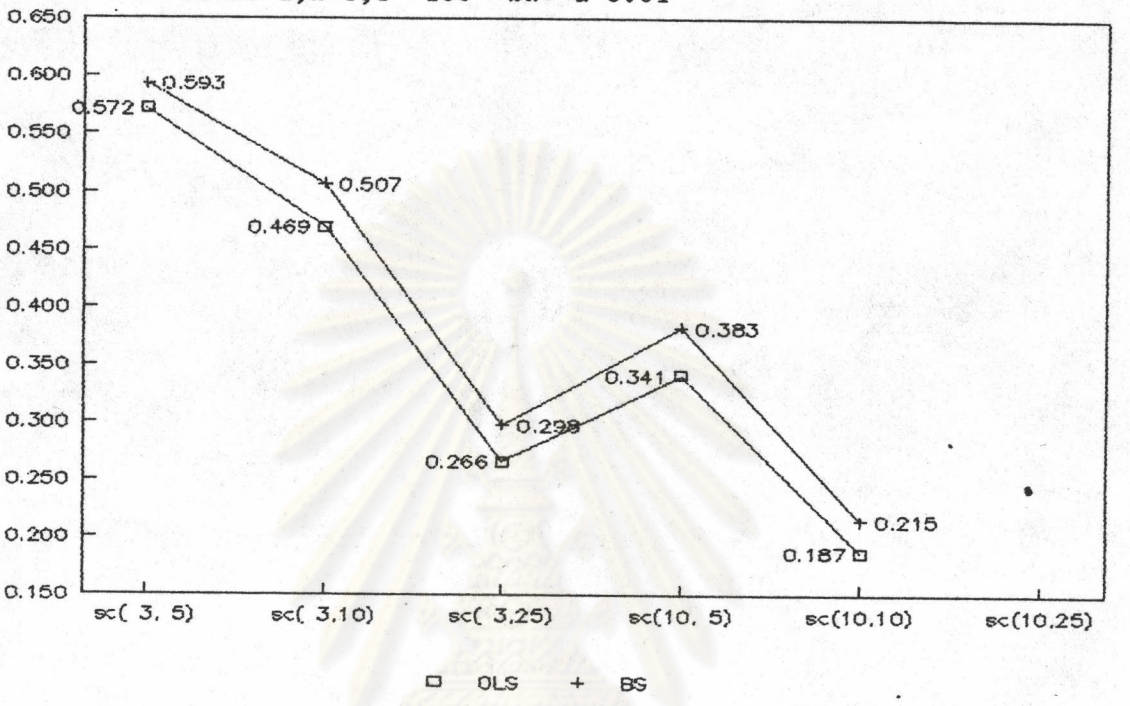


รูปที่ 2.1.10 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=3,n=6,σ^2=100 และ α=0.01

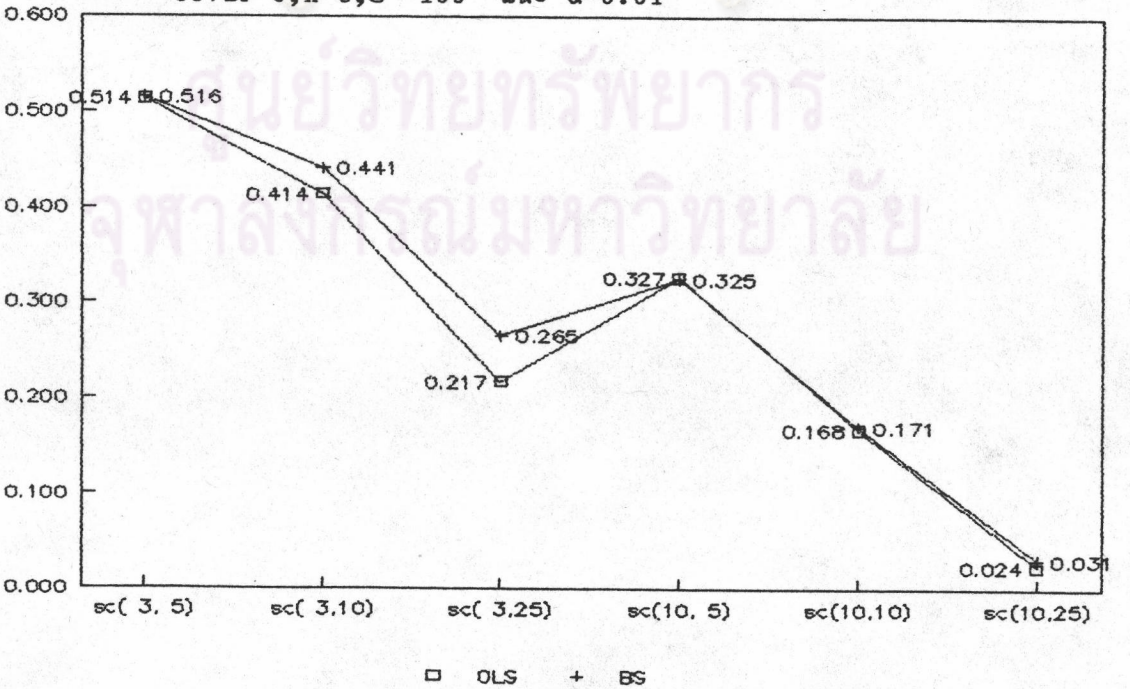


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.1.11 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=1,n=8,σ^2=100 และ α=0.01



รูปที่ 2.1.12 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=3,n=8,σ^2=100 และ α=0.01



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีบูตสแตรป ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วมและค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

tr	n	จำนวนตัวแปรร่วม	วิธีประมาณ	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2) =400						ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2) =100					
				sc (3, 5)	sc (3,10)	sc (3,25)	sc (10, 5)	sc (10,10)	sc (10,25)	sc (3, 5)	sc (3,10)	sc (3,25)	sc (10, 5)	sc (10,10)	sc (10,25)
3	6	1	OLS	0.665	0.571	0.385	0.452			0.665	0.571	0.385	0.452		
			BS	0.659	0.596	0.473	0.444			0.649	0.585	0.424	0.439		
		3	OLS	0.571	0.476	0.335	0.403	0.245	0.080	0.571	0.476	0.335	0.403	0.245	0.080
			BS	0.546	0.459	0.373	0.432	0.284	0.103	0.546	0.455	0.348	0.404	0.255	0.083
		5	OLS	0.486	0.450	0.286	0.359	0.233		0.486	0.450	0.286	0.359	0.233	
			BS	0.507	0.479	0.359	0.374	0.265		0.497	0.479	0.313	0.375	0.251	
	8	1	OLS	0.753	0.656	0.455	0.487	0.293		0.753	0.656	0.455	0.487	0.293	
			BS	0.732	0.670	0.498	0.499	0.347		0.731	0.661	0.464	0.510	0.329	
		3	OLS	0.747	0.649	0.453	0.482	0.291	0.097	0.747	0.649	0.453	0.482	0.291	0.097
			BS	0.692	0.612	0.484	0.489	0.320	0.130	0.692	0.611	0.464	0.489	0.320	0.125
		5	OLS	0.668	0.581	0.380	0.450	0.255	0.087	0.668	0.581	0.380	0.451	0.255	0.087
			BS	0.630	0.589	0.453	0.441	0.310	0.144	0.643	0.585	0.435	0.442	0.273	0.122
	10	1	OLS	0.877	0.785	0.568	0.574	0.324	0.115	0.877	0.785	0.568	0.574	0.324	0.145
			BS	0.844	0.753	0.594	0.567	0.357	0.167	0.843	0.753	0.574	0.567	0.333	0.166
		3	OLS	0.850	0.760	0.559	0.561	0.313	0.112	0.850	0.760	0.559	0.561	0.323	0.132
			BS	0.820	0.731	0.607	0.533	0.349	0.145	0.821	0.733	0.580	0.540	0.341	0.142
		5	OLS	0.831	0.731	0.521	0.556	0.306	0.105	0.831	0.731	0.521	0.556	0.336	0.105
			BS	0.733	0.685	0.541	0.537	0.354	0.159	0.792	0.715	0.529	0.542	0.346	0.130
	12	1	OLS	0.927	0.856	0.689	0.557	0.327	0.127	0.927	0.856	0.689	0.557	0.327	0.167
			BS	0.885	0.825	0.663	0.550	0.369	0.195	0.886	0.826	0.661	0.548	0.369	0.189
		3	OLS	0.916	0.840	0.642	0.592	0.372	0.121	0.916	0.840	0.642	0.592	0.372	0.131
			BS	0.895	0.831	0.625	0.562	0.419	0.156	0.890	0.833	0.615	0.557	0.389	0.145
		5	OLS	0.900	0.810	0.601	0.536	0.308	0.107	0.900	0.810	0.601	0.536	0.308	0.127
			BS	0.736	0.683	0.570	0.492	0.335	0.172	0.826	0.767	0.588	0.481	0.371	0.138
	4	1	OLS	0.453	0.378	0.224	0.301			0.453	0.378	0.224	0.301		
			BS	0.497	0.420	0.295	0.319			0.470	0.395	0.266	0.399		
		3	OLS	0.404	0.317	0.194	0.274	0.160	0.065	0.404	0.317	0.194	0.274	0.160	0.065
			BS	0.455	0.402	0.283	0.300	0.185	0.079	0.430	0.357	0.220	0.275	0.179	0.070
		5	OLS	0.280	0.267	0.169	0.212	0.128	0.035	0.280	0.267	0.169	0.212	0.128	0.035
			BS	0.384	0.339	0.229	0.267	0.187	0.076	0.328	0.273	0.174	0.215	0.150	0.057

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , BS = วิธีบูตสแตรป

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

5	6	1	OLS	0.672	0.550	0.335	0.382	0.199	0.090	0.672	0.550	0.335	0.382	0.199	0.090
			BS	0.613	0.519	0.406	0.401	0.236	0.114	0.625	0.519	0.367	0.390	0.227	0.109
		3	OLS	0.618	0.511	0.335	0.364	0.169	0.080	0.618	0.511	0.335	0.364	0.169	0.080
			BS	0.574	0.505	0.413	0.370	0.206	0.107	0.606	0.500	0.338	0.367	0.176	0.091
		5	OLS	0.596	0.492	0.319	0.365	0.214	0.043	0.596	0.492	0.319	0.365	0.214	0.043
			BS	0.586	0.509	0.370	0.405	0.221	0.096	0.563	0.504	0.338	0.373	0.216	0.075
	8	1	OLS	0.794	0.665	0.452	0.451	0.211	0.107	0.794	0.665	0.452	0.451	0.211	0.092
			BS	0.689	0.625	0.528	0.440	0.277	0.179	0.750	0.615	0.500	0.424	0.239	0.117
		3	OLS	0.800	0.685	0.463	0.421	0.230	0.100	0.800	0.685	0.463	0.417	0.208	0.084
			BS	0.697	0.651	0.512	0.444	0.297	0.160	0.700	0.603	0.479	0.433	0.220	0.105
		5	OLS	0.789	0.630	0.400	0.415	0.227	0.076	0.789	0.630	0.400	0.415	0.227	0.076
			BS	0.657	0.570	0.471	0.432	0.273	0.129	0.657	0.570	0.471	0.432	0.273	0.097
7	4	1	OLS	0.387	0.310	0.200	0.240	0.109	0.056	0.361	0.282	0.188	0.240	0.119	0.036
			BS	0.441	0.384	0.283	0.275	0.165	0.105	0.385	0.325	0.206	0.268	0.141	0.057
		3	OLS	0.350	0.291	0.170	0.180	0.113	0.032	0.350	0.291	0.170	0.180	0.113	0.032
			BS	0.417	0.371	0.261	0.232	0.162	0.089	0.368	0.312	0.212	0.226	0.133	0.053
		5	OLS	0.307	0.258	0.177	0.176	0.112	0.021	0.307	0.258	0.177	0.176	0.112	0.021
			BS	0.405	0.361	0.265	0.258	0.185	0.077	0.348	0.272	0.193	0.188	0.128	0.043
	6	1	OLS	0.616	0.534	0.305	0.291	0.167	0.062	0.616	0.534	0.296	0.291	0.167	0.062
			BS	0.544	0.514	0.406	0.348	0.238	0.098	0.560	0.515	0.328	0.328	0.186	0.079
		3	OLS	0.569	0.482	0.271	0.245	0.160	0.060	0.569	0.482	0.271	0.245	0.160	0.060
			BS	0.562	0.517	0.360	0.329	0.216	0.094	0.553	0.495	0.288	0.303	0.162	0.078
		5	OLS	0.530	0.439	0.280	0.247	0.131	0.055	0.530	0.439	0.280	0.247	0.131	0.055
			BS	0.523	0.477	0.371	0.303	0.184	0.109	0.515	0.449	0.312	0.269	0.135	0.074
	8	1	OLS	0.780	0.689	0.457	0.344	0.180	0.071	0.780	0.689	0.457	0.344	0.180	0.071
			BS	0.650	0.612	0.525	0.383	0.256	0.116	0.736	0.669	0.484	0.360	0.184	0.093
		3	OLS	0.765	0.623	0.396	0.309	0.176		0.765	0.623	0.396	0.309	0.176	
			BS	0.638	0.592	0.432	0.309	0.237		0.695	0.593	0.414	0.287	0.205	
		5	OLS	0.735	0.620	0.371	0.275	0.160	0.062	0.735	0.620	0.371	0.275	0.160	0.062
			BS	0.640	0.570	0.455	0.311	0.193	0.105	0.676	0.581	0.400	0.314	0.175	0.085

ตารางที่ 2.2.1 แสดงค่า RDP* เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วมและค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

tr	n	จำนวนตัวแปรร่วม	วิธีประมาณ	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2) =400						ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ^2) =100					
				sc (3, 5)	sc (3,10)	sc (3,25)	sc (10, 5)	sc (10,10)	sc (10,25)	sc (3, 5)	sc (3,10)	sc (3,25)	sc (10, 5)	sc (10,10)	sc (10,25)
3	6	1	OLS	0.91	0.00	0.00	1.80			2.46	1.06	0.00	0.00		
			BS	0.00	4.37	22.85	0.00			0.00	0.00	10.12	1.54		
		3	OLS	4.57	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	4.57	4.61	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	11.34	7.19	15.91	28.75	0.00	0.00	3.88	0.24	4.08	3.75
		5	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			BS	4.32	6.44	25.52	4.17	13.73		2.26	6.44	9.44	4.45	7.72	
	8	1	OLS	2.86	0.00	0.00	0.00	0.00		3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			BS	0.00	2.13	9.45	2.46	18.43		0.00	0.76	1.97	4.72	12.28	
		3	OLS	7.94	5.88	0.00	0.00	0.00	0.00	7.94	6.21	2.02	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	6.84	1.45	9.96	34.02	0.00	0.00	0.00	1.45	9.96	28.86
		5	OLS	6.03	0.00	0.00	2.04	0.00	0.00	3.88	0.17	0.00	2.04	0.00	0.00
			BS	0.00	1.37	19.21	0.00	21.56	65.51	0.00	0.00	14.47	0.00	7.05	40.22
	10	1	OLS	3.90	3.24	0.00	1.23	0.00	0.00	4.03	4.24	0.70	1.23	0.30	0.00
			BS	0.00	0.00	4.57	0.00	10.18	45.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.48
		3	OLS	3.65	3.96	0.00	5.25	0.00	0.00	3.53	3.68	0.00	3.88	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	8.58	0.00	11.50	29.46	0.00	0.00	3.75	0.00	5.57	7.57
		5	OLS	13.36	6.17	0.00	3.53	0.00	0.00	4.92	2.23	0.00	2.58	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	3.83	0.00	15.68	51.42	0.00	0.00	1.53	0.00	2.97	23.80
	12	1	OLS	4.74	3.75	3.92	1.27	0.00	0.00	4.62	3.63	4.23	1.64	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	0.00	0.00	12.84	53.54	0.00	0.00	0.00	0.00	12.84	13.17
		3	OLS	2.34	1.08	2.72	5.33	0.00	0.00	2.92	0.84	4.39	6.28	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	0.00	0.00	12.63	28.92	0.00	0.00	0.00	0.00	4.56	10.68
		5	OLS	22.28	18.59	5.43	8.94	0.00	0.00	8.95	5.60	2.21	11.43	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	0.00	0.00	8.76	60.74	0.00	0.00	0.00	0.00	2.92	8.66
4	4	1	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00		
			BS	9.71	11.11	31.69	5.98			3.75	4.49	18.75	2.65		
		3	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	12.62	26.81	45.87	9.48	15.62	75.55	6.43	12.61	13.40	0.36	11.87	7.69
		5	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	37.14	26.96	35.50	25.94	46.09	117.14	17.14	2.24	2.95	1.41	17.18	62.85

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด ,BS = วิธีบูตสแตรป

ตารางที่ 2.2.1 (ต่อ)

