การศึกษาเปรียบเทียบการประมาณตัวแบบความถดถอยเชิงเส้นด้วยวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์

นางสาวณัฐภาภรณ์ รอดรัตษะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

A COMPARATIVE STUDY ON ESTIMATION IN LINEAR REGRESSION MODEL WITH PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC BOOTSTRAP METHODS

Miss Nattapaporn Rodratsa

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Statistics
Department of Statistics
Faculty of Commerce and Accountancy
Chulalongkorn University
Academic Year 2010

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาเปรียบเทียบการประมาณตัวแบบความถดถอยเชิงเส้นด้วยวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์
โดย	นางสาวณัฐภาภรณ์ รอดรัตษะ
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ ตันละมัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี)

.... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา)

ธิดาพร ศุภภากร

.... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.ธิดาพร ศุภภากร)

ณัฐภาภรณ์ รอดรัตษะ : การศึกษาเปรียบเทียบการประมาณตัวแบบความถดถอยเชิงเส้นด้วยวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์. (A COMPARATIVE STUDY ON ESTIMATION IN LINEAR REGRESSION MODEL WITH PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC BOOTSTRAP METHODS) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร.อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี,148 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการประมาณตัวแบบความถดถอยเชิงเส้น 3 วิธี คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ, แบบเอกรูป, แบบโลจิสติก, แบบดับเบิ้ลเอ็กซ์-โปเนนเชียล, แบบ SEV และแบบ GEV โดยการเปรียบเทียบค่าความเอนเอียง, ค่าความแปรปรวน, ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย, ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบการประมาณค่าแบบจุด และค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น จากช่วงความเชื่อมั่นโดยวิธีการประมาณดังกล่าว เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบการประมาณค่าแบบช่วง ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

กรณีการประมาณค่าแบบจุด : พบว่า เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมาจากการแจกแจงแบบปกติ, แบบโลจิสติก และแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล วิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีประสิทธิภาพดีที่สุด วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์รองลงมา และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด

กรณีการประมาณค่าแบบช่วง : พบว่า เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมาจากการแจกแจงแบบปกติ, แบบโลจิสติก, แบบ SEV และแบบ GEV วิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีประสิทธิภาพดีที่สุด วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์รองลงมา และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด สำหรับการแจกแจงแบบเอกรูป และแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่า วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์มีประสิทธิภาพดีที่สุด วิธีกำลังสองน้อยที่สุดรองลงมา และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด

ภาควิชา ......สถิติ...... ลายมือชื่อนิสิต ......ณัฐภาภรณ์ รอดรัตษะ......
สาขาวิชา ......สถิติ...... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ....
ปีการศึกษา: ......2553......

5181802826 : MAJOR STATISTICS

KEYWORDS : LINEAR REGRESSION / BOOTSTRAP / NONPARAMETRIC METHOD

NATTAPAPORN RODRATSA : A COMPARATIVE STUDY ON ESTIMATION IN LINEAR REGRESSION MODEL WITH PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC BOOTSTRAP METHODS. THESIS ADVISOR : ANUPAP SOMBOONSAVATDEE, Ph.D., 148 pp.

The objective of this study is to compare the estimation in linear regression model using ordinary least square (OLS) method, parametric bootstrap (PB) and nonparametric bootstrap (NPB) methods when the distribution of errors are normal, uniform, logistic, double exponential, smallest extreme value (SEV) and greatest extreme value (GEV), by comparing mean square error, variance, biasedness, mean of mean square error and relative efficiency are criteria for comparing the point estimations. The confidence coefficient from confidence interval of the estimation methods coefficient is criteria for comparing the interval estimation.

For point estimation, it is found that when the distribution of error are from normal, logistic, and double exponential, OLS method is the most efficient, followed by PB method and NPB method is the least efficient.

For interval estimation, it is found that when the distribution of errors are from normal, logistic, SEV and GEV, OLS method is the most efficient, followed by PB method and NPB method is the least efficient. For the case when the distribution of errors are uniform and double exponential, PB method is the most efficient, followed by OLS method and NPB method is the least efficient.

Department : Statistics	Student's Signature ณัฐภาภรณ์ รอดรัตษะ
Field of Study : Statistics	Advisor's Signature
Academic Year : 2010	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร .อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนช่วยเหลือตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเป็นอย่างดีมาโดยตลอด จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตรจารย์ ดร .ธีระพร วีระถาวร ประธานกรรมการ รองศาสตรจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ธิดาพร ศุภภากร ที่ท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่ามาเป็นกรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และคุณน้า ซึ่งให้ความกรุณาช่วยเหลือทุนทรัพย์ รวมทั้งให้ความรัก ความเข้าใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ตลอดจนพี่ๆ เพื่อนๆทุกคนที่ให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจให้ด้วยดีมาโดยตลอด

สารบัญ

บทที่ หน้า

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ หน้า

สารบัญภาพ

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของความถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) นั้น การเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์นั้นจะต้องคำนึงถึงข้อตกลงเบื้องต้นของแต่ละวิธีที่ใช้ด้วย เพราะจะทำให้ได้ตัวประมาณที่ดีมีประสิทธิภาพ ปัญหาที่ผู้วิจัยพบมากก็คือ ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน (error) ไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น คือ ไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ เช่น อาจเป็นการแจกแจงที่มีหางยาว (long tails) หรือมีการกระจายไปทางหางมาก (heavy tails) ในกรณีเช่นนี้ผู้วิจัยอาจจะเลือกใช้วิธีการ ที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ (Nonparametric Method) ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน สามารถคำนวณได้รวดเร็ว ทำความเข้าใจง่าย และสะดวกในการนำไปใช้ นับเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ผู้วิจัยสามารถเลือกใช้ได้

ในการศึกษาสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งมีตัวแบบ ดังนี้

$$\tilde{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$$

เมื่อ $\tilde{\mathbf{Y}}$ แทน เวกเตอร์ของตัวแปรตามขนาด $n \times 1$

$\mathbf{X}$ แทน เมตริกซ์ของตัวแปรอิสระขนาด $n \times 2$

$\tilde{\boldsymbol{\beta}}$ แทน เวกเตอร์ของพารามิเตอร์ในสมการถดถอยขนาด 2×1; $\tilde{\boldsymbol{\beta}} = (\boldsymbol{\beta}_0, \boldsymbol{\beta}_1)'$

$\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$ แทน เวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times 1$

n แทน จำนวนข้อมูลที่ศึกษา

โดยมีข้อตกลง (Assumption) ของความคลาดเคลื่อนคือ $\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}} \sim \mathrm{N}_n(\tilde{\mathbf{0}}, \sigma^2\mathbf{I_n})$ เมื่อ σ^2 เป็นค่าคงที่ที่มากกว่า 0

วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้นมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่ผู้วิจัยควรเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล และเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของแต่ละวิธี เพราะจะทำให้ได้ตัวประมาณที่ดีมีประสิทธิภาพและให้ผลที่ถูกต้อง วิธีที่นิยมใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย เมื่อตกลงให้ความคลาดเคลื่อนมาจากการแจกแจงแบบปกติ คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method) ซึ่งจะได้ $\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{Y}}$ เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงสำหรับ $\tilde{\boldsymbol{\beta}}$ และให้ค่าความแปรปรวนต่ำสุด = $\sigma^2(X'X)^{-1}$ นั่นก็คือ $\tilde{\boldsymbol{\beta}}$ มีคุณสมบัติเป็นตัวประมาณเชิงเส้นที่ดีที่สุดและไม่เอนเอียง (Best Linear Unbiased Estimator : BLUE) ตามทฤษฎีเกาส์-มาร์คอฟ (Gauss-Markov theorem) และจะประมาณค่า σ^2 ด้วย $\hat{\sigma}^2$ ซึ่ง

$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-p}\left(\tilde{Y}-X\tilde{\hat{\beta}}\right)'\left(\tilde{Y}-X\tilde{\hat{\beta}}\right)$ เมื่อ p คือ จำนวนพารามิเตอร์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงสำหรับ σ^2 แต่ $\widetilde{\hat{\beta}}$ จะเป็นตัวประมาณที่มีประสิทธิภาพ (Efficiency Estimator) คือ ค่าความแปรปรวนต่ำสุดในบรรดาตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง (Uniformly Minimum Variance Unbiased Estimator : UMVUE) ก็ต่อเมื่อความคลาดเคลื่อน (error) มีการแจกแจงแบบปกติและมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดข้างต้น ในกรณีที่ไม่ทราบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน (error) จึงควรพิจารณาหาวิธีการอื่นในการประมาณค่าของ $\tilde{\beta}$ และ σ^2 ที่ดีกว่าตัวประมาณที่ได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยไม่จำเป็นต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน

ในบรรดาวิธีการทางนอนพาราเมตริกซ์ ได้มีผู้ศึกษาวิธีการประมาณค่า standard error ในกรณีที่ไม่ทราบลักษณะการแจกแจงของประชากรและไม่สามารถหาได้จากสูตรทั่วไป โดยใช้เทคนิคของการสุ่มตัวอย่าง (Resampling) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ได้แก่ วิธี jackknife, bootstrap, half – sampling, subsampling, balanced repeated replication, infinistesimal jackknife, influence function techniques และdelta method เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีมาจากแนวความคิดพื้นฐานคล้ายกันคือ หาค่าประมาณของ standard error โดยการสุ่มตัวอย่างซ้ำจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา และพบว่าวิธีบูตสแตรปเป็นวิธีที่ให้ผลดีที่สุดเพราะว่า การหาค่าประมาณโดยวิธีนี้เป็น nonparametric maximum likelihood estimate ทำให้ตัวประมาณที่ได้เป็นตัวประมาณแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimator: MLE)[1] นอกจากนั้นวิธีบูตสแตรปยังสามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์อื่นๆที่สนใจ เมื่อไม่ทราบลักษณะการแจกแจงของประชากร

วิธีบูตสแตรป (bootstrap method) เป็นวิธีการหนึ่งที่มีผู้นำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยได้มีการริเริ่มประยุกต์ใช้โดย Bradley Efron (1979) ได้ศึกษาวิธีบูตสแตรปซึ่งมีแนวคิดมาจากวิธีแจ๊คไนฟ์ (jackknife method) ของ Quenouill (1949) และ Tukey (1958)

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษา และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น 3 วิธี คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ พร้อมทั้งศึกษาคุณสมบัติของตัวประมาณและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณในรูปของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative efficiency) ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และ ค่าเฉลี่ยของค่า ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

---

[1] Efron, B. “The Bootstrap” The jackknife, the Bootstraps and Other Resampling plans. (1982): 27

เป็นตัวเปรียบเทียบ อีกทั้งหาช่วงความเชื่อมั่นของสัมประสิทธิ์ความถดถอย โดยการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Confidence Coefficient) จากช่วงความเชื่อมั่นโดยวิธีการประมาณดังกล่าว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณที่ได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุดด้วยวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเป็นตัวเปรียบเทียบ และใช้ค่าความเอนเอียงสัมบูรณ์ และค่าความแปรปรวนในการประกอบการพิจารณา

2. เพื่อศึกษาและนำเอาวิธีบูตสแตรปมาใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นเมื่อการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ พร้อมทั้งหาช่วงความเชื่อมั่นของสัมประสิทธิ์ความถดถอย โดยการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Confidence Coefficient) พร้อมทั้งศึกษาคุณสมบัติของตัวประมาณ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ตัวแบบที่ใช้ในการศึกษาคือ ตัวแบบความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression model) หมายถึง สมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่อยู่ในรูป

$$\tilde{\mathbf{Y}} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_1 \\ 1 & X_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & X_n \end{bmatrix}, \ \tilde{\boldsymbol{\beta}} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix}, \ \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

หรือ $\tilde{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$

เมื่อ $\tilde{\mathbf{Y}}$ แทน เวกเตอร์ของตัวแปรตามขนาด $n \times 1$

$\mathbf{X}$ แทน เมตริกซ์ของตัวแปรอิสระขนาด $n \times 2$

$\tilde{\boldsymbol{\beta}}$ แทน เวกเตอร์ของพารามิเตอร์ในสมการถดถอยขนาด 2×1; $\tilde{\boldsymbol{\beta}} = (\boldsymbol{\beta}_0, \boldsymbol{\beta}_1)'$

$\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$ แทน เวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times 1$

n แทน จำนวนข้อมูลที่ศึกษา

2. กำหนดระดับความเชื่อมั่น 90% , 95% และ 99%

3. ขนาดตัวอย่างที่ใช้คือ 25, 50, 75 และ 100

4. ตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบ N(0,1) และ U(-3,3)

5. กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นเป็น $\tilde{\boldsymbol{\beta}} = (\boldsymbol{\beta}_0, \boldsymbol{\beta}_1)' = (1,1)'$

6. ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนที่ศึกษามีดังนี้

- การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)
- การแจกแจงแบบเอกรูป (Uniform Distribution)
- การแจกแจงแบบโลจิสติก (Logistic Distribution)
- การแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล (Double Exponential distribution)
- การแจกแจงแบบ SEV (Smallest Extreme Value Distribution; SEV)
- การแจกแจงแบบ GEV (Greatest Extreme Value Distribution; GEV)

7. ทุกลักษณะการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อน (ε) กำหนดให้มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวน เป็น 1 , 25 และ 100

8. การสุ่มตัวอย่างในวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์กระทำซ้ำ 1,000 ครั้ง

9. การสุ่มตัวอย่างในวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์กระทำซ้ำ 1,000 ครั้ง

10. การศึกษาในครั้งนี้ใช้โปรแกรม R version 2.10 จำลองการทดลองในแต่ละสถานการณ์โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซีมูเลชั่น (Monte Carlo Simulation) กระทำซ้ำ 5,000 ครั้ง

11. แต่ละลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนจะมีค่าฟังก์ชันความน่าจะเป็น ค่าคาดหวัง และค่าความแปรปรวน ดังนี้

11.1 การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ แล้ว ฟังก์ชันความ หนาแน่น น่าจะเป็น (PDF) อยู่ในรูปของ

$$f(x;\mu,\sigma^2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}e^{\frac{-1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2} \quad ;-\infty < x < \infty$$

ซึ่งมี ค่าเฉลี่ย $E(x)=\mu$ และค่าความแปรปรวน $V(x)=\sigma^2$

11.2 การแจกแจงแบบเอกรูป (Uniform Distribution)

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเอกรูป แล้ว ฟังก์ชันความ หนาแน่น น่าจะเป็น (PDF) อยู่ในรูปของ

$$f(x;a,b)=\frac{1}{b-a} \quad ;a < x < b$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ย $E(x)=\frac{(a+b)}{2}$ และค่าความแปรปรวน $V(x)=\frac{(b-a)^2}{12}$

11.3 การแจกแจงแบบโลจิสติก (Logistic Distribution)

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบ โลจิสติก แล้วฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น (PDF) อยู่ในรูปของ

$$f\left(x;\mu^{*},\sigma^{*}\right)=\frac{1}{\sigma^{*}}\cdot\frac{e^{\left(\frac{x-\mu^{*}}{\sigma^{*}}\right)}}{\left(1+e^{\left(\frac{x-\mu^{*}}{\sigma^{*}}\right)}\right)^{2}} \quad ;-\infty < x < \infty$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ย $E(x)=\mu^{*}$ และค่าความแปรปรวน $V(x)=\frac{1}{3}\pi^{2}\sigma^{*2}$

11.4 การแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล (Double Exponential distribution)

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแ บบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล แล้วฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น (PDF) อยู่ในรูปของ

$$f(x;\alpha,\beta)=\frac{1}{2\beta}\cdot e^{-\left|\frac{x-\alpha}{\beta}\right|} \quad ;-\infty < x < \infty$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ย $E(x)=\alpha$ และค่าความแปรปรวน $V(x)=2\beta^{2}$

11.5 การแจกแจงแบบSEV (Smallest Extreme Value Distribution; SEV)

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแ บบ SEV แล้วฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็น (PDF) อยู่ในรูปของ

$$f\left(x;\mu^{**},\sigma^{**}\right)=\frac{1}{\sigma^{**}}\cdot e^{-\frac{\left(x-\mu^{**}\right)}{\sigma^{**}}}\, e^{\left(-e^{-\left(\frac{x-\mu^{**}}{\sigma^{**}}\right)}\right)} \quad ;x,\mu^{**}\in\Re,\sigma^{**}>0$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ย $E(x)=\mu^{**}-\gamma\sigma^{**}$; γ = Euler's constant =0.5772 และค่าความแปรปรวน $V(x)=\frac{\pi^{2}\sigma^{**2}}{6}$

11.6 การแจกแจงแบบGEV (Greatest Extreme Value Distribution; GEV)

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแ บบ GEV แล้วฟังก์ชันความ หนาแน่น น่าจะเป็น (PDF) อยู่ในรูปของ

$$f\left(x;\alpha^*,\beta^*\right)=\frac{1}{\beta^*}\cdot e^{-\frac{\left(x-\alpha^*\right)}{\beta^*}} e^{\left(-e^{-\left(\frac{x-\alpha^*}{\beta^*}\right)}\right)} \quad ;x,\alpha^* \in \Re ,\beta^* > 0$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ย $E(x)=\alpha^*+\gamma\beta^*$; γ = Euler's constant =0.5772 และค่าความแปรปรวน $V(x)=\frac{\pi^2\beta^{*2}}{6}$

12. วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่นำมาใช้เปรียบเทียบมี 3 วิธีการประมาณ ดังนี้

12.1 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square Method; OLS)

12.2 วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ (Parametric Bootstrap Method; PB)

12.3 วิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (Nonparametric Bootstrap Method; NPB)

หมายเหตุ เพื่อความสะดวกในการกล่าวถึงครั้งต่อไป ขอกำหนดสัญลักษณ์ดังนี้

$N(\mu,\sigma^2)$ แทน การแจกแจงแบบปกติที่มี location parameter = μ และ scale parameter = σ^2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย μ ความแปรปรวน σ^2

$U(a,b)$ แทน การแจกแจงแบบเอกรูปที่มี min = a และ max = b ซึ่งมีค่าเฉลี่ย $(a+b)/2$ ความแปรปรวน $(b-a)^2/12$

$L\left(\mu^*,\sigma^*\right)$ แทน การแจกแจงแบบโลจิสติกที่มี location parameter = μ^* และ scale parameter = σ^* ซึ่งมีค่าเฉลี่ย μ^* ความแปรปรวน $\left(\pi\sigma^*\right)^2/3$

$D(\alpha,\beta)$ แทน การแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลที่มี location parameter = α และ scale parameter = β ซึ่งมีค่าเฉลี่ย α ความแปรปรวน $2\beta^2$

$S\left(\mu^{**},\sigma^{**}\right)$ แทน การแจกแจงแบบ SEVที่มี location parameter = μ^{**} และ scale parameter = σ^{**} ซึ่งมีค่าเฉลี่ย $\mu^{**}-\gamma\sigma^{**}$ ความแปรปรวน $\left(\pi\sigma^{**}\right)^2/6$

$G\left(\alpha^*,\beta^*\right)$ แทน การแจกแจงแบบ GEVที่มี location parameter = α^* และ scale parameter = β^* ซึ่งมีค่าเฉลี่ย $\alpha^*+\gamma\beta^{*2}$ ความแปรปรวน $\left(\pi\beta^*\right)^2/6$

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องที่มีการแจกแจงแบบเดียวกันและเป็นอิสระซึ่งกันและกัน (Independent and identically distributed)

นั่นคือ $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_n \overset{iid}{\sim} F \quad ; i = 1,2,\ldots,n$

เมื่อ F เป็น probability distribution ที่ไม่ทราบ ที่มีคุณสมบัติดังนี้

$$E(\varepsilon_i) = 0 \qquad ; i = 1,2,\ldots,n$$
$$Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad ; i \neq j, i = j = 1,2,\ldots,n$$
$V(\varepsilon_i) = \sigma^2 \quad ; \sigma^2 > 0$ และไม่ทราบค่า

2. ตัวแปรอิสระแต่ละตัวเป็นค่าคงที่ที่เป็นอิสระซึ่งกันและกัน

3. ตัวแปรอิสระเป็นอิสระจากความคลาดเคลื่อน

เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ

1. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้นในการประมาณค่าแบบจุด (Point Estimation) จะพิจารณาเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error ; MSE) เนื่องจากพารามิเตอร์ที่ต้องการมี 2 พารามิเตอร์ ดังนั้นจึงหาค่าเฉลี่ยของค่า MSE ของตัวประมาณทั้ง 2 พารามิเตอร์

จะได้
$$MSE(\hat{\beta}_0) = \frac{\sum_{j=1}^{M}\left(\hat{\beta}_0^{(j)} - \tilde{\beta}_0\right)^2}{M} \quad , \quad MSE(\hat{\beta}_1) = \frac{\sum_{j=1}^{M}\left(\hat{\beta}_1^{(j)} - \tilde{\beta}_1\right)^2}{M}$$

โดย M คือจานวนรอบที่กระทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์ ในงานวิจัยนี้กำหนดให้ M มีค่าเท่ากับ 5,000

ดังนั้น
$$\overline{MSE} = \frac{MSE(\hat{\beta}_0) + MSE(\hat{\beta}_1)}{2}$$

โดยถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณต่ำกว่าจะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่า ใช้ค่าความเอนเอียง, ค่าความแปรปรวนในการประกอบการพิจารณา และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative efficiency ; RE)

กำหนดให้ $\hat{\theta}$ แทน วิธีที่ 1

$\tilde{\theta}$ แทน วิธีที่ 2

$$\mathrm{RE}\left(\hat{\theta}, \tilde{\theta}\right) = \frac{\mathrm{MSE}\left(\tilde{\theta}\right)}{\mathrm{MSE}\left(\hat{\theta}\right)}$$

ถ้า $\mathrm{RE}\left(\hat{\boldsymbol{\theta}}, \tilde{\boldsymbol{\theta}}\right) < 1$ นั่นคือ $\mathrm{MSE}\left(\tilde{\boldsymbol{\theta}}\right) < \mathrm{MSE}\left(\hat{\boldsymbol{\theta}}\right)$ กล่าวได้ว่า $\tilde{\boldsymbol{\theta}}$ เป็นตัวประมาณที่มีประสิทธิภาพสัมพัทธ์สูงกว่า $\hat{\boldsymbol{\theta}}$

แต่ถ้า $\mathrm{RE}\left(\hat{\boldsymbol{\theta}}, \tilde{\boldsymbol{\theta}}\right) > 1$ นั่นคือ $\mathrm{MSE}\left(\tilde{\theta}\right) > \mathrm{MSE}\left(\hat{\theta}\right)$ กล่าวได้ว่า $\hat{\boldsymbol{\theta}}$ เป็นตัวประมาณที่มีประสิทธิภาพสัมพัทธ์สูงกว่า $\tilde{\boldsymbol{\theta}}$

2. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้นในการประมาณค่าแบบช่วง (Interval Estimation) จะพิจารณาจาก ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Confidence Coefficient)

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Confidence Coefficient)ของวิธีการประมาณ เป็นค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพของวิธีการประมาณแบบช่วง ซึ่งค่านี้จะหาจากการตรวจสอบว่าช่วงความเชื่อมั่นที่คำนวณจากแต่ละวิธีการประมาณครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ θ หรือไม่ หากช่วงความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ θ จะทำการนับจำนวนครั้งและบวกสะสมค่าไว้ โดยแต่ละสถานการณ์จะคำนวณช่วงความเชื่อมั่นซ้ำกัน M ครั้ง ซึ่งคำนวณค่าดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น=จำนวนครั้งทั้งหมดที่ช่วงความเชื่อมั่นครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ θ / M

โดย M คือจำนวนรอบที่กระทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์ ในงานวิจัยนี้กำหนดให้ M มีค่าเท่ากับ 5,000

โดยถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูง สุด จะถือว่าการประมาณค่าแบบช่วงจากวิธีนั้นเป็นวิธีการประมาณที่มีประสิทธิภาพ เหมาะสมมากกว่า ในการประมาณค่าแบบช่วงสำหรับสถานการณ์นั้นๆ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ความแปรปรวน (Variance) ของตัวประมาณ คือ ถ้า $\hat{\theta}$ เป็นตัวประมาณของพารามิเตอร์ θ แล้ว ความแปรปรวนของ $\hat{\theta}$ คือ $E(\hat{\theta}-E(\hat{\theta}))^2$

2. ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean square error ; MSE) ของตัวประมาณ คือ ถ้า $\hat{\theta}$ เป็นตัวประมาณของพารามิเตอร์ θ แล้ว ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของ $\hat{\theta}$ คือ $E(\hat{\theta}-\theta)^2$

3. ความเอนเอียง (Bias) ของตัวประมาณ คือ ค่าที่ใช้วัดว่าค่าเฉลี่ยของตัวสถิติที่ได้ห่างจากฟังก์ชันพารามิเตอร์ที่สนใจมากน้อยเพียงใด ความเอนเอียงของ คือ $E(\hat{\theta})-\theta$

4. ความไม่เอนเอียง (Unbias) ของตัวประมาณ คือ ถ้า $\hat{\theta}$ เป็นตัวประมาณของพารามิเตอร์ θ แล้ว จะถือว่า $\hat{\theta}$ เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงของ θ ก็ต่อเมื่อ $E(\hat{\theta})=\theta$

5. ตัวประมาณเชิงเส้นที่ดีที่สุด และไม่เอนเอียง (Best Linear Unbiased Estimator ; BLUE) เป็นคุณสมบัติหนึ่งของตัวประมาณ โดยตัวประมาณ $\hat{\theta}$ จะมีคุณสมบัติเป็น BLUE ของพารามิเตอร์ θ ถ้า $\hat{\theta}$ มีคุณสมบัติครบ 3 ข้อดังต่อไปนี้

5.1 เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของตัวอย่างสุ่ม

5.2 เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง

5.3 เป็นตัวประมาณที่มีค่าความแปรปรวนต่ำสุด

6. ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval) คือ ช่วงค่าประมาณพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากตัวอย่างหนึ่งชุดใดๆ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด

7. ระดับความเชื่อมั่น (Confidence Level) คือ ความน่าจะเป็นที่ช่วงสุ่มจะครอบคลุมค่าของพารามิเตอร์ในประชากร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือก ใช้วิธีการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการความถดถอยเชิงส้นได้อย่างเหมาะสม เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ

2. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

2. สุ่มข้อมูลของตัวแปรอิสระ และสุ่มข้อมูลของความคลาดเคลื่อนจากการแจกแจงที่มีขนาดตามที่กำหนด

3. กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น $\tilde{\boldsymbol{\beta}} = (\boldsymbol{\beta}_0, \boldsymbol{\beta}_1)' = (1,1)'$

4. สร้างข้อมูลตัวแปรตาม จากรูปแบบความสัมพันธ์ $\tilde{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$

5. คำนวณหาค่าตัวประมาณกำลังสองน้อยที่สุดจากสูตร $\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}_{\mathbf{OLS}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{Y}}$

6. กรณีของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์

6.1 ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ θ ของการแจกแจงค่าความคลาดเคลื่อน ภายใต้เงื่อนไขที่ว่า $\mathbf{E}(\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}) = \tilde{\mathbf{0}}$ และค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน เป็น 1, 25 และ 100 โดยใช้วิธี (Maximum Likelihood Estimation ; MLE) ในการประมาณค่า $\hat{\theta}$

6.2 สุ่ม $\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}^*$ จากการแจกแจงโดยใช้ค่า $\hat{\theta}$

6.3 แทนค่า $\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}^*$ ในสมการ $\tilde{\mathbf{Y}}^* = \mathbf{X}\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}_{\mathbf{OLS}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}^*$ คำนวณหาค่า $\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}^*_{\mathbf{PB}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{Y}}^*$

6.4 กระทำตามขั้นตอนในข้อที่ 6.2-6.3 ซ้ำ 1,000 ครั้ง จะได้ $\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}^{*\,1}_{\mathbf{PB}}, \tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}^{*\,2}_{\mathbf{PB}}, \ldots, \tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}^{*\,1000}_{\mathbf{PB}}$

7. กรณีของวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

7.1 หาค่าประมาณของความคลาดเคลื่อนจาก $\tilde{\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}} = \tilde{\mathbf{Y}} - \tilde{\hat{\mathbf{Y}}}$

7.2 สุ่ม $\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}^{**}$ จาก $\tilde{\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}}$ แบบใส่คืน

7.3 แทนค่า $\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}^{**}$ ในสมการ $\tilde{\mathbf{Y}}^{**} = \mathbf{X}\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}_{\mathbf{OLS}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}^{**}$ คำนวณหาค่า $\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}^{**}_{\mathbf{NPB}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{Y}}^{**}$

7.4 กระทำตามขั้นตอนในข้อที่ 7.2-7.3 ซ้ำ 1,000 ครั้ง ได้ $\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}^{**\,1}_{\mathbf{NPB}}, \tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}^{**\,2}_{\mathbf{NPB}}, \ldots, \tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}^{**\,1000}_{\mathbf{NPB}}$

8. หาค่าประมาณแบบช่วงของวิธี OLS, วิธี PB และวิธี NPB ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% แล้วตรวจสอบว่าช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์หรือไม่ โดยวิธี OLS ใช้สูตร $\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}_{\mathbf{OLS}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{Y}}$ วิธี PB และ วิธี NPB ใช้ค่าจากข้อ 6.4 และ 7.4 ตามลำดับ

9. ทำซ้ำข้อ 1. – 8. จำนวน 5,000 ครั้งในแต่ละสถานการณ์

10. คำนวณหาการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น 3 วิธี คือ วิธี OLS , วิธี PB และวิธี NPB โดยคำนวณหาค่าความเอนเอียง (BIAS), ค่าความแปรปรวน (VARIANCE), ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE), ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

($\overline{MSE}$; โดย $\overline{MSE}$ คือ ค่าเฉลี่ยของ MSE จากการประมาณ $\tilde{\beta}_0$ และ $\tilde{\beta}_1$), ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative Efficiency) และค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Confidence Coefficient)

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ นำเสนอผลการวิจัยโดยเสนอ ค่าความเอนเอียง , ค่าความแปรปรวน , ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง , ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย , ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ และค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นตามแต่ละกรณี ซึ่งเสนอในรูปแบบตาราง และกราฟ โดยการนำเสนอผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 นำเสนอผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น 3 วิธี คือ วิธี OLS, วิธี PB และวิธี NPB ในการประมาณค่าแบบจุด นำเสนอค่าความเอนเอียง , ค่าความแปรปรวน , ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย , ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์

ส่วนที่ 2 นำเสนอผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น 3 วิธี คือ วิธี OLS, วิธี PB และวิธี NPB ในการประมาณค่าแบบช่วงและตรวจสอบว่าช่วงครอบคลุมค่าพารามิเตอร์หรือไม่ โดยนำเสนอค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

ในบทนี้จะกล่าวถึงเทคนิคมอนติคาร์โลซีมูเลชั่น , วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ และคุณสมบัติของตัวประมาณที่ได้ ซึ่งจะเสนอในรูปของเวกเตอร์และเมตริกซ์

2.1 เทคนิคมอนติคาร์โลซีมูเลชั่น

เทคนิคที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหาในการคำนวณทางคณิตศาสตร์นั้นมีอยู่หลายวิธี เทคนิคมอนติคาร์โลซีมูเลชั่น ก็เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหานี้ได้ และเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน หลักที่สำคัญคือ การใช้เลขสุ่ม (Random Number) มาช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซีมูเลชั่นในการสร้างข้อมูลที่มีที่มีสภาพการแจกแจงตามที่ต้องการ ซึ่งมีขั้นตอน แบ่งได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างเลขสุ่ม (Generate Random Number) การสร้างเลขสุ่มจะกำหนดให้มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง [0,1] และเป็นอิสระซึ่งกันและกัน จากนั้นนำเลขสุ่มนี้ไปสร้างตัวแปรตามลักษณะการแจกแจงที่ต้องการศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลของปัญหานั้นๆ

ขั้นตอนที่ 2 การประยุกต์ปัญหาที่ต้องการศึกษามาใช้กับตัวเลขสุ่ม ซึ่งขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับปัญหาที่ต้องการศึกษา บางปัญหาอาจจะใช้เลขสุ่มได้โดยตรง ในขณะที่บางปัญหาอาจต้องใช้ขั้นตอนอื่นอีกหลายขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้มีบางขั้นตอนที่ต้องใช้ตัวเลขสุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 การทดลอง เมื่อประยุกต์ปัญหาที่สนใจให้ใช้ตัวเลขสุ่มได้แล้วในขั้นตอนต่อไปก็คือ การทดลอง โดยใช้กระบวนการของการสุ่ม (Random Process) มากระทำในลักษณะซ้ำๆ กัน (Replication) จำนวนหลายๆครั้ง โดยถือว่าการทำซ้ำๆกันนั้น เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลให้มีจานวนมาก เพื่อลดความไม่แน่นอนของคำตอบ ในการวิเคราะห์หาค่าต่างๆ ได้

2.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ตัวสถิติที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ คือ ตัวประมาณที่ได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

2.2.1 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square Method)

วิธีการหาตัวประมาณของพารามิเตอร์วิธีนี้ เป็นวิธีที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีการประมาณเชิงเส้น (Theory of Linear Estimation) เป็นวิธีการที่คิดขึ้นโดย คาร์ล เฟรดริก เกาส์ (Karl Friedrich Gauss 1777-1855) และอังเดร แอนดรีวิช มาร์คอฟ (Andrel Andreevich Markov 1856-1922) โดยมีหลักเกณฑ์คือ หาตัวประมาณพารามิเตอร์ที่ทำให้ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Sum Square Errors; SSE) มีค่าต่ำสุด ซึ่งรายละเอียดในการหาแสดงในรูปของเวกเตอร์และเมตริกซ์ได้ดังนี้