		1	OLS	9.62	5.97	0.00	0.00	0.00	0.00	7.52	5.97	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	20.89	4.97	24.86	26.66	0.00	0.00	9.55	2.09	10.55	21.11
5	6	3	OLS	7.66	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	2.20	0.00	0.55	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	23.28	1.64	21.89	33.75	0.00	0.00	0.89	0.00	4.14	13.75
		5	OLS	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	3.45	15.98	10.95	3.27	123.25	0.00	2.43	5.95	2.19	0.93	74.41
		1	OLS	15.23	6.40	0.00	2.50	0.00	0.00	5.86	8.13	0.00	6.36	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	16.81	0.00	31.27	67.28	0.00	0.00	10.61	0.00	13.27	27.17
	8	3	OLS	14.77	5.22	0.00	0.00	0.00	0.00	14.28	13.59	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	10.58	5.46	29.13	60.00	0.00	0.00	3.45	3.83	5.76	25.00
		5	OLS	20.09	10.52	0.00	0.00	0.00	0.00	20.09	10.52	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	17.75	4.09	20.26	69.73	0.00	0.00	17.75	4.09	20.26	27.63
		1	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	13.95	23.87	41.50	14.58	51.37	87.50	6.64	15.24	9.57	11.66	18.48	58.33
	4	3	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	19.14	27.49	53.52	28.88	43.36	178.12	5.14	7.21	24.70	25.55	17.69	65.62
		5	OLS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	31.92	39.92	49.71	46.59	65.17	226.66	13.35	5.42	9.03	6.81	14.28	104.76
		1	OLS	13.23	3.89	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	3.68	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	33.11	19.58	42.51	58.06	0.00	0.00	10.81	12.71	11.37	27.41
7	6	3	OLS	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	7.26	32.84	34.28	35.00	56.66	0.00	2.69	6.27	23.67	1.25	30.00
		5	OLS	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	8.65	32.50	22.67	40.45	98.18	0.00	2.27	11.42	8.90	3.05	34.54
		1	OLS	20.00	12.58	0.00	0.00	0.00	0.00	5.97	2.98	0.00	1.17	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	14.87	11.33	42.22	63.38	0.00	0.00	5.90	0.00	2.22	30.98
	8	3	OLS	19.90	5.23	0.00	0.00	0.00		10.07	5.05	0.00	7.66	0.00	
			BS	0.00	0.00	9.09	0.00	34.65		0.00	0.00	4.54	0.00	16.47	
		5	OLS	14.84	8.77	0.00	0.00	0.00	0.00	8.72	6.71	0.00	0.00	0.00	0.00
			BS	0.00	0.00	22.64	13.09	20.62	85.48	0.00	0.00	7.81	24.00	9.37	37.09

$$RDP^* = \begin{cases} \left[\frac{P_{OLS} - P_B}{P_B}\right] \times 100 , & P_B < P_{OLS} \\ \left[\frac{P_B - P_{OLS}}{P_{OLS}}\right] \times 100 , & P_{OLS} < P_B \end{cases}$$

โดยที่ P_{OLS}=ค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์วิธีกำลังสองน้อยที่สุด
และ P_B =ค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์วิธีบูตสแตรป

จากตารางที่ 2.2 สรุปได้ดังนี้ ทุกค่าของจำนวนทรีตเม้นต์ที่ศึกษา วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าต่ำ ไม่ว่าจำนวนตัวแปรร่วม สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนที่ศึกษาจะมีค่าเป็นเท่าไรก็ตาม เพราะวิธีบูตสแตรปเป็นวิธีนอนพาราเมตริกซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าต่ำ แต่วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบต่ำกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่จำนวนตัวแปรร่วม สเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนมีค่าต่ำ เพราะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นการแจกแจงที่เข้าใกล้การแจกแจงปกติ

ส่วนอำนาจการทดสอบของวิธีบูตสแตรปจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเพิ่มขึ้น และอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีจะสูงขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น การเพิ่มสเกลแฟคเตอร์มีผลทำให้อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีมีค่าลดลงมากกว่าการเพิ่มเปอร์เซนต์ของการปลอมปน ส่วนการเพิ่มค่าของ α จะทำให้อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้งสองวิธีการเพิ่มขึ้น

รายละเอียดเกี่ยวกับการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ จะแสดงไว้ในรูปที่ 2.2.1-2.2.12 และที่ภาคผนวก ข ซึ่งรายละเอียดของบางรูปเป็นดังนี้

<u>รูปที่ 2.2.1</u> แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr=3,n=6,covar=1 และ σ^2=400 (วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมากเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าต่ำ)

<u>รูปที่ 2.2.2</u> แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr =3,n=6,covar=3 และ σ^2=400 (อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีจะต่ำลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น)

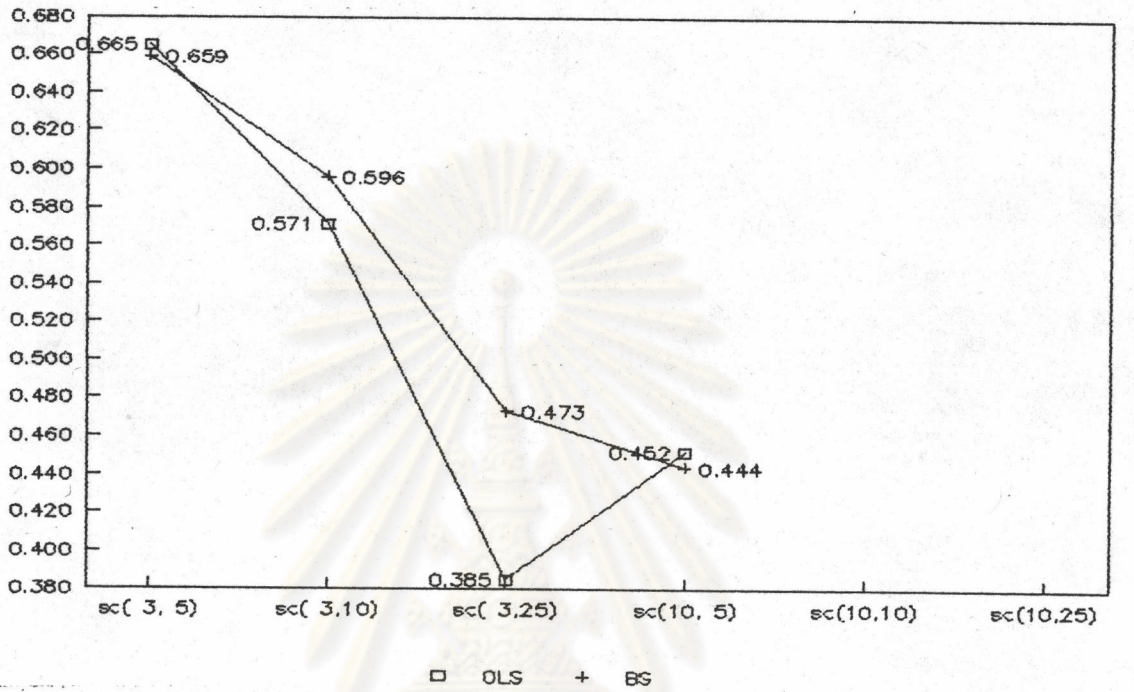
<u>รูปที่ 2.2.3</u> แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr=3,n=8,covar=1 และ σ^2=400 (อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีจะสูงขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าเพิ่มขึ้น)

รูปที่ 2.2.9 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr=3,n=6,covar=1 และ σ^2=100 (อำนาจการทดสอบของวิธีบูตสแตรปจะต่ำลงเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าลดลง)

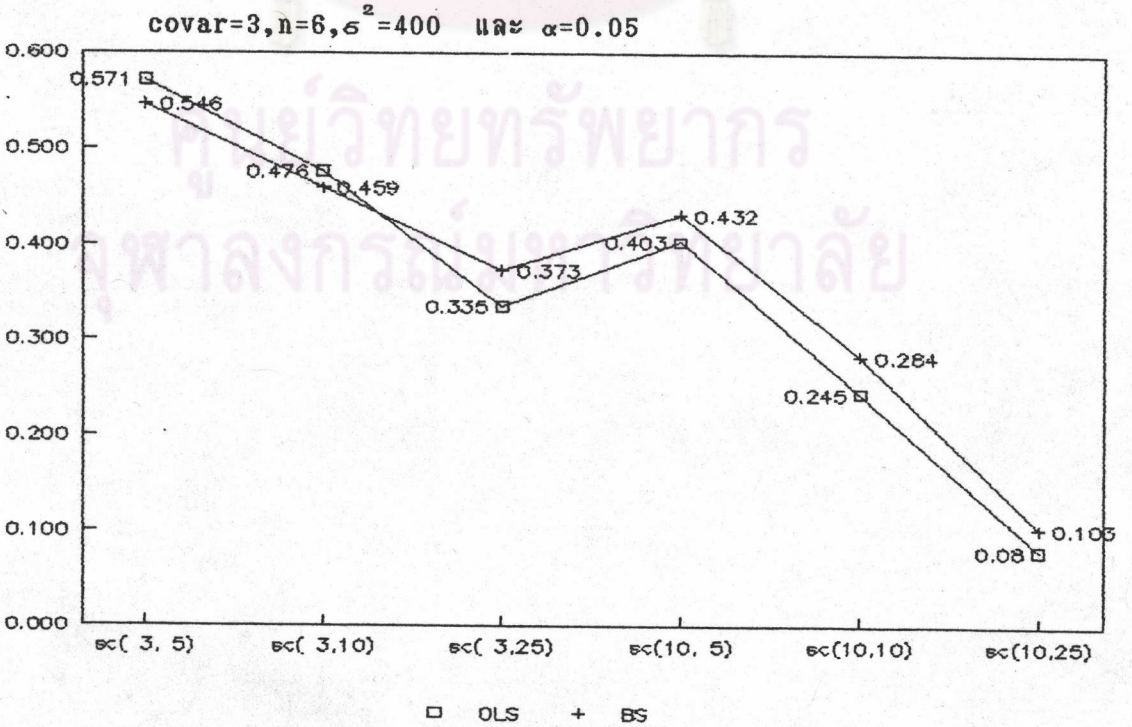
ส่วนตารางที่ 2.3 หน้า 70 จะแสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ ระดับนัยสำคัญ α =0.01 และ 0.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

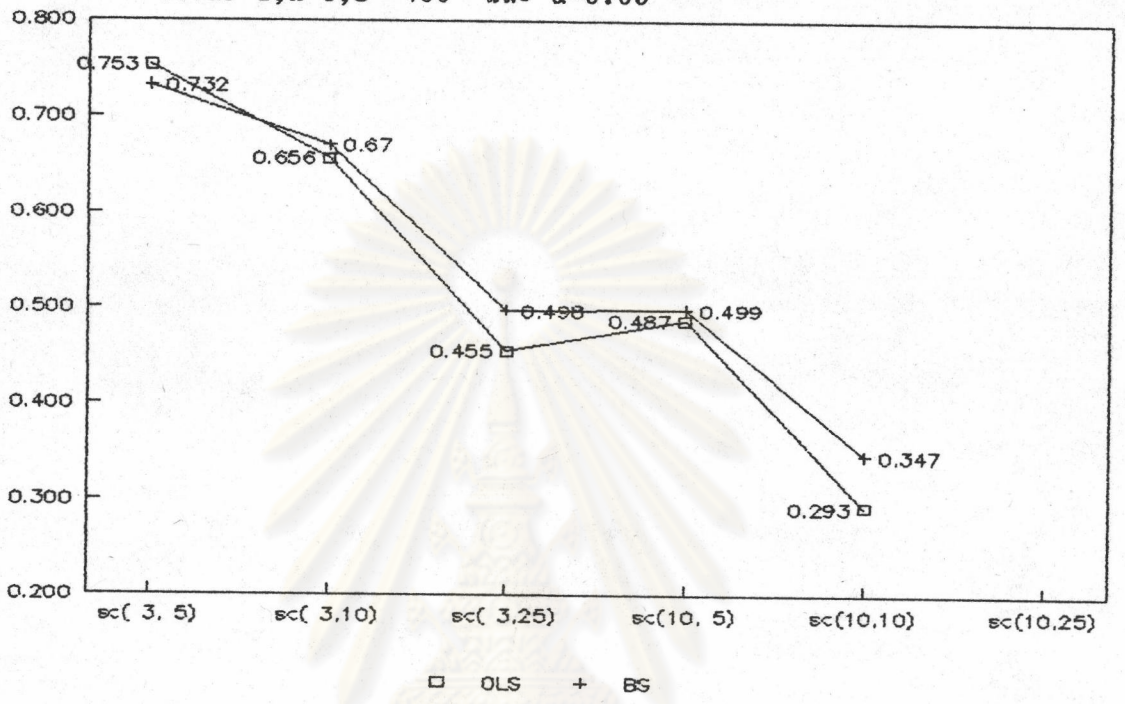
รูปที่ 2.2.1 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=1,n=6,σ^2=400 และ α=0.05



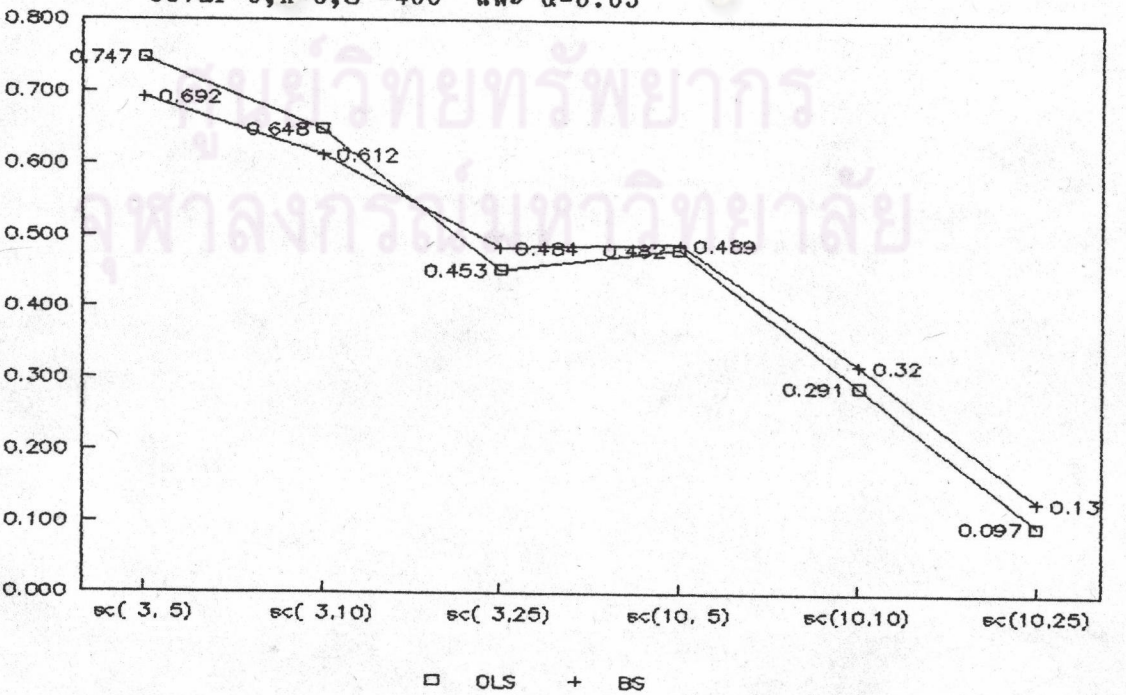
รูปที่ 2.2.2 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=3,n=6,σ^2=400 และ α=0.05



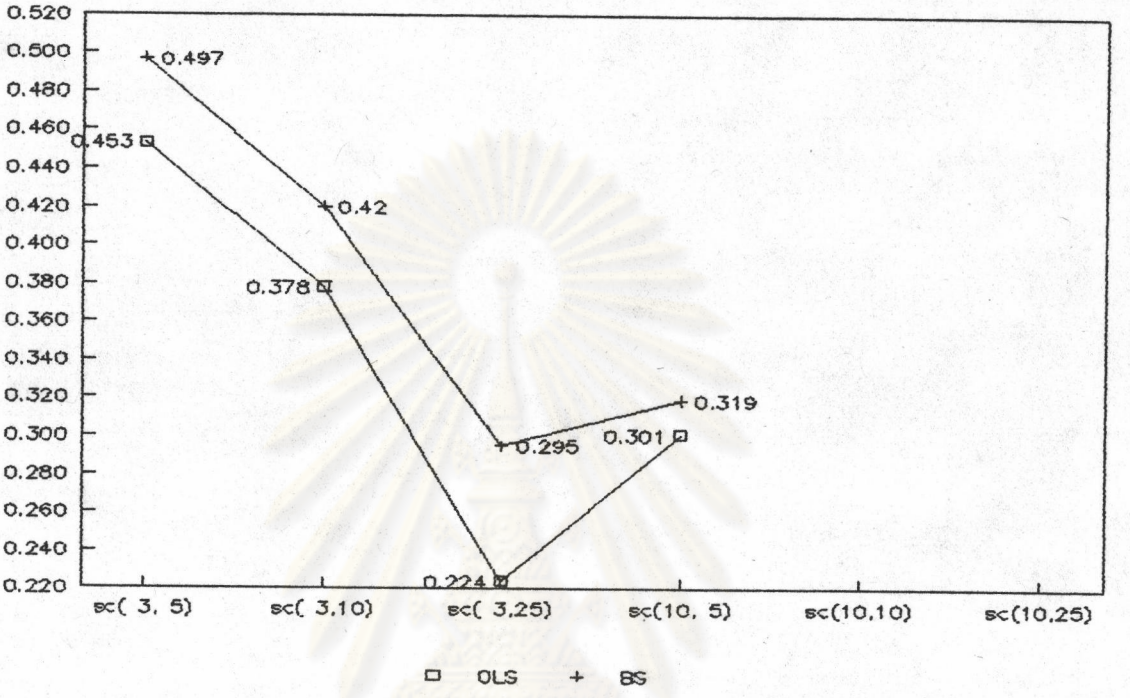
รูปที่ 2.2.3 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=1,n=8,σ^2=400 และ α=0.05



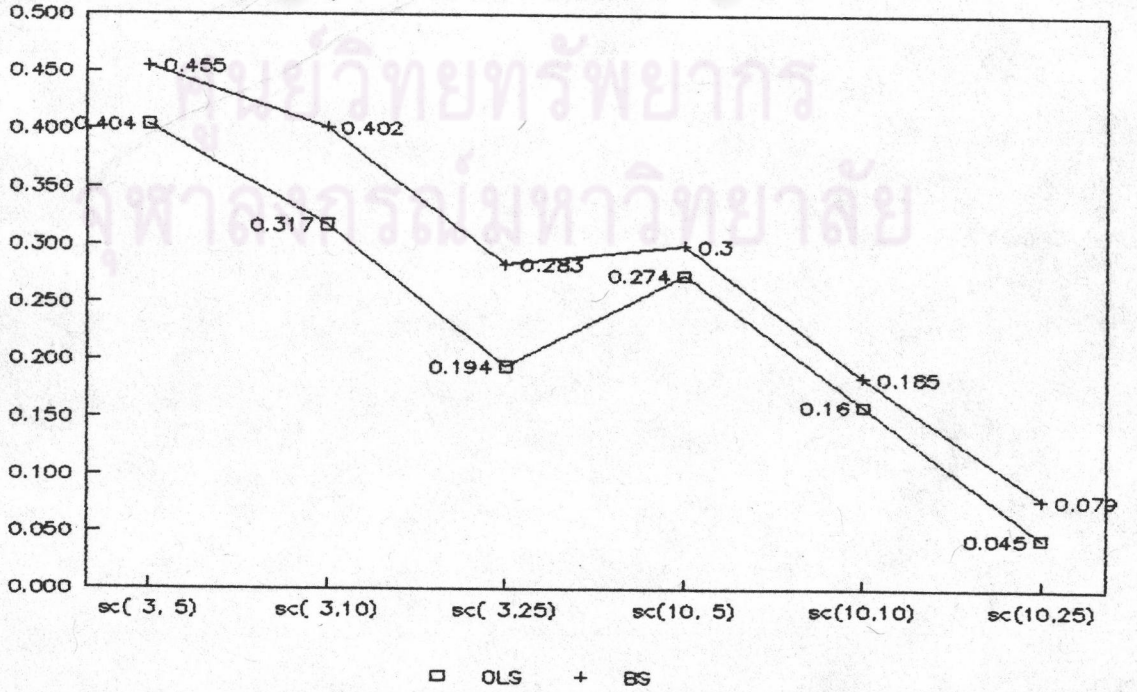
รูปที่ 2.2.4 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=3,n=8,σ^2=400 และ α=0.05



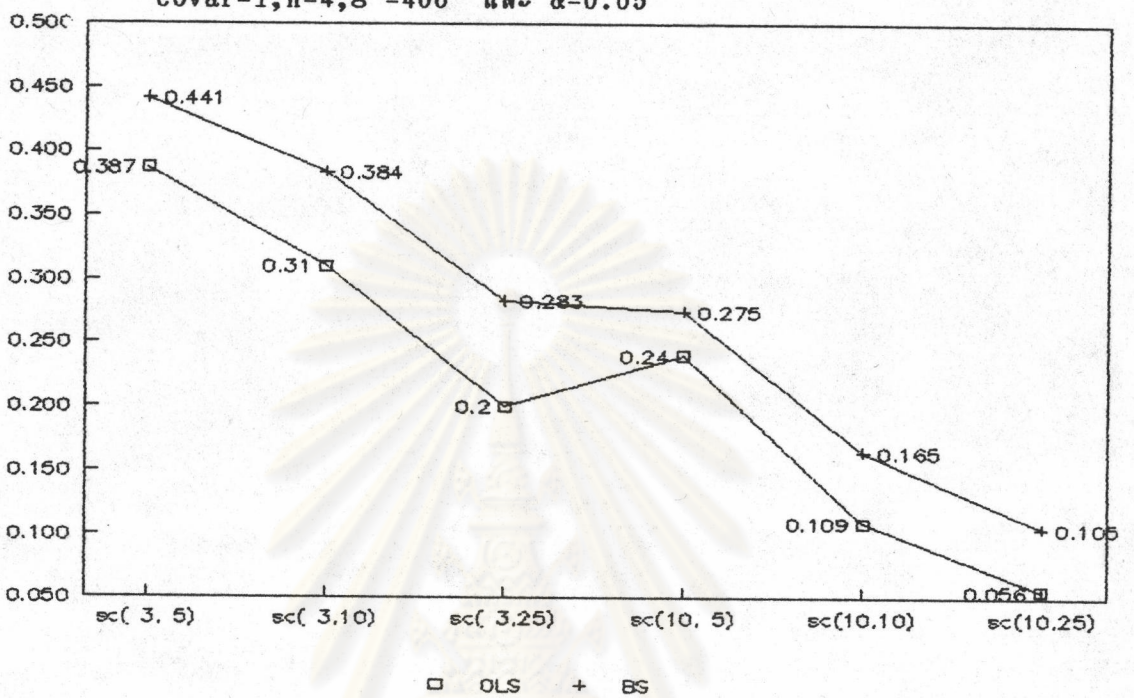
รูปที่ 2.2.5 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =5, covar=1, n=4, σ^2=400 และ α=0.05



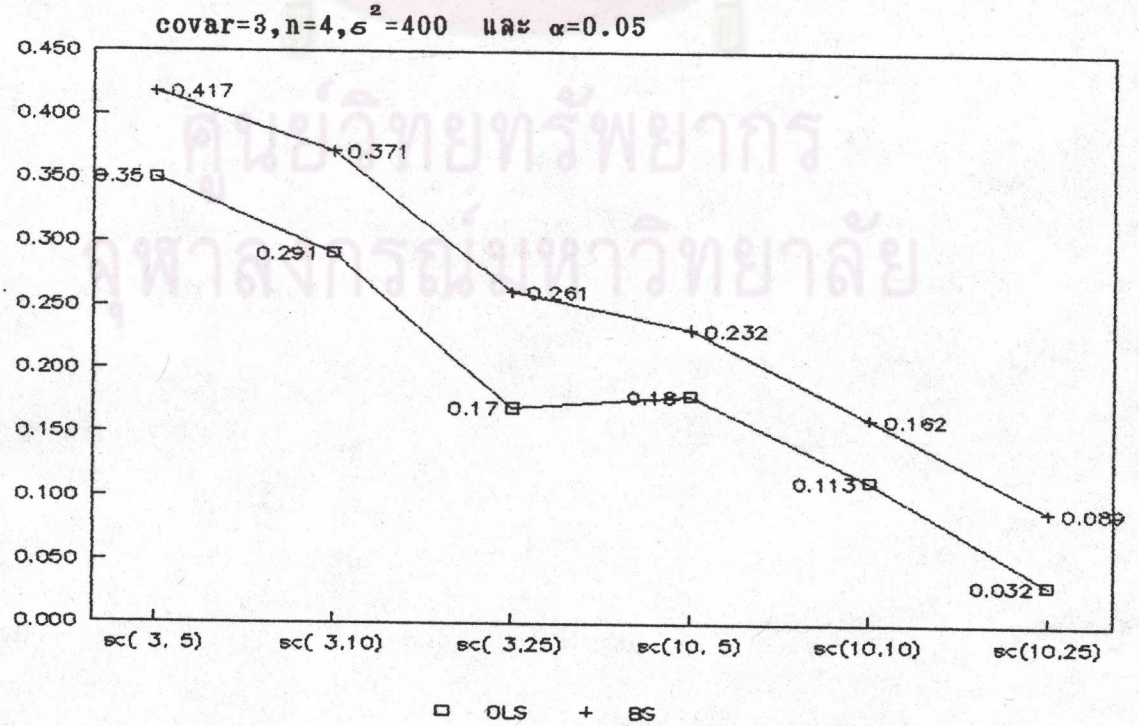
รูปที่ 2.2.6 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =5, covar=3, n=4, σ^2=400 และ α=0.05



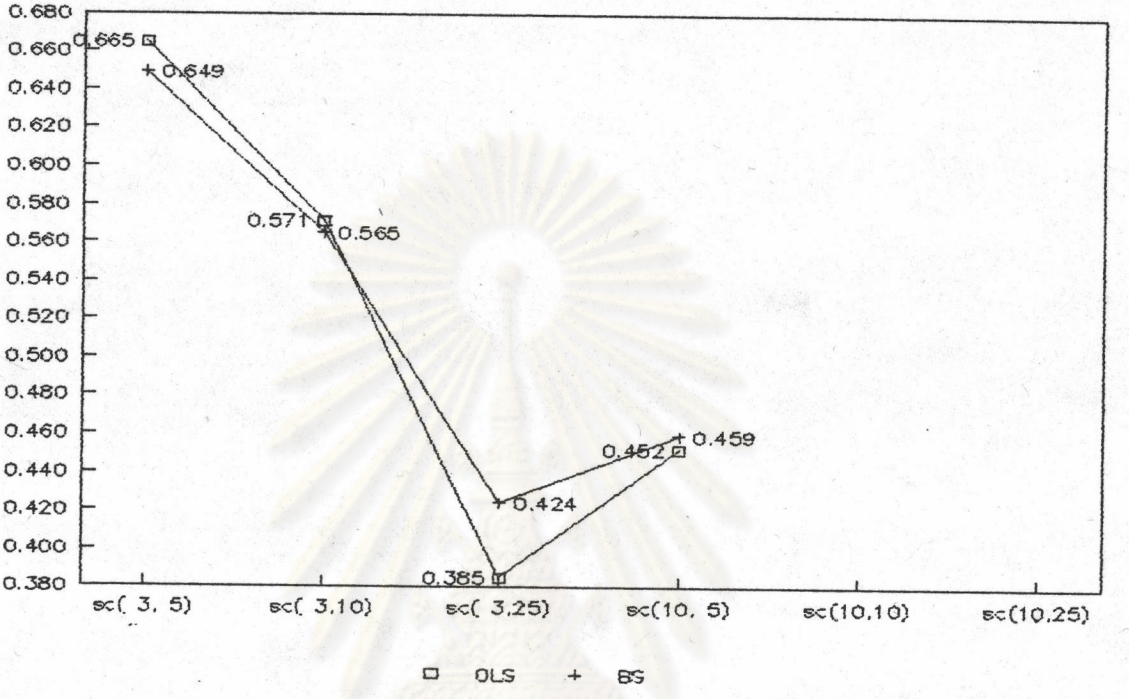
รูปที่ 2.2.7 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =7, covar=1,n=4,σ^2=400 และ α=0.05



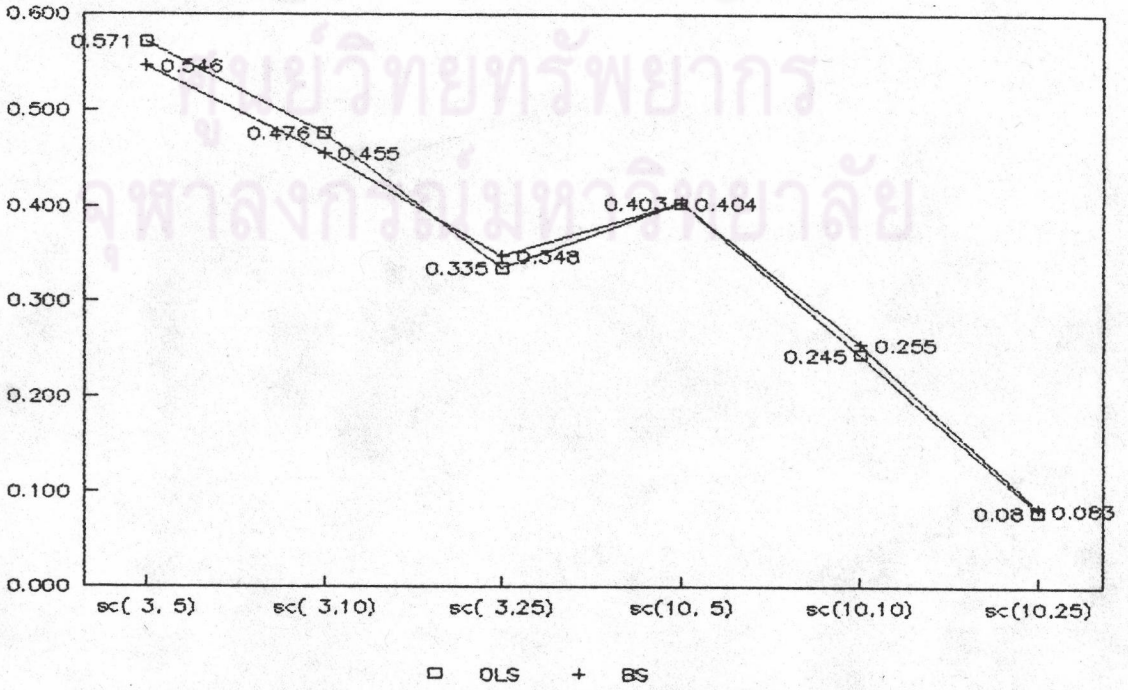
รูปที่ 2.2.8 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =7, covar=3,n=4,σ^2=400 และ α=0.05



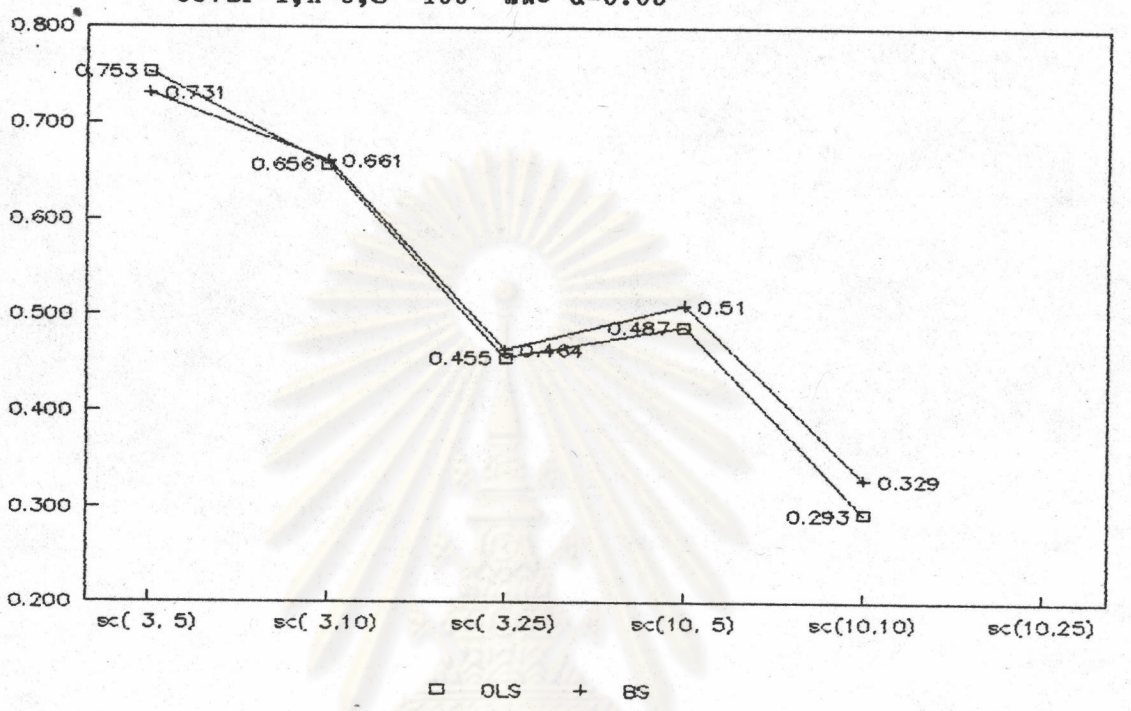
รูปที่ 2.2.9 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=1,n=6,σ^2=100 และ α=0.05