2.2.1.1 การหาตัวประมาณโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ในที่นี้จะพิจารณาตัวแบบเชิงเส้น (Linear model) ในรูป

$$\tilde{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$$

เมื่อ $\tilde{\mathbf{Y}}$ แทน เวกเตอร์ของตัวแปรตามขนาด $n \times 1$

$\mathbf{X}$ แทน เมตริกซ์ของตัวแปรอิสระขนาด $n \times 2$

$\tilde{\boldsymbol{\beta}}$ แทน เวกเตอร์ของพารามิเตอร์ในสมการถดถอยขนาด 2×1; $\tilde{\boldsymbol{\beta}}' = (\boldsymbol{\beta}_0, \boldsymbol{\beta}_1)'$

$\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$ แทน เวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times 1$

n แทน จำนวนข้อมูลที่ศึกษา

โดยมีข้อตกลง (Assumption) ของความคลาดเคลื่อนคือ $\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}} \sim N_n(\tilde{\mathbf{0}}, \sigma^2 \mathbf{I_n})$ เมื่อ σ^2 เป็นค่าคงที่ที่มากกว่า 0

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น จะทำการหา $\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}$ ซึ่งเป็นตัวประมาณกำลังสองน้อยที่สุดของ $\tilde{\boldsymbol{\beta}}$ ที่ทำให้ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน $\sum_{i=1}^{n} \hat{\varepsilon}_i^2 = \tilde{\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}}'\tilde{\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}}$ มีค่าต่ำสุด

จากตัวแบบในรูปเมตริกซ์ ได้ว่า $\tilde{\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}} = \mathbf{Y} - \mathbf{X}\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}$

ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเขียนได้เป็น

$$\tilde{\hat{\varepsilon}}'\tilde{\hat{\varepsilon}} = \left(\tilde{\mathbf{Y}} - \mathbf{X}\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}\right)'\left(\tilde{\mathbf{Y}} - \mathbf{X}\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}\right)$$
$$= \left(\tilde{\mathbf{Y}}' - \tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}'\mathbf{X}'\right)\left(\tilde{\mathbf{Y}} - \mathbf{X}\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}\right)$$
$$= \tilde{\mathbf{Y}}'\tilde{\mathbf{Y}} - \tilde{\mathbf{Y}}'\mathbf{X}\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}} - \tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}'\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{Y}} + \tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}$$
$$= \tilde{\mathbf{Y}}'\tilde{\mathbf{Y}} - 2\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}'\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{Y}} + \tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}$$

โดยการหาอนุพันธ์ของ $\tilde{\hat{\varepsilon}}'\tilde{\hat{\varepsilon}}$ เทียบกับ $\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}$ แล้วกำหนดให้เท่ากับ 0 นั่นคือ

$$\therefore \quad \frac{\partial}{\partial\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}}\tilde{\hat{\varepsilon}}'\tilde{\hat{\varepsilon}} = \frac{\partial}{\partial\hat{\boldsymbol{\beta}}}\left(\tilde{\mathbf{Y}}'\tilde{\mathbf{Y}} - 2\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}'\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{Y}} + \tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}\right) = 0$$

$$-2\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{Y}} + 2\mathbf{X}'\mathbf{X}\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}} = 0$$

ซึ่งทำให้ได้สมการปกติ (Normal Equation) ดังนี้

$$\mathbf{X}'\mathbf{X}\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}} = \mathbf{X}'\tilde{\mathbf{Y}}$$

ในกรณีที่ $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ ไม่ใช่เมตริกซ์เอกฐาน (Nonsingular matrix) นั่นคือสามารถหา $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$ ได้

ดังนั้น $\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{Y}}$

2.3 คุณสมบัติของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

2.3.1 ความไม่เอนเอียง (Unbiasedness)

เมื่อ $\tilde{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$ และ $E(\tilde{\varepsilon}) = \mathbf{0}$ ตัวประมาณกำลังสองน้อยที่สุดของ $\tilde{\boldsymbol{\beta}}$ เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง นั่นคือ $\mathbf{E}\left(\tilde{\hat{\beta}}\right) = \tilde{\beta}$

<u>พิสูจน์</u> จาก

$$\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}} = (X'X)^{-1}X'\tilde{\mathbf{Y}}$$
$$= (X'X)^{-1}X'\left(X\tilde{\beta} + \tilde{\varepsilon}\right)$$
$$= (X'X)^{-1}X'X\tilde{\beta} + (X'X)^{-1}X'\tilde{\varepsilon}$$
$$= \tilde{\beta} + (X'X)^{-1}X'\tilde{\varepsilon}$$

$$E\left(\tilde{\hat{\beta}}\right) = E\left(\tilde{\beta}\right) + E(X'X)^{-1}X'\tilde{\varepsilon}$$
$$= \tilde{\beta} + (x'x)^{-1}x'E(\tilde{\varepsilon})$$
$$= \tilde{\beta} \quad ; \quad E(\tilde{\varepsilon}) = 0$$

$\therefore \ \tilde{\hat{\beta}}$ เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงสำหรับ $\tilde{\beta}$

2.3.2 ความแปรปรวนของ $\hat{\tilde{\beta}} = \sigma^2(X'X)^{-1}$

เมื่อ $E(\tilde{\varepsilon}) = \mathbf{0}$, $\mathbf{Var}(\tilde{\varepsilon}) = \sigma^2 I$

<u>พิสูจน์</u>

จาก $$\hat{\tilde{\beta}} - \tilde{\beta} = (X'X)^{-1}X'\tilde{\varepsilon}$$

$$\begin{aligned}
Var\left(\hat{\tilde{\beta}}\right) &= E\left(\hat{\tilde{\beta}} - E\left(\hat{\tilde{\beta}}\right)\right)\left(\hat{\tilde{\beta}} - E\left(\hat{\tilde{\beta}}\right)\right)' \\
&= E\left(\hat{\tilde{\beta}} - \tilde{\beta}\right)\left(\hat{\tilde{\beta}} - \tilde{\beta}\right)' \\
&= E\left[(X'X)^{-1}X'\tilde{\varepsilon}\tilde{\varepsilon}'X(X'X)^{-1}\right] \\
&= (X'X)^{-1}X'E(\tilde{\varepsilon}\tilde{\varepsilon})'X(X'X)^{-1}
\end{aligned}$$

$$\therefore Var\left(\hat{\tilde{\beta}}\right) = \sigma^2(X'X)^{-1}$$

2.3.3 ค่าประมาณความแปรปรวนของ $\hat{\tilde{\beta}} = \sigma^2(X'X)^{-1}$

เมื่อ $\hat{\sigma}^2 = \dfrac{1}{n-p}\sum_{i=1}^{n}\hat{\tilde{\varepsilon}}_i^2$

จาก $$Var\left(\hat{\tilde{\beta}}\right) = \sigma^2(X'X)^{-1}$$

ในกรณีที่ไม่ทราบ σ^2 จึงต้องทำการประมาณ

จาก $$\hat{\tilde{\beta}} = \tilde{\beta} + (X'X)^{-1}X'\tilde{\varepsilon}$$

พิจารณา

$$\begin{aligned}
\hat{\tilde{\varepsilon}} &= \tilde{Y} - \hat{\tilde{Y}} \\
&= \tilde{Y} - X\hat{\tilde{\beta}} \\
&= X\tilde{\beta} + \tilde{\varepsilon} - X\left[\tilde{\beta} + (X'X)^{-1}X'\tilde{\varepsilon}\right] \\
&= X\tilde{\beta} + \tilde{\varepsilon} - X\tilde{\beta} - X(X'X)^{-1}X'\tilde{\varepsilon} \\
&= \tilde{\varepsilon} - X(X'X)^{-1}X'\tilde{\varepsilon} \\
&= \left[I_n - X(X'X)^{-1}X'\right]\tilde{\varepsilon} \\
&= M\tilde{\varepsilon}
\end{aligned}$$

เมื่อ $M = I_n - X(X'X)^{-1}X'$ เป็น Symmetric Matrix และเป็น Idempotent Matrix นั่นคือ $M^2 = M$ และ $M' = M$

<u>พิสูจน์</u>

$$
\begin{aligned}
MM &= \left[I_n - X(X'X)^{-1}X'\right]\left[I_n - X(X'X)^{-1}X'\right] \\
&= I_n - X(X'X)^{-1}X' - X(X'X)^{-1}X' + X(X'X)^{-1}X'X(X'X)^{-1}X' \\
&= I_n - X(X'X)^{-1}X' - X(X'X)^{-1}X' + X(X'X)^{-1}X' \\
&= I_n - X(X'X)^{-1}X' \\
&= M
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
M' &= \left[I_n - X(X'X)^{-1}X'\right]' \\
&= \left[I_n - X(X'X)^{-1}X'\right]' \\
&= M
\end{aligned}
$$

M เป็น Idempotent Matrix จริง

$$
\begin{aligned}
E\left(\hat{\tilde{\varepsilon}}'\hat{\tilde{\varepsilon}}\right) &= E(\tilde{\varepsilon}'M'M\tilde{\varepsilon}) \\
&= E(\tilde{\varepsilon}'M\tilde{\varepsilon}) \\
&= E(tr\tilde{\varepsilon}'M\tilde{\varepsilon}) \\
&= E(trM\tilde{\varepsilon}\tilde{\varepsilon}') \\
&= trE(M\tilde{\varepsilon}\tilde{\varepsilon}') \\
&= trM\,E(\tilde{\varepsilon}\tilde{\varepsilon}') \\
&= \sigma^2 tr(M) \\
&= \sigma^2\left[tr\left(I_n - X(X'X)^{-1}X'\right)\right] \\
&= \sigma^2\left[trI_n - tr\left(X(X'X)^{-1}X'\right)\right] \\
&= \sigma^2\left[trI_n - trX'X(X'X)^{-1}\right] \\
&= \sigma^2\left(trI_n - trI_p\right) \\
&= \sigma^2(n-p)
\end{aligned}
$$

$$
E\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}\hat{\tilde{\varepsilon}}_i^2}{n-p}\right) = \sigma^2
$$

$\sum_{i=1}^{n}\frac{\hat{\tilde{\varepsilon}}_i^2}{n-p}$ เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงสำหรับ σ^2

ค่าความแปรปรวนของ $\hat{\tilde{\beta}} = \sigma^2(X'X)^{-1}$ เมื่อ $\hat{\sigma}^2 = \sum_{i=1}^{n}\frac{\hat{\tilde{\varepsilon}}_i^2}{n-p}$

2.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีบูตสแตรป

2.4.1 วิธีบูตสแตรป (Bootstrap Method)

วิธีการหาตัวประมาณของพารามิเตอร์วิธีนี้ เป็นวิธีที่เสนอขึ้นโดย Bradley Efron ในปี ค.ศ. 1979 โดยมีหลักเกณฑ์คือ เป็นการสุ่มตัวอย่างจากประชากรแบบใส่คืน (With Replacement) นั่นคือเป็นการสุ่มตัวอย่างที่ยอมให้มีหน่วยตัวอย่างซ้ำกันได้ โดยที่แต่ละหน่วยตัวอย่างมีโอกาสในการถูกสุ่มเท่ากัน ทำการสุ่มตัวอย่างด้วยจำนวนครั้งที่มากพอ เพื่อสร้างการแจกแจงของตัวสถิติตัวอย่างแล้วนำมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่สนใจ

Bradley Efron (1979) เสนอให้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบคืนที่ขนาด n จากตัวอย่างสุ่มชุดเดียวที่มี เพื่อสร้างชุดตัวอย่างขนาด n ที่เป็นไปได้นั่นคือ แทนที่จะสุ่มตัวอย่างซ้ำๆ จากประชากรที่มีฟังก์ชันการแจกแจง F โดยตรง จะใช้การสุ่มตัวอย่างจาก Empirical distribution function (F_n) ของข้อมูลตัวอย่างโดยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

สุ่มตัวอย่างมา n ตัว คือ $x_1, x_2, \ldots, x_n$ จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบต่างๆ สร้างฟังก์ชันการแจกแจงโดยให้ความน่าจะเป็นของ $x_i, i = 1,2,\ldots,n$ เป็น $\frac{1}{n}$ ซึ่งเรียกฟังก์ชันการแจกแจงแบบนี้ว่า Empirical distribution function

ให้ θ เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณในประชากรดังกล่าวนี้ และให้ $\hat{\theta}_B$ เป็นค่าประมาณของพารามิเตอร์ θ ด้วยวิธีบูตสแตรป ที่คำนวณจากข้อมูลตัวอย่างขนาด n โดยการสุ่มตัวอย่างจะทำการสุ่มตัวอย่างทีละ 1 ค่า จำนวน n ครั้ง จากชุดตัวอย่าง $x_1, x_2, \ldots, x_n$ โดยค่าที่ได้จะคืนกลับไปในชุดตัวอย่างก่อนที่จะมีการสุ่มตัวอย่างครั้งต่อไป ดังนั้นในตัวอย่างขนาด n ชุดหนึ่งค่าของ $x_i, i = 1,2,\ldots,n$ อาจเกิดได้มากกว่า 1 ครั้ง ให้ $x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*$ เป็นชุดของตัวอย่างขนาด n ที่สุ่มได้ ซึ่งจะเรียกว่าชุดของตัวอย่างดังกล่าวนี้ว่าตัวอย่างบูตสแตรป (Bootstrap sample) ซึ่งการหาค่าประมาณด้วยวิธีการบูตสแตรป จะเริ่มจาก

ครั้งที่ 1 ทำการสุ่มตัวอย่างทีละ 1 ค่า แบบคืนที่จำนวน n ครั้ง จากชุดของตัวอย่าง จะได้ $x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*$ แล้วคำนวณค่าประมาณของ θ จะได้ค่าประมาณ คือ $\hat{\theta}_1^*$

ครั้งที่ 2 ทำการสุ่มตัวอย่างทีละ 1 ค่า แบบคืนที่จำนวน n ครั้ง จากชุดของตัวอย่าง จะได้ $x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*$ แล้วคำนวณค่าประมาณของ θ จะได้ค่าประมาณ คือ $\hat{\theta}_2^*$

$\vdots$

ครั้งที่ B ทำการสุ่มตัวอย่างทีละ 1 ค่า แบบคืนที่จำนวน n ครั้ง จากชุดของตัวอย่าง จะได้ $x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*$ แล้วคำนวณค่าประมาณของ θ จะได้ค่าประมาณ คือ $\hat{\theta}_B^*$

ด้วยการทำซ้ำ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วจำนวน B ครั้ง จะได้ค่าประมาณของ θ จำนวน B ตัว คือ $\hat{\theta}_1^*, \hat{\theta}_2^*, \ldots, \hat{\theta}_B^*$ นำมาสร้างฮิสโตแกรม (Histogram) โดยกำหนดให้แต่ละตัวมีความน่าจะเป็น

เท่ากัน เท่ากับ $\frac{1}{B}$ จะได้การแจกแจงของตัวสถิติตัวอย่างบูตสแตรป (The bootstrap sampling distribution)

ให้ $\hat{\theta}_B$ เป็นตัวประมาณของพารามิเตอร์ θ ด้วยวิธีบูตสแตรป ซึ่งการหาค่าประมาณแบบจุดจะถูกกำหนดโดย

$$\hat{\theta}_B = \frac{\sum_{i=1}^{B}\hat{\theta}_i^*}{B}$$

การหาค่าประมาณแบบช่วงของพารามิเตอร์ θ ด้วยวิธีบูตสแตรป ที่ระดับนัยสำคัญ α จะได้ว่า

$$P(\hat{\theta}_{BL} < \theta < \hat{\theta}_{BU}) = 1-\alpha$$

ซึ่งหาจากการแจกแจงตัวสถิติตัวอย่างบูตสแตรป $\hat{\theta}_1^*, \hat{\theta}_2^*, \ldots, \hat{\theta}_B^*$ ที่ได้นำมาจัดเรียงจากค่าน้อยไปมาก จากนั้นคำนวณหาค่าที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ $100(\alpha/2)$ กำหนดให้เป็น $\hat{\theta}_{BL}$ และหาค่าที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ $100(1-\alpha/2)$ กำหนดให้เป็น $\hat{\theta}_{BU}$ ดังนั้นจะได้ว่า $CI(1-\alpha)100\%$ ด้วยวิธีบูตสแตรปคือ $(\hat{\theta}_{BL}, \hat{\theta}_{BU})$

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเอาวิธีบูตสแตรปมาใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น กรณีที่ไม่ทราบลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน ซึ่งมีรายละเอียดในการแสดงในรูปของเวกเตอร์และเมตริกซ์ได้ดังนี้

2.4.1.1 การหาตัวประมาณโดยวิธีบูตสแตรป

จาก $\tilde{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$

เมื่อ $\mathbf{E}(\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}) = \tilde{\mathbf{0}}$

$\mathbf{E}(\tilde{\varepsilon}\tilde{\varepsilon}') = \sigma^2\mathbf{I}$

$\boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2, \ldots, \boldsymbol{\varepsilon}_n \overset{\mathbf{iid}}{\sim} \mathbf{F}$; $\mathbf{i} = 1, 2, \ldots, \mathbf{n}$; ไม่ทราบการแจกแจง $\mathbf{F}$

การหาตัวประมาณกระทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. คำนวณหาค่าโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ได้ $\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}} = (\mathbf{X'X})^{-1}\mathbf{X'}\tilde{\mathbf{Y}}$

และ $\tilde{\hat{\mathbf{Y}}} = \mathbf{X}\tilde{\hat{\boldsymbol{\beta}}}$

หาค่าประมาณของความคลาดเคลื่อนจาก $\tilde{\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}} = \tilde{\mathbf{Y}} - \tilde{\hat{\mathbf{Y}}}$ ซึ่ง $\sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{n}} \tilde{\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}}_{\mathbf{i}} = \mathbf{0}$

2. จากค่า $\tilde{\hat{\varepsilon}}_i$ ทำการสุ่มตัวอย่าง ขนาด n แบบใส่คืน จะได้

$$\tilde{\varepsilon}_1^{**}, \tilde{\varepsilon}_2^{**}, \ldots, \tilde{\varepsilon}_n^{**}$$

$$\tilde{\varepsilon}_i^{**} \overset{iid}{\sim} F \quad ; i = 1,2,\ldots,n$$

3. นำค่า $\tilde{\varepsilon}_i^{**}$ มาพิจารณาโดยรวมไว้ในสมการ

จะได้ $$\tilde{Y}^{**} = X\tilde{\hat{\beta}} + \tilde{\varepsilon}^{**}$$

คำนวณหาค่า $\tilde{\hat{\beta}}^{**}$ โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยยึดหลักเกณฑ์เดียวกัน คือ ทำการหา $\tilde{\hat{\beta}}^{**}$ ซึ่งเป็นตัวประมาณกำลังสองน้อยที่สุดของ $\tilde{\hat{\beta}}$

ที่ทำให้ที่ทำให้ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน $\sum_{i=1}^{n} \hat{\varepsilon}^{**2}_{i} = \hat{\varepsilon}^{**\prime}\tilde{\hat{\varepsilon}}^{**}$ มีค่าต่ำสุด

จากตัวแบบในรูปเมตริกซ์ ได้ว่า $\tilde{\hat{\varepsilon}}^{**} = \tilde{Y}^{**} - X\tilde{\hat{\beta}}^{**}$

ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเขียนได้เป็น

$$\begin{aligned}
\hat{\varepsilon}^{**\prime}\tilde{\hat{\varepsilon}}^{**} &= \left(\tilde{Y}^{**} - X\tilde{\hat{\beta}}^{**}\right)'\left(\tilde{Y}^{**} - X\tilde{\hat{\beta}}^{**}\right) \\
&= \left(\tilde{Y}^{**\prime} - \tilde{\hat{\beta}}^{**\prime}X'\right)\left(\tilde{Y}^{**} - X\tilde{\hat{\beta}}^{**}\right) \\
&= \tilde{Y}^{**\prime}\tilde{Y}^{**} - \tilde{Y}^{**\prime}X\tilde{\hat{\beta}}^{**} - \tilde{\hat{\beta}}^{**\prime}X'\tilde{Y}^{**} + \tilde{\hat{\beta}}^{**\prime}X'X\tilde{\hat{\beta}}^{**} \\
&= \tilde{Y}^{**\prime}\tilde{Y}^{**} - 2\tilde{\hat{\beta}}^{**\prime}X'\tilde{Y}^{**} + \tilde{\hat{\beta}}^{**\prime}X'X\tilde{\hat{\beta}}^{**}
\end{aligned}$$

โดยการหาอนุพันธ์ของ $\tilde{\hat{\varepsilon}}'\tilde{\hat{\varepsilon}}$ เทียบกับ $\tilde{\hat{\beta}}$ แล้วกำหนดให้เท่ากับ 0 นั่นคือ

$$\therefore \quad \frac{\partial}{\partial\tilde{\hat{\beta}}^{**}}\tilde{\hat{\varepsilon}}^{**\prime}\tilde{\hat{\varepsilon}}^{**} = \frac{\partial}{\partial\hat{\beta}^{**}}\left(\tilde{Y}^{**\prime}\tilde{Y}^{**} - 2\tilde{\hat{\beta}}^{**\prime}X'\tilde{Y}^{**} + \tilde{\hat{\beta}}^{**\prime}X'X\tilde{\hat{\beta}}^{**}\right) = 0$$

$$-2X'\tilde{Y}^{**} + 2X'X\tilde{\hat{\beta}}^{**} = 0$$

$$\therefore \quad X'X\tilde{\hat{\beta}}^{**} = X'\tilde{Y}^{**}$$

$$\therefore \quad \tilde{\hat{\beta}}^{**} = (X'X)^{-1}X'\tilde{Y}^{**}$$

4. กระทำตามขั้นตอนในข้อที่ 2-3 ซ้ำ B ครั้ง จะได้ $\tilde{\hat{\beta}}^{**1}, \tilde{\hat{\beta}}^{**2}, \ldots, \tilde{\hat{\beta}}^{**B}$

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น 3 วิธี คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ โดยจะประมาณ ค่าสัมประสิทธิ์ ความถดถอยของ ค่าความเอนเอียง , ค่าความแปรปรวน, ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง และค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบการประมาณค่าแบบจุด และจะทำการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธีต่างๆ ดังกล่าว ในลักษณะประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ วิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบการประมาณค่าแบบช่วง เพื่อหาวิธีการประมาณที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งจะสร้างข้อมูลให้ความคลาดเคลื่อน (ε) มีการแจกแจงแบบปกติ แบบเอกรูป แบบโลจิสติก แบบดับเบิ้ลเอ็กซ์ - โปเนนเชียล แบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution และแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution ทั้งนี้เนื่องจากการแจกแจงแบบต่างๆดังกล่าว ยกเว้นการแจกแจงแบบปกติ เป็นการแจกแจงที่มีลักษณะการกระจายไปทางหางมากหรือมีหางยาวกว่าปกติ ซึ่งเป็นลักษณะที่สนใจศึกษา ยกเว้นการแจกแจงแบบเอกรูป ที่ศึกษาเนื่องจากต้องการทราบผลสรุปในกรณีที่ ε มีการแจกแจงไม่เป็นทั้งแบบปกติ และไม่มีลักษณะการกระจายไปทางหางมากหรือหางยาวกว่าปกติ และที่สนใจศึกษากรณีที่ ε มีการแจกแจงแบบปกติด้วย เพราะว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีบูตสแตรปไม่จำเป็นต้องมีข้อตกลงเกี่ยวกับการแจกแจงของ ε คือ ε อาจจะมีลักษณะการแจกแจงแบบใดก็ได้ที่ไม่ทราบ ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งแบบปกติและไม่ปกติ

การจำลองข้อมูลในแต่ละสถานการณ์จะจำลองขึ้นด้วยการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชั่น ด้วยโปรแกรม R เวอร์ชัน 2.10 ในการจำลองข้อมูล ในบทนี้จะกล่าวถึงแผนการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย และขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 แผนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดสถานการณ์ต่างๆที่จะทำการศึกษาดังนี้

1. ตัวแบบที่ใช้ในการศึกษาคือ ตัวแบบความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย
2. กำหนดระดับความเชื่อมั่น 90% , 95% และ 99%
3. ขนาดตัวอย่างที่ใช้คือ 25, 50, 75 และ 100

4. ตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบ N(0,1) และ U(-3,3)

5. กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นเป็น $\tilde{\boldsymbol{\beta}} = (\boldsymbol{\beta}_0, \boldsymbol{\beta}_1)' = (1,1)'$

6. ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนที่ศึกษามีดังนี้

- การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)
- การแจกแจงแบบเอกรูป (Uniform Distribution)
- การแจกแจงแบบโลจิสติก (Logistic Distribution)
- การแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล (Double Exponential distribution)
- การแจกแจงแบบ SEV (Smallest Extreme Value Distribution; SEV)
- การแจกแจงแบบ GEV (Greatest Extreme Value Distribution; GEV)

7. ทุกลักษณะการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อน (ε) กำหนดให้มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวน เป็น 1 , 25 และ 100

8. การสุ่มตัวอย่างในวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์กระทำซ้ำ 1,000 ครั้ง

9. การสุ่มตัวอย่างในวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์กระทำซ้ำ 1,000 ครั้ง

10.การศึกษาในครั้งนี้ใช้โปรแกรม R version 2.10 จำลองการทดลองในแต่ละสถานการณ์โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซีมูเลชั่น (Monte Carlo Simulation) กระทำซ้ำ 5,000 ครั้ง

11. วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่นำมาใช้เปรียบเทียบมี 3 วิธีการประมาณ ดังนี้

11.1 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square Method)

11.2 วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ (Parametric Bootstrap Method)

11.3 วิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (Nonparametric Bootstrap Method)

3.2 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

สำหรับการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

1. สร้างข้อมูลของตัวแปรอิสระ (X)

สร้างข้อมูลของตัวแปรอิสระ (X) โดยกำหนดให้ข้อมูลของตัวแปรอิสระมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 1 และข้อมูลของตัวแปรอิสระมีการแจกแจงแบบเอกรูปที่มี min เท่ากับ -3 และ max เท่ากับ 3

2. สร้างข้อมูลของความคลาดเคลื่อน(ε)

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการสร้างการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนแบบปกติ แบบเอกรูป แบบโลจิสติก แบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบSmallest Extreme Value (SEV) distribution และแบบGreatest Extreme Value (GEV) distribution สำหรับโปรแกรม R version 2.10 ซึ่ง

รายละเอียดในการสร้างการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนแบบต่างๆ โดยกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อน (ε) มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 ในการวิจัยผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบภายใต้สถานการณ์ที่มีค่าความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน เป็น 1 , 25 และ 100 เป็นดังนี้

2.1 ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ใช้ฟังก์ชัน rnorm(n, μ , σ) โดยที่ n แทนขนาดตัวอย่าง μ แทนค่าเฉลี่ยที่กำหนดให้เป็น 0 และ σ แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนั้นกรณีที่

- ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 1 จะได้ว่า σ มีค่าเท่ากับ 1
- ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 25 จะได้ว่า σ มีค่าเท่ากับ 5
- ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 100 จะได้ว่า σ มีค่าเท่ากับ 10

2.2 ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบเอกรูป ใช้ฟังก์ชัน runif(n,a,b) โดยที่ n แทนขนาดตัวอย่าง a แทนค่า min และ b แทนค่า max โดยกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อน (ε) มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 ดังนั้นกรณีที่

- ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 1 จะได้ว่า a= $-\sqrt{3}$ และ b= $\sqrt{3}$
- ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 25 จะได้ว่า a= $-5\sqrt{3}$ และ b= $5\sqrt{3}$
- ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 100 จะได้ว่า a= $-10\sqrt{3}$ และ b= $10\sqrt{3}$

2.3 ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติก ใช้ฟังก์ชัน rlogis(n, μ^* , σ^*) โดยที่ n แทนขนาดตัวอย่าง μ^* แทนค่าเฉลี่ยที่กำหนดให้เป็น 0 และ σ^* เป็นค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้ได้ความแปรปรวนเป็น 1, 25 และ 100 โดยที่การแจกแจงแบบโลจิสติกมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ $(\pi\sigma^*)^2/3$ ดังนั้นกรณีที่

- ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 1 จะได้ว่า $\sigma^* = \sqrt{3}/\pi$
- ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 25 จะได้ว่า $\sigma^* = 5\sqrt{3}/\pi$
- ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 100 จะได้ว่า $\sigma^* = 10\sqrt{3}/\pi$

2.4 ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล ใช้ฟังก์ชัน rlaplace(n, α , β) โดยที่ n แทนขนาดตัวอย่าง α แทนค่าเฉลี่ยที่กำหนดให้เป็น 0 และ β เป็นค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้ได้ความแปรปรวนเป็น 1, 25 และ 100 โดยที่การแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ $2\beta^2$ ดังนั้นกรณีที่

- ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 1 จะได้ว่า $\beta = 1/\sqrt{2}$
- ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 25 จะได้ว่า $\beta = 5/\sqrt{2}$
- ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 100 จะได้ว่า $\beta = 5\sqrt{2}$

2.5 ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution จะไม่มีคำสั่งสำเร็จรูปที่เรียกใช้ได้เลย ดังนั้นในขั้นแรกต้องสร้างความคลาดเคลื่อนให้มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ก่อน จากนั้นกำหนดค่า μ^{**} และ σ^{**} เป็นค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1, 25 และ 100 โดยที่การแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าความแปรปรวนเท่ากับ $(\pi\sigma^{**})^2/6$ ดังนั้นกรณีที่

- ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็น 0 และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 1 จะได้ว่า $\mu^{**} = 0.45$ และ $\sigma^{**} = 0.78$

- ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็น 0 และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 1 จะได้ว่า $\mu^{**} = 2.25$ และ $\sigma^{**} = 12.25$

- ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็น 0 และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 1 จะได้ว่า $\mu^{**} = 4.50$ และ $\sigma^{**} = 24.50$

2.6 ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution จะไม่มีคำสั่งสำเร็จรูปที่เรียกใช้ได้เลย ดังนั้นในขั้นแรกต้องสร้างความคลาดเคลื่อนให้มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ก่อน จากนั้นกำหนดค่า $\boldsymbol{\alpha}^*$ และ β^* เป็นค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1, 25 และ 100 โดยที่การแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าความแปรปรวนเท่ากับ $(\pi\beta^*)^2/6$ ดังนั้นกรณีที่

- ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็น 0 และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 1 จะได้ว่า $\alpha^* = -0.45$ และ $\beta^* = 0.78$

- ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็น 0 และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 1 จะได้ว่า $\alpha^* = -2.25$ และ $\beta^* = 12.25$

- ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็น 0 และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น 1 จะได้ว่า $\alpha^* = -4.50$ และ $\beta^* = 24.50$

3. สร้างข้อมูลตัวแปรตาม จากรูปแบบความสัมพันธ์ $\tilde{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$

จากรูปแบบความสัมพันธ์ $\tilde{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$ ในการสร้างข้อมูลจะเริ่มจากการกำหนดขนาดของตัวอย่างที่ต้องการศึกษา จำนวนตัวแปรอิสระ ค่าพารามิเตอร์ $\tilde{\boldsymbol{\beta}} = (1,1)'$ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบต่างๆ โดยกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อน (ε) มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนเป็น 1, 25 และ 100 แล้วสร้างค่าคงที่ $\mathbf{X}$ จากนั้นก็ใช้คำสั่งใน

โปรแกรม R version 2.10 เพื่อสร้างค่าความคลาดเคลื่อนที่มีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบต่างๆ ตามที่ต้องการศึกษา แล้วจึงสร้างค่า $\tilde{\mathbf{Y}}$ ตามรูปแบบความสัมพันธ์ดังกล่าว

4. การหาค่าประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น 3 วิธี คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ และไม่ใช้พารามิเตอร์

4.1 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square Method)

จากข้อมูลของตัวแปรอิสระ ข้อมูลของความคลาดเคลื่อนจากการแจกแจงที่มีขนาดตามที่กำหนด และกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น $\tilde{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{1,1})'$ สร้าง $\tilde{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$ จากนั้นนำมาหาค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ทำให้ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน ($\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i^2$) มีค่าต่ำสุดจะได้ว่า $\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}_{\mathbf{OLS}} = (\mathbf{X'X})^{-1}\mathbf{X'}\tilde{\mathbf{Y}}$ เป็นค่าประมาณของค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยที่ได้จากวิธีนี้

4.2 วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ (Parametric Bootstrap Method)

4.2.1 จากค่า $\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}_{\mathbf{OLS}} = (\mathbf{X'X})^{-1}\mathbf{X'}\tilde{\mathbf{Y}}$ ที่ได้โดย วิธีกำลังสองน้อยที่สุด นำมาคำนวณหาค่า $\hat{\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}} = \mathbf{Y} - \mathbf{X}\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}$

4.2.2 ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ $\tilde{\boldsymbol{\theta}}$ ของการแจกแจงค่าความคลาดเคลื่อน ($\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$) ภายใต้เงื่อนไขที่ว่า $\mathbf{E}(\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}) = \tilde{\mathbf{0}}$ โดยใช้วิธี (Maximum Likelihood Estimation ; MLE) ในการประมาณค่า $\hat{\boldsymbol{\Theta}}$

4.2.3 สุ่ม $\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}^*$ จากการแจกแจงโดยใช้ค่า $\hat{\boldsymbol{\Theta}}$