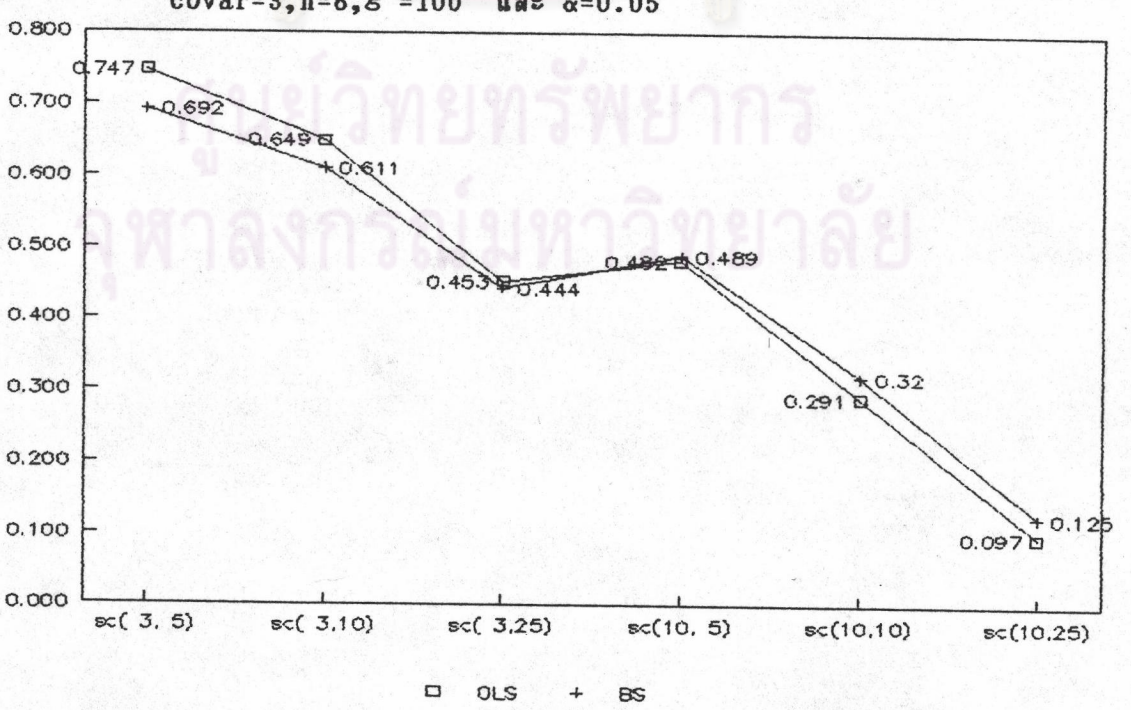
รูปที่ 2.2.10 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=3,n=6,σ^2=100 และ α=0.05



รูปที่ 2.2.11 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=1,n=8,σ^2=100 และ α=0.05



รูปที่ 2.2.12 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติปลอมปน โดยที่ tr =3, covar=3,n=8,σ^2=100 และ α=0.05



ตารางที่ 2.3 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

จำนวนทรีตเม้นต์	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม	α = 0.01				α = 0.05			
			σ^2 = 400		σ^2 = 100		σ^2 = 400		σ^2 = 100	
			วิธีประมาณพารามิเตอร์		วิธีประมาณพารามิเตอร์		วิธีประมาณพารามิเตอร์		วิธีประมาณพารามิเตอร์	
			OLS	BS	OLS	BS	OLS	BS	OLS	BS
3	6	1	0.550	0.569	0.550	0.567	0.786	0.799	0.782	0.795
		3	0.422	0.459	0.422	0.445	0.701	0.719	0.701	0.719
		5	0.314	0.361	0.314	0.326	0.626	0.633	0.609	0.620
	8	1	0.756	0.789	0.756	0.764	0.917	0.925	0.917	0.922
		3	0.650	0.672	0.650	0.660	0.826	0.825	0.826	0.850
		5	0.607	0.623	0.607	0.625	0.825	0.841	0.821	0.835
	10	1	0.868	0.869	0.868	0.870	0.946	0.967	0.946	0.967
		3	0.813	0.825	0.813	0.820	0.940	0.953	0.940	0.943
		5	0.780	0.803	0.780	0.797	0.924	0.935	0.924	0.925
	12	1	0.927	0.925	0.927	0.924	0.981	0.985	0.981	0.982
		3	0.890	0.899	0.890	0.910	0.962	0.985	0.962	0.980
		5	0.880	0.885	0.880	0.897	0.944	0.951	0.944	0.950
5	4	1	0.286	0.315	0.286	0.315	0.516	0.579	0.516	0.567
		3	0.203	0.221	0.203	0.220	0.461	0.499	0.461	0.488
		5	0.168	0.190	0.168	0.171	0.391	0.408	0.391	0.407
	6	1	0.552	0.593	0.552	0.585	0.784	0.813	0.784	0.811
		3	0.526	0.567	0.526	0.562	0.727	0.763	0.727	0.735
		5	0.406	0.481	0.406	0.473	0.716	0.729	0.716	0.724
	8	1	0.789	0.805	0.789	0.800	0.924	0.939	0.924	0.940
		3	0.751	0.770	0.751	0.759	0.903	0.918	0.875	0.883
		5	0.694	0.707	0.694	0.701	0.851	0.878	0.851	0.878
7	4	1	0.250	0.295	0.260	0.265	0.510	0.530	0.510	0.525
		3	0.224	0.249	0.224	0.237	0.438	0.487	0.438	0.468
		5	0.167	0.193	0.167	0.185	0.410	0.472	0.410	0.439
	6	1	0.523	0.527	0.536	0.550	0.751	0.760	0.751	0.763
		3	0.490	0.505	0.485	0.498	0.720	0.757	0.720	0.744
		5	0.468	0.476	0.468	0.472	0.710	0.731	0.710	0.737
	8	1	0.707	0.713	0.707	0.711	0.893	0.885	0.893	0.887
		3	0.707	0.723	0.730	0.746	0.872	0.892	0.872	0.888
		5	0.710	0.741	0.720	0.739	0.867	0.870	0.867	0.870

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , BS = วิธีบูตสแตรป

ตารางที่ 2.3.1 แสดงค่า RDP* เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วม ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและระดับนัยสำคัญ

จำนวนทรีตเม้นต์	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม	α = 0.01				α = 0.05			
			σ^2 = 400		σ^2 = 100		σ^2 = 400		σ^2 = 100	
			วิธีประมาณพารามิเตอร์		วิธีประมาณพารามิเตอร์		วิธีประมาณพารามิเตอร์		วิธีประมาณพารามิเตอร์	
			OLS	BS	OLS	BS	OLS	BS	OLS	BS
3	6	1	0.00	3.45	0.00	3.09	0.00	1.65	0.00	1.14
		3	0.00	8.76	0.00	5.45	0.00	2.56	0.00	2.56
		5	0.00	14.96	0.00	3.82	0.00	1.11	0.00	1.86
	8	1	0.00	4.36	0.00	1.05	0.00	0.87	0.00	0.54
		3	0.00	3.38	0.00	1.53	0.00	3.14	0.00	2.90
		5	0.00	2.63	0.00	2.96	0.00	1.93	0.00	1.70
	10	1	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	2.21	0.00	2.21
		3	0.00	1.47	0.00	0.86	0.00	1.38	0.00	0.31
		5	0.00	2.94	0.00	2.17	0.00	1.19	0.00	2.09
	12	1	0.21	0.00	0.32	0.00	0.00	0.40	0.00	0.10
		3	0.00	1.01	0.00	2.24	0.00	1.76	0.00	1.87
		5	0.00	0.56	0.00	1.93	0.00	0.74	0.00	0.63
5	4	1	0.00	10.13	0.00	10.13	0.00	12.20	0.00	9.88
		3	0.00	8.86	0.00	8.37	0.00	8.24	0.00	5.85
		5	0.00	2.15	0.00	1.78	0.00	4.34	0.00	4.09
	6	1	0.00	7.42	0.00	5.97	0.00	3.69	0.00	3.44
		3	0.00	7.79	0.00	6.84	0.00	4.95	0.00	1.10
		5	0.00	18.47	0.00	1.50	0.00	1.81	0.00	1.11
	8	1	0.00	2.02	0.00	1.39	0.00	1.62	0.00	0.42
		3	0.00	2.52	0.00	1.06	0.00	1.66	0.00	0.91
		5	0.00	1.87	0.00	1.01	0.00	3.17	0.00	3.17
7	4	1	0.00	18.00	0.00	1.92	0.00	3.92	0.00	2.94
		3	0.00	11.16	0.00	5.80	0.00	11.18	0.00	10.95
		5	0.00	15.56	0.00	10.77	0.00	15.12	0.00	7.07
	6	1	0.00	4.77	0.00	2.61	0.00	1.19	0.00	1.59
		3	0.00	3.06	0.00	2.68	0.00	5.13	0.00	3.33
		5	0.00	1.70	0.00	0.85	0.00	2.95	0.00	3.80
	8	1	0.00	0.84	0.00	0.56	0.00	0.90	0.00	0.67
		3	0.00	2.26	0.00	2.19	0.00	2.29	0.00	1.83
		5	0.00	4.36	0.00	2.63	0.00	0.34	0.00	0.34

$$RDP^* = \begin{cases} \left[\frac{P_{OLS} - P_B}{P_B}\right] \times 100 , & P_B < P_{OLS} \\ \left[\frac{P_B - P_{OLS}}{P_{OLS}}\right] \times 100 , & P_{OLS} < P_B \end{cases}$$

โดยที่ P_{OLS}=ค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์วิธีกำลังสองน้อยที่สุด
และ P_B =ค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์วิธีบูตสแตรป

จากตารางที่ 2.3 สรุปได้ดังนี้ วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเกือบทุกกรณี เพราะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลเป็นการแจกแจงแบบหางยาวกว่าปกติ โดยที่อำนาจการทดสอบของวิธีบูตสแตรปจะสูงขึ้นเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเพิ่มขึ้น อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีจะสูงขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์และระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 2.1.1 และ 2.2.1 โดยทั่วไปจะได้ว่าเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเปลี่ยนจากแบบปกติปลอมปนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลวิธีบูตสแตรปจะให้ค่า RDP ลดลง เพราะการแจกแจงปกติปลอมปนเป็นการแจกแจงแบบหางยาวกว่าการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

รายละเอียดเกี่ยวกับการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีการทั้ง 2 วิธีจะแสดงไว้ในรูปที่ 2.3.1-2.3.12 และที่ภาคผนวก ข ซึ่งรายละเอียดของบางรูปเป็นดังนี้

รูปที่ 2.3.2 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr=3,covar= 3 และ σ^2=400 ณ ระดับนัยสำคัญ α= 0.01 (อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีจะต่ำลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น)

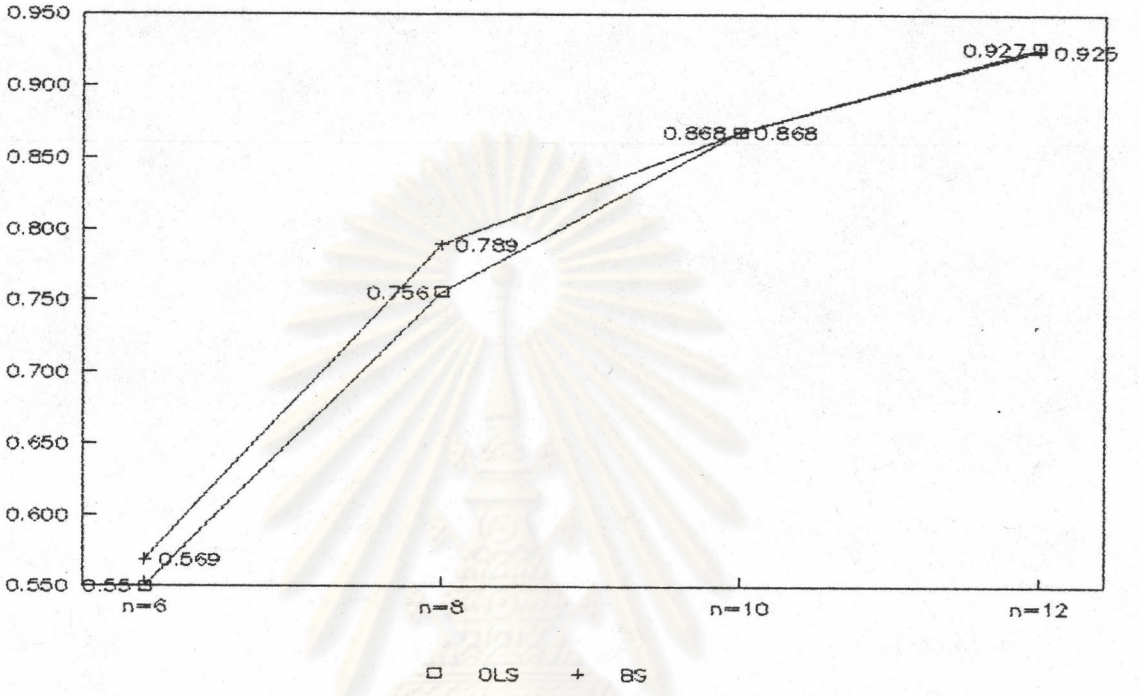
รูปที่ 2.3.8 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr=3,covar= 3 และ σ^2=100 ณ ระดับนัยสำคัญ α= 0.01 (อำนาจการทดสอบของวิธีบูตสแตรปจะต่ำลงเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าลดลง)

รูปที่ 2.3.10 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr=3,covar= 3 และ σ^2=400 ณ ระดับนัยสำคัญ α= 0.05 (อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีจะสูงขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น)

ส่วนตารางที่ 2.4 หน้า 79 จะแสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค ณ ระดับนัยสำคัญ α =0.01 และ 0.05

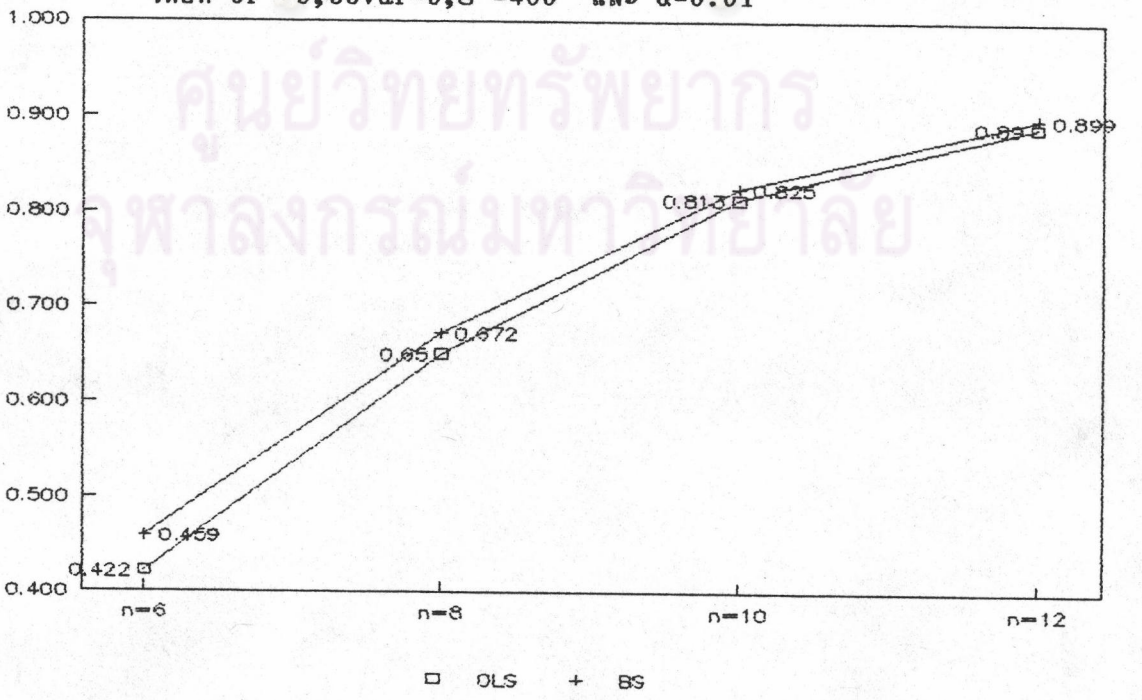
รูปที่ 2.3.1 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

โดยที่ tr =3, covar=1, σ^2=400 และ α=0.01



รูปที่ 2.3.2 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

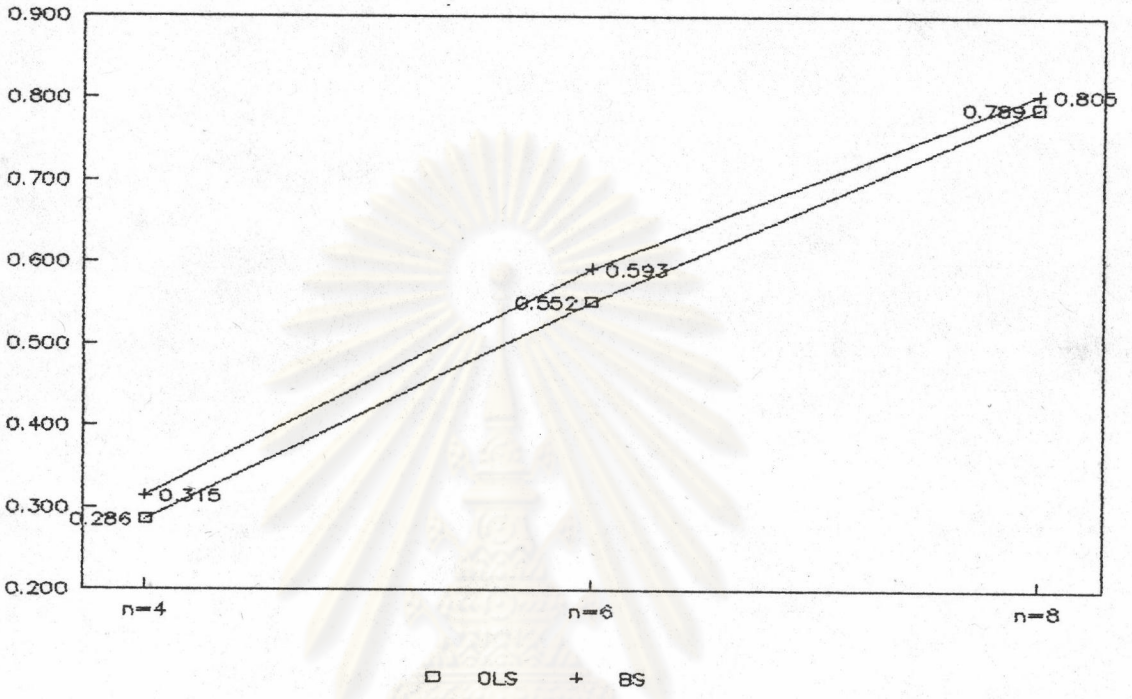
โดยที่ tr =3, covar=3, σ^2=400 และ α=0.01



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

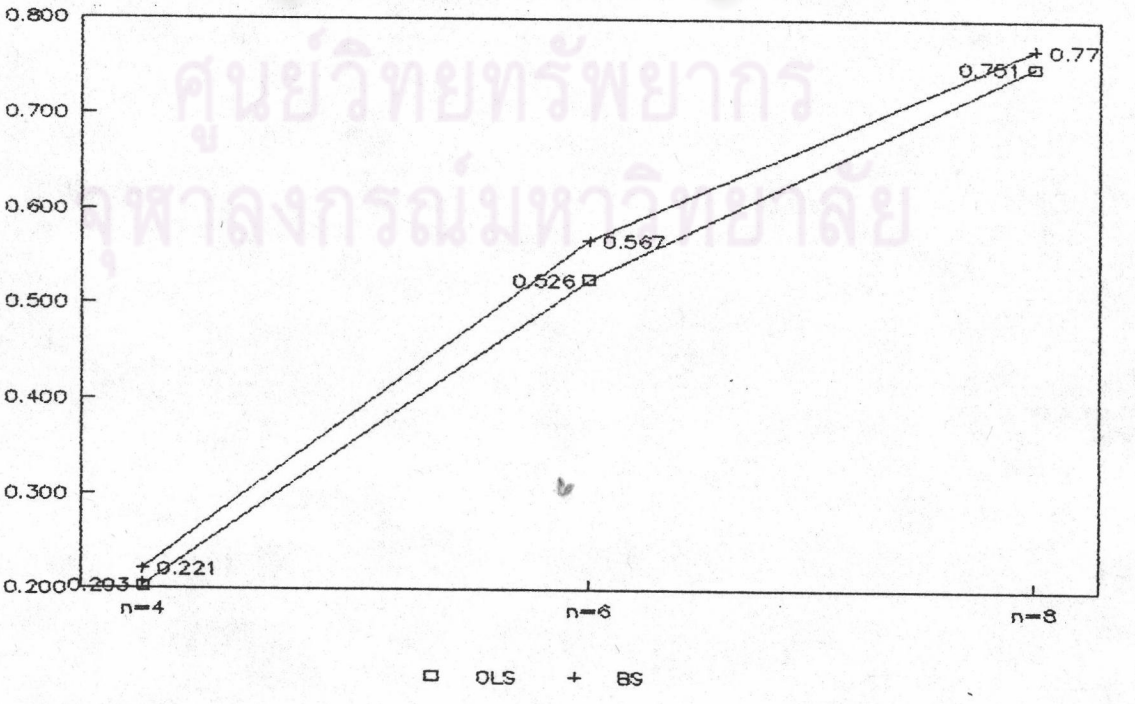
รูปที่ 2.3.3 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

โดยที่ tr =5,covar=1,σ^2=400 และ α=0.01



รูปที่ 2.3.4 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

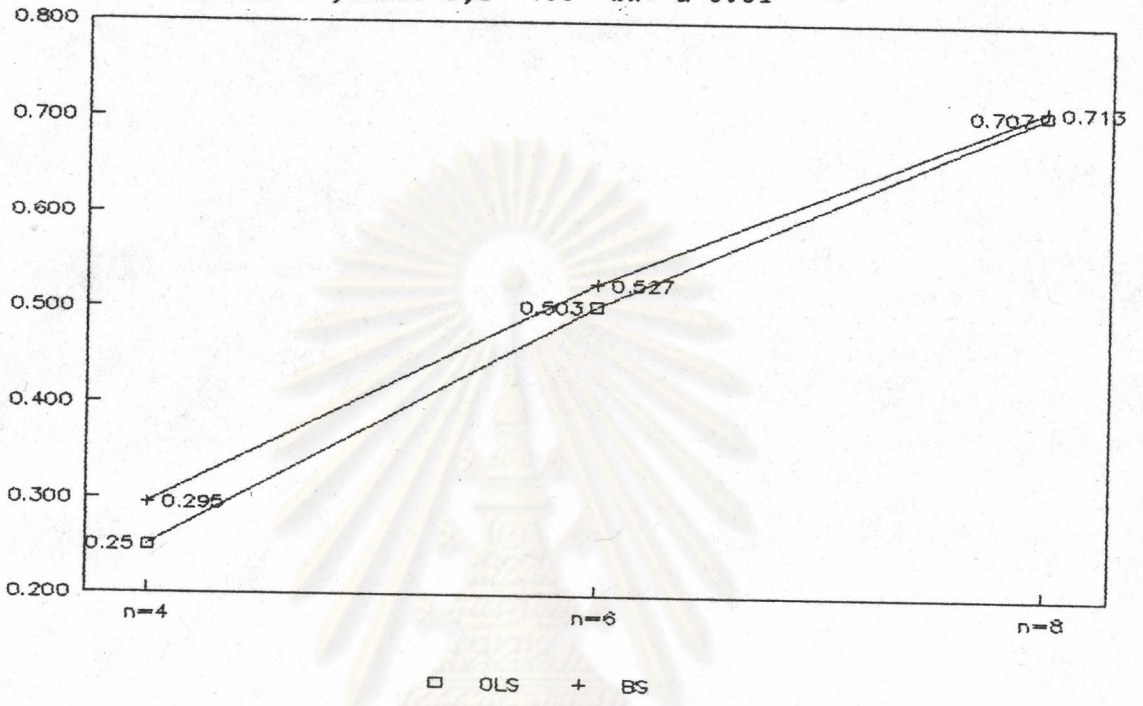
โดยที่ tr =5,covar=3,σ^2=400 และ α=0.01



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

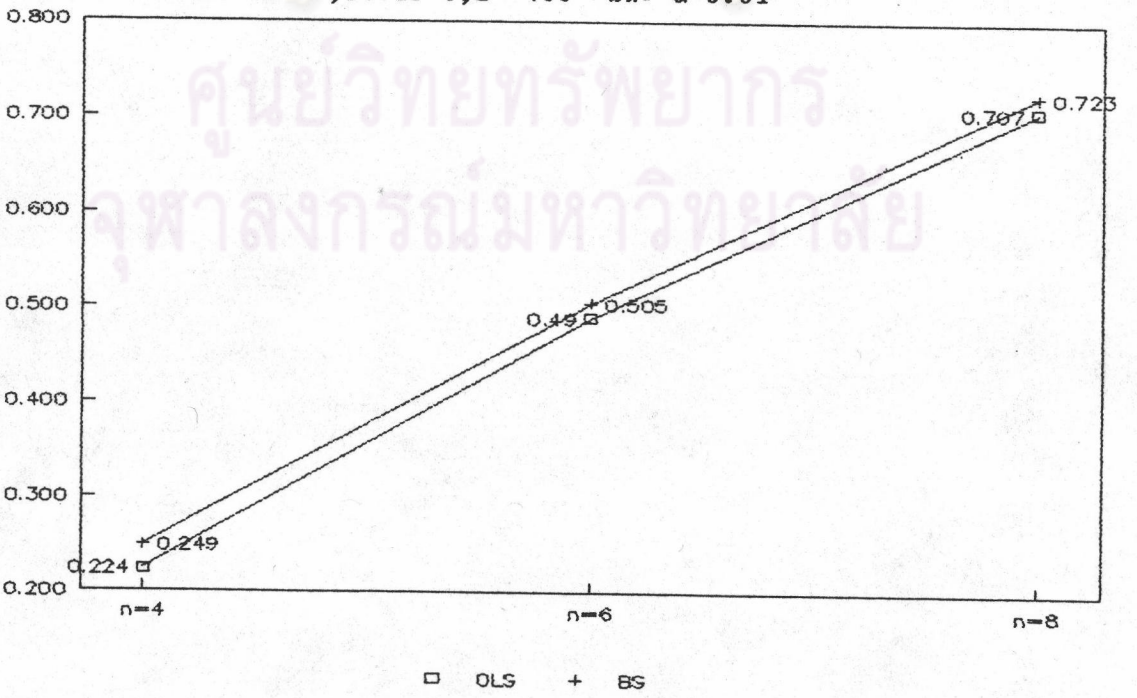
รูปที่ 2.3.5 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

โดยที่ tr =7, covar=1, σ^2=400 และ α=0.01



รูปที่ 2.3.6 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

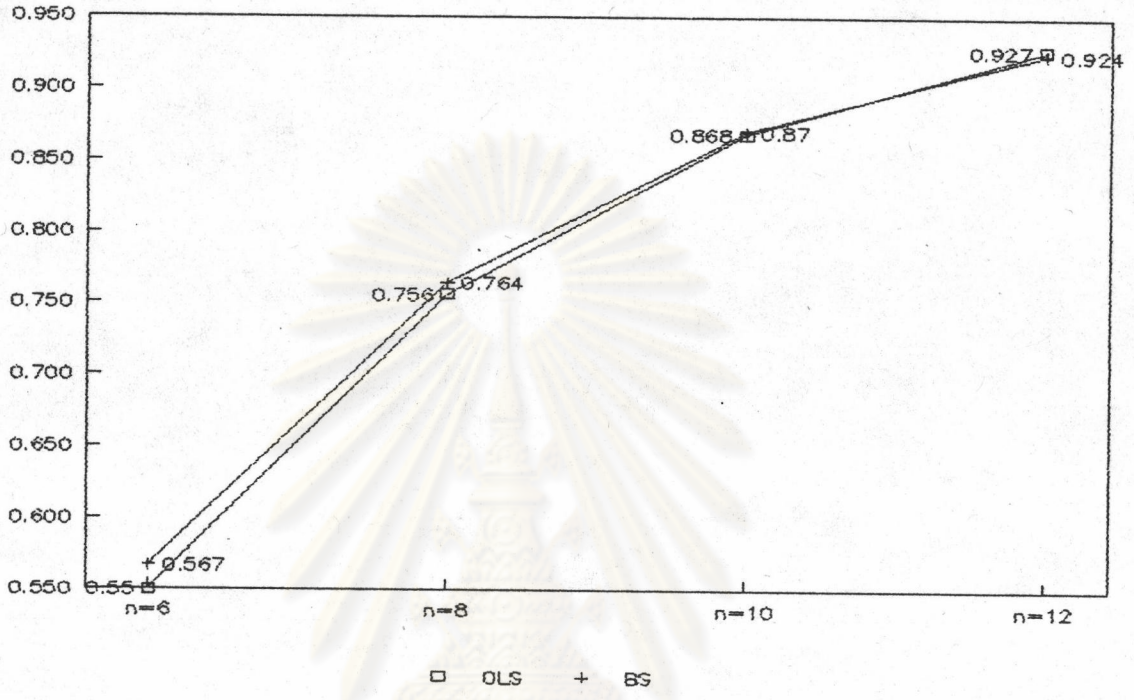
โดยที่ tr =7, covar=3, σ^2=400 และ α=0.01



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

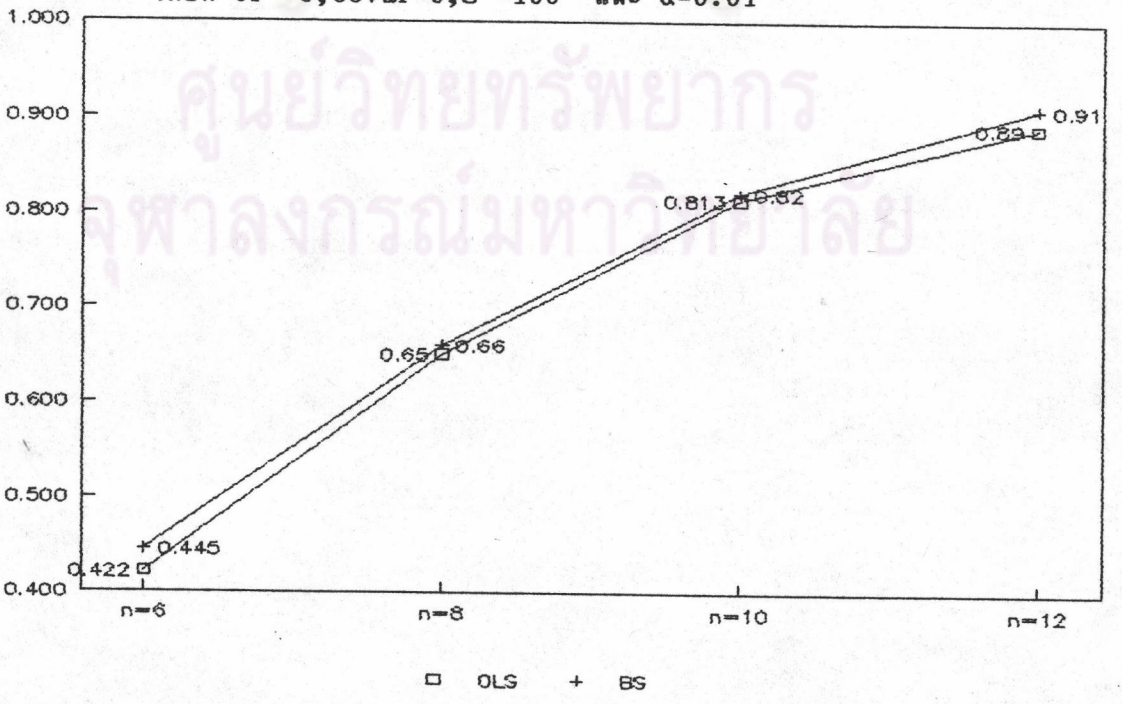
รูปที่ 2.3.7 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