4.2.4 แทนค่า $\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}^*$ ในสมการ $\tilde{\mathbf{Y}}^* = \mathbf{X}\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}_{\mathbf{OLS}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}^*$ คำนวณหาค่า $\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}^*_{\mathbf{PB}} = (\mathbf{X'X})^{-1}\mathbf{X'}\tilde{\mathbf{Y}}^*$

4.2.5 กระทำตามขั้นในข้อที่ 4.2.3-4.2.4 ซ้ำ 1,000 ครั้งจะได้ $\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}^{*\,1}_{\mathbf{PB}}, \hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}^{*\,2}_{\mathbf{PB}}, \ldots, \hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}^{*\,1000}_{\mathbf{PB}}$

4.3 วิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (Nonparametric Bootstrap Method)

4.3.1 จากค่า $\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}_{\mathbf{OLS}} = (\mathbf{X'X})^{-1}\mathbf{X'}\tilde{\mathbf{Y}}$ ที่ได้โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด หาค่าประมาณของความคลาดเคลื่อนจาก $\hat{\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}} = \tilde{\mathbf{Y}} - \hat{\tilde{\mathbf{Y}}}$

4.3.2 จากค่า $\hat{\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}}_{\mathbf{i}}$ ทำการสุ่มตัวอย่าง ขนาด n แบบใส่คืน จะได้ $\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}_{\mathbf{1}}^{**}, \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}_{\mathbf{2}}^{**}, \ldots, \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}_{\mathbf{n}}^{**}$

4.3.3 แทนค่า $\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}^{**}$ ในสมการ $\tilde{\mathbf{Y}}^{**} = \mathbf{X}\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}_{\mathbf{OLS}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}^{**}$ คำนวณหาค่า $\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}^{**}_{\mathbf{NPB}} = (\mathbf{X'X})^{-1}\mathbf{X'}\tilde{\mathbf{Y}}^{**}$

4.3.4 กระทำตามขั้นในข้อที่ 4.3.2-4.3.3 ซ้ำ 1,000 ครั้ง จะได้ $\hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}^{**\,1}_{\mathbf{NPB}}, \hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}^{**\,2}_{\mathbf{NPB}}, \ldots, \hat{\tilde{\boldsymbol{\beta}}}^{**\,1000}_{\mathbf{NPB}}$

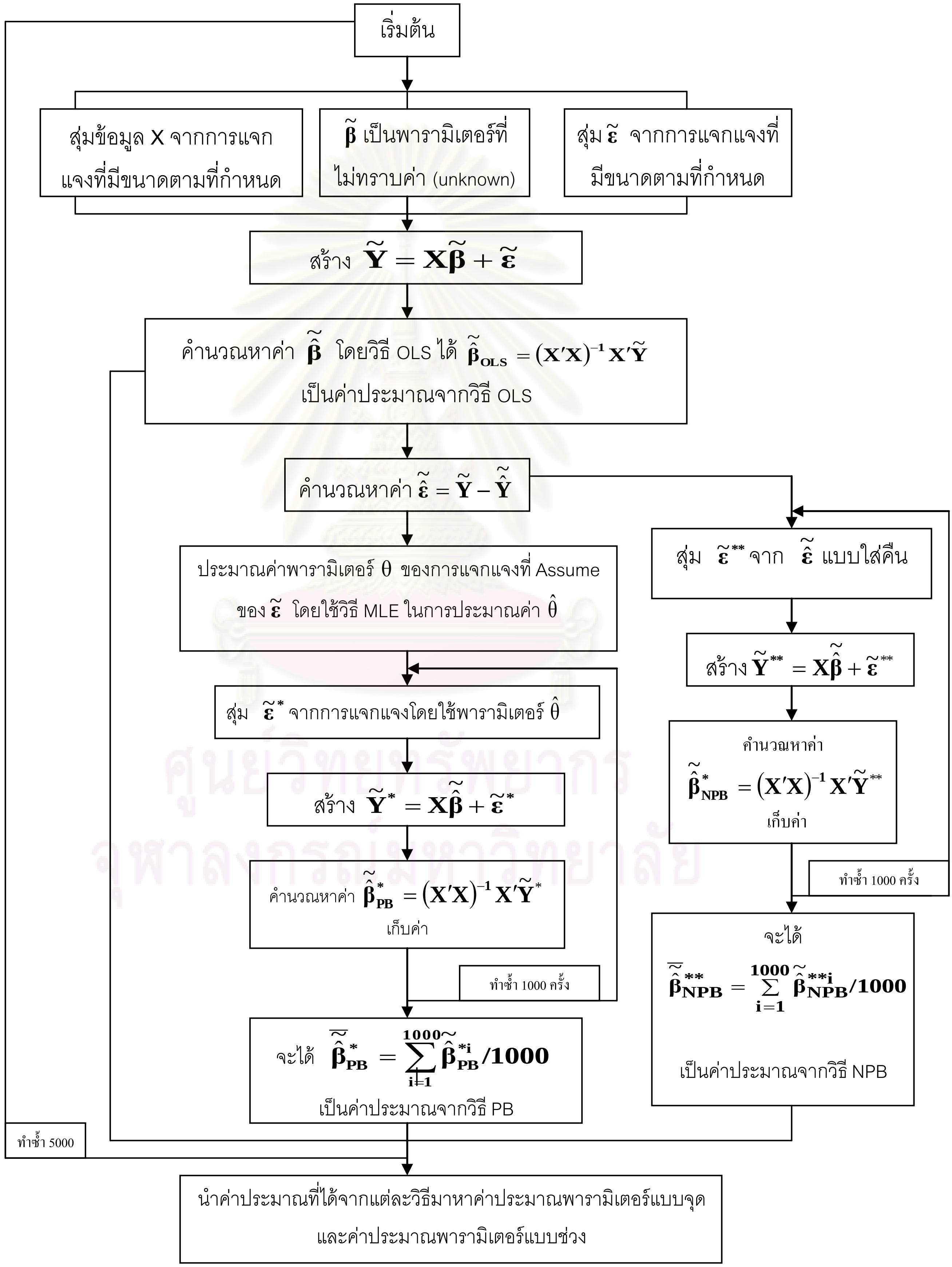
5. คำนวณหาการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น 3 วิธี คือ วิธี OLS ,วิธี PB และวิธี NPB โดยคำนวณหาค่าความเอนเอียง (BIAS), ค่าความแปรปรวน (VARIANCE), ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE), ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{MSE}$; โดย $\overline{MSE}$ คือ ค่าเฉลี่ยของ MSE จากการประมาณ $\tilde{\beta}_0$ และ $\tilde{\beta}_1$), ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative Efficiency) และค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Confidence Coefficient)

6. สรุปผลการวิจัยในแต่ละสถานการณ์

ทำการเปรียบเทียบสำหรับแต่ละวิธีการประมาณแล้วทำการสรุปผลว่าวิธีการประมาณใดเหมาะสมสำหรับการประมาณค่าในสถานการณ์นั้นๆ

3.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

ภาพที่ 3.1 แสดงค่าประมาณของค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในส มการถดถอยเชิงเส้นที่ได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด , วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ, แบบเอกรูป, แบบโลจิสติก, แบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล , แบบSmallest Extreme Value (SEV) distribution และแบบGreatest Extreme Value (GEV) distribution โดยกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อน (ε) มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 ในการวิจัยผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบภายใต้สถานการณ์ที่มีค่าความแปรปรวนของค่า ความคลาดเคลื่อน เป็น 1, 25 และ 100 ขนาดตัวอย่างที่ใช้คือ 25, 50, 75 และ 100 และระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% นอกจากนี้ได้มีการกำหนดให้ตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1) และ U(-3,3) และกำหนดให้ $\tilde{\boldsymbol{\beta}}' = (\boldsymbol{\beta}_0, \boldsymbol{\beta}_1)' = (1,1)'$ เมื่อ $\tilde{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} + \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}$ ผลการวิจัยภายใต้การจำลองข้อมูลที่ทำซ้ำ 5,000 ครั้ง

<u>สำหรับการนำเสนอผลการวิจัยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้</u>

ส่วนที่ 1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าในสมการถดถอยเชิงเส้นในการประมาณค่าแบบจุด (Point Estimation)

ส่วนที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าในสมการถดถอยเชิงเส้นในการประมาณค่าแบบช่วง (Interval Estimation)

ผลการวิจัยจะนำเสนอในรูปตารางดังนั้น เพื่อความสะดวกในการอธิบาย จะใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้แทนความหมายต่างๆดังนี้

n	หมายถึง	ขนาดตัวอย่าง
$\boldsymbol{\beta}_0, \boldsymbol{\beta}_1$	หมายถึง	ตัวประมาณของค่าสัมประสิทธิ์สมการถดถอยเชิงเส้น
MSE	หมายถึง	ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย
VARIANCE	หมายถึง	ความแปรปรวน
BIAS	หมายถึง	ความเอนเอียง
$\overline{\mathrm{MSE}}$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของค่า MSE
OLS	หมายถึง	วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

PB หมายถึง วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์

NPB หมายถึง วิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

4.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าในสมการถดถอยเชิงเส้นในการประมาณค่าแบบจุด

สำหรับการหาความเอนเอียง, ความแปรปรวน และความคลาดเคลื่อน กำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ ในสมการถดถอย เชิงเส้นที่ได้จากทั้ง 3 วิธี คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ จะนำเสนอในรูปของตาราง ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อน (ε) มีการแจกแจงลักษณะต่างๆ และตามขนาดตัวอย่างที่กล่าวมาแล้วด้วยตารางที่ 4.1 - 4.18

จากค่าความเอนเอียง, ความแปรปรวน และความคลาดเคลื่อน กำลังสองเฉลี่ย ที่ได้ของทั้ง 3 วิธี ซึ่งนำเสนอเป็นตารางแล้วนั้น นอกจากนั้นจะทำการพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้นของวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธี โดยพิจารณาค่า $\overline{\mathrm{MSE}}$ จะนำเสนอด้วยตารางที่ 4.19 - 4.24 และจะทำการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และ ค่าเฉลี่ยของค่า ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของวิธีต่างๆดังกล่าว ในลักษณะค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของ วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ เมื่อเทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของ วิธีบูตสแตรปแบบ ไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยจะนำเสนอด้วยตารางที่ 4.25 - 4.36

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความเอนเอียงของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น

ผลการวิเคราะห์โดยละเอียดของค่า ความเอนเอียง ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้นทั้ง 3 วิธี เมื่อความคลาดเคลื่อน (ε) มีการแจกแจงแบบต่างๆ ตามขนาดตัวอย่างดังกล่าว โดยแสดงค่าในรูปตาราง พร้อมคำอธิบายในทุกกรณีที่ทำการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความเอนเอียง ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	BIAS					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim N(0,1)$	25	β_0	0.042452	0.042482	0.042494	0.042686	0.042729	0.042697
		β_1	0.044518	0.044562	0.044548	0.025004	0.025027	0.025022
	50	β_0	0.020737	0.020752	0.020755	0.020848	0.020852	0.020873
		β_1	0.020656	0.020700	0.020679	0.012053	0.012060	0.012063
	75	β_0	0.013480	0.013482	0.013481	0.013519	0.013513	0.013539
		β_1	0.013727	0.013724	0.013735	0.007973	0.007981	0.007979
	100	β_0	0.010240	0.010240	0.010243	0.009993	0.009987	0.009997
		β_1	0.010368	0.010375	0.010375	0.005899	0.005905	0.005913
$\varepsilon \sim N(0,25)$	25	β_0	0.211353	0.211595	0.211491	0.211425	0.211735	0.211650
		β_1	0.222453	0.222501	0.222608	0.125614	0.125782	0.125584
	50	β_0	0.104659	0.104731	0.104651	0.103602	0.103693	0.103690
		β_1	0.106735	0.106816	0.106685	0.060345	0.060378	0.060316
	75	β_0	0.067773	0.067739	0.067849	0.068226	0.068235	0.068203
		β_1	0.070185	0.070229	0.070089	0.039475	0.039497	0.039523
	100	β_0	0.051357	0.051425	0.051429	0.051302	0.051329	0.051349
		β_1	0.051051	0.051124	0.051195	0.029410	0.029419	0.029410
$\varepsilon \sim N(0,100)$	25	β_0	0.422997	0.422811	0.422945	0.439713	0.439757	0.440184
		β_1	0.444942	0.445132	0.445296	0.247911	0.248000	0.247984
	50	β_0	0.208854	0.208874	0.208928	0.207205	0.207386	0.207379
		β_1	0.207902	0.207809	0.207852	0.120689	0.120756	0.120632
	75	β_0	0.137402	0.137609	0.137677	0.136452	0.136470	0.136407
		β_1	0.136001	0.136106	0.136168	0.078949	0.078995	0.079047
	100	β_0	0.101739	0.101809	0.101850	0.102604	0.102657	0.102698
		β_1	0.103906	0.103883	0.103999	0.058821	0.058837	0.058820

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความเอนเอียงต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความเอนเอียงของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบเอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	BIAS					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim U\left(-\sqrt{3},\sqrt{3}\right)$	25	β_0	0.042353	0.042388	0.042406	0.043294	0.043293	0.043325
		β_1	0.044948	0.044983	0.044971	0.024487	0.024477	0.024478
	50	β_0	0.020925	0.020928	0.020934	0.020672	0.020679	0.020668
		β_1	0.021480	0.021487	0.021495	0.012042	0.012055	0.012053
	75	β_0	0.013699	0.013724	0.013698	0.013287	0.013290	0.013286
		β_1	0.013912	0.013913	0.013930	0.007884	0.007890	0.007890
	100	β_0	0.010041	0.010057	0.010049	0.009806	0.009814	0.009812
		β_1	0.010322	0.010319	0.010321	0.005860	0.005865	0.005862
$\varepsilon \sim U\left(-5\sqrt{3},5\sqrt{3}\right)$	25	β_0	0.212870	0.212919	0.213051	0.217189	0.217310	0.217397
		β_1	0.222724	0.222614	0.222769	0.125019	0.124961	0.125109
	50	β_0	0.102219	0.102262	0.102309	0.102862	0.102821	0.102911
		β_1	0.104611	0.104588	0.104696	0.060655	0.060642	0.060697
	75	β_0	0.067805	0.067834	0.067830	0.068601	0.068573	0.068585
		β_1	0.068432	0.068428	0.068373	0.038574	0.038650	0.038672
	100	β_0	0.049850	0.049937	0.049803	0.050899	0.050949	0.050956
		β_1	0.050972	0.050990	0.051013	0.029523	0.029553	0.029574
$\varepsilon \sim U\left(-10\sqrt{3},10\sqrt{3}\right)$	25	β_0	0.427150	0.427381	0.427214	0.425752	0.426095	0.426321
		β_1	0.450843	0.451185	0.450817	0.251603	0.251320	0.251559
	50	β_0	0.204437	0.204525	0.204618	0.207646	0.207787	0.207654
		β_1	0.209222	0.209176	0.209392	0.116694	0.116556	0.116661
	75	β_0	0.135610	0.135668	0.135659	0.134110	0.134164	0.134217
		β_1	0.136863	0.136857	0.136746	0.078434	0.078457	0.078467
	100	β_0	0.099699	0.099874	0.099606	0.103631	0.103559	0.103618
		β_1	0.101945	0.101981	0.102025	0.058958	0.058986	0.058972

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความเอนเอียงต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความเอนเอียง ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	BIAS					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim L(0, \sqrt{3}/\pi)$	25	β_0	0.041905	0.041909	0.041933	0.042038	0.042093	0.042050
		β_1	0.044421	0.044435	0.044465	0.025187	0.025201	0.025189
	50	β_0	0.020205	0.020203	0.020215	0.020004	0.020024	0.020014
		β_1	0.020648	0.020642	0.020689	0.012052	0.012050	0.012055
	75	β_0	0.013690	0.013692	0.013696	0.013689	0.013709	0.013705
		β_1	0.013788	0.013818	0.013804	0.007943	0.007940	0.007949
	100	β_0	0.010133	0.010141	0.010135	0.010325	0.010332	0.010324
		β_1	0.010329	0.010336	0.010333	0.005890	0.005888	0.005894
$\varepsilon \sim L(0, 5\sqrt{3}/\pi)$	25	β_0	0.212697	0.212530	0.212859	0.216271	0.216511	0.216311
		β_1	0.222594	0.222758	0.222565	0.125593	0.125660	0.125697
	50	β_0	0.103448	0.103498	0.103526	0.104623	0.104718	0.104654
		β_1	0.106278	0.106377	0.106301	0.060947	0.060987	0.060978
	75	β_0	0.069511	0.069548	0.069550	0.067857	0.067905	0.067906
		β_1	0.070305	0.070271	0.070319	0.039837	0.039851	0.039852
	100	β_0	0.051592	0.051641	0.051612	0.050469	0.050477	0.050487
		β_1	0.050692	0.050683	0.050694	0.029584	0.029577	0.029581
$\varepsilon \sim L(0, 10\sqrt{3}/\pi)$	25	β_0	0.434571	0.434817	0.434895	0.425891	0.426042	0.426290
		β_1	0.446719	0.447127	0.447072	0.245242	0.245317	0.245414
	50	β_0	0.208510	0.208595	0.208437	0.205555	0.205635	0.205638
		β_1	0.211018	0.211041	0.211175	0.119591	0.119604	0.119733
	75	β_0	0.139425	0.139555	0.139497	0.135129	0.135197	0.135295
		β_1	0.139029	0.139166	0.139211	0.077831	0.077952	0.077843
	100	β_0	0.104125	0.104167	0.104154	0.104745	0.104804	0.104841
		β_1	0.103254	0.103423	0.103273	0.058176	0.058181	0.058185

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความเอนเอียงต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความเอนเอียง ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	BIAS					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim D(0,1/\sqrt{2})$	25	β_0	0.041892	0.041899	0.041917	0.043280	0.043337	0.043289
		β_1	0.044417	0.044429	0.044458	0.025129	0.025142	0.025150
	50	β_0	0.020248	0.020244	0.020258	0.020955	0.020977	0.020962
		β_1	0.020630	0.020626	0.020669	0.012209	0.012218	0.012215
	75	β_0	0.013706	0.013708	0.013713	0.013591	0.013602	0.013600
		β_1	0.013772	0.013802	0.013786	0.007943	0.007946	0.007947
	100	β_0	0.010183	0.010189	0.010184	0.010109	0.010112	0.010114
		β_1	0.010344	0.010354	0.010349	0.005904	0.005903	0.005904
$\varepsilon \sim D(0,5/\sqrt{2})$	25	β_0	0.212669	0.212498	0.212851	0.213406	0.213504	0.213610
		β_1	0.222347	0.222505	0.222296	0.122408	0.122451	0.122506
	50	β_0	0.103475	0.103527	0.103562	0.102517	0.102578	0.102565
		β_1	0.106400	0.106487	0.106423	0.059952	0.059962	0.060030
	75	β_0	0.069337	0.069377	0.069380	0.067461	0.067504	0.067539
		β_1	0.070314	0.070271	0.070337	0.038984	0.039043	0.038994
	100	β_0	0.051821	0.051867	0.051833	0.052449	0.052483	0.052498
		β_1	0.050619	0.050611	0.050621	0.029171	0.029172	0.029183
$\varepsilon \sim D(0,5\sqrt{2})$	25	β_0	0.434570	0.434776	0.434918	0.429441	0.429451	0.429557
		β_1	0.447302	0.447848	0.447673	0.249755	0.249957	0.249887
	50	β_0	0.208519	0.208605	0.208462	0.204190	0.204070	0.204126
		β_1	0.211564	0.211608	0.211728	0.119977	0.120049	0.119950
	75	β_0	0.138849	0.138980	0.138921	0.136050	0.136297	0.136018
		β_1	0.138784	0.138931	0.138969	0.077741	0.077595	0.077772
	100	β_0	0.104125	0.104174	0.104156	0.102354	0.102433	0.102450
		β_1	0.103277	0.103452	0.103300	0.059646	0.059708	0.059669

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความเอนเอียงต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความเอนเอียง ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	BIAS					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim S(0.45,0,78)$	25	b_0	0.041933	0.041928	0.041949	0.041865	0.041926	0.041885
		β_0	0.044160	0.044160	0.044198	0.025263	0.025277	0.025260
	50	β_1	0.020096	0.020097	0.020103	0.020166	0.020190	0.020174
		β_0	0.020730	0.020720	0.020761	0.012078	0.012074	0.012079
	75	β_1	0.013690	0.013693	0.013696	0.013743	0.013762	0.013757
		β_0	0.013689	0.013724	0.013708	0.007933	0.007933	0.007937
	100	β_1	0.010097	0.010105	0.010099	0.010322	0.010326	0.010322
		β_0	0.010311	0.010319	0.010315	0.005877	0.005876	0.005882
$\varepsilon \sim S(2.25,12.25)$	25	β_1	0.212669	0.212523	0.212900	0.215620	0.215800	0.215663
		β_0	0.224408	0.224634	0.224339	0.126555	0.126613	0.126662
	50	β_1	0.103542	0.103640	0.103607	0.104392	0.104505	0.104430
		β_0	0.105777	0.105889	0.105802	0.060922	0.060971	0.060946
	75	β_1	0.069818	0.069856	0.069849	0.067640	0.067708	0.067675
		β_0	0.070474	0.070454	0.070491	0.039717	0.039720	0.039737
	100	β_1	0.051445	0.051493	0.051482	0.050687	0.050690	0.050739
		β_0	0.050996	0.050977	0.051000	0.029828	0.029822	0.029814
$\varepsilon \sim S(4.50,24.50)$	25	β_1	0.432405	0.432668	0.432704	0.426848	0.427050	0.427230
		β_0	0.445306	0.445620	0.445716	0.245916	0.246021	0.246046
	50	β_1	0.206608	0.206710	0.206539	0.206133	0.206245	0.206169
		β_0	0.211617	0.211653	0.211756	0.119826	0.119855	0.119965
	75	β_1	0.140065	0.140187	0.140132	0.136059	0.136088	0.136199
		β_0	0.139124	0.139241	0.139341	0.077494	0.077633	0.077474
	100	β_1	0.103692	0.103706	0.103721	0.104304	0.104405	0.104380
		β_0	0.103605	0.103757	0.103611	0.057665	0.057668	0.057660

หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าความเอนเอียงต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความเอนเอียง ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	BIAS					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim G(-0.45,0,78)$	25	β_0	0.042922	0.042933	0.042920	0.042513	0.042519	0.042547
		β_1	0.043792	0.043802	0.043770	0.024543	0.024556	0.024577
	50	β_0	0.020666	0.020661	0.020677	0.020241	0.020253	0.020252
		β_1	0.021080	0.021112	0.021098	0.011871	0.011882	0.011882
	75	β_0	0.013736	0.013747	0.013748	0.013572	0.013581	0.013573
		β_1	0.013752	0.013752	0.013757	0.007876	0.007874	0.007885
	100	β_0	0.010222	0.010230	0.010227	0.009842	0.009858	0.009843
		β_1	0.010183	0.010191	0.010171	0.005874	0.005878	0.005879
$\varepsilon \sim G(-2.25,12.25)$	25	β_0	0.215038	0.215169	0.215325	0.215231	0.215340	0.215227
		β_1	0.218232	0.218371	0.218407	0.125567	0.125538	0.125600
	50	β_0	0.102320	0.102260	0.102442	0.104345	0.104504	0.104300
		β_1	0.106615	0.106628	0.106694	0.059245	0.059308	0.059322
	75	β_0	0.066004	0.066113	0.065861	0.068182	0.068080	0.068279
		β_1	0.064928	0.064961	0.064967	0.038865	0.038905	0.038892
	100	β_0	0.051234	0.051249	0.051244	0.051537	0.051581	0.051576
		β_1	0.051230	0.051261	0.051186	0.029604	0.029613	0.029612
$\varepsilon \sim G(-4.50,24.50)$	25	β_0	0.423205	0.423274	0.423518	0.431799	0.432025	0.432042
		β_1	0.447188	0.447346	0.446984	0.253199	0.253440	0.253345
	50	β_0	0.208781	0.208907	0.208809	0.206782	0.206840	0.206777
		β_1	0.213525	0.213564	0.213759	0.121737	0.121671	0.121744
	75	β_0	0.134236	0.134265	0.134297	0.138015	0.138093	0.138043
		β_1	0.136639	0.136689	0.136625	0.078461	0.078495	0.078595
	100	β_0	0.098499	0.098464	0.098576	0.099660	0.099465	0.099702
		β_1	0.101259	0.101250	0.101128	0.059997	0.060021	0.060008

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความเอนเอียงต่ำสุดในแต่ละกรณี

จากตารางที่ 4.1 - 4.6 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

ค่าความเอนเอียงของ การประมาณค่า พารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ค่าความเอนเอียงต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของ ค่าความเอนเอียงของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าว เป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความเอนเอียง จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

2. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบเอกรูป

ค่าความเอนเอียงของ การประมาณค่า พารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ค่าความเอนเอียงต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของ ค่าความเอนเอียงของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าว เป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความเอนเอียง จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ว ยังสรุปไม่ได้ว่า วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นพบว่า พบว่าวิธี PB มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี OLS รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

3. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติก

ค่าความเอนเอียงของ การประมาณค่า พารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ค่าความเอนเอียงต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของ ค่าความเอนเอียงของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าว เป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความเอนเอียง จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

4. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล ค่าความเอนเอียงของ การประมาณค่า พารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ค่าความเอนเอียงต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของ ค่าความเอนเอียงของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าว เป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความเอนเอียง จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

5. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) ค่าความเอนเอียงของ การประมาณค่า พารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ค่าความเอนเอียงต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของ ค่าความเอนเอียงของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าว เป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความเอนเอียง จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ว ยังสรุปไม่ได้ว่า วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นพบว่า พบว่าวิธี PB มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี OLS รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

6. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) ค่าความเอนเอียงของ การประมาณค่า พารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ค่าความเอนเอียงต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของ ค่าความเอนเอียงของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าว เป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความเอนเอียง จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ว ยังสรุปไม่ได้ว่า วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นพบว่า พบว่าวิธี PB มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี OLS รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ ในสมการถดถอยเชิงเส้น

ผลการวิเคราะห์โดยละเอียดของค่า ความแปรปรวน ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ ในสมการถดถอย เชิงเส้นทั้ง 3 วิธี เมื่อความคลาดเคลื่อน (ε) มีการแจกแจงแบบต่างๆ ตามขนาดตัวอย่างดังกล่าว โดยแสดงค่าในรูปตาราง พร้อมคำอธิบายในทุกกรณีที่ทำการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความแปรปรวนของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	VARIANCE					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim N(0,1)$	25	β_0	0.043091	0.043146	0.043166	0.043807	0.043884	0.043833
		β_1	0.047375	0.047471	0.047447	0.014953	0.014981	0.014976
	50	β_0	0.020877	0.020908	0.020914	0.021222	0.021230	0.021273
		β_1	0.021616	0.021639	0.021635	0.007104	0.007110	0.007113
	75	β_0	0.013447	0.013462	0.013457	0.013567	0.013570	0.013579
		β_1	0.013760	0.013760	0.013777	0.004663	0.004664	0.004666
	100	β_0	0.010214	0.010210	0.010232	0.010057	0.010069	0.010064
		β_1	0.010501	0.010509	0.010513	0.003429	0.003433	0.003438
$\varepsilon \sim N(0,25)$	25	β_0	1.067198	1.069643	1.068599	1.068832	1.071965	1.071178
		β_1	1.190587	1.190979	1.192472	0.377397	0.378331	0.377254
	50	β_0	0.531999	0.532980	0.531924	0.521118	0.522083	0.522015
		β_1	0.553221	0.553997	0.552717	0.178384	0.178509	0.178324
	75	β_0	0.344547	0.344729	0.344685	0.343260	0.343317	0.343469
		β_1	0.359607	0.360075	0.358625	0.117661	0.117673	0.117722
	100	β_0	0.256178	0.256852	0.256886	0.255614	0.255928	0.256084
		β_1	0.264354	0.265210	0.264855	0.086548	0.086686	0.086490
$\varepsilon \sim N(0,100)$	25	β_0	4.291764	4.288315	4.291077	4.619248	4.620135	4.629144
		β_1	4.828781	4.832122	4.834584	1.471656	1.472048	1.472386
	50	β_0	2.118968	2.119757	2.120543	2.084471	2.088332	2.088062
		β_1	2.128747	2.126150	2.128022	0.713535	0.714037	0.713296
	75	β_0	1.403416	1.405261	1.406429	1.373038	1.373269	1.373874
		β_1	1.352977	1.355281	1.356872	0.470643	0.470692	0.470889
	100	β_0	1.016177	1.017381	1.017607	1.022455	1.023711	1.024336
		β_1	1.064330	1.064959	1.065761	0.346192	0.346745	0.345961

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความแปรปรวนต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความแปรปรวนของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบเอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	VARIANCE					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim U(-\sqrt{3}, \sqrt{3})$	25	β_0	0.042910	0.042981	0.043018	0.044988	0.044985	0.045048
		β_1	0.048331	0.048423	0.048382	0.014543	0.014527	0.014545
	50	β_0	0.021338	0.021331	0.021365	0.021435	0.021429	0.021450
		β_1	0.022472	0.022499	0.022498	0.007089	0.007101	0.007105
	75	β_0	0.013698	0.013748	0.013694	0.013293	0.013301	0.013304
		β_1	0.014208	0.014221	0.014227	0.004540	0.004549	0.004549
	100	β_0	0.009956	0.009985	0.009961	0.010154	0.010172	0.010151
		β_1	0.010535	0.010530	0.010540	0.003365	0.003368	0.003366
$\varepsilon \sim U(-5\sqrt{3}, 5\sqrt{3})$	25	β_0	1.091847	1.092121	1.093162	1.127966	1.128967	1.130006
		β_1	1.188255	1.187789	1.188352	0.379204	0.378981	0.379479
	50	β_0	0.507196	0.507596	0.508049	0.513590	0.513198	0.514129
		β_1	0.531930	0.531678	0.532869	0.178621	0.178512	0.178916
	75	β_0	0.335508	0.335860	0.335855	0.343254	0.342986	0.343108
		β_1	0.343742	0.343932	0.343669	0.116754	0.117064	0.116993
	100	β_0	0.247593	0.248056	0.247662	0.263703	0.264006	0.264047
		β_1	0.252951	0.253067	0.253254	0.086712	0.086800	0.086793
$\varepsilon \sim U(-10\sqrt{3}, 10\sqrt{3})$	25	β_0	4.359848	4.364321	4.361319	4.338803	4.345656	4.350312
		β_1	4.856786	4.863730	4.856037	1.530811	1.528896	1.530458
	50	β_0	2.028784	2.030383	2.032197	2.093529	2.096491	2.093592
		β_1	2.127718	2.126711	2.131475	0.714198	0.713998	0.715553
	75	β_0	1.342030	1.343442	1.343419	1.348394	1.349288	1.349199
		β_1	1.374968	1.375728	1.374675	0.450716	0.450749	0.451062
	100	β_0	0.990372	0.992224	0.990648	1.048439	1.047873	1.047747
		β_1	1.011805	1.012267	1.013014	0.340842	0.341114	0.341170

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความแปรปรวนต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความแปรปรวนของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	VARIANCE					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim L(0, \sqrt{3}/\pi)$	25	β_0	0.042258	0.042274	0.042326	0.042314	0.042427	0.042343
		β_1	0.047166	0.047186	0.047263	0.015364	0.015392	0.015361
	50	β_0	0.019998	0.020000	0.020012	0.020453	0.020466	0.020483
		β_1	0.021365	0.021375	0.021414	0.007105	0.007105	0.007111
	75	β_0	0.013670	0.013674	0.013681	0.013668	0.013706	0.013699
		β_1	0.014238	0.014264	0.014257	0.004669	0.004665	0.004675
	100	β_0	0.010093	0.010113	0.010109	0.010355	0.010368	0.010358
		β_1	0.010370	0.010380	0.010379	0.003377	0.003373	0.003382
$\varepsilon \sim L(0, 5\sqrt{3}/\pi)$	25	β_0	1.081244	1.079839	1.083063	1.122895	1.125080	1.123328
		β_1	1.191871	1.193026	1.191346	0.377951	0.378353	0.378629
	50	β_0	0.519676	0.520200	0.520424	0.531402	0.532420	0.531665
		β_1	0.550987	0.551813	0.551009	0.180615	0.180873	0.180788
	75	β_0	0.354200	0.354217	0.354378	0.341956	0.342529	0.342133
		β_1	0.361285	0.361320	0.361445	0.116376	0.116564	0.116352
	100	β_0	0.261374	0.261654	0.261447	0.258155	0.258205	0.258907
		β_1	0.257518	0.257644	0.257523	0.088421	0.088464	0.088354
$\varepsilon \sim L(0, 10\sqrt{3}/\pi)$	25	β_0	4.513460	4.518462	4.519975	4.356813	4.358276	4.367046
		β_1	4.791902	4.799669	4.798566	1.438477	1.438930	1.440477
	50	β_0	2.149141	2.152025	2.148656	2.061352	2.063115	2.063612
		β_1	2.163536	2.163721	2.166635	0.714172	0.714389	0.716072
	75	β_0	1.421169	1.423327	1.422395	1.373792	1.375071	1.375764
		β_1	1.420504	1.422600	1.422732	0.451910	0.452963	0.452432
	100	β_0	1.053091	1.054254	1.053592	1.068030	1.069303	1.069074
		β_1	1.038990	1.040973	1.039220	0.332480	0.332465	0.332994