โดยที่ tr =3,covar=1,σ^2=100 และ α=0.01



รูปที่ 2.3.8 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

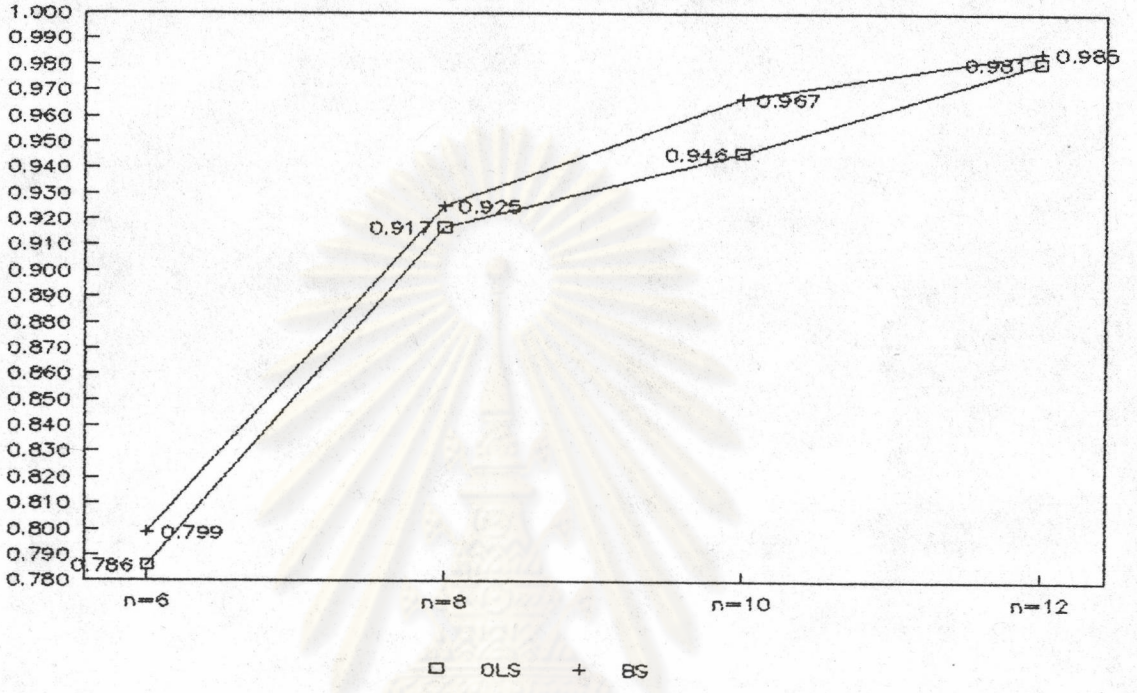
โดยที่ tr =3,covar=3,σ^2=100 และ α=0.01



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

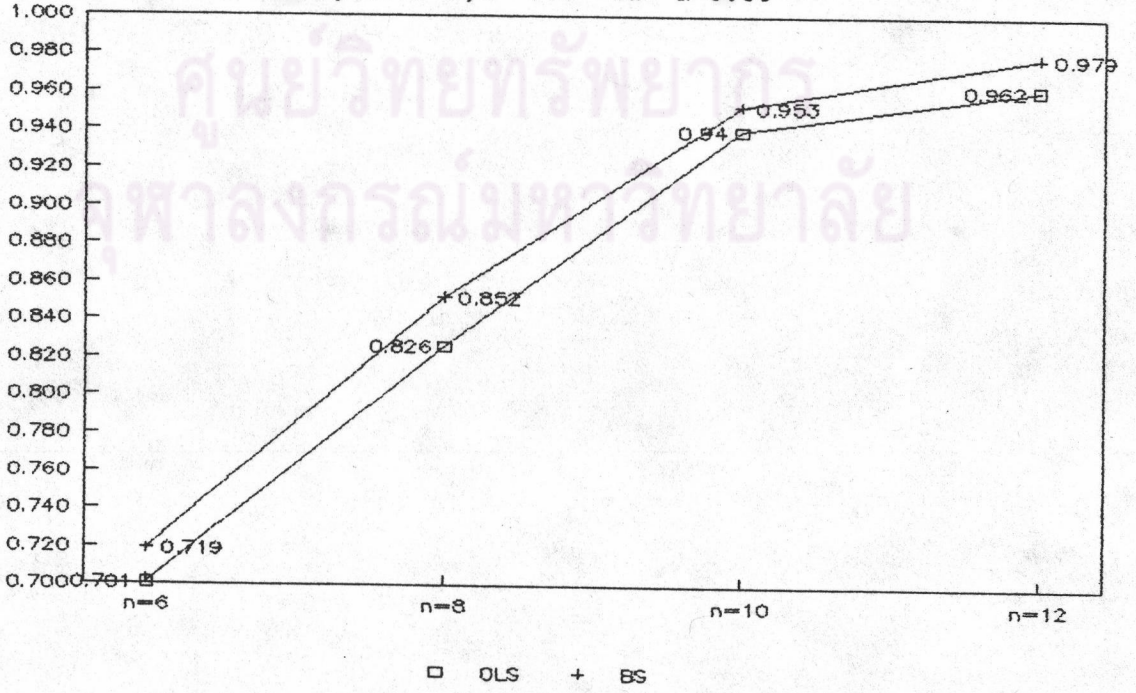
รูปที่ 2.3.9 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

โดยที่ tr =3, covar=1, σ^2=400 และ α=0.05



รูปที่ 2.3.10 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

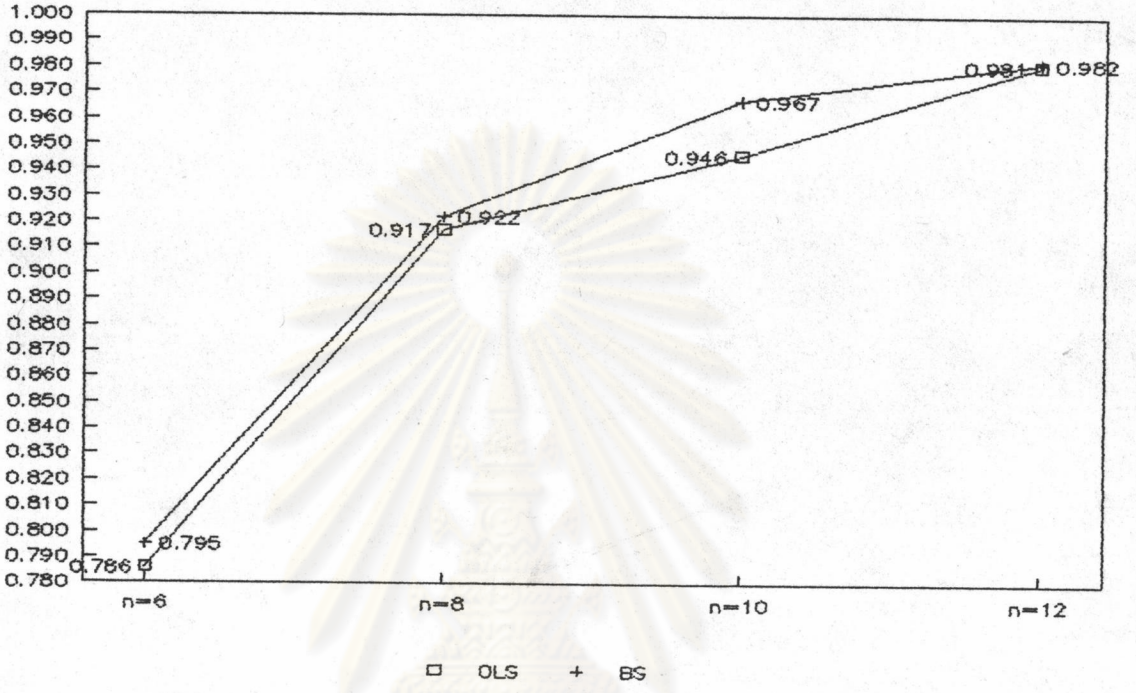
โดยที่ tr =3, covar=3, σ^2=400 และ α=0.05



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

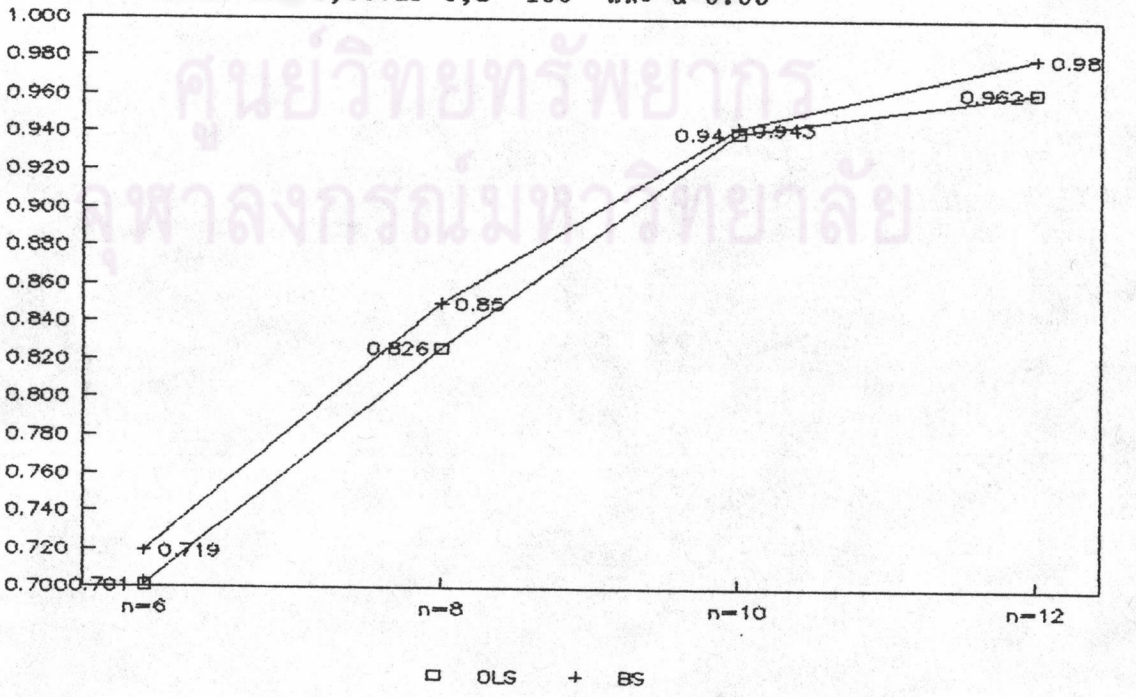
รูปที่ 2.3.11 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

โดยที่ tr =3, covar=1, σ^2=100 และ α=0.05



รูปที่ 2.3.12 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

โดยที่ tr =3, covar=3, σ^2=100 และ α=0.05



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีบูตสแตรป ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค

จำนวนทรีตเม้นต์	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม	$\alpha = 0.01$				$\alpha = 0.05$			
			$\sigma^2 = 400$		$\sigma^2 = 100$		$\sigma^2 = 400$		$\sigma^2 = 100$	
			วิธีประมาณพารามิเตอร์		วิธีประมาณพารามิเตอร์		วิธีประมาณพารามิเตอร์		วิธีประมาณพารามิเตอร์	
			OLS	BS	OLS	BS	OLS	BS	OLS	BS
3	6	1	0.528	0.539	0.528	0.539	0.782	0.803	0.782	0.801
		3	0.400	0.427	0.400	0.411	0.695	0.706	0.695	0.705
		5	0.291	0.305	0.291	0.302	0.590	0.613	0.590	0.595
	8	1	0.732	0.740	0.732	0.745	0.924	0.929	0.924	0.929
		3	0.632	0.637	0.632	0.637	0.838	0.856	0.838	0.856
		5	0.586	0.600	0.586	0.602	0.815	0.819	0.824	0.839
	10	1	0.882	0.861	0.882	0.865	0.958	0.947	0.958	0.950
		3	0.882	0.836	0.882	0.828	0.944	0.947	0.944	0.945
		5	0.773	0.779	0.773	0.774	0.922	0.917	0.922	0.913
	12	1	0.939	0.936	0.939	0.935	0.990	0.984	0.990	0.985
		3	0.905	0.900	0.905	0.899	0.970	0.963	0.970	0.962
		5	0.894	0.885	0.894	0.872	0.970	0.968	0.970	0.969
5	4	1	0.269	0.278	0.269	0.275	0.536	0.541	0.536	0.540
		3	0.188	0.194	0.188	0.190	0.480	0.490	0.480	0.485
		5	0.148	0.161	0.148	0.157	0.388	0.400	0.388	0.400
	6	1	0.548	0.554	0.548	0.550	0.796	0.805	0.796	0.806
		3	0.529	0.547	0.529	0.545	0.761	0.775	0.761	0.757
		5	0.402	0.497	0.402	0.417	0.677	0.713	0.677	0.715
	8	1	0.795	0.781	0.795	0.771	0.944	0.927	0.944	0.913
		3	0.742	0.765	0.742	0.760	0.928	0.908	0.882	0.880
		5	0.694	0.692	0.694	0.690	0.881	0.867	0.881	0.867
7	4	1	0.235	0.240	0.235	0.240	0.497	0.509	0.497	0.501
		3	0.217	0.222	0.217	0.223	0.450	0.460	0.450	0.460
		5	0.169	0.176	0.170	0.180	0.408	0.415	0.408	0.414
	6	1	0.523	0.519	0.523	0.517	0.753	0.744	0.753	0.749
		3	0.483	0.463	0.483	0.455	0.731	0.722	0.731	0.719
		5	0.457	0.469	0.457	0.458	0.704	0.712	0.704	0.709
	8	1	0.710	0.694	0.710	0.705	0.894	0.882	0.894	0.885
		3	0.727	0.705	0.739	0.727	0.877	0.860	0.877	0.855
		5	0.727	0.685	0.717	0.710	0.865	0.867	0.865	0.867

OLS = วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , BS = วิธีบูตสแตรป

ตารางที่ 2.4.1 แสดงค่า RDP* เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์ระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีบูตสแตรปในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค จำแนกตามจำนวนทรีตเม้นต์ ขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์ จำนวนตัวแปรร่วม ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและระดับนัยสำคัญ

จำนวนทรีตเม้นต์	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตัวแปรร่วม	$\alpha = 0.01$				$\alpha = 0.05$			
			$\delta^2 = 400$		$\delta^2 = 100$		$\delta^2 = 400$		$\delta^2 = 100$	
			วิธีประมาณพารามิเตอร์		วิธีประมาณพารามิเตอร์		วิธีประมาณพารามิเตอร์		วิธีประมาณพารามิเตอร์	
			OLS	BS	OLS	BS	OLS	BS	OLS	BS
3	6	1	0.00	2.08	0.00	2.08	0.00	2.68	0.00	2.42
		3	0.00	6.75	0.00	2.75	0.00	1.58	0.00	1.43
		5	0.00	4.81	0.00	3.78	0.00	3.89	0.00	0.84
	8	1	0.00	1.09	0.00	1.77	0.00	0.54	0.00	0.54
		3	0.00	0.79	0.00	0.79	0.00	2.14	0.00	2.14
		5	0.00	2.38	0.00	2.73	0.00	2.14	0.00	1.82
	10	1	2.43	0.00	1.96	0.00	1.16	0.00	0.84	0.00
		3	0.00	1.70	0.00	0.72	0.00	0.31	0.00	0.10
		5	0.00	0.77	0.00	0.12	0.00	0.31	0.98	0.00
	12	1	0.32	0.00	0.42	0.00	0.60	0.00	0.50	0.00
		3	0.55	0.00	0.00	1.54	0.72	0.00	0.83	0.00
		5	1.01	0.00	2.52	0.00	0.20	0.00	0.10	0.00
5	4	1	0.00	3.34	0.00	2.23	0.00	0.93	0.00	0.74
		3	0.00	3.19	0.00	1.06	0.00	2.08	0.00	1.04
		5	0.00	8.78	0.00	6.08	0.00	3.09	0.00	3.09
	6	1	0.73	0.00	0.00	0.36	0.00	1.13	0.00	1.25
		3	0.00	3.40	0.00	3.02	0.00	1.83	0.00	0.79
		5	0.00	23.63	0.00	3.73	0.00	5.31	0.00	5.61
	8	1	1.79	0.00	3.11	0.00	1.83	0.00	3.39	0.00
		3	0.00	3.19	0.00	2.42	2.20	0.00	0.22	0.00
		5	0.00	0.00	0.57	0.00	1.61	0.00	1.61	0.00
7	4	1	0.00	2.12	0.00	2.12	0.00	2.41	0.00	0.80
		3	0.00	2.30	0.00	2.76	0.00	2.22	0.00	2.22
		5	0.00	4.14	0.00	5.88	0.00	1.71	0.00	1.47
	6	1	0.77	0.00	1.16	0.00	1.20	0.00	0.53	0.00
		3	4.31	0.00	6.15	0.00	1.24	0.00	1.66	0.00
		5	0.00	0.21	2.00	0.00	1.13	0.00	0.00	0.23
	8	1	2.30	0.00	0.70	0.00	1.36	0.00	1.01	0.00
		3	3.12	0.00	1.62	0.00	1.97	0.00	2.57	0.00
		5	6.13	0.00	0.98	0.00	0.00	0.34	0.00	0.23

$$RDP^* = \begin{cases} \left[\frac{P_{OLS} - P_B}{P_B}\right] \times 100 \ , & P_B < P_{OLS} \\ \left[\frac{P_B - P_{OLS}}{P_{OLS}}\right] \times 100 \ , & P_{OLS} < P_B \end{cases}$$

โดยที่ P_{OLS} = ค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์วิธีกำลังสองน้อยที่สุด
และ P_B = ค่าอำนาจการทดสอบของวิธีประมาณพารามิเตอร์วิธีบูตสแตรป

จากตารางที่ 2.4 สรุปได้ดังนี้ ทุกค่าของจำนวนทรีตเม้นต์และจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษา วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าต่ำ เพราะวิธีบูตสแตรปเป็นวิธีนอนพาราเมตริกซึ่งเหมาะสมเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าต่ำ แต่วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบต่ำกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าเพิ่มขึ้น เพราะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเข้าใกล้การแจกแจงแบบปกติ โดยที่อำนาจการทดสอบของวิธีบูตสแตรปจะสูงขึ้นเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเพิ่มขึ้น อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีจะสูงขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์และระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 2.3.1 โดยทั่วไปจะได้ว่าเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเปลี่ยนจากแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลเป็นแบบโลจิสติควิธีบูตสแตรปจะให้ค่า RDP ลดลง เพราะการแจกแจงดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลเป็นการแจกแจงแบบหางยาวกว่าการแจกแจงโลจิสติค

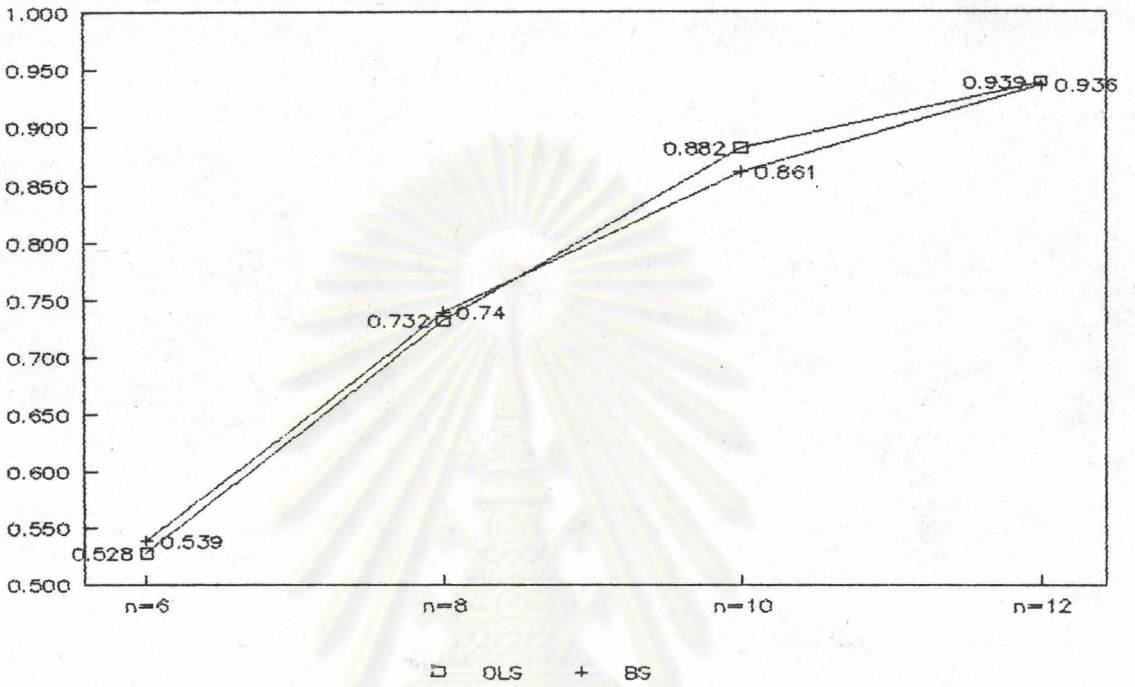
รายละเอียดเกี่ยวกับการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีการทั้ง 2 วิธีจะแสดงไว้ในรูปที่ 2.4.1-2.4.12 และที่ภาคผนวก ข ซึ่งรายละเอียดของบางรูปเป็นดังนี้

รูปที่ 2.4.2 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr=3,covar= 3 และ σ^2=400 ณ ระดับนัยสำคัญ α = 0.01 (อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีจะต่ำลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น)

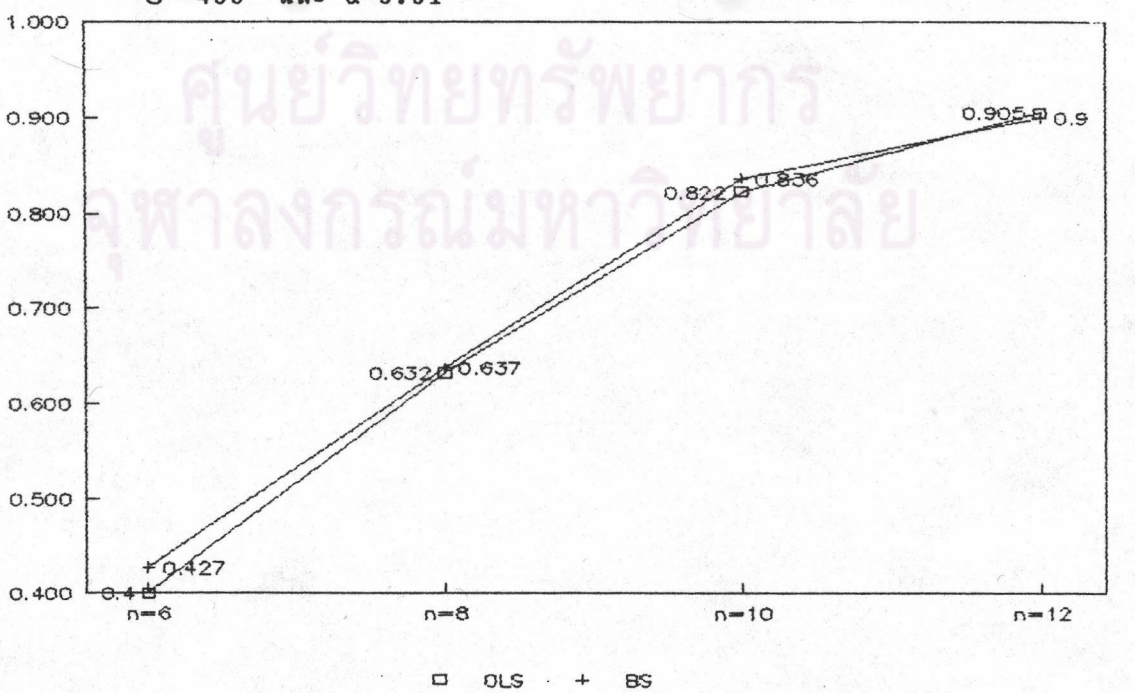
รูปที่ 2.4.8 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr=3,covar= 3 และ σ^2=100 ณ ระดับนัยสำคัญ α= 0.01 (อำนาจการทดสอบของวิธีบูตสแตรปจะต่ำลงเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าลดลง)

รูปที่ 2.4.10 แสดงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี เมื่อ tr=3,covar= 3 และ σ^2=400 ณ ระดับนัยสำคัญ α= 0.05 (อำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธีจะสูงขึ้นเมื่อระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น)

รูปที่ 2.4.1 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่ tr=3,covar=1, σ^2=400 และ α=0.01

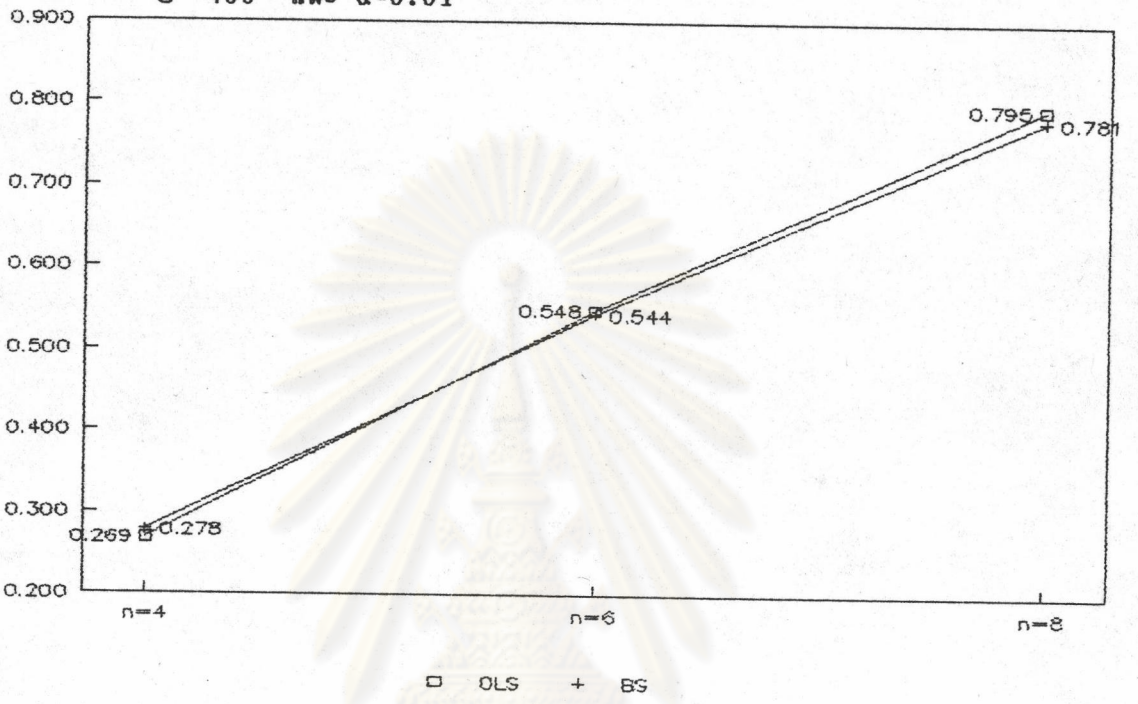


รูปที่ 2.4.2 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่ tr=3,covar=3, σ^2=400 และ α=0.01

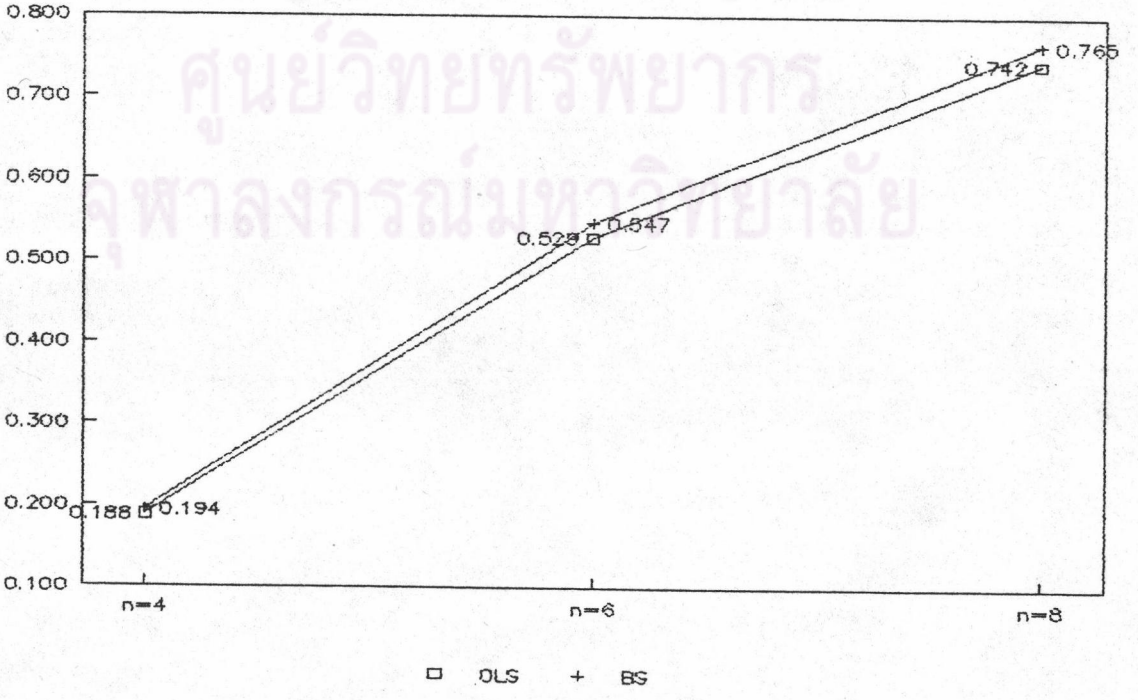


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.4.3 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่ tr=5,covar=1, σ^2=400 และ α=0.01

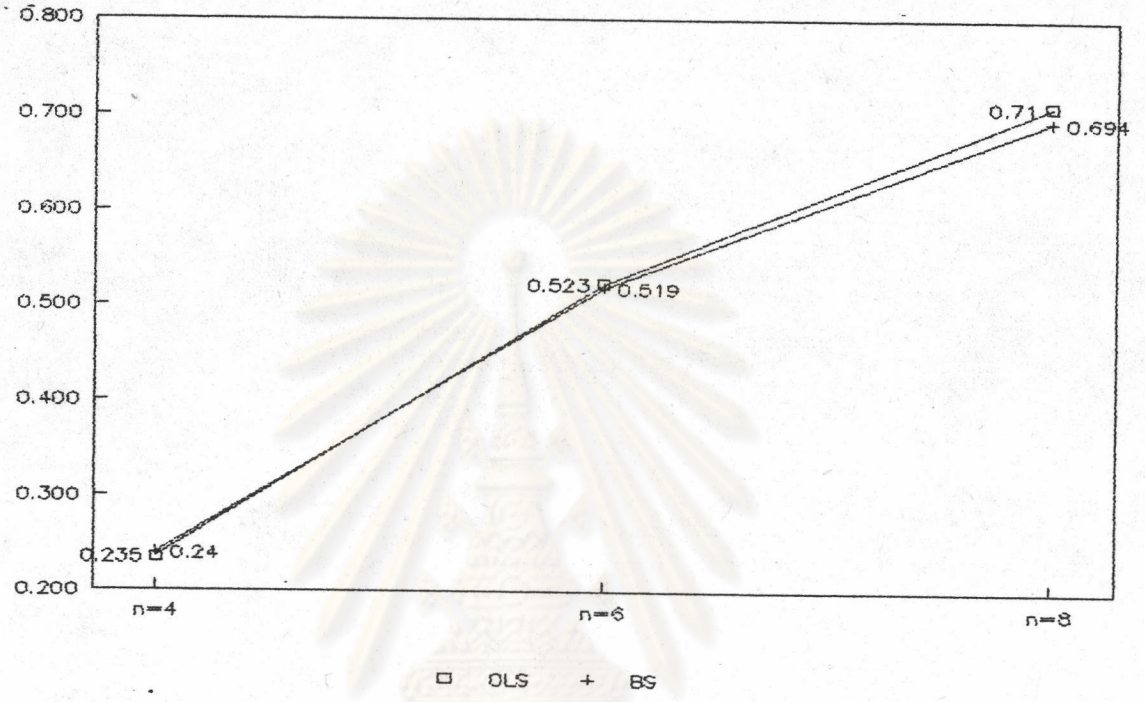


รูปที่ 2.4.4 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่ tr=5,covar=3, σ^2=400 และ α=0.01

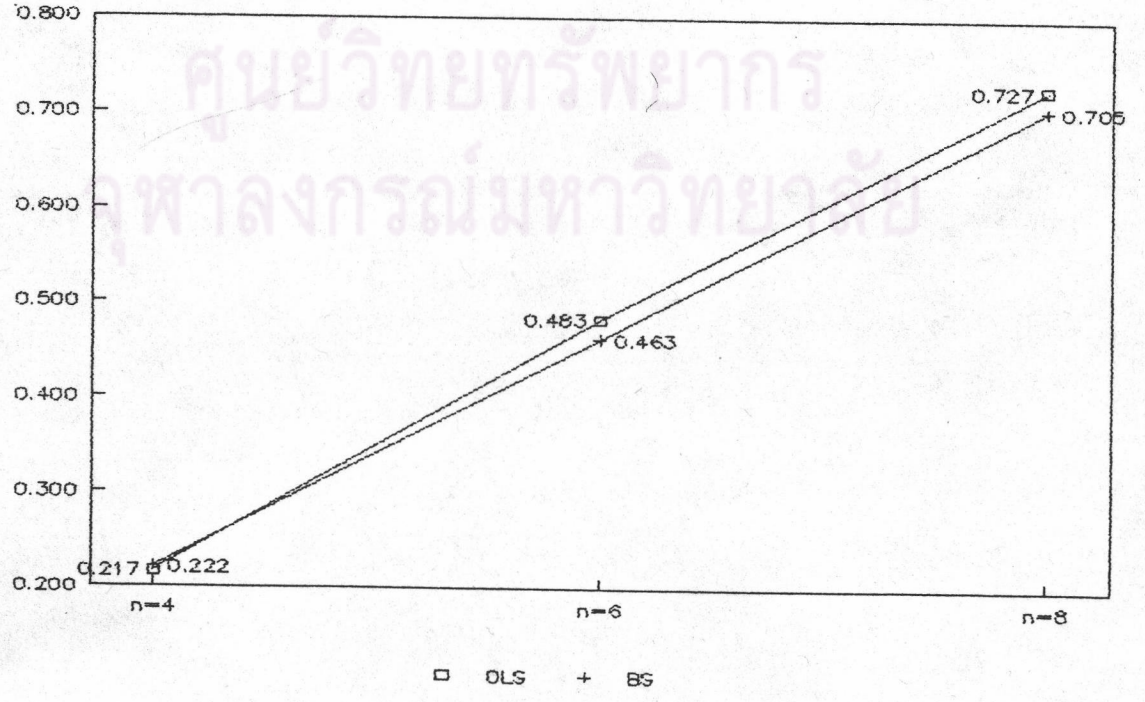


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.4.5 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่ tr=7,covar=1, σ^2=400 และ α=0.01