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความแปรปรวนต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความแปรปรวนของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	VARIANCE					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim D(0,1/\sqrt{2})$	25	β_0	0.042267	0.042296	0.042332	0.045006	0.045111	0.045025
		β_1	0.047150	0.047169	0.047242	0.015146	0.015162	0.015174
	50	β_0	0.020062	0.020060	0.020074	0.021316	0.021362	0.021329
		β_1	0.021291	0.021303	0.021340	0.007241	0.007252	0.007249
	75	β_0	0.013702	0.013706	0.013715	0.013690	0.013715	0.013697
		β_1	0.014184	0.014214	0.014203	0.004635	0.004643	0.004635
	100	β_0	0.010187	0.010205	0.010204	0.010299	0.010303	0.010330
		β_1	0.010424	0.010437	0.010435	0.003529	0.003531	0.003526
$\varepsilon \sim D(0,5/\sqrt{2})$	25	β_0	1.081446	1.080139	1.083527	1.092859	1.093533	1.095387
		β_1	1.188596	1.189680	1.187850	0.358326	0.358473	0.358894
	50	β_0	0.519998	0.520554	0.520819	0.513806	0.514439	0.514410
		β_1	0.551921	0.552643	0.551980	0.178929	0.179004	0.179435
	75	β_0	0.352984	0.352994	0.353199	0.343651	0.344019	0.344134
		β_1	0.361625	0.361625	0.361887	0.113134	0.113406	0.113290
	100	β_0	0.261999	0.262349	0.262062	0.267569	0.267926	0.267883
		β_1	0.256881	0.257032	0.256934	0.083073	0.083073	0.083216
$\varepsilon \sim D(0,5\sqrt{2})$	25	β_0	4.512556	4.516779	4.519623	4.408085	4.408912	4.409775
		β_1	4.807555	4.817849	4.814532	1.492473	1.494562	1.494009
	50	β_0	2.149251	2.152626	2.148884	2.047950	2.046327	2.048653
		β_1	2.173072	2.173798	2.176326	0.700905	0.701503	0.700968
	75	β_0	1.412863	1.414815	1.413874	1.360470	1.364110	1.360897
		β_1	1.416213	1.418376	1.418310	0.458118	0.457816	0.458404
	100	β_0	1.053027	1.054329	1.053599	1.018325	1.019848	1.020233
		β_1	1.038577	1.040914	1.038929	0.345441	0.346154	0.345712

หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าความแปรปรวนต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความแปรปรวนของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	VARIANCE					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim S(0.45,0,78)$	25	β_0	0.042220	0.042220	0.042264	0.041917	0.042043	0.041964
		β_1	0.046618	0.046612	0.046701	0.015393	0.015420	0.015387
	50	β_0	0.019791	0.019796	0.019798	0.020462	0.020481	0.020489
		β_1	0.021362	0.021366	0.021403	0.007117	0.007116	0.007119
	75	β_0	0.013674	0.013680	0.013688	0.013801	0.013839	0.013834
		β_1	0.014116	0.014148	0.014138	0.004647	0.004645	0.004652
	100	β_0	0.010090	0.010113	0.010110	0.010347	0.010355	0.010351
		β_1	0.010343	0.010352	0.010350	0.003374	0.003371	0.003379
$\varepsilon \sim S(2.25,12.25)$	25	β_0	1.080506	1.079066	1.082875	1.115742	1.117344	1.116251
		β_1	1.212544	1.214355	1.211515	0.383574	0.383919	0.384249
	50	β_0	0.521243	0.522160	0.521814	0.529211	0.530420	0.529514
		β_1	0.544420	0.545421	0.544580	0.180420	0.180751	0.180588
	75	β_0	0.355793	0.356020	0.356019	0.340581	0.341484	0.340711
		β_1	0.362648	0.362735	0.362839	0.116097	0.116239	0.116073
	100	β_0	0.259901	0.260254	0.260035	0.259484	0.259482	0.260332
		β_1	0.255830	0.255854	0.255812	0.089217	0.089239	0.089114
$\varepsilon \sim S(4.50,24.50)$	25	β_0	4.471599	4.476997	4.477581	4.396182	4.398792	4.406363
		β_1	4.761423	4.767494	4.769803	1.447376	1.448094	1.448832
	50	β_0	2.118009	2.120698	2.117779	2.078575	2.081112	2.080705
		β_1	2.179808	2.180284	2.182281	0.719594	0.719943	0.721465
	75	β_0	1.431299	1.433709	1.432579	1.384615	1.385960	1.386614
		β_1	1.423693	1.425618	1.426328	0.451540	0.452535	0.451947
	100	β_0	1.044529	1.045286	1.044996	1.059131	1.061022	1.059779
		β_1	1.045341	1.047072	1.045355	0.329856	0.329803	0.330271

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความแปรปรวนต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความแปรปรวนของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	VARIANCE					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim G(-0.45,0,78)$	25	β_0	0.044041	0.044062	0.044046	0.043221	0.043223	0.043289
		β_1	0.045855	0.045879	0.045805	0.014459	0.014476	0.014505
	50	β_0	0.020897	0.020900	0.020913	0.020262	0.020274	0.020298
		β_1	0.021720	0.021765	0.021748	0.006844	0.006856	0.006856
	75	β_0	0.013852	0.013865	0.013867	0.013478	0.013491	0.013480
		β_1	0.013803	0.013804	0.013813	0.004536	0.004534	0.004545
	100	β_0	0.010323	0.010319	0.010323	0.009781	0.009797	0.009797
		β_1	0.010120	0.010136	0.010110	0.003361	0.003365	0.003365
$\varepsilon \sim G(-2.25,12.25))$	25	β_0	1.116331	1.117725	1.119180	1.110922	1.111990	1.110922
		β_1	1.150900	1.152595	1.153189	0.378094	0.378010	0.378346
	50	β_0	0.513875	0.513263	0.514900	0.532533	0.533478	0.532273
		β_1	0.556400	0.557362	0.556773	0.174486	0.174781	0.174813
	75	β_0	0.340249	0.340627	0.340213	0.355111	0.354945	0.355921
		β_1	0.344161	0.344405	0.344867	0.111485	0.111553	0.111614
	100	β_0	0.254877	0.255026	0.254983	0.258698	0.259102	0.259090
		β_1	0.262660	0.262863	0.262555	0.085234	0.085302	0.085253
$\varepsilon \sim G(-4.50,24.50)$	25	β_0	4.286786	4.287218	4.292954	4.455576	4.460978	4.460711
		β_1	4.920654	4.920478	4.915180	1.533016	1.535872	1.534718
	50	β_0	2.144558	2.148809	2.144795	2.077075	2.077762	2.077138
		β_1	2.220030	2.220926	2.225533	0.722867	0.722685	0.722922
	75	β_0	1.315293	1.316199	1.316436	1.391589	1.392796	1.392122
		β_1	1.371337	1.372407	1.370896	0.452474	0.452776	0.453627
	100	β_0	1.040503	1.041998	1.039844	1.037028	1.036611	1.037190
		β_1	1.025011	1.024623	1.026696	0.349529	0.349800	0.349667

หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าความแปรปรวนต่ำสุดในแต่ละกรณี

จากตารางที่ 4.7 - 4.12 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

ค่าความแปรปรวนของ การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ค่าความเอนเอียงต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของค่าความแปรปรวน ของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าวเป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความแปรปรวน จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

2. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบเอกรูป

ค่าความแปรปรวนของ การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ค่าความเอนเอียงต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของค่าความแปรปรวน ของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าวเป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความแปรปรวน จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ว ยังสรุปไม่ได้ว่า วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นพบว่า พบว่าวิธี PB มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี OLS รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

3. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติก

ค่าความแปรปรวนของ การประมาณค่า พารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ค่าความเอนเอียงต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของค่าความแปรปรวน ของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าวเป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความแปรปรวน จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง , แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

4. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

ค่าความแปรปรวนของ การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ค่าความเอนเอียงต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของค่าความแปรปรวน ของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าวเป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความแปรปรวน จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

5. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV)

ค่าความแปรปรวนของ การประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ค่าความเอนเอียงต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของค่าความแปรปรวน ของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าวเป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความแปรปรวน จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ว ยังสรุปไม่ได้ว่า วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นพบว่า พบว่าวิธี PB มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี OLS รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

6. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV)

ค่าความแปรปรวนของ การประมาณค่า พารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ค่าความเอนเอียงต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของค่าความแปรปรวน ของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าวเป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความแปรปรวน จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ว ยังสรุปไม่ได้ว่า วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นพบว่า พบว่าวิธี PB มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี OLS รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

4.1.3 <u>ผลการวิเคราะห์ค่า ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย การประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น</u>

ผลการวิเคราะห์โดยละเอียดของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้นทั้ง 3 วิธี เมื่อความคลาดเคลื่อน (ε) มีการแจกแจงแบบต่างๆ ตามขนาดตัวอย่างดังกล่าว โดยแสดงค่าในรูปตาราง พร้อมคำอธิบายในทุกกรณีที่ทำการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.13 แสดงค่า ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า

$\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	MSE					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim N(0,1)$	25	β_0	0.041289	0.041341	0.041360	0.041985	0.042058	0.042010
		β_1	0.045393	0.045485	0.045462	0.014328	0.014355	0.014350
	50	β_0	0.020447	0.020478	0.020483	0.020788	0.020795	0.020837
		β_1	0.021189	0.021210	0.021207	0.006958	0.006965	0.006967
	75	β_0	0.013266	0.013281	0.013275	0.013384	0.013387	0.013396
		β_1	0.013571	0.013572	0.013588	0.004599	0.004600	0.004603
	100	β_0	0.010109	0.010105	0.010127	0.009957	0.009969	0.009964
		β_1	0.010393	0.010401	0.010406	0.003395	0.003398	0.003403
$\varepsilon \sim N(0,25)$	25	β_0	1.022528	1.024871	1.023871	1.024132	1.027133	1.026383
		β_1	1.141102	1.141472	1.142918	0.361618	0.362510	0.361482
	50	β_0	0.521045	0.522011	0.520972	0.510384	0.511331	0.511264
		β_1	0.541829	0.542587	0.541335	0.174742	0.174864	0.174686
	75	β_0	0.339954	0.340140	0.340082	0.338605	0.338661	0.338817
		β_1	0.354681	0.355143	0.353713	0.116103	0.116113	0.116160
	100	β_0	0.253541	0.254208	0.254241	0.252982	0.253293	0.253447
		β_1	0.261748	0.262597	0.262234	0.085683	0.085821	0.085625
$\varepsilon \sim N(0,100)$	25	β_0	4.112838	4.109546	4.112195	4.425901	4.426749	4.435382
		β_1	4.630807	4.633980	4.636295	1.410196	1.410544	1.410890
	50	β_0	2.075348	2.076128	2.076892	2.041537	2.045323	2.045056
		β_1	2.085524	2.082966	2.084819	0.698969	0.699455	0.698744
	75	β_0	1.384536	1.386325	1.387474	1.354419	1.354644	1.355268
		β_1	1.334480	1.336756	1.338330	0.464410	0.464452	0.464640
	100	β_0	1.005826	1.007016	1.007233	1.011927	1.013172	1.013790
		β_1	1.053533	1.054168	1.054945	0.342732	0.343283	0.342501

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบ บเอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	MSE					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim U\left(-\sqrt{3},\sqrt{3}\right)$	25	β_0	0.041116	0.041185	0.041220	0.043114	0.043111	0.043171
		β_1	0.046311	0.046399	0.046359	0.013943	0.013928	0.013945
	50	β_0	0.020901	0.020893	0.020927	0.021008	0.021002	0.021023
		β_1	0.022010	0.022037	0.022036	0.006944	0.006956	0.006960
	75	β_0	0.013511	0.013559	0.013507	0.013117	0.013124	0.013128
		β_1	0.014014	0.014028	0.014033	0.004478	0.004487	0.004486
	100	β_0	0.009855	0.009884	0.009860	0.010058	0.010076	0.010055
		β_1	0.010428	0.010424	0.010433	0.003330	0.003333	0.003332
$\varepsilon \sim U\left(-5\sqrt{3},5\sqrt{3}\right)$	25	β_0	1.046533	1.046787	1.047771	1.080795	1.081743	1.082745
		β_1	1.138649	1.138232	1.138726	0.363574	0.363365	0.363827
	50	β_0	0.496747	0.497138	0.497582	0.503009	0.502626	0.503538
		β_1	0.520986	0.520739	0.521907	0.174942	0.174835	0.175232
	75	β_0	0.330910	0.331259	0.331254	0.338547	0.338284	0.338404
		β_1	0.339059	0.339250	0.338994	0.115266	0.115570	0.115498
	100	β_0	0.245108	0.245562	0.245182	0.261112	0.261410	0.261450
		β_1	0.250353	0.250467	0.250651	0.085840	0.085927	0.085918
$\varepsilon \sim U\left(-10\sqrt{3},10\sqrt{3}\right)$	25	β_0	4.177390	4.181667	4.178808	4.157538	4.164099	4.168563
		β_1	4.653527	4.660162	4.652802	1.467507	1.465735	1.467176
	50	β_0	1.986990	1.988552	1.990329	2.050412	2.053315	2.050471
		β_1	2.083944	2.082956	2.087630	0.700580	0.700413	0.701944
	75	β_0	1.323640	1.325036	1.325015	1.330408	1.331288	1.331185
		β_1	1.356236	1.356999	1.355976	0.444564	0.444593	0.444905
	100	β_0	0.980432	0.982249	0.980727	1.037699	1.037148	1.037010
		β_1	1.001412	1.001867	1.002605	0.337366	0.337635	0.337693

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบ บโลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	MSE					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim L(0,\sqrt{3}/\pi)$	25	β_0	0.040502	0.040518	0.040567	0.040547	0.040655	0.040575
		β_1	0.045192	0.045212	0.045286	0.014730	0.014757	0.014727
	50	β_0	0.019590	0.019592	0.019603	0.020052	0.020065	0.020082
		β_1	0.020939	0.020949	0.020986	0.006960	0.006960	0.006965
	75	β_0	0.013483	0.013487	0.013494	0.013480	0.013519	0.013511
		β_1	0.014047	0.014073	0.014066	0.004606	0.004602	0.004612
	100	β_0	0.009990	0.010010	0.010006	0.010248	0.010261	0.010251
		β_1	0.010263	0.010273	0.010272	0.003342	0.003339	0.003347
$\varepsilon \sim L(0,5\sqrt{3}/\pi)$	25	β_0	1.036004	1.034670	1.037754	1.076122	1.078203	1.076538
		β_1	1.142323	1.143405	1.141811	0.362177	0.362563	0.362829
	50	β_0	0.508975	0.509488	0.509706	0.520456	0.521454	0.520713
		β_1	0.539692	0.540497	0.539709	0.176900	0.177154	0.177070
	75	β_0	0.349368	0.349381	0.349541	0.337351	0.337918	0.337522
		β_1	0.356343	0.356382	0.356501	0.114789	0.114975	0.114764
	100	β_0	0.258712	0.258988	0.258783	0.255608	0.255657	0.256358
		β_1	0.254949	0.255075	0.254954	0.087546	0.087589	0.087479
$\varepsilon \sim L(0,10\sqrt{3}/\pi)$	25	β_0	4.324608	4.329396	4.330841	4.175430	4.176764	4.185323
		β_1	4.592344	4.599747	4.598693	1.378334	1.378749	1.380249
	50	β_0	2.105665	2.108513	2.105210	2.019099	2.020829	2.021325
		β_1	2.119007	2.119183	2.122040	0.699870	0.700084	0.701736
	75	β_0	1.401729	1.403851	1.402935	1.355532	1.356793	1.357459
		β_1	1.401175	1.403233	1.403352	0.445852	0.446887	0.446373
	100	β_0	1.042249	1.043403	1.042744	1.057059	1.058319	1.058083
		β_1	1.028329	1.030277	1.028554	0.329095	0.329080	0.329609

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.16 แสดงค่า ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบ บดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนน-เชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	MSE					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim D(0,1/\sqrt{2})$	25	β_0	0.040512	0.040540	0.040575	0.043133	0.043233	0.043151
		β_1	0.045177	0.045195	0.045265	0.014515	0.014530	0.014542
	50	β_0	0.019652	0.019650	0.019663	0.020877	0.020922	0.020890
		β_1	0.020866	0.020877	0.020913	0.007092	0.007103	0.007099
	75	β_0	0.013514	0.013518	0.013527	0.013505	0.013530	0.013512
		β_1	0.013995	0.014023	0.014013	0.004572	0.004580	0.004571
	100	β_0	0.010083	0.010101	0.010101	0.010197	0.010201	0.010228
		β_1	0.010317	0.010330	0.010328	0.003494	0.003496	0.003491
$\varepsilon \sim D(0,5/\sqrt{2})$	25	β_0	1.036218	1.034984	1.038222	1.047317	1.047948	1.049758
		β_1	1.139158	1.140172	1.138435	0.343343	0.343479	0.343886
	50	β_0	0.509291	0.509836	0.510094	0.503296	0.503917	0.503890
		β_1	0.540600	0.541304	0.540654	0.175335	0.175409	0.175831
	75	β_0	0.348176	0.348181	0.348386	0.339100	0.339462	0.339572
		β_1	0.356681	0.356687	0.356940	0.111614	0.111882	0.111770
	100	β_0	0.259314	0.259659	0.259376	0.264818	0.265171	0.265127
		β_1	0.254318	0.254470	0.254372	0.082222	0.082222	0.082364
$\varepsilon \sim D(0,5\sqrt{2})$	25	β_0	4.323705	4.327748	4.330469	4.223665	4.224484	4.225255
		β_1	4.607477	4.617282	4.614121	1.430096	1.432084	1.431565
	50	β_0	2.105771	2.109110	2.105427	2.006257	2.004683	2.006986
		β_1	2.128312	2.129020	2.131497	0.686511	0.687091	0.686580
	75	β_0	1.393584	1.395499	1.394575	1.341960	1.345533	1.342396
		β_1	1.396952	1.399074	1.398997	0.452074	0.451795	0.452356
	100	β_0	1.042185	1.043476	1.042750	1.007849	1.009355	1.009736
		β_1	1.027911	1.030212	1.028258	0.341884	0.342589	0.342151

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.17 แสดงค่า ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบ บ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	MSE					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim S(0.45,0,78)$	25	β_0	0.040461	0.040462	0.040504	0.040165	0.040285	0.040209
		β_1	0.044668	0.044661	0.044748	0.014755	0.014781	0.014749
	50	β_0	0.019387	0.019392	0.019394	0.020056	0.020073	0.020082
		β_1	0.020932	0.020937	0.020972	0.006971	0.006970	0.006974
	75	β_0	0.013487	0.013492	0.013500	0.013612	0.013650	0.013645
		β_1	0.013929	0.013960	0.013950	0.004584	0.004582	0.004589
	100	β_0	0.009988	0.010011	0.010008	0.010241	0.010248	0.010245
		β_1	0.010236	0.010246	0.010244	0.003339	0.003337	0.003345
$\varepsilon \sim S(2.25,12.25)$	25	β_0	1.035277	1.033900	1.037549	1.069250	1.070774	1.069740
		β_1	1.162185	1.163895	1.161187	0.367558	0.367888	0.368206
	50	β_0	0.510522	0.511419	0.511080	0.518313	0.519499	0.518609
		β_1	0.533231	0.534209	0.533386	0.176709	0.177034	0.176873
	75	β_0	0.350918	0.351141	0.351140	0.336006	0.336899	0.336131
		β_1	0.357682	0.357771	0.357870	0.114520	0.114662	0.114494
	100	β_0	0.257254	0.257602	0.257385	0.256915	0.256913	0.257757
		β_1	0.253229	0.253255	0.253211	0.088327	0.088350	0.088225
$\varepsilon \sim S(4.50,24.50)$	25	β_0	4.284625	4.289795	4.290348	4.213983	4.216420	4.223838
		β_1	4.563126	4.568917	4.571141	1.386901	1.387568	1.388294
	50	β_0	2.075322	2.077969	2.075120	2.036084	2.038575	2.038200
		β_1	2.135026	2.135487	2.137441	0.705236	0.705578	0.707073
	75	β_0	1.411681	1.414056	1.412942	1.366103	1.367440	1.368063
		β_1	1.404338	1.406230	1.406912	0.445534	0.446508	0.445945
	100	β_0	1.033777	1.034531	1.034238	1.048251	1.050121	1.048884
		β_1	1.034607	1.036307	1.034620	0.326530	0.326478	0.326946

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.18 แสดงค่า ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบ บ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	ตัวประมาณ	MSE					
			X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
			วิธี					
			OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim G(-0.45,0,78)$	25	β_0	0.042199	0.042218	0.042204	0.041414	0.041415	0.041478
		β_1	0.043938	0.043961	0.043889	0.013857	0.013873	0.013901
	50	β_0	0.020470	0.020473	0.020485	0.019852	0.019864	0.019888
		β_1	0.021275	0.021319	0.021303	0.006703	0.006714	0.006715
	75	β_0	0.013663	0.013676	0.013678	0.013294	0.013307	0.013296
		β_1	0.013614	0.013615	0.013623	0.004474	0.004472	0.004483
	100	β_0	0.010218	0.010214	0.010219	0.009684	0.009700	0.009700
		β_1	0.010016	0.010032	0.010006	0.003327	0.003330	0.003331
$\varepsilon \sim G(-2.25,12.25)$	25	β_0	1.070090	1.071427	1.072815	1.064598	1.065619	1.064600
		β_1	1.103275	1.104909	1.105487	0.362327	0.362250	0.362571
	50	β_0	0.503406	0.502806	0.504405	0.521645	0.522557	0.521395
		β_1	0.545033	0.545993	0.545389	0.170976	0.171264	0.171294
	75	β_0	0.335892	0.336256	0.335875	0.350463	0.350310	0.351259
		β_1	0.339946	0.340185	0.340646	0.109974	0.110040	0.110101
	100	β_0	0.252252	0.252400	0.252357	0.256042	0.256442	0.256430
		β_1	0.260036	0.260235	0.259935	0.084357	0.084425	0.084376
$\varepsilon \sim G(-4.50,24.50)$	25	β_0	4.107683	4.108057	4.113586	4.269126	4.274333	4.274051
		β_1	4.720677	4.720360	4.715385	1.468907	1.471641	1.470534
	50	β_0	2.100969	2.105167	2.101194	2.034316	2.034979	2.034381
		β_1	2.174437	2.175316	2.179839	0.708047	0.707881	0.708100
	75	β_0	1.297273	1.298172	1.298400	1.372541	1.373726	1.373066
		β_1	1.352667	1.353723	1.352229	0.446317	0.446615	0.447450
	100	β_0	1.030801	1.032303	1.030127	1.027096	1.026718	1.027249
		β_1	1.014758	1.014372	1.016469	0.345930	0.346198	0.346066

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละกรณี

จากตารางที่ 4.13 - 4.18 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าว เป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยจะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

2. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบเอกรูป

ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าว เป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยจะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้วยังสรุปไม่ได้ว่าวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นพบว่า พบว่าวิธี PB มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี OLS รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

3. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติก

ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าว เป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยจะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ว

วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

4. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าว เป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยจะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ว วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

5. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV)

ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าว เป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยจะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ว ยังสรุปไม่ได้ว่าวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นพบว่า พบว่าวิธี PB มีประสิทธิภาพ สูงที่สุด วิธี OLS รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

6. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV)

ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 นั้น ถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ให้ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่า ผลโดยรวมของ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของแต่ละวิธีที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากค่าดังกล่าว เป็นการ resample จากวิธี OLS ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยจะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาด

ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ว ยังสรุปไม่ได้ว่าวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นพบว่า พบว่าวิธี PB มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี OLS รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

4.1.4 <u>ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น</u>

ผลการวิเคราะห์โดยละเอียดของค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอย เชิงเส้นทั้ง 3 วิธี เมื่อความคลาดเคลื่อน (ε) มีการแจกแจงแบบต่างๆ ตามขนาดตัวอย่างดังกล่าว โดยแสดงค่าในรูปตาราง พร้อมคำอธิบายในทุกกรณีที่ทำการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	$\overline{\text{MSE}}$					
		X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
		วิธี					
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim N(0,1)$	25	0.043341	0.043413	0.043411	0.028156	0.028206	0.028180
	50	0.020818	0.020844	0.020845	0.013873	0.013880	0.013902
	75	0.013418	0.013426	0.013432	0.008992	0.008994	0.008999
	100	0.010251	0.010253	0.010266	0.006676	0.006684	0.006684
$\varepsilon \sim N(0,25)$	25	1.081815	1.083172	1.083394	0.692875	0.694821	0.693932
	50	0.531437	0.532299	0.531154	0.342563	0.343097	0.342975
	75	0.347318	0.347642	0.346897	0.227354	0.227387	0.227488
	100	0.257644	0.258402	0.258238	0.169332	0.169557	0.169536
$\varepsilon \sim N(0,100)$	25	4.371823	4.371763	4.374245	2.918048	2.918647	2.923136
	50	2.080436	2.079547	2.080855	1.370253	1.372389	1.371900
	75	1.359508	1.361540	1.362902	0.909415	0.909548	0.909954
	100	1.029680	1.030592	1.031089	0.677330	0.678228	0.678145

หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.20 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบเอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	$\overline{\text{MSE}}$					
		X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
		วิธี					
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim U(-\sqrt{3}, \sqrt{3})$	25	0.043714	0.043792	0.043790	0.028529	0.028519	0.028558
	50	0.021455	0.021465	0.021481	0.013976	0.013979	0.013991
	75	0.013762	0.013794	0.013770	0.008797	0.008806	0.008807
	100	0.010142	0.010154	0.010147	0.006694	0.006705	0.006693
$\varepsilon \sim U(-5\sqrt{3}, 5\sqrt{3})$	25	1.092591	1.092509	1.093249	0.722184	0.722554	0.723286
	50	0.508867	0.508939	0.509745	0.338976	0.338730	0.339385
	75	0.334985	0.335254	0.335124	0.226907	0.226927	0.226951
	100	0.247731	0.248014	0.247916	0.173476	0.173668	0.173684
$\varepsilon \sim U(-10\sqrt{3}, 10\sqrt{3})$	25	4.415459	4.420914	4.415805	2.812522	2.814917	2.817870
	50	2.035467	2.035754	2.038979	1.375496	1.376864	1.376207
	75	1.339938	1.341017	1.340495	0.887486	0.887940	0.888045
	100	0.990922	0.992058	0.991666	0.687533	0.687392	0.687351

<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติกมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	$\overline{\text{MSE}}$					
		X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
		วิธี					
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim L(0, \sqrt{3}/\pi)$	25	0.042847	0.042865	0.042927	0.027638	0.027706	0.027651
	50	0.020265	0.020270	0.020295	0.013506	0.013512	0.013524
	75	0.013765	0.013780	0.013780	0.009043	0.009060	0.009062
	100	0.010127	0.010142	0.010139	0.006795	0.006800	0.006799
$\varepsilon \sim L(0, 5\sqrt{3}/\pi)$	25	1.089163	1.089038	1.089783	0.719150	0.720383	0.719684
	50	0.524334	0.524993	0.524708	0.348678	0.349304	0.348891
	75	0.352855	0.352881	0.353021	0.226070	0.226447	0.226143
	100	0.256830	0.257031	0.256868	0.171577	0.171623	0.171918
$\varepsilon \sim L(0, 10\sqrt{3}/\pi)$	25	4.458476	4.464572	4.464767	2.776882	2.777757	2.782786
	50	2.112336	2.113848	2.113625	1.359484	1.360456	1.361530
	75	1.401452	1.403542	1.403144	0.900692	0.901840	0.901916
	100	1.035289	1.036840	1.035649	0.693077	0.693700	0.693846

หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.22 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	$\overline{\text{MSE}}$					
		X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
		วิธี					
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim D\left(0, 1/\sqrt{2}\right)$	25	0.042844	0.042868	0.042920	0.028824	0.028881	0.028846
	50	0.020259	0.020264	0.020288	0.013984	0.014012	0.013995
	75	0.013755	0.013771	0.013770	0.009039	0.009055	0.009042
	100	0.010200	0.010216	0.010214	0.006846	0.006848	0.006860
$\varepsilon \sim D\left(0, 5/\sqrt{2}\right)$	25	1.087688	1.087578	1.088328	0.695330	0.695714	0.696822
	50	0.524945	0.525570	0.525374	0.339316	0.339663	0.339861
	75	0.352429	0.352434	0.352663	0.225357	0.225672	0.225671
	100	0.256816	0.257065	0.256874	0.173520	0.173697	0.173746
$\varepsilon \sim D\left(0, 5\sqrt{2}\right)$	25	4.465591	4.472515	4.472295	2.826880	2.828284	2.828410
	50	2.117042	2.119065	2.118462	1.346384	1.345887	1.346783
	75	1.395268	1.397287	1.396786	0.897017	0.898664	0.897376
	100	1.035048	1.036844	1.035504	0.674866	0.675972	0.675944

หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.23 แสดง ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	$\overline{\mathrm{MSE}}$					
		X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
		วิธี					
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim S(0.45,0,78)$	25	0.042565	0.042562	0.042626	0.027460	0.027533	0.027479
	50	0.020160	0.020164	0.020183	0.013513	0.013522	0.013528
	75	0.013708	0.013726	0.013725	0.009098	0.009116	0.009117
	100	0.010112	0.010129	0.010126	0.006790	0.006792	0.006795
$\varepsilon \sim S(2.25,12.25)$	25	1.098731	1.098897	1.099368	0.718404	0.719331	0.718973
	50	0.521877	0.522814	0.522233	0.347511	0.348266	0.347741
	75	0.354300	0.354456	0.354505	0.225263	0.225781	0.225312
	100	0.255242	0.255429	0.255298	0.172621	0.172631	0.172991
$\varepsilon \sim S(4.50,24.50)$	25	4.423875	4.429356	4.430745	2.800442	2.801994	2.806066
	50	2.105174	2.106728	2.106281	1.370660	1.372076	1.372637
	75	1.408009	1.410143	1.409927	0.905819	0.906974	0.907004
	100	1.034192	1.035419	1.034429	0.687391	0.688300	0.687915

หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 4.24 แสดง ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	$\overline{\text{MSE}}$					
		X~N(0,1)			X~U(-3,3)		
		วิธี					
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
$\varepsilon \sim G(-0.45,0,78)$	25	0.043068	0.043089	0.043046	0.027635	0.027644	0.027690
	50	0.020873	0.020896	0.020894	0.013278	0.013289	0.013301
	75	0.013639	0.013646	0.013651	0.008884	0.008889	0.008889
	100	0.010117	0.010123	0.010113	0.006505	0.006515	0.006515
$\varepsilon \sim G(-2.25,12.25)$	25	1.086682	1.088168	1.089151	0.713462	0.713935	0.713585
	50	0.524219	0.524399	0.524897	0.346311	0.346910	0.346344
	75	0.337919	0.338220	0.338261	0.230218	0.230175	0.230680
	100	0.256144	0.256317	0.256146	0.170200	0.170433	0.170403
$\varepsilon \sim G(-4.50,24.50)$	25	4.414180	4.414209	4.414486	2.869016	2.872987	2.872293
	50	2.137703	2.140241	2.140517	1.371182	1.371430	1.371241
	75	1.324970	1.325948	1.325315	0.909429	0.910170	0.910258
	100	1.022780	1.023337	1.023298	0.686513	0.686458	0.686658

หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละกรณี

จากตารางที่ 4.19 - 4.24 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

ค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น โดยถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ทำให้ได้ค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของตัวประมาณต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ สูงสุด พบว่าค่า $\overline{\text{MSE}}$ จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง , แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพ สูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

2. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบเอกรูป

ค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น โดยถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ทำให้ได้ค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของตัวประมาณต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ สูงสุด พบว่าค่า $\overline{\text{MSE}}$ จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง , แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพ สูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

3. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติก

ค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น โดยถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ทำให้ได้ค่า $\overline{\text{MSE}}$ ของตัวประมาณต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ สูงสุด พบว่าค่า $\overline{\text{MSE}}$ จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง , แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพ สูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

4. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

ค่า $\overline{MSE}$ ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น โดยถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ทำให้ได้ค่า $\overline{MSE}$ ของตัวประมาณต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่าค่า $\overline{MSE}$ จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง , แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

5. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV)

ค่า $\overline{MSE}$ ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น โดยถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ทำให้ได้ค่า $\overline{MSE}$ ของตัวประมาณต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่าค่า $\overline{MSE}$ จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง , แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

6. เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV)

ค่า $\overline{MSE}$ ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น โดยถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ทำให้ได้ค่า $\overline{MSE}$ ของตัวประมาณต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่าค่า $\overline{MSE}$ จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง , แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

4.1.5 ผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยในลักษณะค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น

จากผลการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่เสนอไปแล้วในตารางที่ 4.13 - 4.18 นั้น จะนำมาเปรียบเทียบในลักษณะประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบไว้ดังตาราง 4.25-4.30 โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ดังนี้

ตารางที่ 4.25 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เปรียบเทียบโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ การประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	X~N(0,1)				X~U(-3,3)			
		RE_{PB}		RE_{NPB}		RE_{PB}		RE_{NPB}	
		β_0	β_1	β_0	β_1	β_0	β_1	β_0	β_1
$\varepsilon \sim N(0,1)$	25	0.998727	0.997981	0.998271	0.998483	0.998268	0.998113	0.999396	0.998434
	50	0.998494	0.999015	0.998212	0.999158	0.999645	0.999044	0.997637	0.998675
	75	0.998865	0.999945	0.999291	0.998750	0.999750	0.999771	0.999116	0.999254
	100	1.000383	0.999237	0.998211	0.998800	0.998769	0.998936	0.999243	0.997494
$\varepsilon \sim N(0,25)$	25	0.997714	0.999675	0.998689	0.998411	0.997078	0.997539	0.997807	1.000374
	50	0.998150	0.998603	1.000140	1.000913	0.998149	0.999306	0.998280	1.000322
	75	0.999452	0.998701	0.999623	1.002739	0.999834	0.999910	0.999374	0.999505
	100	0.997375	0.996768	0.997244	0.998146	0.998771	0.998395	0.998163	1.000675
$\varepsilon \sim N(0,100)$	25	1.000801	0.999315	1.000156	0.998816	0.999808	0.999753	0.997862	0.999508
	50	0.999624	1.001228	0.999257	1.000338	0.998149	0.999306	0.998280	1.000322
	75	0.998710	0.998298	0.997883	0.997123	0.999834	0.999910	0.999374	0.999505
	100	0.998818	0.999398	0.998603	0.998662	0.998771	0.998395	0.998163	1.000675

RE_{PB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี PB เทียบกับ OLS

RE_{NPB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี NPB เทียบกับ OLS

<u>หมายเหตุ</u> ถ้า RE_{PB}(RE_{NPB})มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า วิธี PB(วิธี NPB) มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี OLS

ตารางที่ 4.26 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เปรียบเทียบโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ การประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ เอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75และ100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	X~N(0,1)				X~U(-3,3)			
		RE_{PB}		RE_{NPB}		RE_{PB}		RE_{NPB}	
		β_0	β_1	β_0	β_1	β_0	β_1	β_0	β_1
$\varepsilon \sim U(-\sqrt{3},\sqrt{3})$	25	0.998339	0.998097	0.997481	0.998953	1.000071	1.001114	0.998677	0.999855
	50	1.000382	0.998777	0.998758	0.998851	1.000307	0.998355	0.999299	0.997731
	75	0.996401	0.999033	1.000281	0.998660	0.999437	0.997961	0.999175	0.998133
	100	0.997080	1.000463	0.999476	0.999524	0.998217	0.999113	1.000314	0.999570
$\varepsilon \sim U(-5\sqrt{3},5\sqrt{3})$	25	0.999758	1.000366	0.998819	0.999932	0.999123	1.000574	0.998199	0.999305
	50	0.999214	1.000475	0.998322	0.998235	1.000763	1.000615	0.998949	0.998345
	75	0.998947	0.999438	0.998962	1.000192	1.000780	0.997363	1.000424	0.997988
	100	0.998150	0.999547	0.999700	0.998811	0.998862	0.998996	0.998708	0.999097
$\varepsilon \sim U(-10\sqrt{3},10\sqrt{3})$	25	0.998977	0.998576	0.999661	1.000156	0.998425	1.001209	0.997355	1.000225
	50	0.999214	1.000475	0.998322	0.998235	0.998586	1.000239	0.999971	0.998058
	75	0.998947	0.999438	0.998962	1.000192	0.999339	0.999935	0.999417	0.999234
	100	0.998150	0.999547	0.999700	0.998811	1.000532	0.999205	1.000665	0.999034

RE_{PB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี PB เทียบกับ OLS

RE_{NPB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี NPB เทียบกับ OLS

<u>หมายเหตุ</u> ถ้า RE_{PB}(RE_{NPB})มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า วิธี PB(วิธี NPB) มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี OLS

ตารางที่ 4.27 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เปรียบเทียบโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ การประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ โลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75และ100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	X~N(0,1)				X~U(-3,3)			
		RE_{PB}		RE_{NPB}		RE_{PB}		RE_{NPB}	
		β_0	β_1	β_0	β_1	β_0	β_1	β_0	β_1
$\varepsilon \sim L(0, \sqrt{3}/\pi)$	25	0.999601	0.998382	0.998382	0.997937	0.997329	0.998169	0.999300	1.000204
	50	0.999931	0.999333	0.999333	0.997745	0.999368	1.000046	0.998519	0.999242
	75	0.999687	0.999184	0.999184	0.998656	0.997185	1.000779	0.997722	0.998654
	100	0.998019	0.998400	0.998400	0.999125	0.998740	1.001082	0.999720	0.998583
$\varepsilon \sim L(0, 5\sqrt{3}/\pi)$	25	1.001290	0.999053	0.998313	1.000448	0.998069	0.998936	0.999613	0.998203
	50	0.998993	0.998511	0.998565	0.999970	0.998085	0.998569	0.999506	0.999041
	75	0.999965	0.999889	0.999507	0.999557	0.998321	0.998378	0.999495	1.000220
	100	0.998937	0.999505	0.999727	0.999981	0.999809	0.999504	0.997075	1.000765
$\varepsilon \sim L(0, 10\sqrt{3}/\pi)$	25	0.998894	0.998391	0.998561	0.998619	0.999681	0.999698	0.997636	0.998612
	50	0.998649	0.999917	1.000216	0.998571	0.999144	0.999694	0.998899	0.997341
	75	0.998489	0.998533	0.999141	0.998449	0.999071	0.997685	0.998581	0.998834
	100	0.998894	0.998109	0.999525	0.999780	0.998809	1.000046	0.999032	0.998441

RE_{PB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี PB เทียบกับ OLS

RE_{NPB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี NPB เทียบกับ OLS

<u>หมายเหตุ</u> ถ้า RE_{PB}(RE_{NPB})มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า วิธี PB(วิธี NPB) มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี OLS

ตารางที่ 4.28 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เปรียบเทียบโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ การประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75และ100 กำหนดค่า

$\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	X~N(0,1)				X~U(-3,3)			
		RE_{PB}		RE_{NPB}		RE_{PB}		RE_{NPB}	
		β_0	β_1	β_0	β_1	β_0	β_1	β_0	β_1
$\varepsilon \sim D(0,1/\sqrt{2})$	25	0.999294	0.999595	0.998430	0.998052	0.997686	0.999571	0.998947	0.998164
	50	1.000076	0.999447	0.999410	0.997731	0.997830	0.999356	0.998514	0.999027
	75	0.999713	0.997951	0.999070	0.998717	0.998153	0.999509	0.998293	1.000171
	100	0.998248	0.998780	0.998301	0.998976	0.999654	0.996978	0.999459	1.000827
$\varepsilon \sim D(0,5/\sqrt{2})$	25	1.001192	0.999111	0.998070	1.000636	0.999397	0.999602	0.997674	0.998419
	50	0.998930	0.998699	0.998426	0.999899	0.998767	0.999581	0.998821	0.997181
	75	0.999988	0.999982	0.999399	0.999275	0.998933	0.997611	0.998610	0.998610
	100	0.998671	0.999402	0.999762	0.999791	0.998670	1.000005	0.998837	0.998275
$\varepsilon \sim D(0,5\sqrt{2})$	25	0.999066	0.997876	0.998438	0.998560	0.999806	0.998612	0.999624	0.998973
	50	0.998417	0.999668	1.000163	0.998506	1.000785	0.999156	0.999637	0.999900
	75	0.998627	0.998483	0.999290	0.998538	0.997345	1.000618	0.999675	0.999378
	100	0.998763	0.997766	0.999458	0.999662	0.998508	0.997942	0.998131	0.999219

RE_{PB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี PB เทียบกับ OLS

RE_{NPB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี NPB เทียบกับ OLS

<u>หมายเหตุ</u> ถ้า RE_{PB}(RE_{NPB})มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า วิธี PB(วิธี NPB) มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี OLS

ตารางที่ 4.29 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เปรียบเทียบโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75และ100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	X~N(0,1)				X~U(-3,3)			
		RE_{PB}		RE_{NPB}		RE_{PB}		RE_{NPB}	
		β_0	β_1	β_0	β_1	β_0	β_1	β_0	β_1
$\varepsilon \sim S(0.45,0,78)$	25	0.999992	1.000145	0.998949	0.998209	0.997006	0.998247	0.998895	1.000435
	50	0.999745	0.999764	0.999656	0.998085	0.999124	1.000123	0.998686	0.999627
	75	0.999606	0.997787	0.999027	0.998490	0.997231	1.000424	0.997598	0.998983
	100	0.997709	0.999081	0.998048	0.999284	0.999242	1.000753	0.999605	0.998333
$\varepsilon \sim S(2.25,12.25)$	25	1.001332	0.998531	0.997811	1.000860	0.998577	0.999102	0.999542	0.998239
	50	0.998246	0.998171	0.998908	0.999710	0.997718	0.998164	0.999430	0.999069
	75	0.999367	0.999751	0.999369	0.999473	0.997348	0.998766	0.999629	1.000232
	100	0.998649	0.999897	0.999493	1.000071	1.000009	0.999741	0.996732	1.001152
$\varepsilon \sim S(4.50,24.50)$	25	0.998795	0.998732	0.998666	0.998247	0.999422	0.999519	0.997667	0.998997
	50	0.998726	0.999784	1.000097	0.998870	0.998778	0.999516	0.998962	0.997402
	75	0.998320	0.998655	0.999107	0.998170	0.999022	0.997819	0.998567	0.999079
	100	0.999271	0.998359	0.999554	0.999987	0.998219	1.000161	0.999397	0.998729

RE_{PB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี PB เทียบกับ OLS

RE_{NPB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี NPB เทียบกับ OLS

<u>หมายเหตุ</u> ถ้า RE_{PB}(RE_{NPB})มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า วิธี PB(วิธี NPB) มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี OLS

ตารางที่ 4.30 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เปรียบเทียบโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75และ100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	X~N(0,1)				X~U(-3,3)			
		RE_{PB}		RE_{NPB}		RE_{PB}		RE_{NPB}	
		β_0	β_1	β_0	β_1	β_0	β_1	β_0	β_1
$\varepsilon \sim G(-0.45,0,78)$	25	0.999534	0.999482	0.999879	1.001111	0.999971	0.998874	0.998445	0.996844
	50	0.999866	0.997954	0.999259	0.998712	0.999417	0.998270	0.998227	0.998201
	75	0.999056	0.999959	0.998938	0.999326	0.999059	1.000272	0.999858	0.997984
	100	1.000447	0.998391	0.999959	1.000961	0.998343	0.998858	0.998322	0.998762
$\varepsilon \sim G(-2.25,12.25)$	25	0.998752	0.998521	0.997460	0.997998	0.999042	1.000211	0.999998	0.999327
	50	1.001192	0.998242	0.998018	0.999346	0.998256	0.998322	1.000481	0.998145
	75	0.998920	0.999297	1.000052	0.997943	1.000435	0.999405	0.997732	0.998849
	100	0.999416	0.999234	0.999584	1.000390	0.998442	0.999203	0.998486	0.999781
$\varepsilon \sim G(-4.50,24.50)$	25	0.999909	1.000067	0.998565	1.001122	0.998782	0.998142	0.998848	0.998893
	50	0.998006	0.999596	0.999893	0.997521	0.999674	1.000234	0.999968	0.999925
	75	0.999307	0.999219	0.999132	1.000323	0.999137	0.999335	0.999618	0.997470
	100	0.998545	1.000381	1.000655	0.998316	1.000368	0.999225	0.999850	0.999606

RE_{PB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี PB เทียบกับ OLS

RE_{NPB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี NPB เทียบกับ OLS

<u>หมายเหตุ</u> ถ้า RE_{PB}(RE_{NPB})มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า วิธี PB(วิธี NPB) มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี OLS

จากตารางที่ 4.25 - 4.30 สามารถอธิบายได้ดังนี้

<u>ผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยในลักษณะประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด</u>

ทุกลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนทั้ง 6 การแจกแจงพบว่า โดยรวมแล้วค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 1 กล่าวคือ วิธี OLS มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี PB และ NPB

4.1.6 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยในลักษณะค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น

จากผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($\overline{MSE}$)ที่เสนอไปแล้วในตารางที่ 4.19 - 4.24 นั้นจะนำมาเปรียบเทียบในลักษณะประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบไว้ดังตาราง 4.31-4.36 โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ดังนี้

ตารางที่ 4.31 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เปรียบเทียบโดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ การประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75และ100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	X~N(0,1)		X~U(-3,3)	
		RE_{PB}	RE_{NPB}	RE_{PB}	RE_{NPB}
$\varepsilon \sim N(0,1)$	25	0.998336	0.998382	0.998229	0.999151
	50	0.998759	0.998693	0.999494	0.997897
	75	0.999411	0.999017	0.999755	0.999151
	100	0.999802	0.998510	0.998811	0.998797
$\varepsilon \sim N(0,25)$	25	0.998747	0.998542	0.997198	0.998476
	50	0.998381	1.000534	0.998444	0.998800
	75	0.999068	1.001212	0.999853	0.999407
	100	0.997067	0.997702	0.998676	0.998797
$\varepsilon \sim N(0,100)$	25	1.000014	0.999446	0.999795	0.998259
	50	1.000428	0.999799	0.998444	0.998800
	75	0.998508	0.997510	0.999853	0.999407
	100	0.999115	0.998633	0.998676	0.998797

RE_{PB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี PB เทียบกับ OLS

RE_{NPB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี NPB เทียบกับ OLS

<u>หมายเหตุ</u> ถ้า RE_{PB}(RE_{NPB})มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า วิธี PB(วิธี NPB) มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี OLS

ตารางที่ 4.32 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เปรียบเทียบโดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ การประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ เอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75และ100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	X~N(0,1)		X~U(-3,3)	
		RE_{PB}	RE_{NPB}	RE_{PB}	RE_{NPB}
$\varepsilon \sim U(-\sqrt{3},\sqrt{3})$	25	0.998211	0.998260	1.000326	0.998964
	50	0.999558	0.998806	0.999821	0.998909
	75	0.997739	0.999455	0.999061	0.998909
	100	0.998817	0.999501	0.998440	1.000129
$\varepsilon \sim U(-5\sqrt{3},5\sqrt{3})$	25	1.000075	0.999399	0.999488	0.998477
	50	0.999859	0.998277	1.000725	0.998793
	75	0.999195	0.999584	0.999910	0.999804
	100	0.998855	0.999250	0.998895	0.998804
$\varepsilon \sim U(-10\sqrt{3},10\sqrt{3})$	25	0.998766	0.999922	0.999149	0.998102
	50	0.999859	0.998277	0.999006	0.999483
	75	0.999195	0.999584	0.999489	0.999371
	100	0.998855	0.999250	1.000206	1.000264

RE_{PB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี PB เทียบกับ OLS

RE_{NPB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี NPB เทียบกับ OLS

<u>หมายเหตุ</u> ถ้า RE_{PB}(RE_{NPB})มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า วิธี PB(วิธี NPB) มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี OLS

ตารางที่ 4.33 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เปรียบเทียบโดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ การประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ โลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75และ100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	X~N(0,1)		X~U(-3,3)	
		RE_{PB}	RE_{NPB}	RE_{PB}	RE_{NPB}
$\varepsilon \sim L\left(0, \sqrt{3}/\pi\right)$	25	0.999586	0.998148	0.997553	0.999540
	50	0.999712	0.998512	0.999543	0.998705
	75	0.998926	0.998914	0.998098	0.997959
	100	0.998519	0.998768	0.999315	0.999440
$\varepsilon \sim L\left(0, 5\sqrt{3}/\pi\right)$	25	1.000116	0.999432	0.998288	0.999258
	50	0.998745	0.999287	0.998208	0.999388
	75	0.999927	0.999532	0.998336	0.999679
	100	0.999218	0.999853	0.999731	0.998013
$\varepsilon \sim L\left(0, 10\sqrt{3}/\pi\right)$	25	0.998635	0.998591	0.999685	0.997878
	50	0.999285	0.999390	0.999286	0.998497
	75	0.998511	0.998794	0.998728	0.998643
	100	0.998504	0.999652	0.999102	0.998892

RE_{PB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี PB เทียบกับ OLS

RE_{NPB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี NPB เทียบกับ OLS

หมายเหตุ ถ้า RE_{PB}(RE_{NPB})มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า วิธี PB(วิธี NPB) มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี OLS

ตารางที่ 4.34 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เปรียบเทียบโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ การประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75และ100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	X~N(0,1)		X~U(-3,3)	
		RE_{PB}	RE_{NPB}	RE_{PB}	RE_{NPB}
$\varepsilon \sim D(0,1/\sqrt{2})$	25	0.999453	0.998230	0.998003	0.999216
	50	0.999752	0.998545	0.998003	0.999273
	75	0.998816	0.998890	0.998189	0.999676
	100	0.998517	0.998643	0.999604	0.997958
$\varepsilon \sim D(0,5/\sqrt{2})$	25	1.000101	0.999412	0.999448	0.997858
	50	0.998811	0.999184	0.998978	0.998396
	75	0.999985	0.999336	0.998605	0.998610
	100	0.999033	0.999776	0.998986	0.998704
$\varepsilon \sim D(0,5\sqrt{2})$	25	0.998452	0.998501	0.999504	0.999459
	50	0.999045	0.999329	1.000369	0.999704
	75	0.998555	0.998913	0.998168	0.999600
	100	0.998268	0.999559	0.998364	0.998406

RE_{PB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี PB เทียบกับ OLS

RE_{NPB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี NPB เทียบกับ OLS

หมายเหตุ ถ้า RE_{PB}(RE_{NPB})มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า วิธี PB(วิธี NPB) มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี OLS

ตารางที่ 4.35 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และ วิธีบูตสแตรปแบบ ไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่สุดเปรียบเทียบโดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75และ100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	X~N(0,1)		X~U(-3,3)	
		RE_{PB}	RE_{NPB}	RE_{PB}	RE_{NPB}
$\varepsilon \sim S(0.45,0,78)$	25	1.000072	0.998561	0.997339	0.999308
	50	0.999755	0.998840	0.999381	0.998929
	75	0.998681	0.998754	0.998033	0.997946
	100	0.998403	0.998674	0.999613	0.999292
$\varepsilon \sim S(2.25,12.25)$	25	0.999849	0.999421	0.998711	0.999208
	50	0.998208	0.999318	0.997831	0.999338
	75	0.999561	0.999422	0.997708	0.999782
	100	0.999268	0.999780	0.999941	0.997859
$\varepsilon \sim S(4.50,24.50)$	25	0.998763	0.998450	0.999446	0.997996
	50	0.999262	0.999475	0.998968	0.998560
	75	0.998487	0.998640	0.998726	0.998693
	100	0.998815	0.999771	0.998680	0.999238

RE_{PB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี PB เทียบกับ OLS

RE_{NPB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี NPB เทียบกับ OLS

หมายเหตุ ถ้า RE_{PB}(RE_{NPB})มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า วิธี PB(วิธี NPB) มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี OLS

ตารางที่ 4.36 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และ วิธีบูตสแตรปแบบ ไม่ใช้พารามิเตอร์ เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ที่สุด เปรียบเทียบโดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของ การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวน เป็น 1,25 และ100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75และ100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	n	X~N(0,1)		X~U(-3,3)	
		RE_{PB}	RE_{NPB}	RE_{PB}	RE_{NPB}
$\varepsilon \sim G(-0.45, 0, 78)$	25	0.999508	1.000507	0.999696	0.998043
	50	0.998891	0.998980	0.999127	0.998220
	75	0.999507	0.999131	0.999364	0.999386
	100	0.999428	1.000455	0.998474	0.998435
$\varepsilon \sim G(-2.25, 12.25)$	25	0.998635	0.997733	0.999339	0.999828
	50	0.999656	0.998708	0.998272	0.999903
	75	0.999110	0.998990	1.000189	0.997999
	100	0.999324	0.999993	0.998631	0.998807
$\varepsilon \sim G(-4.50, 24.50)$	25	0.999994	0.999931	0.998618	0.998859
	50	0.998814	0.998685	0.999819	0.999957
	75	0.999263	0.999740	0.999186	0.999090
	100	0.999455	0.999493	1.000080	0.999789

RE_{PB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี PB เทียบกับ OLS

RE_{NPB} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ระหว่างวิธี NPB เทียบกับ OLS

<u>หมายเหตุ</u> ถ้า RE_{PB}(RE_{NPB})มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า วิธี PB(วิธี NPB) มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี OLS

จากตารางที่ 4.31 - 4.36 สามารถอธิบายได้ดังนี้

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยในลักษณะประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์เทียบกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ทุกลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนทั้ง 6 การแจกแจงพบว่า โดยรวมแล้วค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 1 กล่าวคือ วิธี OLS มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี PB และ NPB

4.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าในสมการถดถอยเชิงเส้นในการประมาณค่าแบบช่วง

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบช่วงของทั้ง 3 วิธี คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด(OLS), วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ (PB) และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (NPB) โดยทำการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบช่วงที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อน (ε) มีการแจกแจงลักษณะต่างๆ และตามขนาดตัวอย่างที่กล่าวมาแล้วข้างต้น นำเสนอโดยค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Confidence Coefficient) ซึ่งผลการวิจัยนำเสนอด้วยตาราง 4.37-4.54 ดังนี้

4.2.1 <u>ผลการวิเคราะห์ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ ในสมการถดถอยเชิงเส้น</u>

ผลการวิเคราะห์โดยละเอียดของ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้นทั้ง 3 วิธี เมื่อความคลาดเคลื่อน (ε) มีการแจกแจงแบบต่างๆ ตามขนาดตัวอย่างดังกล่าว โดยแสดงค่าในรูปตารางและกราฟ พร้อมคำอธิบายในทุกกรณีที่ทำการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

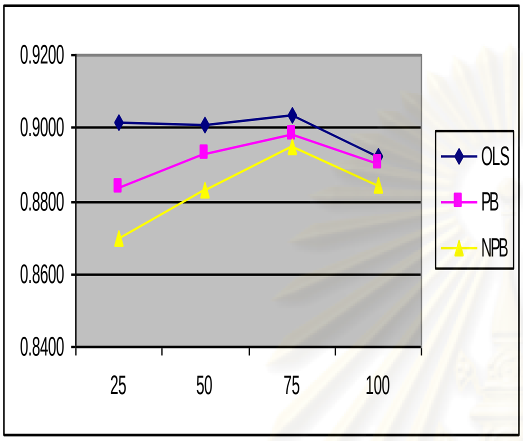
ตารางที่ 4.37 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.9012	0.8838	0.8698	0.9042	0.8878	0.8720	0.9014	0.8864	0.8700	0.9036	0.8872	0.8726
	95%	0.9514	0.9368	0.9254	0.9500	0.9366	0.9266	0.9496	0.9354	0.9258	0.9502	0.9394	0.9276
	99%	0.9916	0.9834	0.9768	0.9898	0.9810	0.9784	0.9902	0.9808	0.9762	0.9888	0.9778	0.9732
50	90%	0.9010	0.8926	0.8828	0.8996	0.8908	0.8856	0.8970	0.8920	0.8792	0.9030	0.8960	0.8920
	95%	0.9524	0.9448	0.9394	0.9520	0.9466	0.9392	0.9438	0.9358	0.9334	0.9464	0.9386	0.9340
	99%	0.9902	0.9856	0.9842	0.9884	0.9834	0.9818	0.9892	0.9838	0.9798	0.9912	0.9834	0.9808
75	90%	0.9034	0.8980	0.8948	0.9040	0.8976	0.8894	0.9014	0.8932	0.8878	0.8918	0.8868	0.8820
	95%	0.9524	0.9458	0.9438	0.9512	0.9456	0.9418	0.9554	0.9474	0.9426	0.9498	0.9430	0.9384
	99%	0.9890	0.9850	0.9850	0.9910	0.9882	0.9862	0.9916	0.9882	0.9866	0.9912	0.9872	0.9860
100	90%	0.8920	0.8900	0.8842	0.9004	0.8968	0.8918	0.9018	0.8968	0.8928	0.9014	0.8958	0.8888
	95%	0.9478	0.9422	0.9392	0.9504	0.9456	0.9462	0.9514	0.9470	0.9458	0.9492	0.9434	0.9416
	99%	0.9908	0.9878	0.9868	0.9886	0.9862	0.9846	0.9898	0.9874	0.9842	0.9900	0.9860	0.9854

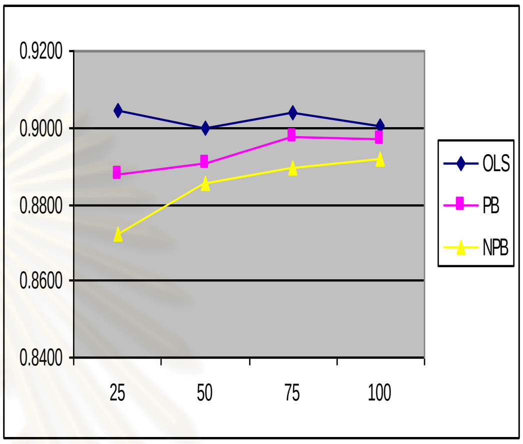
<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

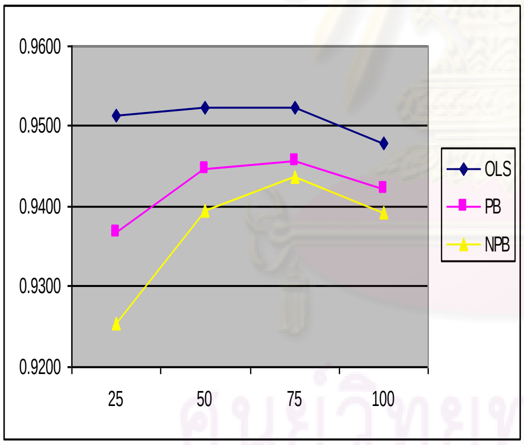
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



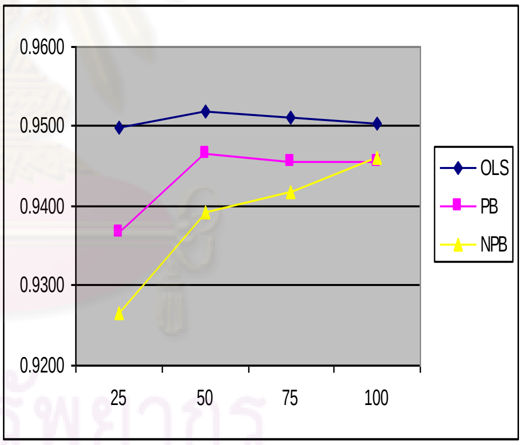
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



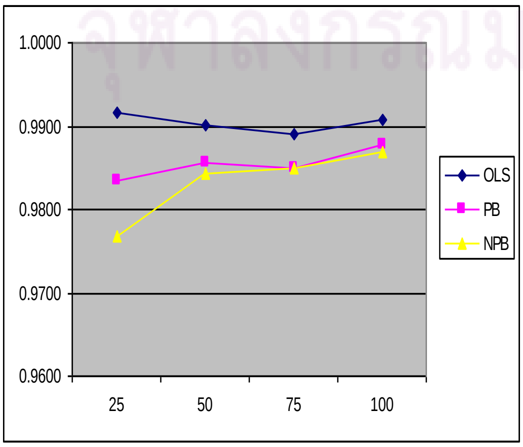
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



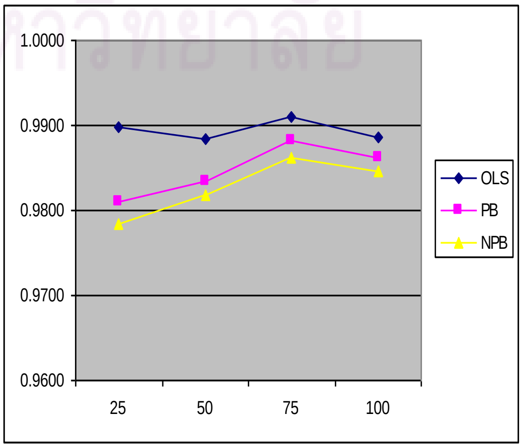
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

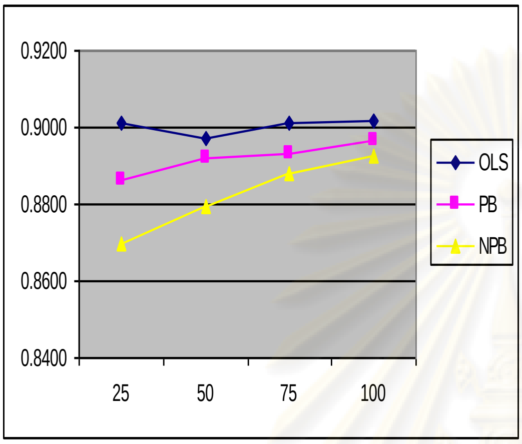


(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

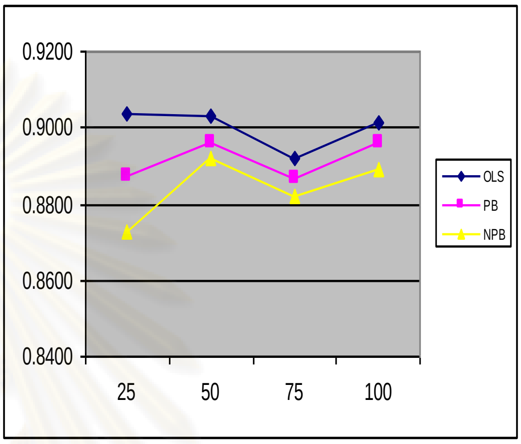


ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

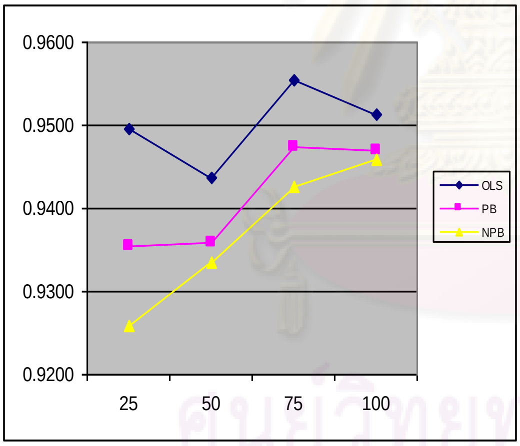
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



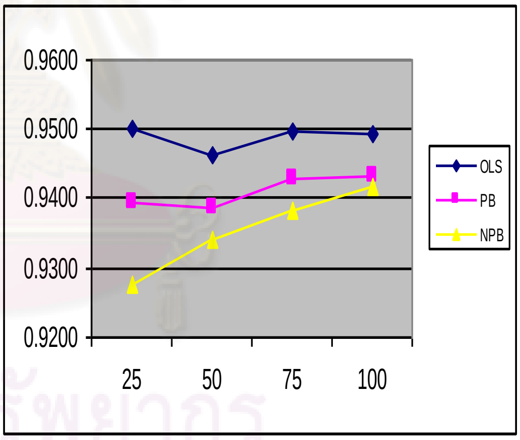
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



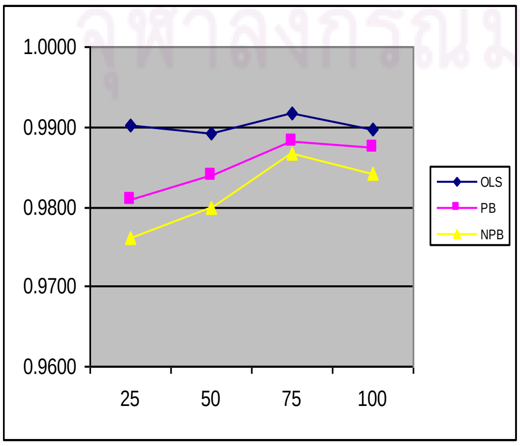
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



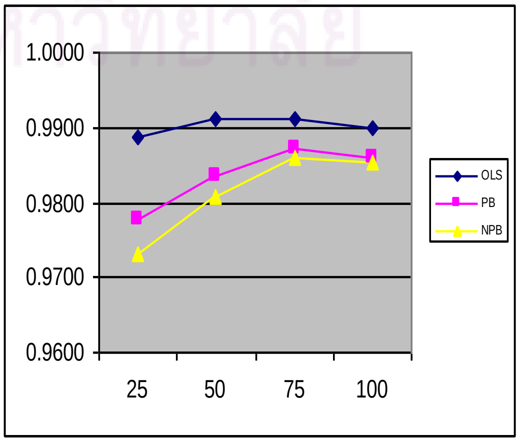
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.37 และภาพที่ 4.1,ภาพที่ 4.2 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี OLS จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี PB และ วิธี NPB

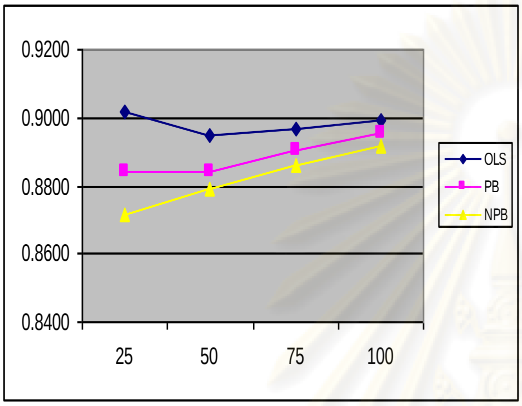
ตารางที่ 4.38 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ ปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.9016	0.8844	0.8718	0.9034	0.8874	0.8694	0.9052	0.8926	0.8756	0.8976	0.8812	0.8672
	95%	0.9540	0.9372	0.9274	0.9514	0.9364	0.9284	0.9508	0.9396	0.9268	0.9480	0.9352	0.9232
	99%	0.9918	0.9858	0.9806	0.9912	0.9808	0.9764	0.9900	0.9792	0.9744	0.9912	0.9816	0.9744
50	90%	0.8946	0.8844	0.8788	0.9038	0.8922	0.8860	0.8996	0.8882	0.8808	0.8972	0.8896	0.8804
	95%	0.9502	0.9416	0.9368	0.9506	0.9458	0.9396	0.9490	0.9416	0.9368	0.9468	0.9392	0.9332
	99%	0.9922	0.9874	0.9842	0.9890	0.9826	0.9822	0.9906	0.9844	0.9838	0.9896	0.9840	0.9804
75	90%	0.8968	0.8904	0.8858	0.8984	0.8912	0.8870	0.8978	0.8924	0.8882	0.8988	0.8934	0.8874
	95%	0.9462	0.9390	0.9390	0.9458	0.9398	0.9358	0.9488	0.9436	0.9404	0.9476	0.9412	0.9408
	99%	0.9916	0.9870	0.9858	0.9880	0.9838	0.9840	0.9898	0.9860	0.9836	0.9872	0.9834	0.9808
100	90%	0.8992	0.8952	0.8914	0.8902	0.8860	0.8808	0.9062	0.9018	0.8946	0.9004	0.8952	0.8912
	95%	0.9528	0.9472	0.9458	0.9450	0.9382	0.9380	0.9500	0.9488	0.9460	0.9480	0.9428	0.9420
	99%	0.9892	0.9864	0.9854	0.9884	0.9850	0.9830	0.9888	0.9858	0.9848	0.9900	0.9864	0.9844

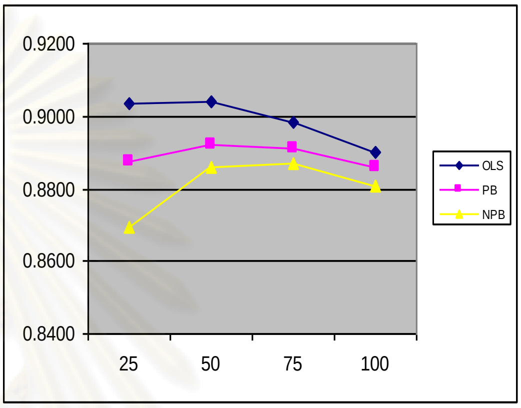
หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

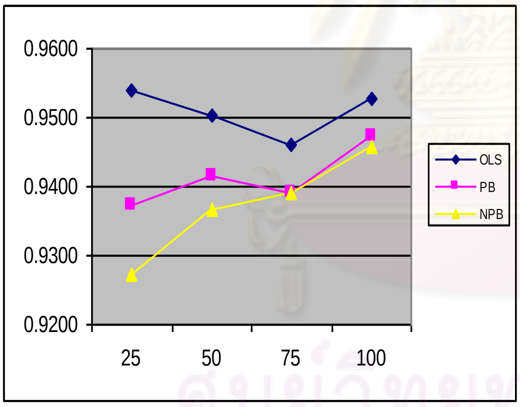
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



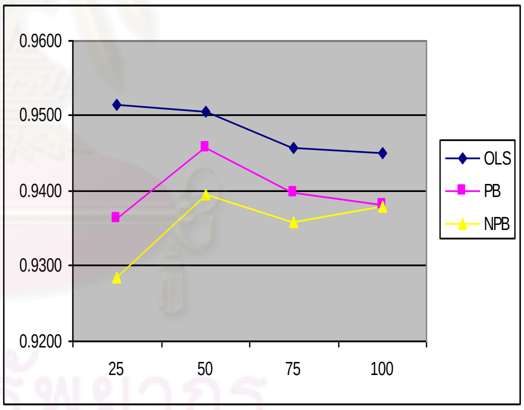
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



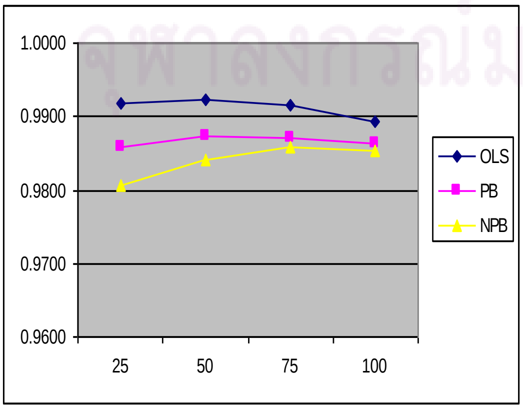
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



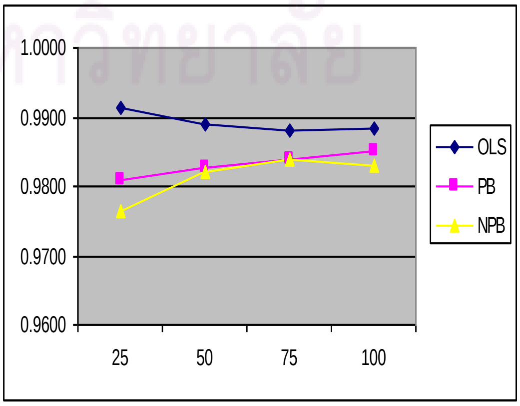
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

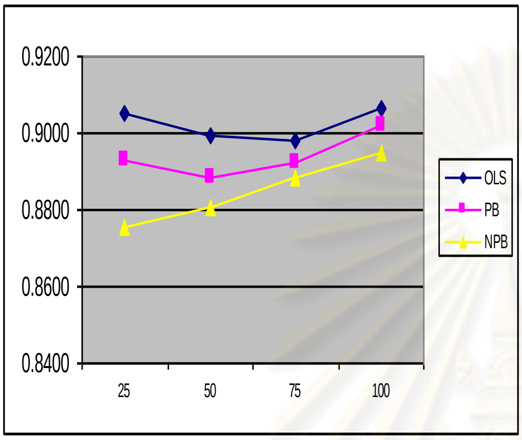


(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

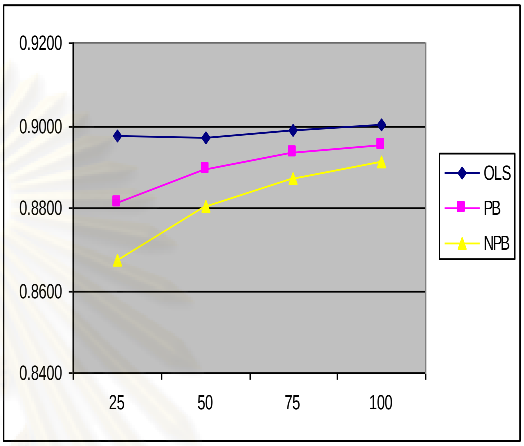


ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

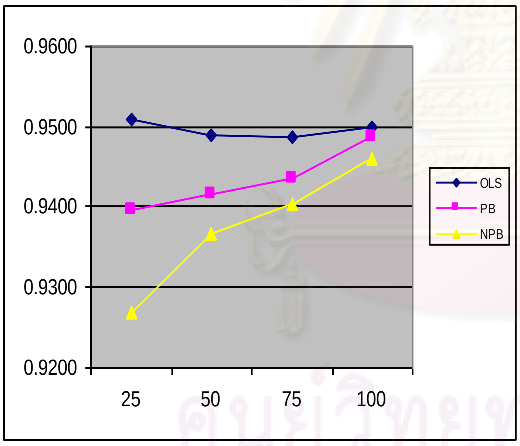
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



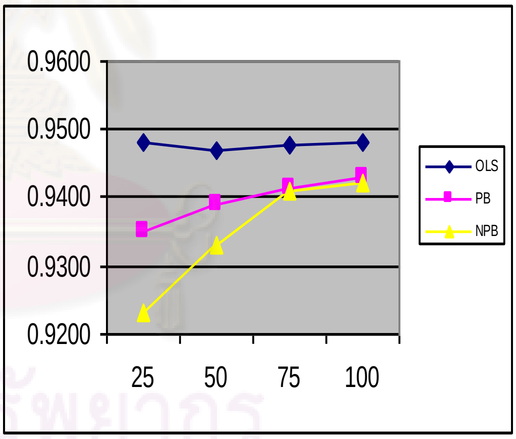
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



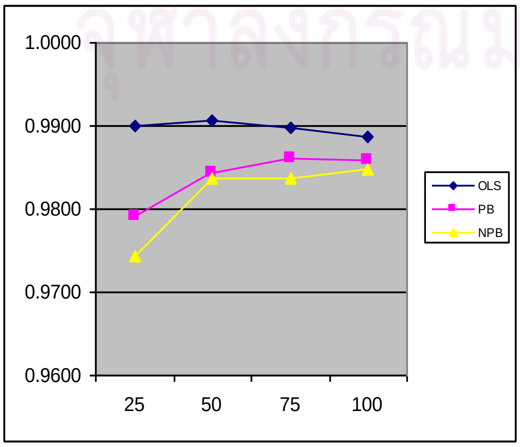
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



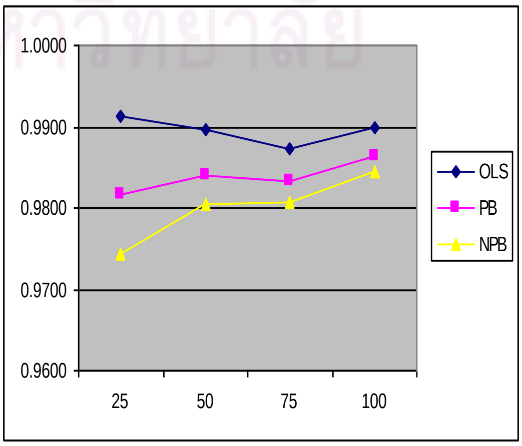
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.38 และภาพที่ 4.3,ภาพที่ 4.4 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้ น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี OLS จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี PB และ วิธี NPB

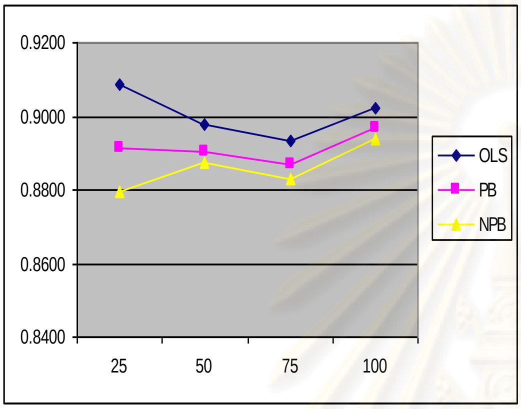
ตารางที่ 4.39 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.9084	0.8914	0.8796	0.9016	0.8884	0.8720	0.8882	0.8730	0.8590	0.8994	0.8800	0.8666
	95%	0.9522	0.9388	0.9306	0.9502	0.9332	0.9258	0.9432	0.9260	0.9150	0.9532	0.9388	0.9260
	99%	0.9898	0.9822	0.9776	0.9902	0.9808	0.9732	0.9886	0.9768	0.9728	0.9928	0.9846	0.9794
50	90%	0.8980	0.8904	0.8872	0.9018	0.8942	0.8888	0.8996	0.8882	0.8808	0.8972	0.8896	0.8804
	95%	0.9492	0.9420	0.9334	0.9524	0.9470	0.9380	0.9490	0.9416	0.9368	0.9468	0.9392	0.9332
	99%	0.9890	0.9814	0.9806	0.9918	0.9852	0.9824	0.9906	0.9844	0.9838	0.9896	0.9840	0.9804
75	90%	0.8934	0.8870	0.8830	0.9048	0.8962	0.8930	0.8978	0.8924	0.8882	0.8988	0.8934	0.8874
	95%	0.9508	0.9430	0.9364	0.9528	0.9470	0.9458	0.9488	0.9436	0.9404	0.9476	0.9412	0.9408
	99%	0.9892	0.9862	0.9830	0.9916	0.9874	0.9864	0.9898	0.9860	0.9836	0.9872	0.9834	0.9808
100	90%	0.9024	0.8968	0.8940	0.8920	0.8870	0.8848	0.9062	0.9018	0.8946	0.9004	0.8952	0.8912
	95%	0.9530	0.9476	0.9452	0.9452	0.9392	0.9362	0.9500	0.9488	0.9460	0.9480	0.9428	0.9420
	99%	0.9894	0.9860	0.9854	0.9900	0.9852	0.9850	0.9888	0.9858	0.9848	0.9900	0.9864	0.9844

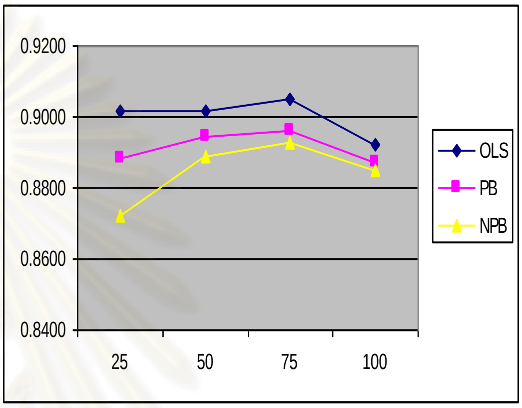
หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

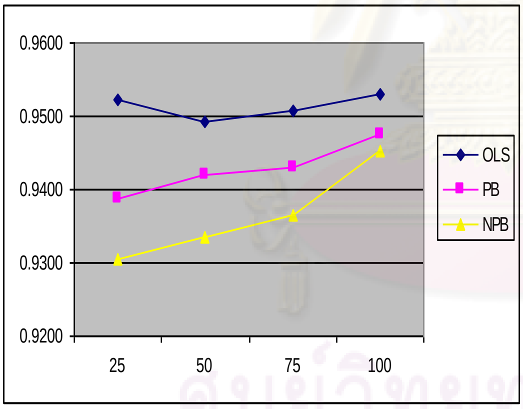
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



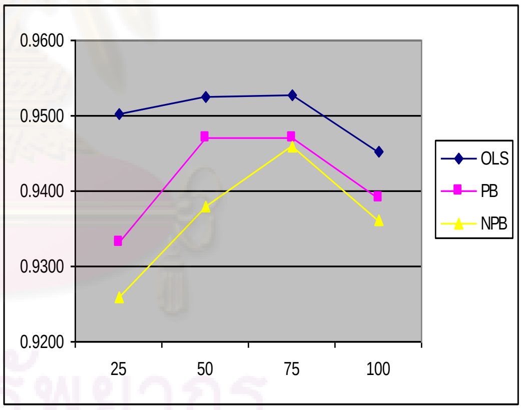
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



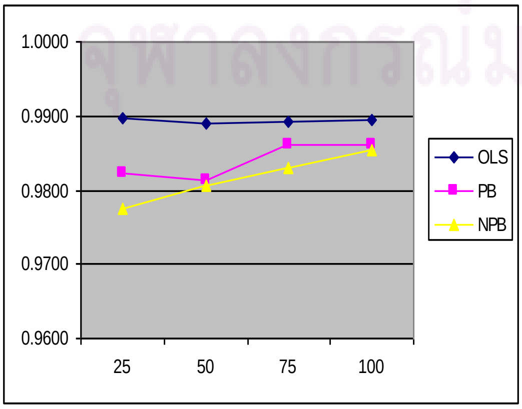
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



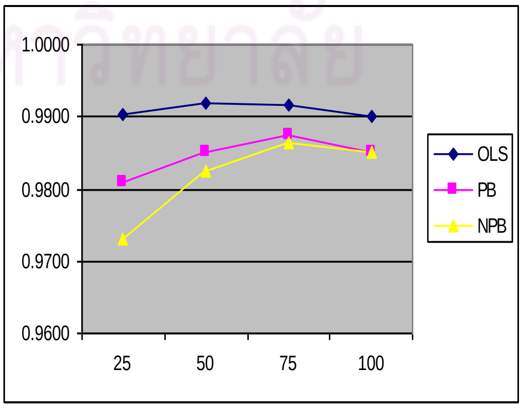
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

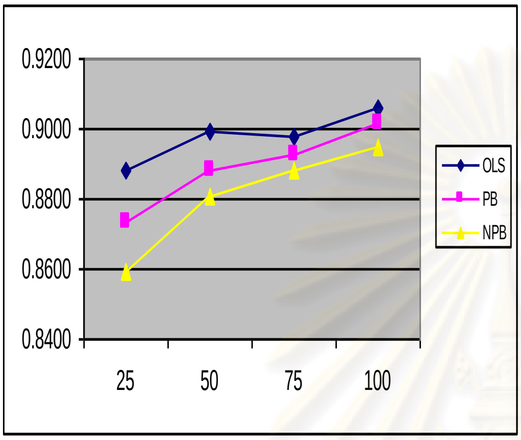


(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

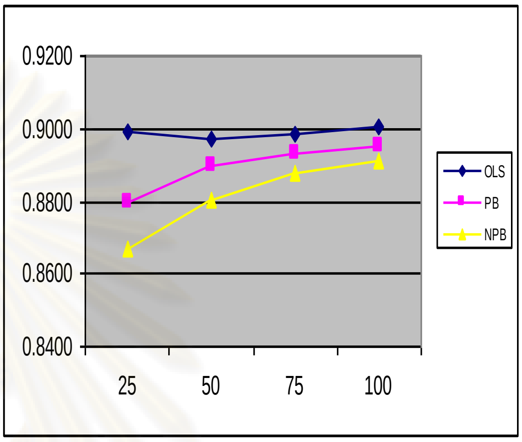


ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

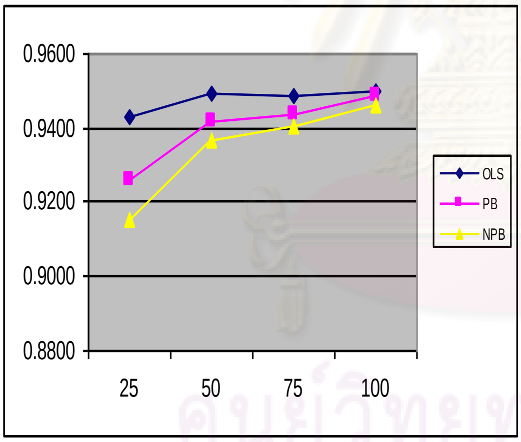
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



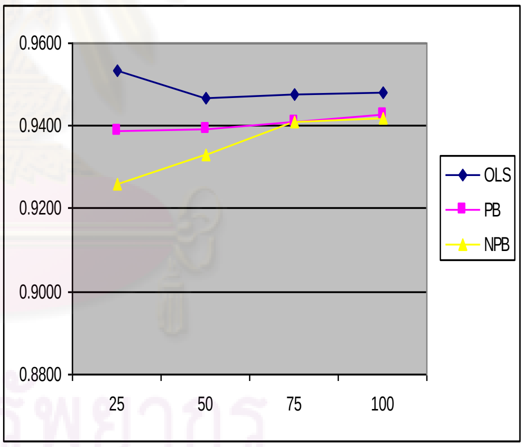
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



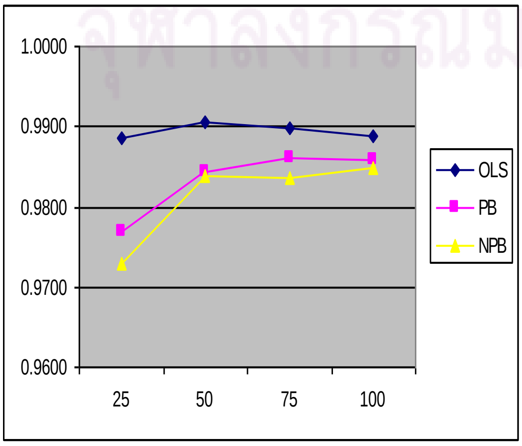
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



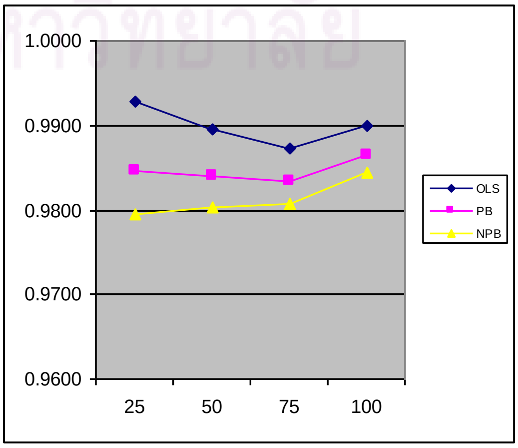
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.39 และภาพที่ 4.5,ภาพที่ 4.6 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้ น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี OLS จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี PB และ วิธี NPB

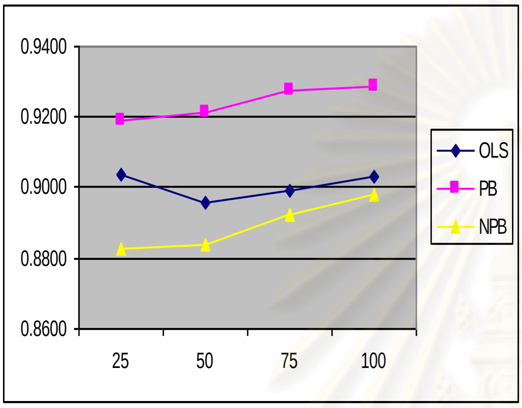
ตารางที่ 4.40 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ เอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.9036	0.9192	0.8826	0.8966	0.9016	0.8662	0.8928	0.9088	0.8678	0.9082	0.9174	0.8758
	95%	0.9504	0.9612	0.9318	0.9470	0.9464	0.9236	0.9440	0.9548	0.9238	0.9538	0.9586	0.9320
	99%	0.9892	0.9902	0.9788	0.9866	0.9852	0.9694	0.9874	0.9890	0.9752	0.9894	0.9894	0.9752
50	90%	0.8960	0.9210	0.8836	0.9024	0.9274	0.8866	0.8944	0.9256	0.8806	0.8998	0.9238	0.8826
	95%	0.9462	0.9702	0.9356	0.9492	0.9642	0.9354	0.9486	0.9680	0.9394	0.9472	0.9656	0.9346
	99%	0.9900	0.9952	0.9850	0.9872	0.9920	0.9790	0.9902	0.9966	0.9836	0.9902	0.9952	0.9804
75	90%	0.8994	0.9278	0.8924	0.8930	0.9244	0.8820	0.9052	0.9310	0.8972	0.9010	0.9332	0.8908
	95%	0.9490	0.9688	0.9416	0.9504	0.9708	0.9388	0.9532	0.9710	0.9434	0.9548	0.9754	0.9440
	99%	0.9916	0.9960	0.9886	0.9912	0.9964	0.9862	0.9918	0.9964	0.9882	0.9932	0.9962	0.9878
100	90%	0.9030	0.9284	0.8978	0.8984	0.9268	0.8888	0.8994	0.9266	0.8918	0.9070	0.9312	0.8962
	95%	0.9508	0.9726	0.9450	0.9496	0.9702	0.9412	0.9478	0.9682	0.9428	0.9514	0.9696	0.9472
	99%	0.9920	0.9954	0.9886	0.9906	0.9952	0.9846	0.9892	0.9944	0.9870	0.9898	0.9966	0.9866

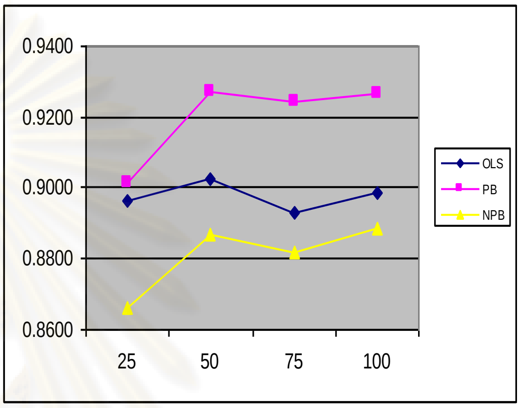
<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ เอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

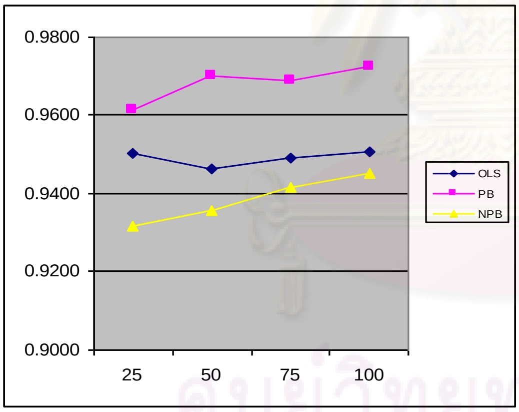
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



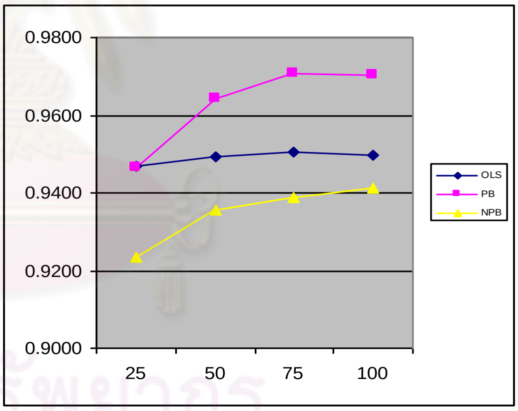
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



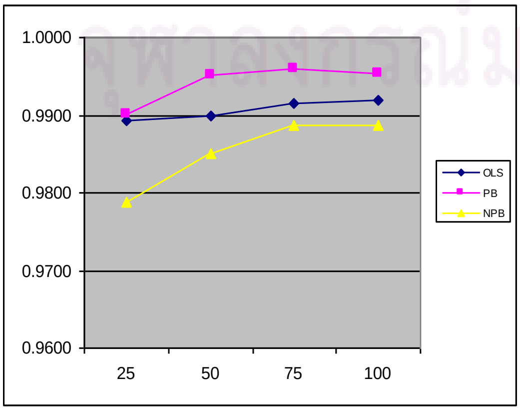
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



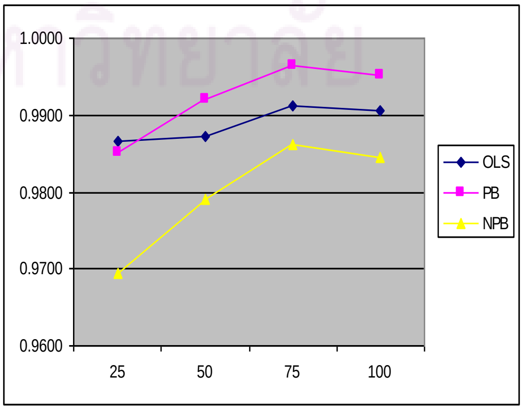
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

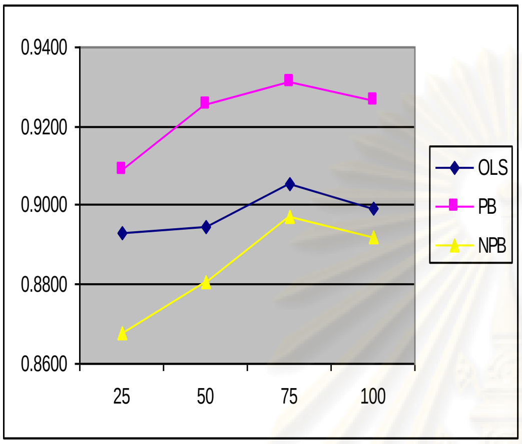


(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

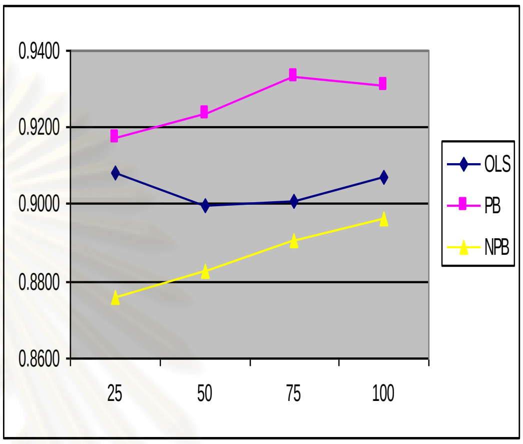


ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ เอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

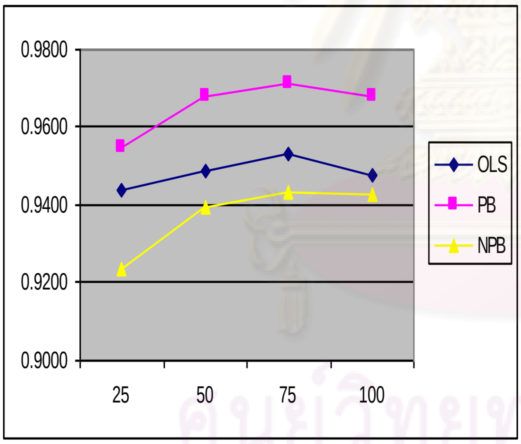
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



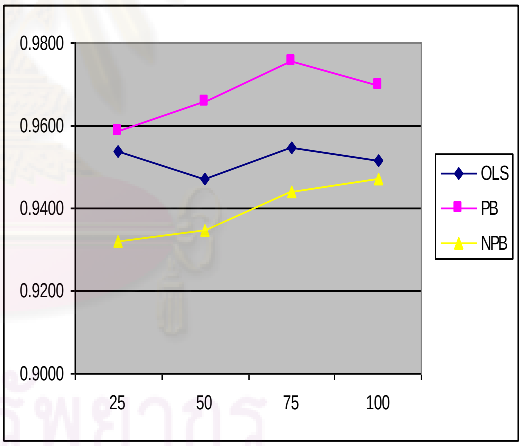
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



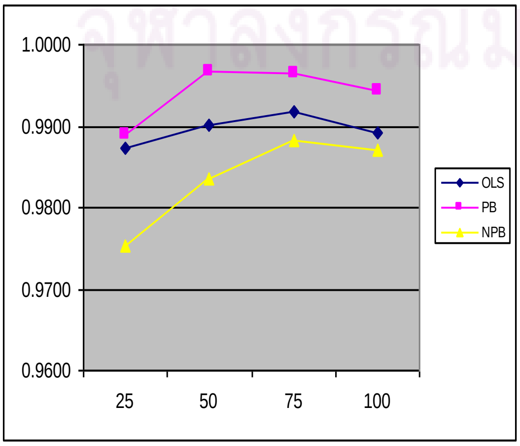
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



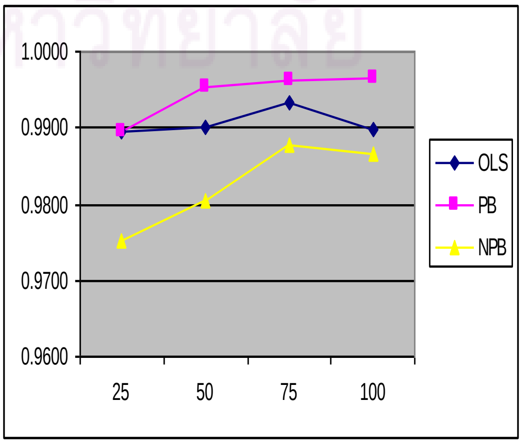
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.40 และภาพที่ 4.7,ภาพที่ 4.8 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี PB จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี OLS และวิธี NPB แต่อาจมีบางกรณีที่วิธี PB ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นน้อยกว่า หรือเท่ากับวิธี OLS

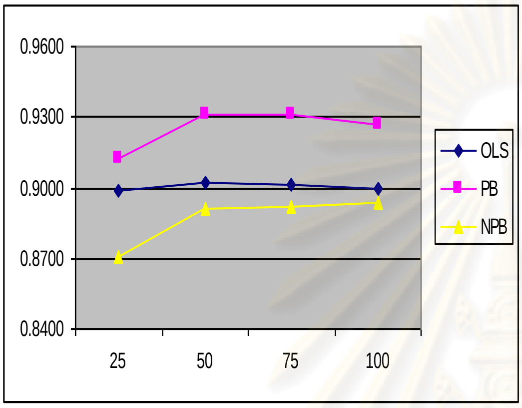
ตารางที่ 4.41 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ เอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.8986	0.9120	0.8704	0.9026	0.9104	0.8734	0.8956	0.9048	0.8686	0.9010	0.9094	0.8750
	95%	0.9464	0.9546	0.9254	0.9526	0.9584	0.9268	0.9434	0.9542	0.9222	0.9510	0.9552	0.9276
	99%	0.9884	0.9894	0.9782	0.9920	0.9906	0.9786	0.9884	0.9892	0.9762	0.9900	0.9898	0.9768
50	90%	0.9024	0.9308	0.8912	0.9022	0.9282	0.8882	0.8998	0.9258	0.8880	0.8978	0.9282	0.8824
	95%	0.9540	0.9716	0.9428	0.9516	0.9676	0.9402	0.9488	0.9676	0.9394	0.9488	0.9680	0.9336
	99%	0.9898	0.9944	0.9844	0.9918	0.9944	0.9834	0.9908	0.9962	0.9840	0.9886	0.9940	0.9792
75	90%	0.9010	0.9308	0.8922	0.9022	0.9302	0.8914	0.9030	0.9314	0.8936	0.8982	0.9272	0.8858
	95%	0.9534	0.9724	0.9444	0.9552	0.9720	0.9468	0.9534	0.9718	0.9464	0.9530	0.9682	0.9426
	99%	0.9912	0.9952	0.9864	0.9914	0.9968	0.9866	0.9902	0.9958	0.9858	0.9892	0.9934	0.9832
100	90%	0.8996	0.9270	0.8934	0.9114	0.9366	0.9046	0.8936	0.9198	0.8856	0.8968	0.9238	0.8900
	95%	0.9546	0.9746	0.9482	0.9538	0.9728	0.9484	0.9442	0.9638	0.9362	0.9474	0.9696	0.9424
	99%	0.9930	0.9968	0.9896	0.9920	0.9970	0.9884	0.9870	0.9942	0.9842	0.9918	0.9972	0.9876

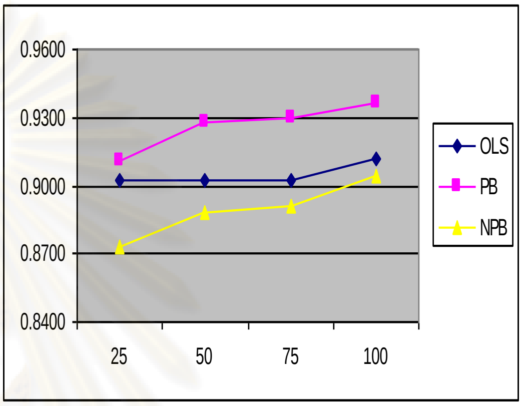
หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ เอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

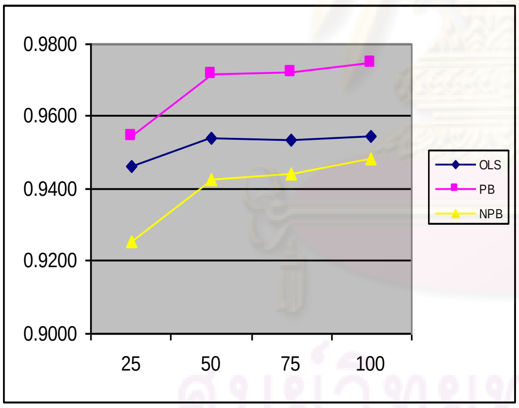
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



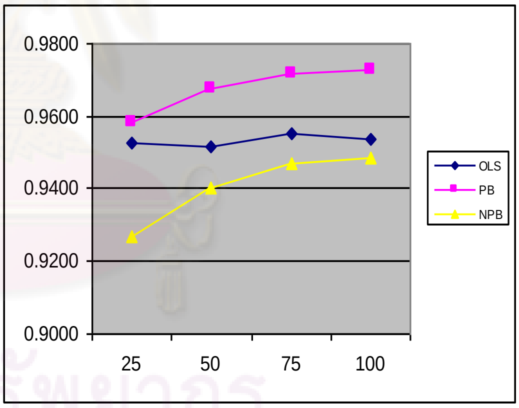
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



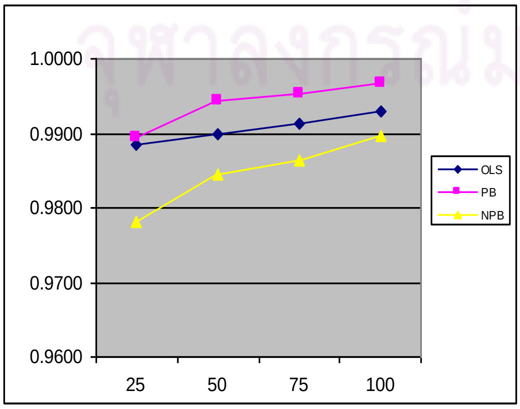
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



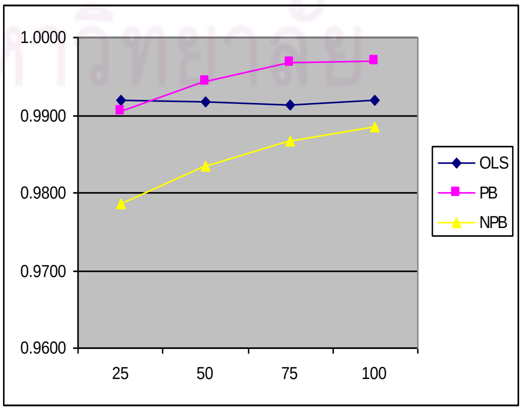
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

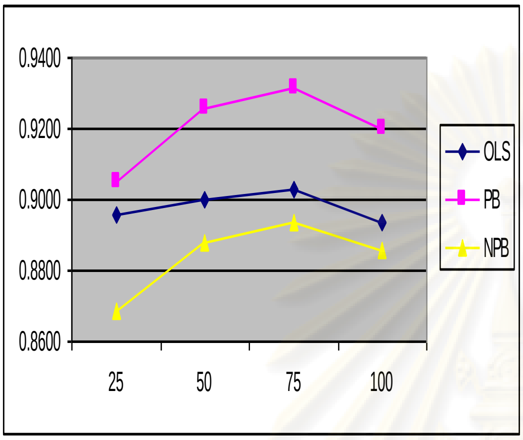


(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

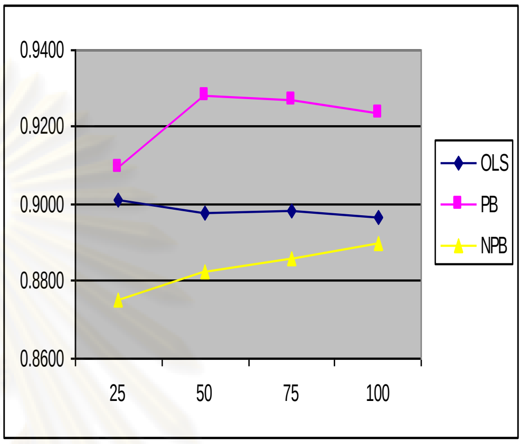


ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ เอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

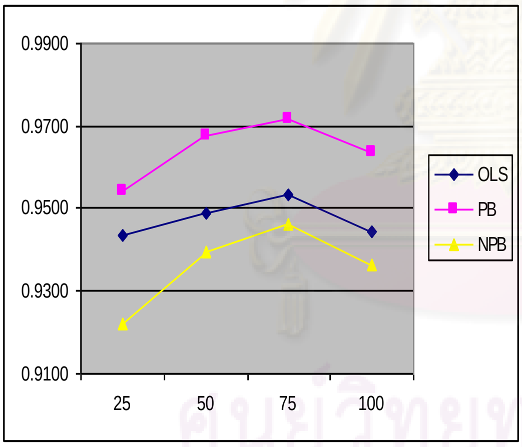
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



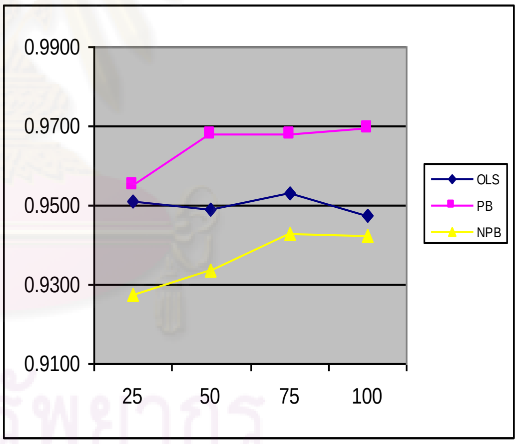
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



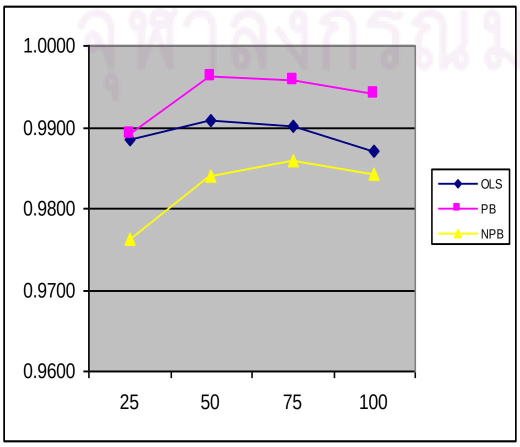
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



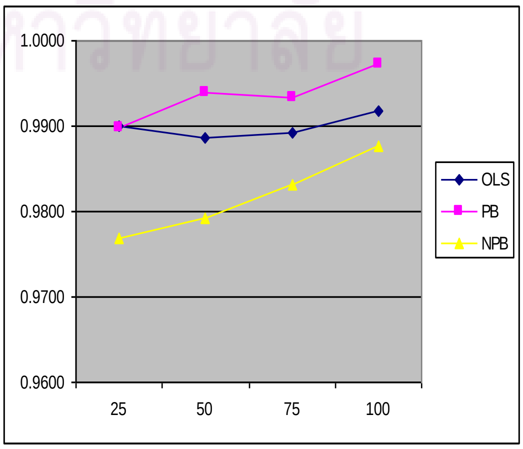
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.41 และภาพที่ 4.9,ภาพที่ 4.10 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี PB จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี OLS และวิธี NPB แต่อาจมีบางกรณีที่วิธี PB ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นน้อยกว่าวิธี OLS

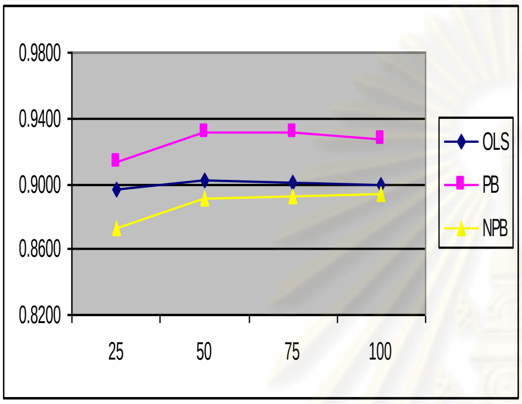
ตารางที่ 4.42 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ เอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.8962	0.9128	0.8734	0.9012	0.9092	0.8662	0.9036	0.9206	0.8746	0.8974	0.9098	0.8654
	95%	0.9442	0.9588	0.9250	0.9484	0.9534	0.9260	0.9510	0.9570	0.9330	0.9502	0.9554	0.9224
	99%	0.9882	0.9892	0.9764	0.9896	0.9874	0.9726	0.9878	0.9896	0.9768	0.9894	0.9900	0.9724
50	90%	0.9024	0.9308	0.8912	0.9022	0.9282	0.8882	0.8990	0.9234	0.8848	0.8992	0.9290	0.8814
	95%	0.9540	0.9716	0.9428	0.9516	0.9676	0.9402	0.9468	0.9656	0.9376	0.9514	0.9686	0.9364
	99%	0.9898	0.9944	0.9844	0.9918	0.9944	0.9834	0.9878	0.9940	0.9810	0.9874	0.9916	0.9806
75	90%	0.9010	0.9308	0.8922	0.9022	0.9302	0.8914	0.9028	0.9322	0.8938	0.9046	0.9318	0.8934
	95%	0.9534	0.9724	0.9444	0.9552	0.9720	0.9468	0.9526	0.9720	0.9446	0.9530	0.9722	0.9434
	99%	0.9912	0.9952	0.9864	0.9914	0.9968	0.9866	0.9904	0.9970	0.9858	0.9904	0.9962	0.9828
100	90%	0.8996	0.9270	0.8934	0.9114	0.9366	0.9046	0.8948	0.9222	0.8870	0.9024	0.9288	0.8932
	95%	0.9546	0.9746	0.9482	0.9538	0.9728	0.9484	0.9454	0.9658	0.9394	0.9500	0.9696	0.9424
	99%	0.9930	0.9968	0.9896	0.9920	0.9970	0.9884	0.9890	0.9938	0.9840	0.9906	0.9956	0.9862

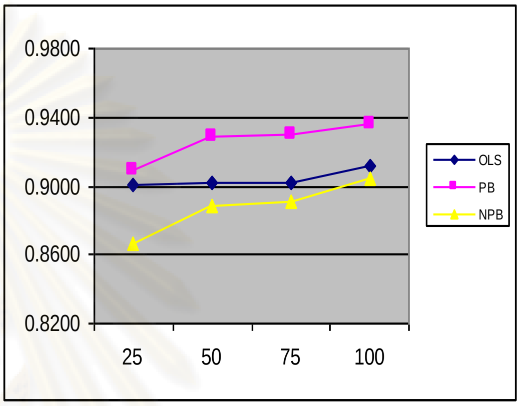
หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ เอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

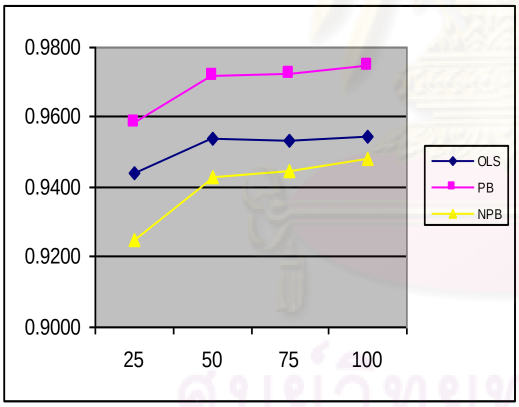
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



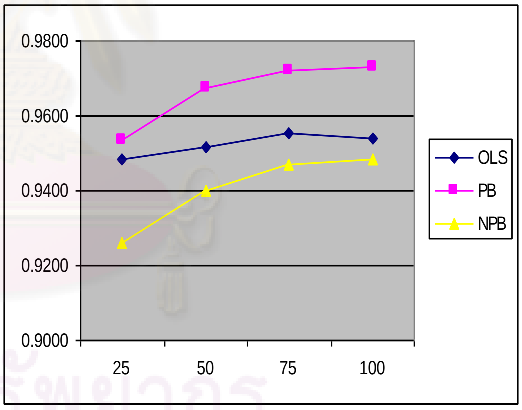
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



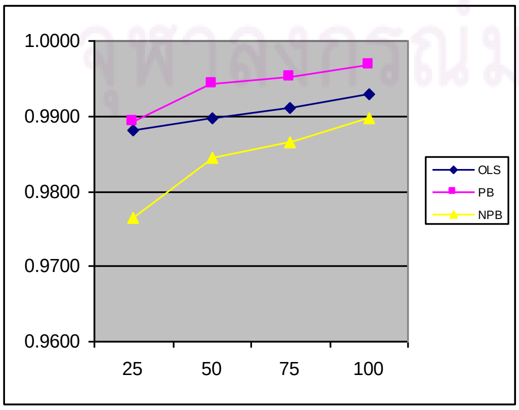
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



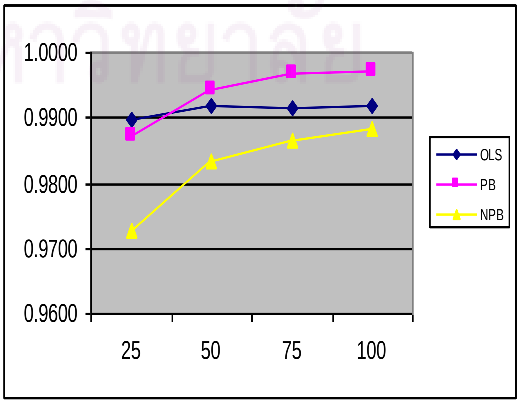
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

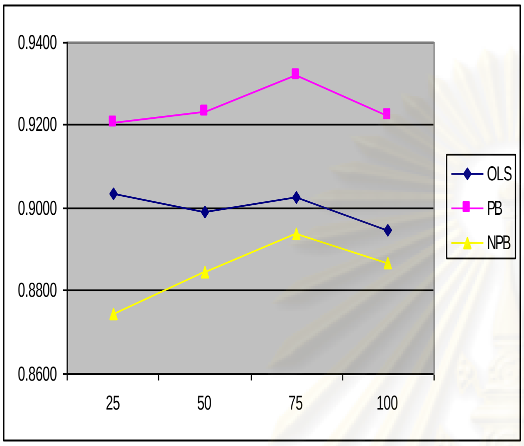


(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

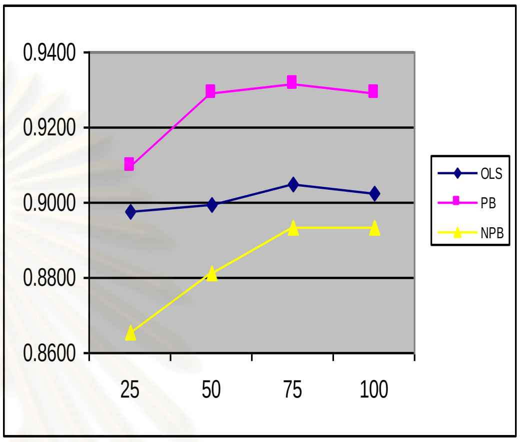


ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ เอกรูป มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

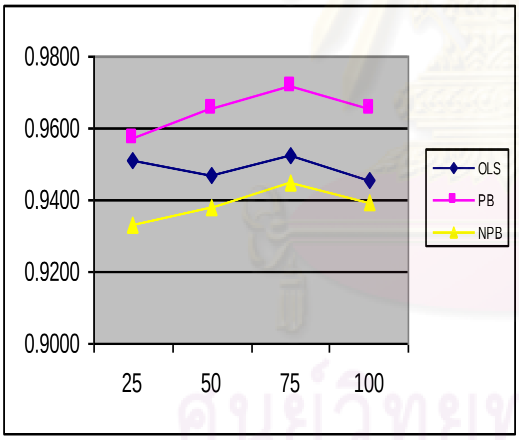
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



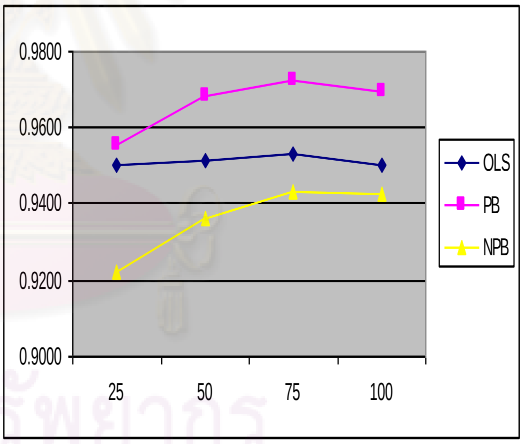
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



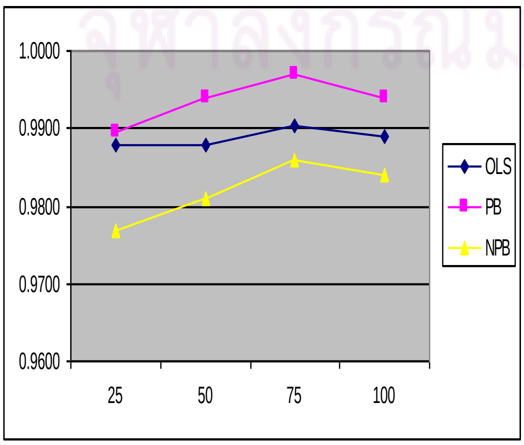
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



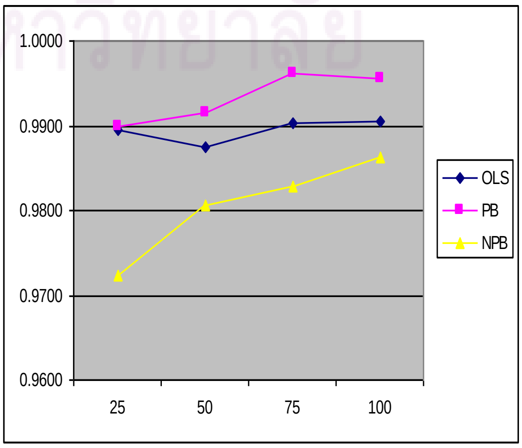
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.42 และภาพที่ 4.11,ภาพที่ 4.12 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี PB จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี OLS และวิธี NPB แต่อาจมีบางกรณีที่วิธี PB ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นน้อยกว่าวิธี OLS

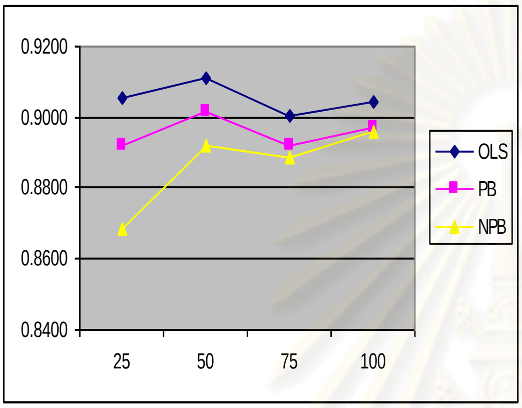
ตารางที่ 4.43 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ โลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.9056	0.8920	0.8686	0.8950	0.8804	0.8646	0.8986	0.8838	0.8698	0.9000	0.8820	0.8700
	95%	0.9548	0.9398	0.9276	0.9516	0.9344	0.9228	0.9530	0.9384	0.9240	0.9510	0.9352	0.9248
	99%	0.9900	0.9818	0.9740	0.9912	0.9838	0.9768	0.9936	0.9848	0.9770	0.9900	0.9814	0.9752
50	90%	0.9112	0.9016	0.8922	0.9028	0.8924	0.8870	0.9020	0.8928	0.8868	0.8986	0.8888	0.8828
	95%	0.9574	0.9518	0.9438	0.9490	0.9432	0.9398	0.9506	0.9430	0.9320	0.9544	0.9450	0.9400
	99%	0.9922	0.9868	0.9834	0.9908	0.9840	0.9828	0.9904	0.9868	0.9826	0.9920	0.9866	0.9836
75	90%	0.9002	0.8922	0.8888	0.8908	0.8876	0.8812	0.8984	0.8922	0.8866	0.8990	0.8934	0.8876
	95%	0.9488	0.9418	0.9374	0.9470	0.9402	0.9370	0.9512	0.9458	0.9408	0.9508	0.9438	0.9416
	99%	0.9880	0.9838	0.9830	0.9904	0.9862	0.9826	0.9894	0.9850	0.9824	0.9906	0.9864	0.9860
100	90%	0.9042	0.8968	0.8958	0.9048	0.8984	0.8932	0.8968	0.8928	0.8884	0.9082	0.9034	0.9002
	95%	0.9518	0.9470	0.9422	0.9510	0.9460	0.9452	0.9494	0.9450	0.9400	0.9498	0.9484	0.9444
	99%	0.9920	0.9892	0.9872	0.9882	0.9870	0.9856	0.9902	0.9872	0.9844	0.9900	0.9876	0.9870

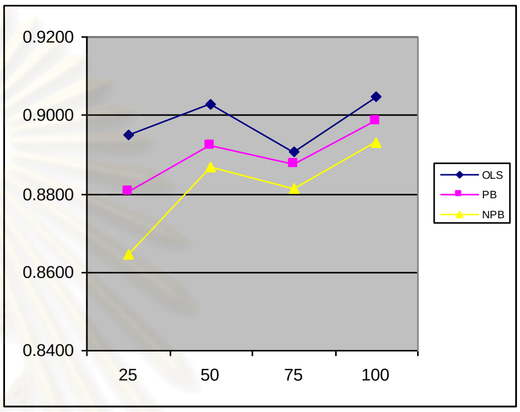
<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ โลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

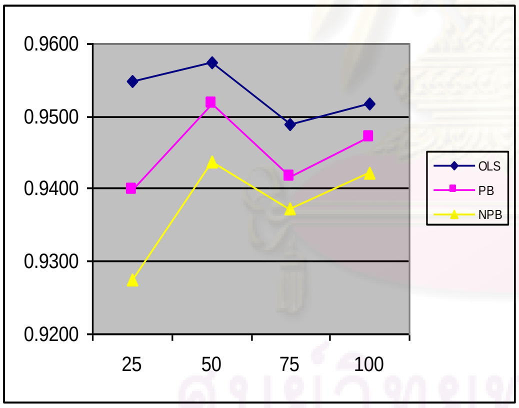
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



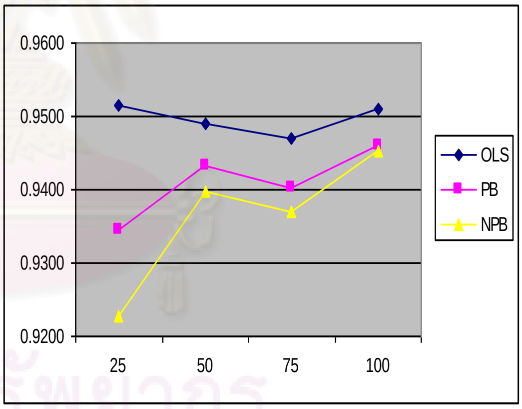
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



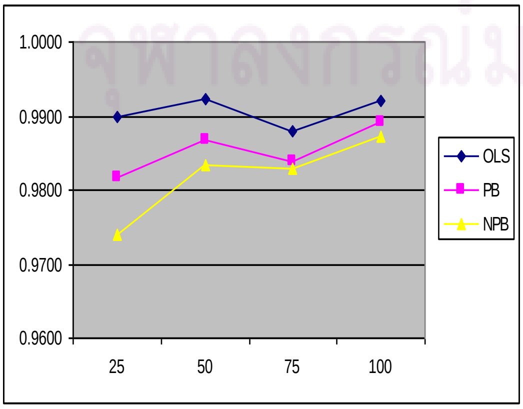
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



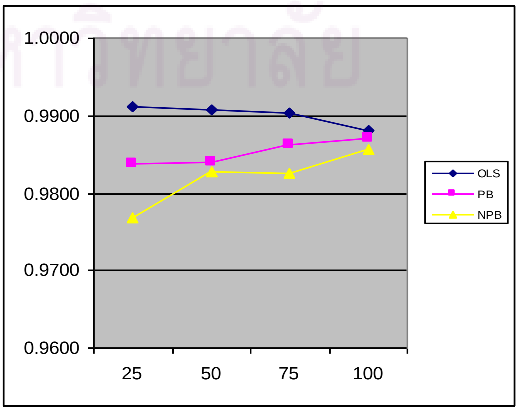
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

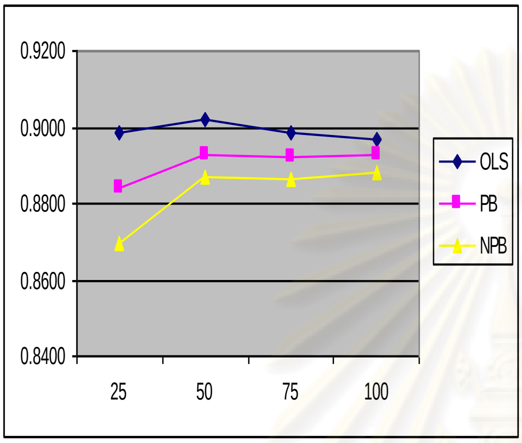


(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

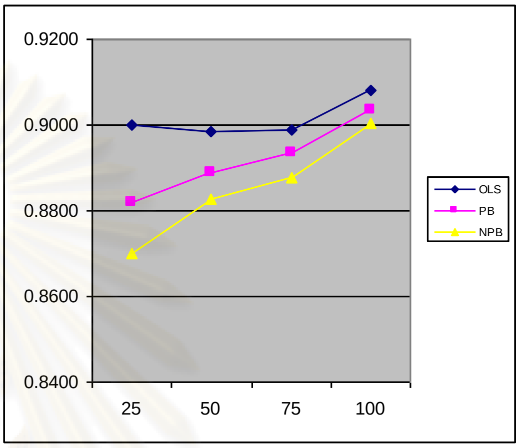


ภาพที่ 4.14 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ โลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

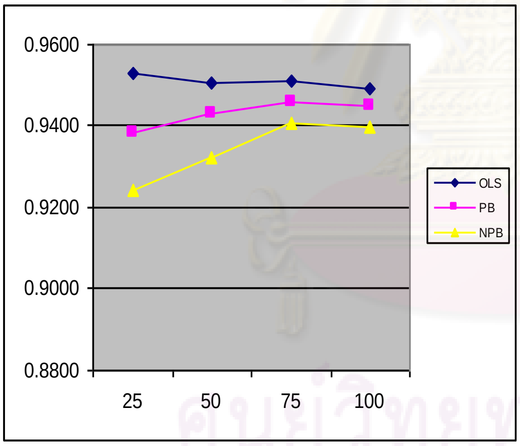
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



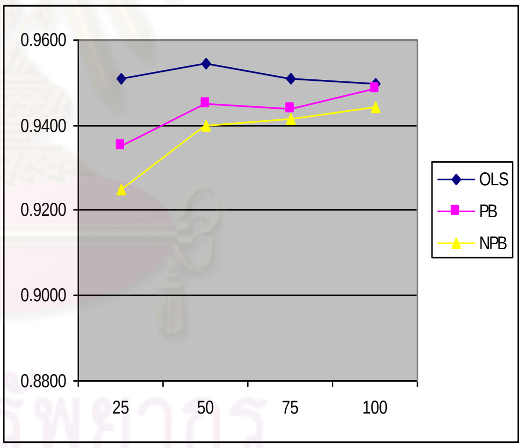
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



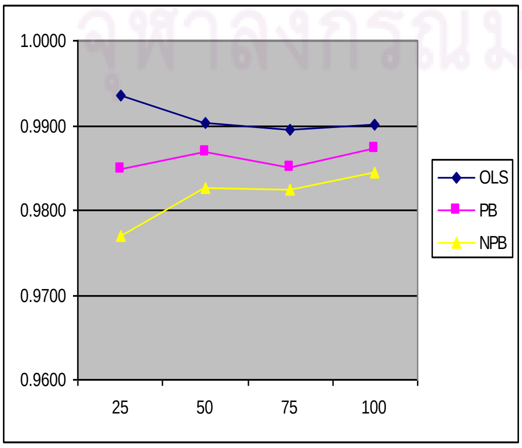
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



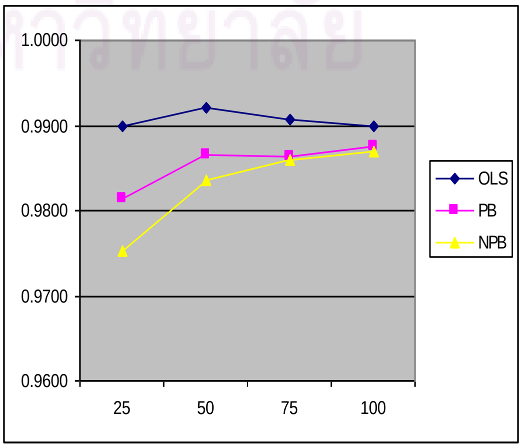
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.43 และภาพที่ 4.13,ภาพที่ 4.14 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้ น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี OLS จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี PB และ วิธี NPB

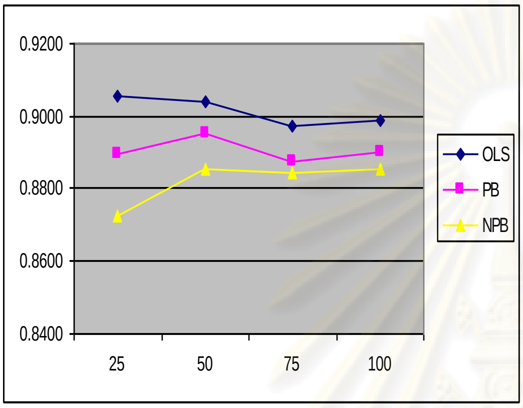
ตารางที่ 4.44 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ โลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.9054	0.8896	0.8726	0.8980	0.8828	0.8668	0.8934	0.8792	0.8600	0.8994	0.8836	0.8696
	95%	0.9524	0.9430	0.9248	0.9488	0.9356	0.9250	0.9494	0.9336	0.9174	0.9494	0.9358	0.9228
	99%	0.9930	0.9836	0.9732	0.9876	0.9802	0.9742	0.9906	0.9812	0.9716	0.9910	0.9818	0.9756
50	90%	0.9040	0.8952	0.8856	0.8964	0.8874	0.8800	0.8916	0.8838	0.8760	0.8964	0.8876	0.8820
	95%	0.9522	0.9454	0.9374	0.9440	0.9362	0.9320	0.9492	0.9398	0.9320	0.9512	0.9436	0.9374
	99%	0.9918	0.9872	0.9828	0.9872	0.9820	0.9790	0.9910	0.9874	0.9830	0.9900	0.9838	0.9826
75	90%	0.8972	0.8874	0.8842	0.9002	0.8938	0.8884	0.9008	0.8946	0.8870	0.8952	0.8880	0.8858
	95%	0.9514	0.9452	0.9400	0.9500	0.9430	0.9410	0.9518	0.9440	0.9410	0.9470	0.9406	0.9394
	99%	0.9882	0.9822	0.9816	0.9900	0.9868	0.9850	0.9904	0.9866	0.9854	0.9910	0.9874	0.9860
100	90%	0.8988	0.8902	0.8856	0.8996	0.8950	0.8936	0.8976	0.8922	0.8860	0.8928	0.8908	0.8854
	95%	0.9494	0.9436	0.9418	0.9510	0.9482	0.9440	0.9476	0.9452	0.9390	0.9454	0.9410	0.9394
	99%	0.9896	0.9854	0.9848	0.9914	0.9882	0.9866	0.9918	0.9886	0.9854	0.9892	0.9854	0.9854

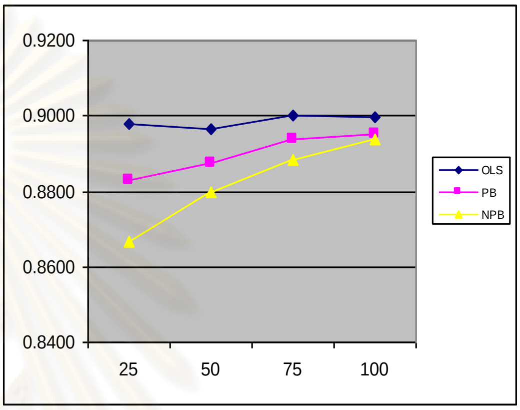
<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ โลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

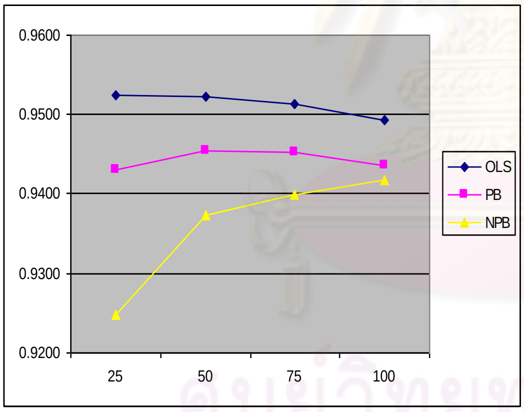
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



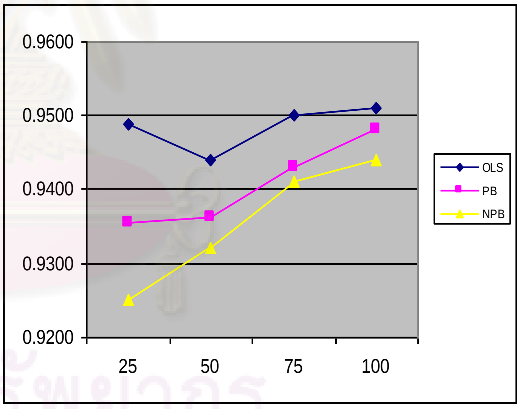
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



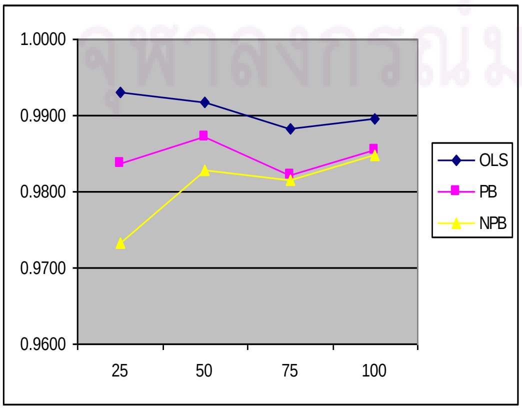
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



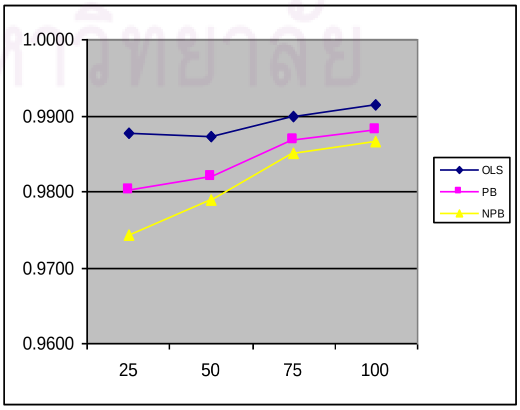
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

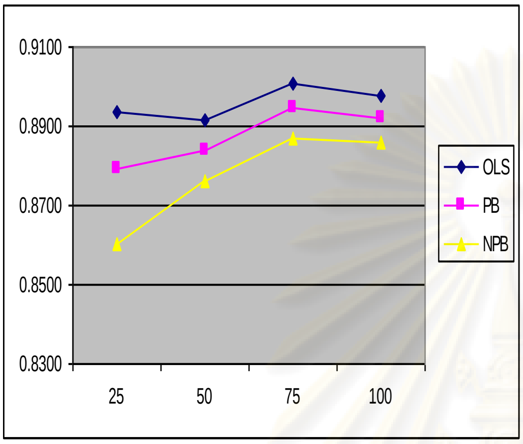


(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

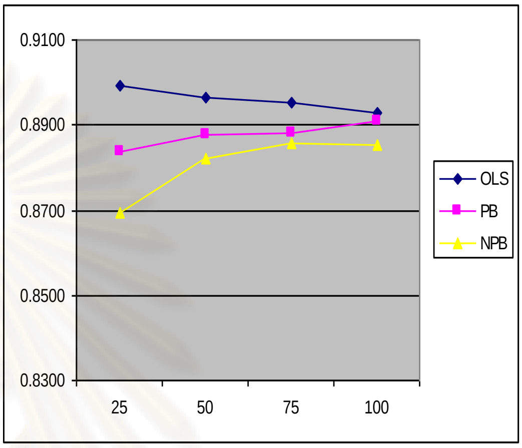


ภาพที่ 4.16 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ โลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

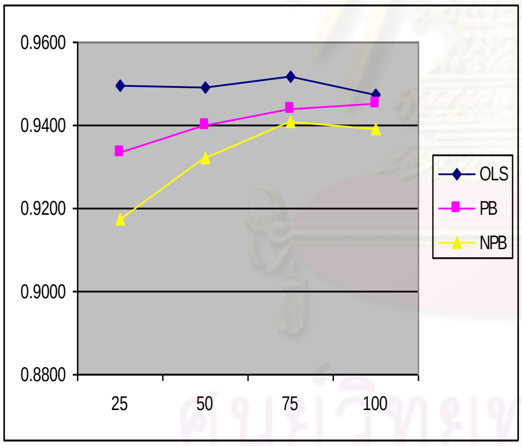
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



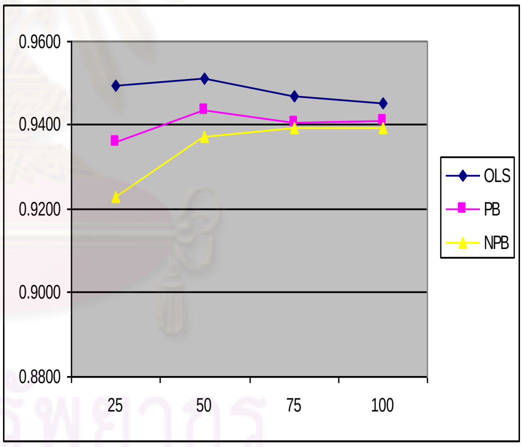
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



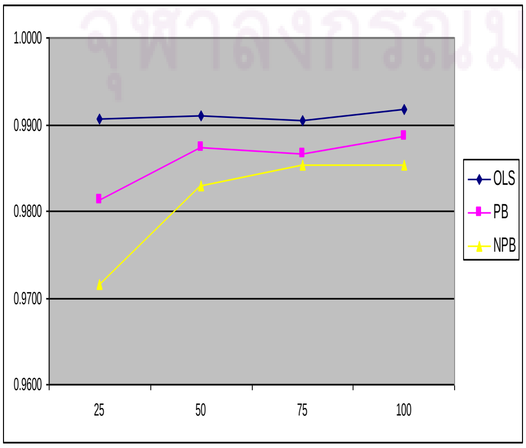
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



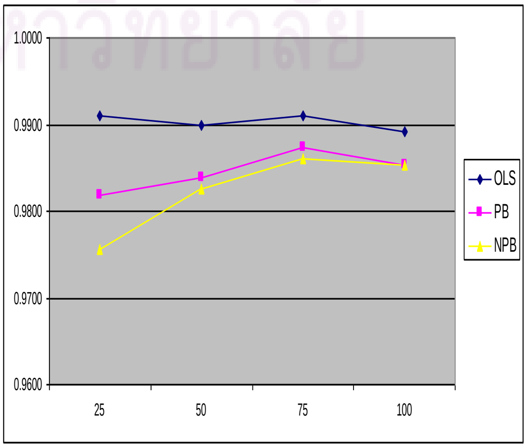
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.44 และภาพที่ 4.15,ภาพที่ 4.16 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้ น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี OLS จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี PB และ วิธี NPB

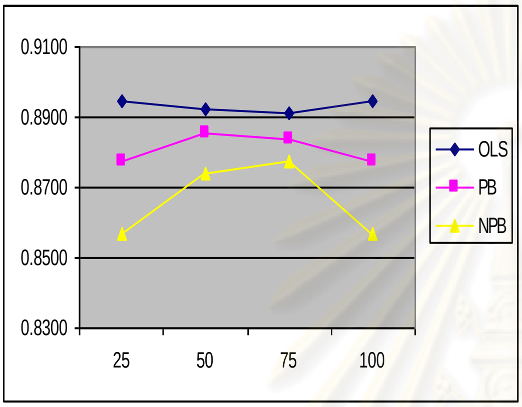
ตารางที่ 4.45 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ โลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.8946	0.8774	0.8566	0.8976	0.8844	0.8694	0.9070	0.8878	0.8696	0.9088	0.8932	0.8794
	95%	0.9454	0.9316	0.9134	0.9436	0.9324	0.9214	0.9536	0.9392	0.9270	0.9538	0.9416	0.9302
	99%	0.9876	0.9786	0.9694	0.9882	0.9804	0.9718	0.9918	0.9836	0.9734	0.9900	0.9826	0.9772
50	90%	0.8924	0.8852	0.8738	0.8992	0.8900	0.8866	0.9022	0.8914	0.8862	0.9022	0.8938	0.8852
	95%	0.9438	0.9366	0.9312	0.9518	0.9460	0.9406	0.9526	0.9426	0.9364	0.9528	0.9444	0.9382
	99%	0.9880	0.9840	0.9778	0.9900	0.9842	0.9828	0.9908	0.9862	0.9830	0.9916	0.9892	0.9854
75	90%	0.8912	0.8840	0.8772	0.9020	0.8946	0.8932	0.9012	0.8958	0.8890	0.9028	0.8956	0.8914
	95%	0.9428	0.9382	0.9304	0.9474	0.9434	0.9388	0.9552	0.9506	0.9452	0.9552	0.9494	0.9460
	99%	0.9890	0.9840	0.9814	0.9906	0.9852	0.9840	0.9908	0.9868	0.9844	0.9912	0.9864	0.9858
100	90%	0.8946	0.8774	0.8566	0.8976	0.8844	0.8694	0.8880	0.8818	0.8778	0.9082	0.9008	0.8968
	95%	0.9454	0.9316	0.9134	0.9436	0.9324	0.9214	0.9426	0.9360	0.9332	0.9520	0.9464	0.9424
	99%	0.9876	0.9786	0.9694	0.9882	0.9804	0.9718	0.9858	0.9834	0.9802	0.9906	0.9876	0.9880

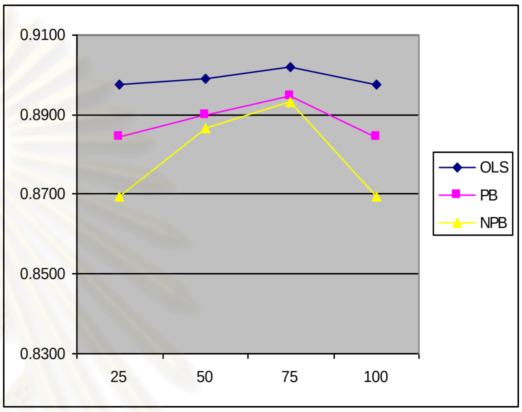
<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.17 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ โลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

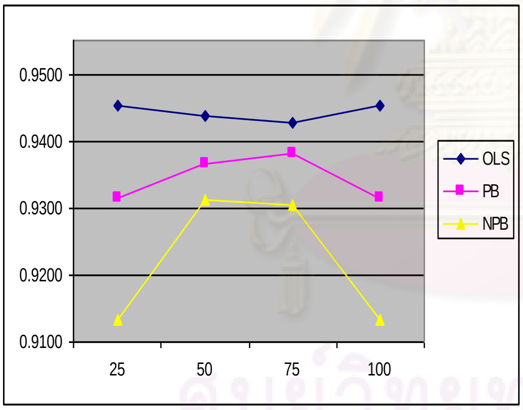
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



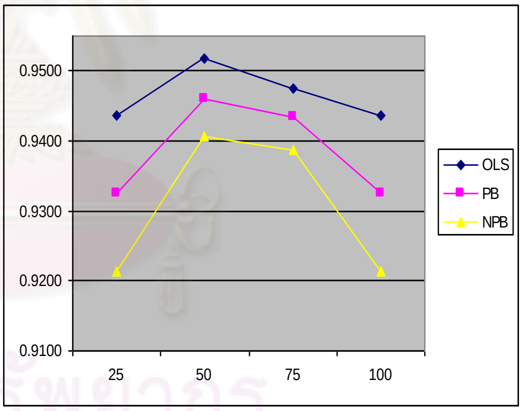
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



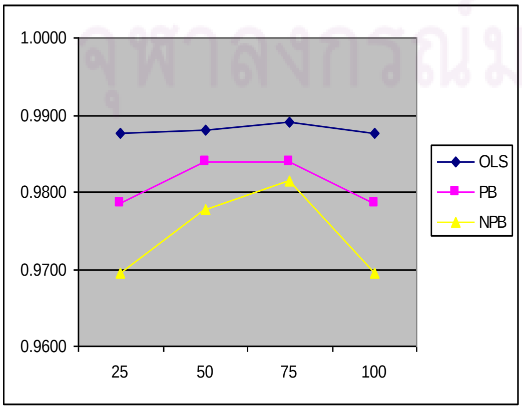
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



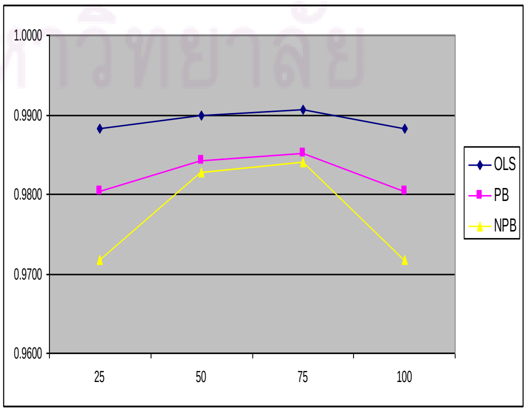
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

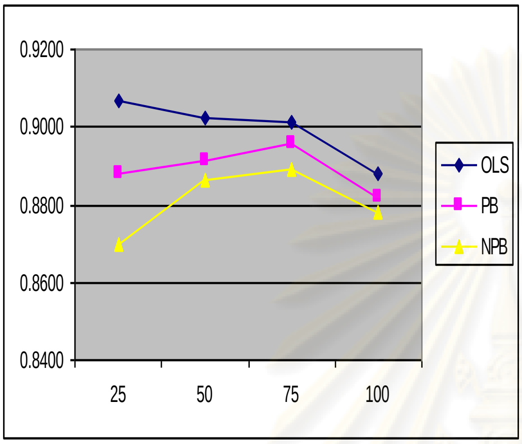


(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

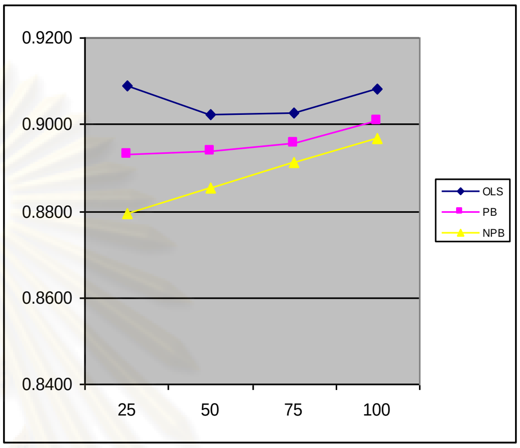


ภาพที่ 4.18 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ โลจิสติก มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

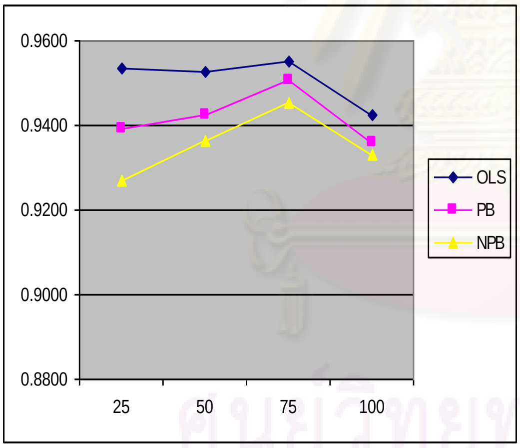
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



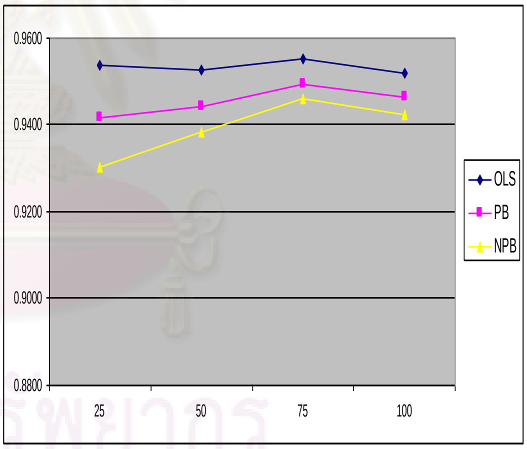
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



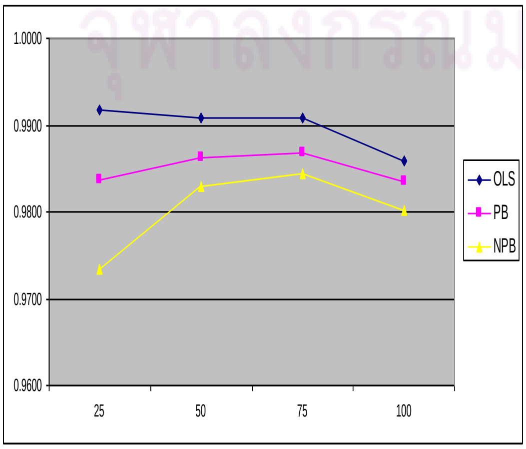
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



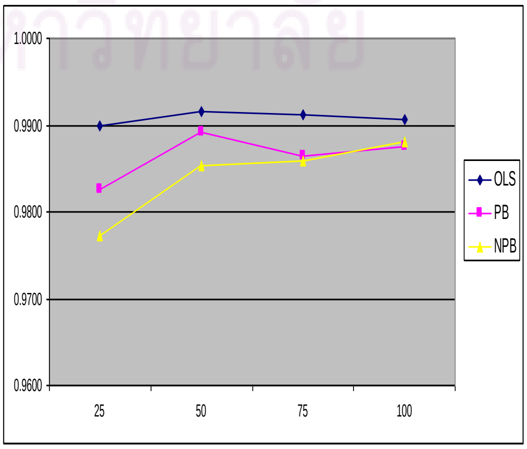
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.45 และภาพที่ 4.17,ภาพที่ 4.18 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้ น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี OLS จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี PB และ วิธี NPB

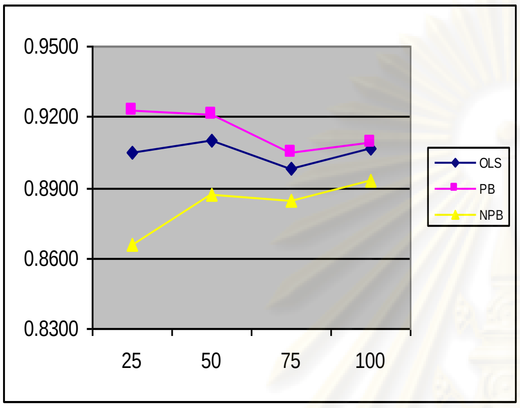
ตารางที่ 4.46 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.9046	0.9224	0.8656	0.8972	0.9184	0.8652	0.8958	0.9154	0.8534	0.8982	0.9174	0.8684
	95%	0.9552	0.9652	0.9200	0.9512	0.9610	0.9264	0.9516	0.9604	0.9108	0.9500	0.9610	0.9244
	99%	0.9916	0.9928	0.9712	0.9906	0.9948	0.9778	0.9918	0.9936	0.9710	0.9914	0.9930	0.9776
50	90%	0.9096	0.9214	0.8866	0.9034	0.9118	0.8858	0.8924	0.9038	0.8748	0.8974	0.9064	0.8806
	95%	0.9588	0.9636	0.9424	0.9506	0.9568	0.9408	0.9482	0.9570	0.9284	0.9530	0.9558	0.9394
	99%	0.9926	0.9914	0.9820	0.9896	0.9920	0.9834	0.9910	0.9936	0.9816	0.9900	0.9910	0.9834
75	90%	0.8980	0.9052	0.8844	0.8938	0.8998	0.8804	0.9018	0.9072	0.8878	0.8966	0.9014	0.8856
	95%	0.9480	0.9516	0.9346	0.9448	0.9494	0.9370	0.9508	0.9552	0.9394	0.9482	0.9510	0.9412
	99%	0.9892	0.9902	0.9816	0.9894	0.9918	0.9828	0.9910	0.9920	0.9842	0.9906	0.9930	0.9868
100	90%	0.9062	0.9088	0.8928	0.9014	0.9044	0.8902	0.8968	0.9032	0.8838	0.8950	0.9004	0.8846
	95%	0.9516	0.9530	0.9444	0.9498	0.9550	0.9452	0.9492	0.9524	0.9368	0.9456	0.9488	0.9396
	99%	0.9926	0.9922	0.9870	0.9880	0.9886	0.9856	0.9916	0.9906	0.9846	0.9902	0.9886	0.9854

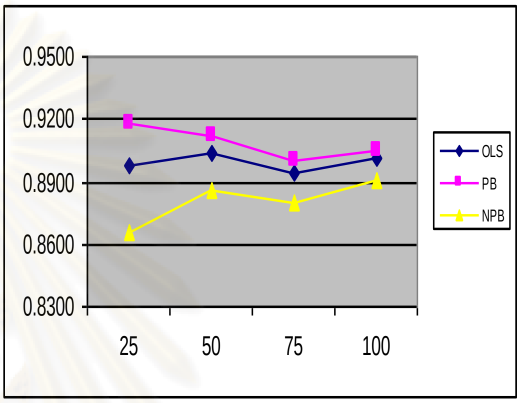
หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.19 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

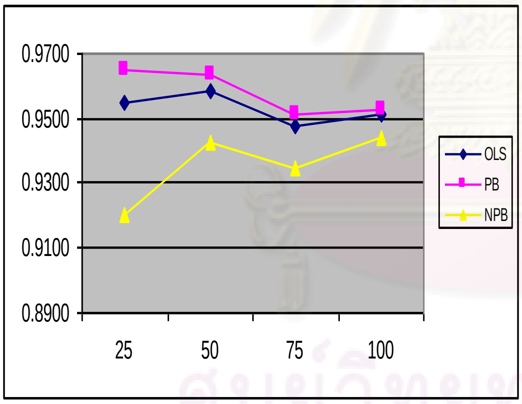
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



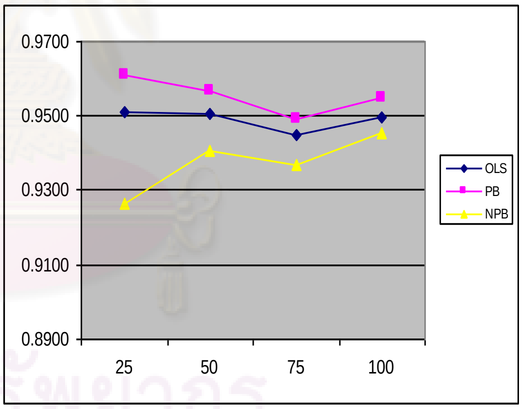
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



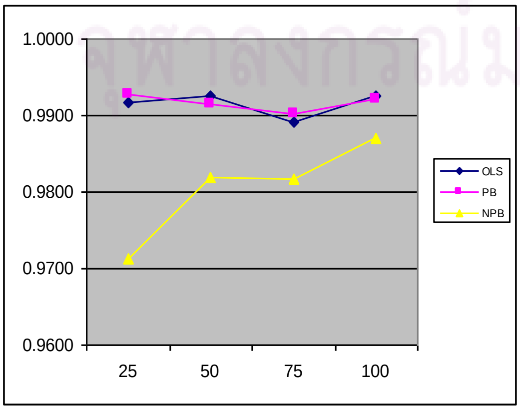
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



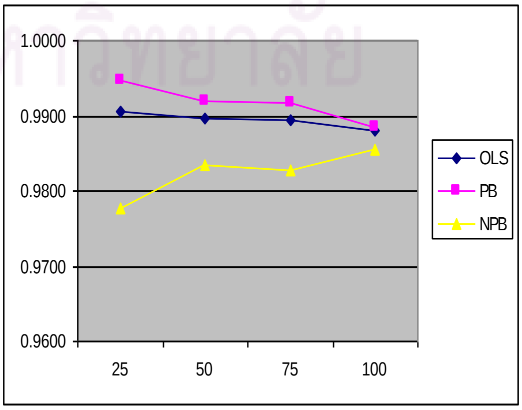
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

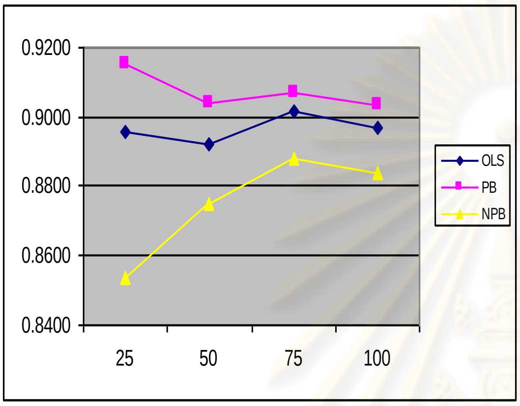


(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

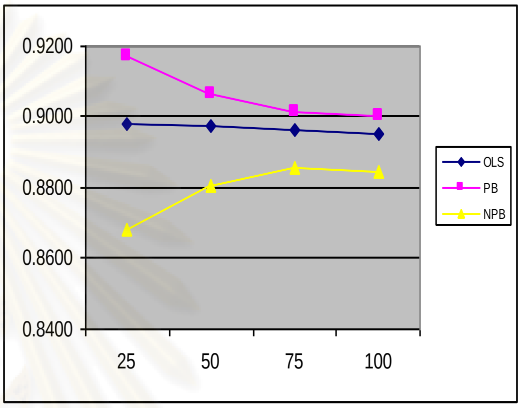


ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

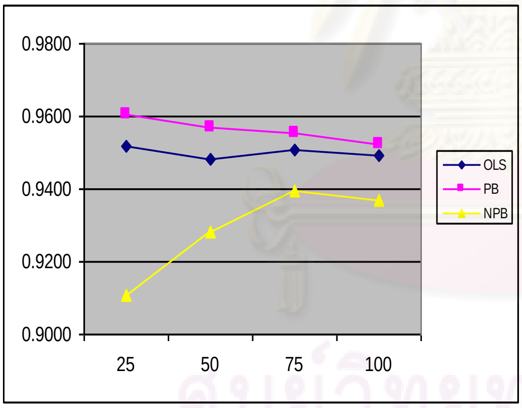
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



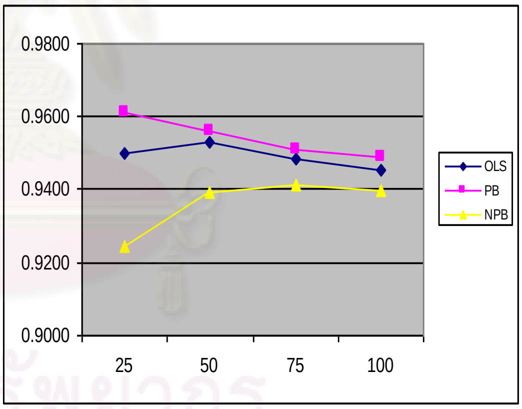
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



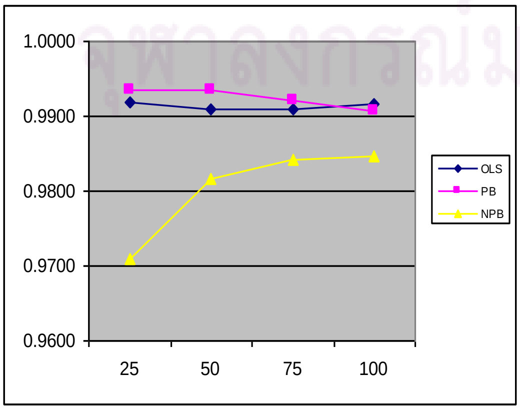
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



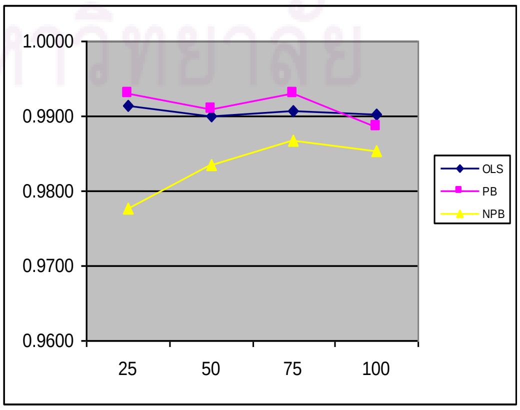
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.46 และภาพที่ 4.19,ภาพที่ 4.20 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี PB จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี OLS และวิธี NPB แต่อาจมีบางกรณีที่วิธี PB ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นน้อยกว่าวิธี OLS

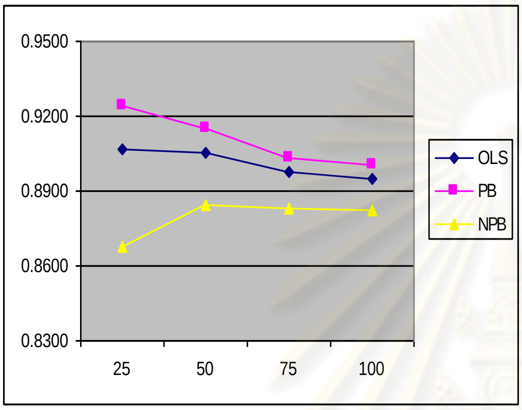
ตารางที่ 4.47 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.9064	0.9244	0.8680	0.8984	0.9162	0.8684	0.9056	0.9240	0.8670	0.9088	0.9248	0.8790
	95%	0.9542	0.9636	0.9220	0.9476	0.9608	0.9260	0.9524	0.9634	0.9194	0.9548	0.9642	0.9354
	99%	0.9934	0.9950	0.9708	0.9874	0.9914	0.9746	0.9934	0.9946	0.9724	0.9904	0.9934	0.9788
50	90%	0.9054	0.9150	0.8844	0.8968	0.9074	0.8790	0.9026	0.9092	0.8840	0.9028	0.9098	0.8846
	95%	0.9526	0.9614	0.9342	0.9440	0.9502	0.9330	0.9542	0.9578	0.9354	0.9514	0.9598	0.9378
	99%	0.9920	0.9916	0.9814	0.9870	0.9904	0.9788	0.9922	0.9928	0.9820	0.9924	0.9934	0.9870
75	90%	0.8974	0.9034	0.8832	0.8984	0.9060	0.8878	0.9024	0.9090	0.8860	0.9024	0.9086	0.8922
	95%	0.9520	0.9546	0.9382	0.9502	0.9540	0.9458	0.9556	0.9580	0.9424	0.9550	0.9566	0.9464
	99%	0.9890	0.9900	0.9814	0.9904	0.9908	0.9852	0.9908	0.9920	0.9828	0.9908	0.9908	0.9872
100	90%	0.8946	0.9002	0.8822	0.9000	0.9044	0.8914	0.8868	0.8908	0.8750	0.9048	0.9090	0.8986
	95%	0.9512	0.9540	0.9392	0.9530	0.9562	0.9456	0.9388	0.9428	0.9292	0.9520	0.9564	0.9462
	99%	0.9892	0.9906	0.9840	0.9914	0.9914	0.9870	0.9864	0.9876	0.9802	0.9914	0.9928	0.9880

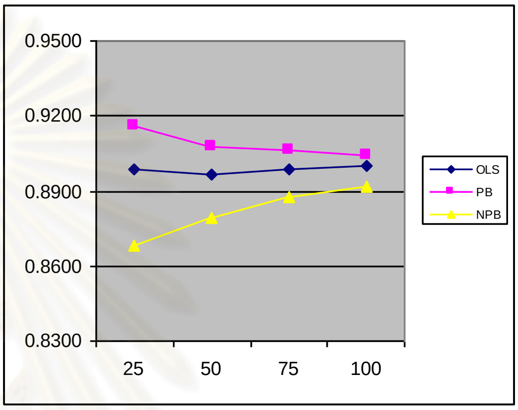
<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.21 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

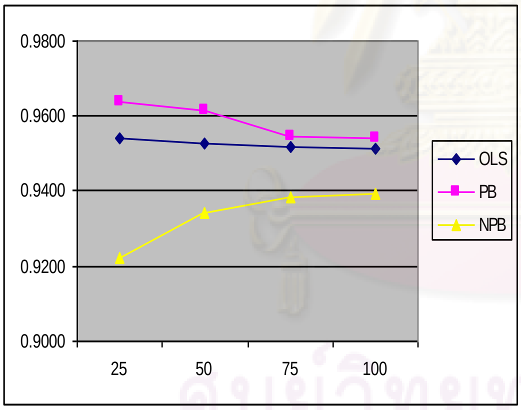
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



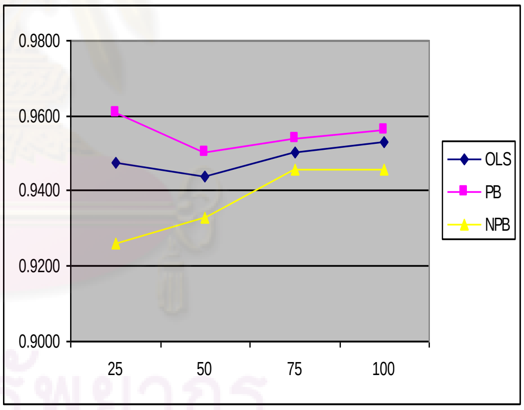
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



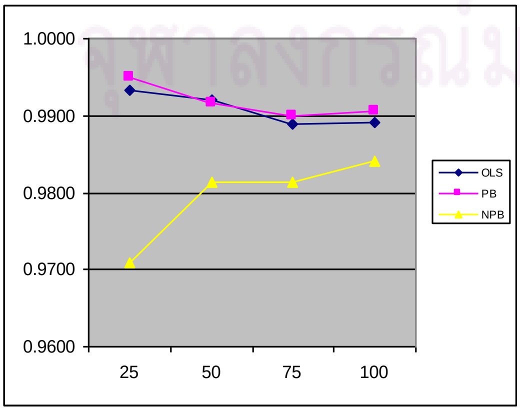
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