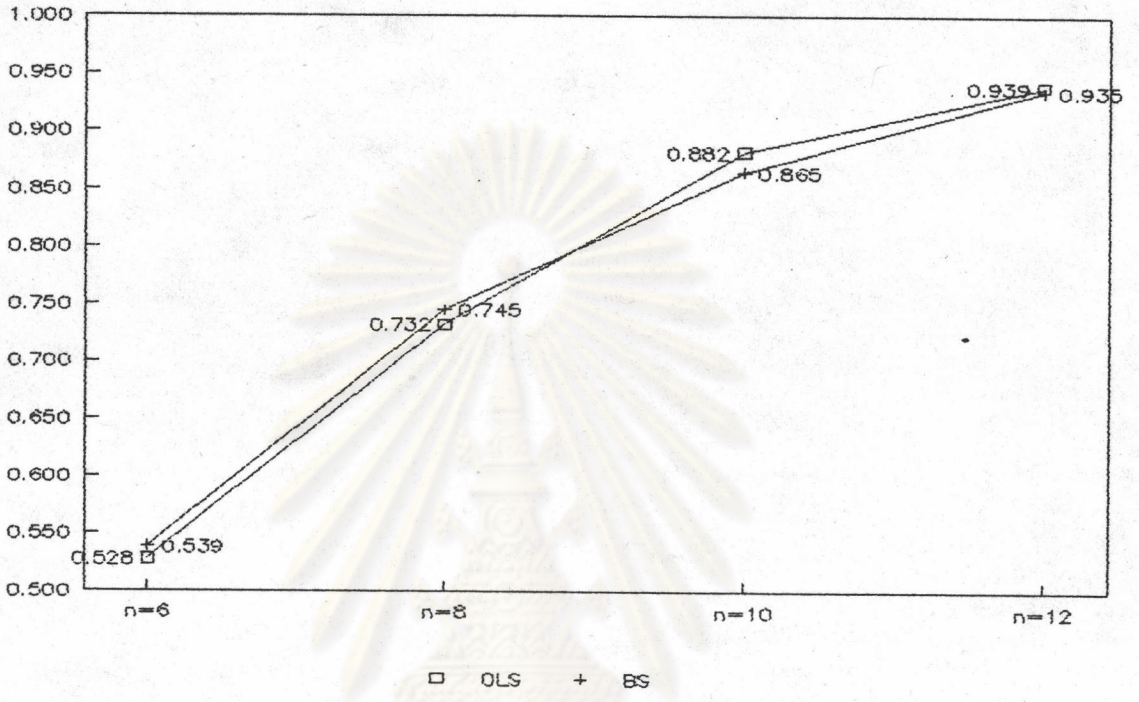


รูปที่ 2.4.6 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่ tr=7,covar=3, σ^2=400 และ α=0.01

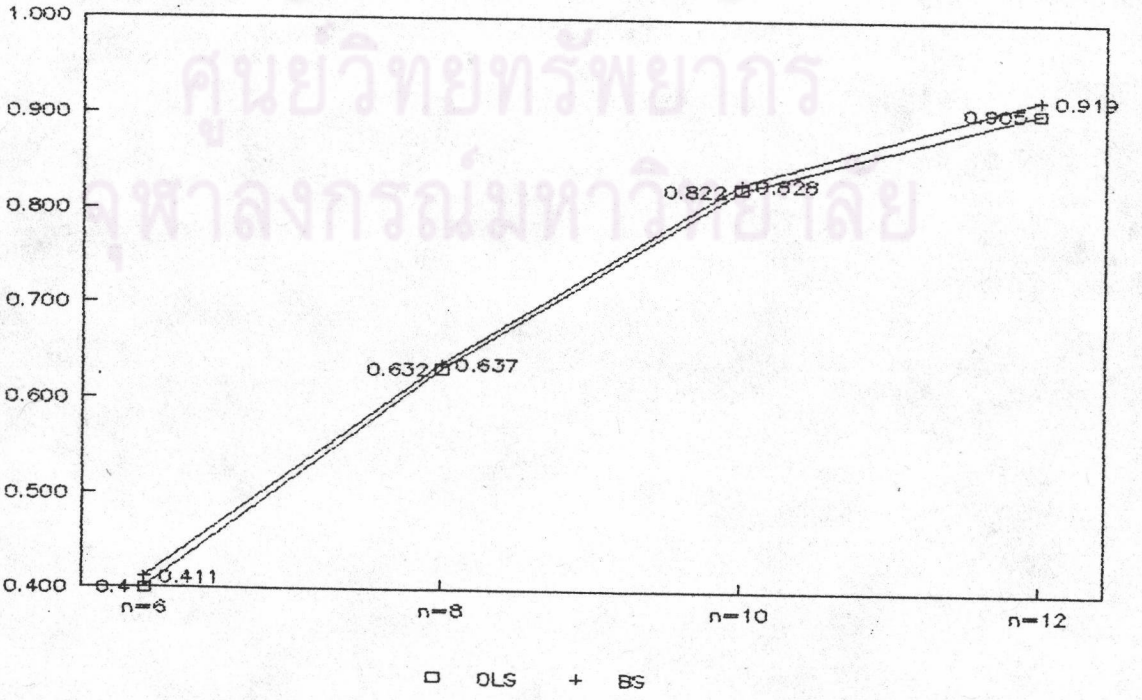


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.4.7 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่ tr=3,covar=1, σ^2=100 และ α=0.01

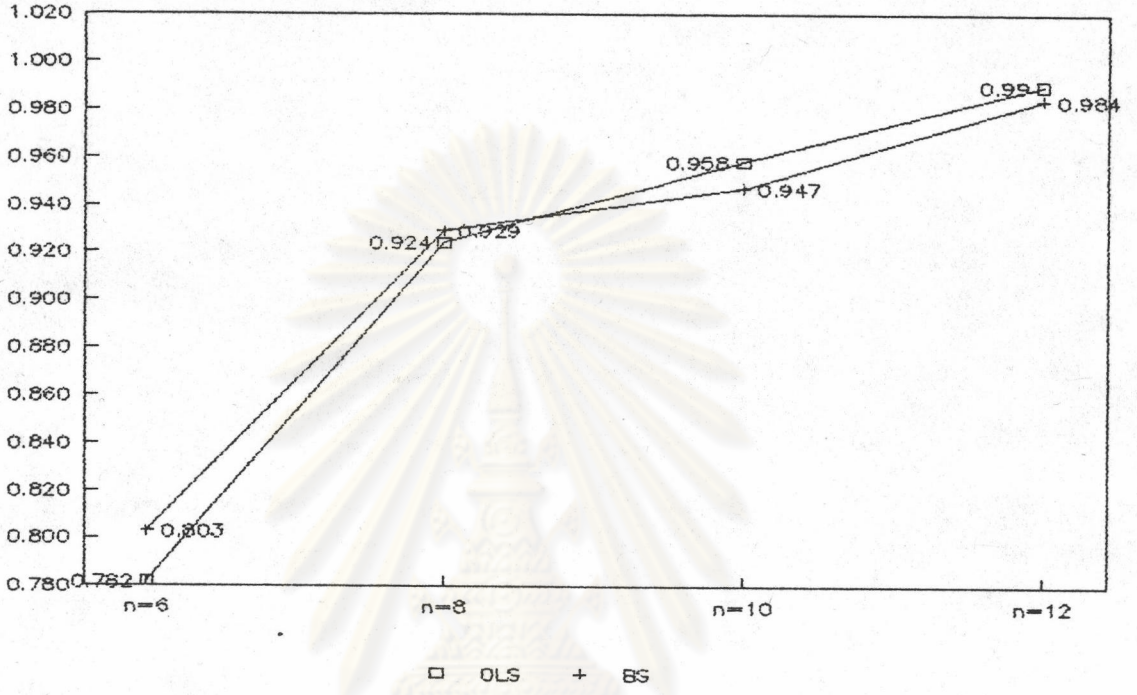


รูปที่ 2.4.8 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่ tr=3,covar=3, σ^2=100 และ α=0.01

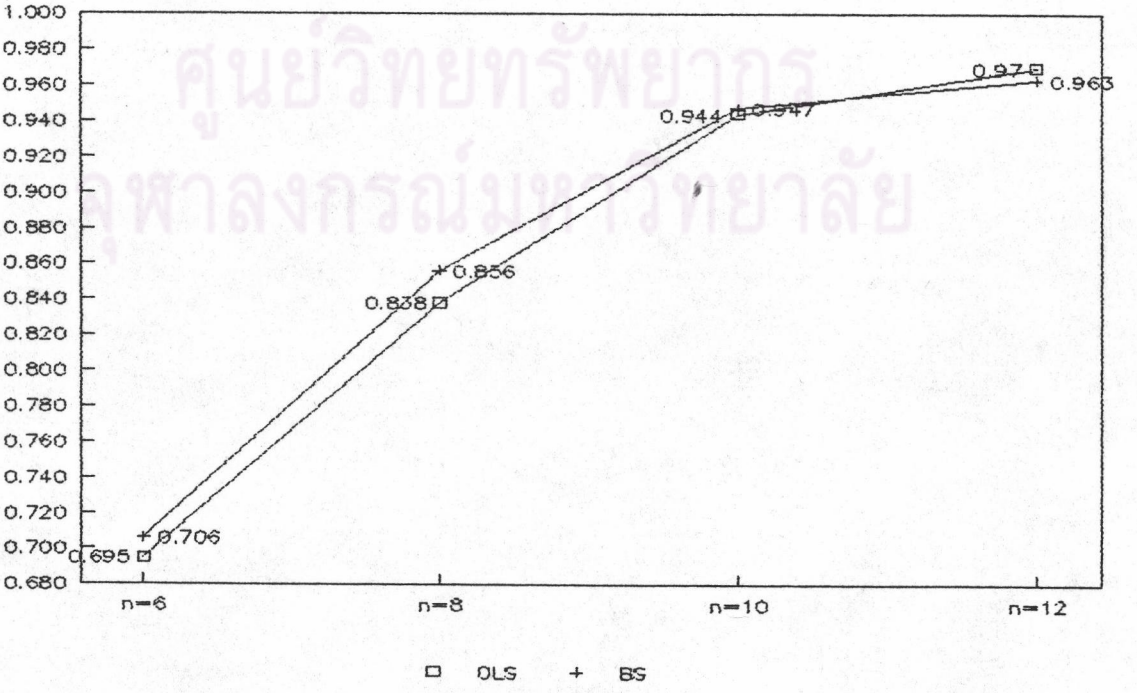


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.4.9 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่ tr=3,covar=1, σ^2=400 และ α=0.05

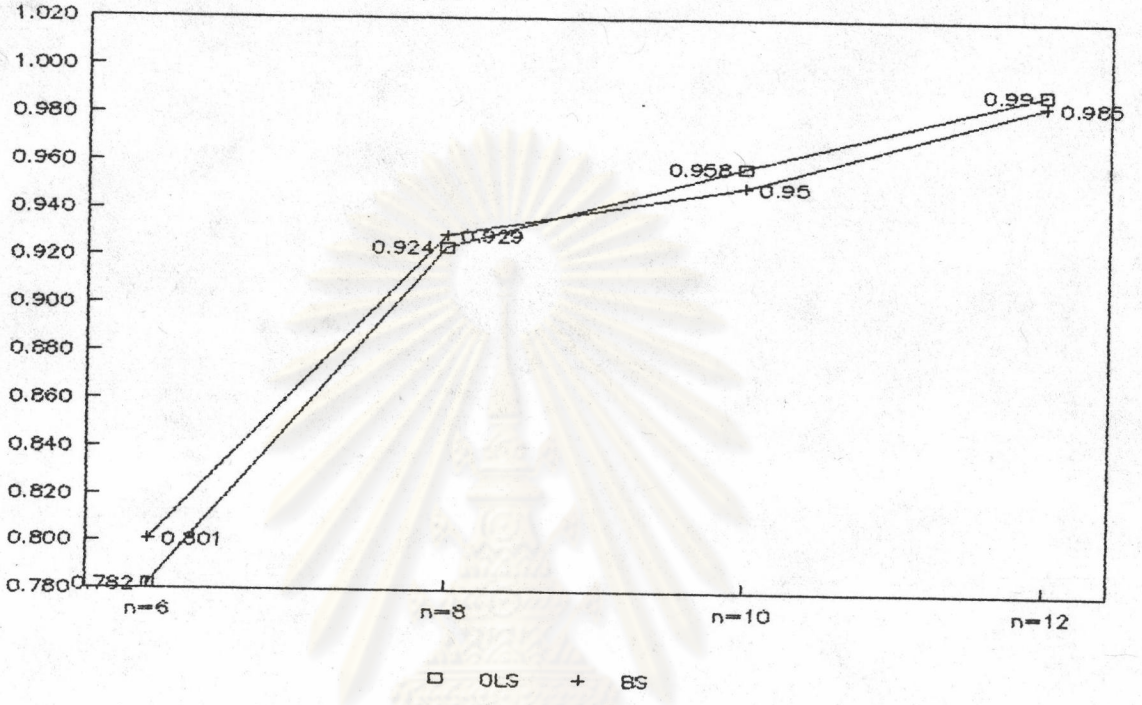


รูปที่ 2.4.10 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่ tr=3,covar=3, σ^2=400 และ α=0.05

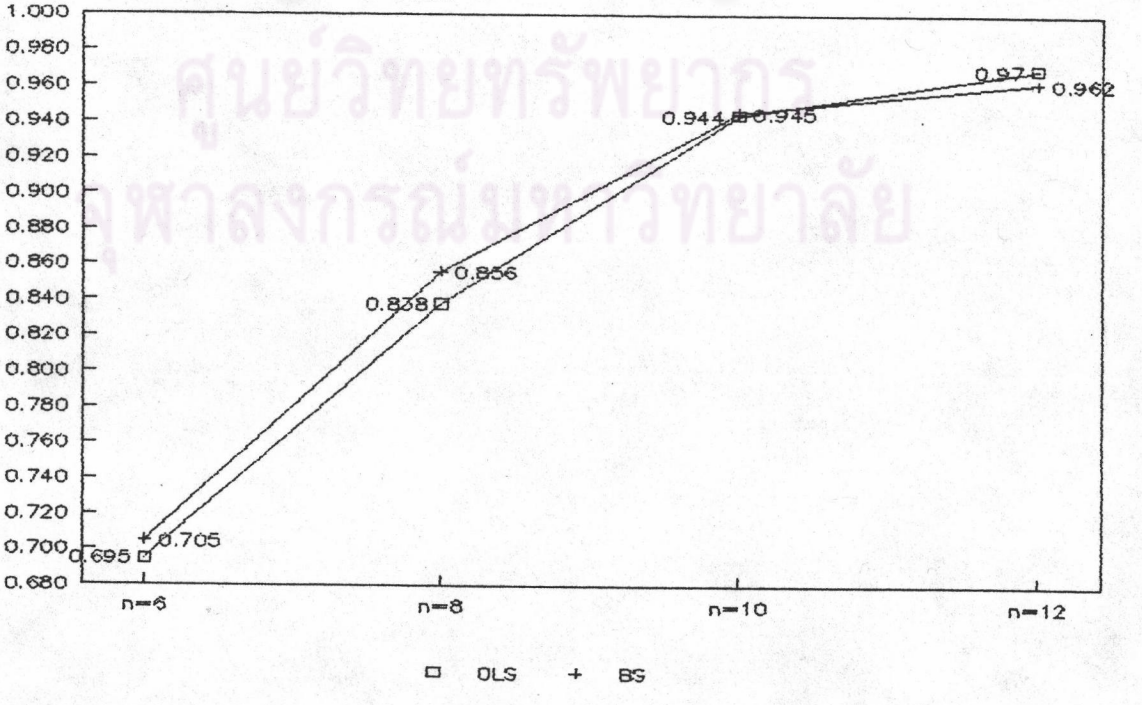


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.4.11 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่ tr=3,covar=1, σ^2=100 และ α=0.05



รูปที่ 2.4.12 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างวิธีบูตสแตรปกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบโลจิสติค โดยที่ tr=3,covar=3, σ^2=100 และ α=0.05



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้ง 2 วิธี

โดยทั่วไปไม่ว่าจำนวนทรีตเม้นต์และจำนวนตัวแปรร่วมที่ศึกษาจะมีค่าเท่าไรก็ตาม วิธีบูตสแตรปจะให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าต่ำทุกการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนที่ศึกษา และเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์มีค่าเพิ่มขึ้นโดยที่การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบหางยาวกว่าปกติมากขึ้น (การแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลและปกติปลอมปนซึ่งมีสเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนมีค่าสูง)

ทุกการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนที่ศึกษาอำนาจการทดสอบของวิธีบูตสแตรปจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเพิ่มขึ้น และอำนาจการทดสอบของวิธีการทั้งสองวิธีจะสูงขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละทรีตเม้นต์และระดับนัยสำคัญ α มีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย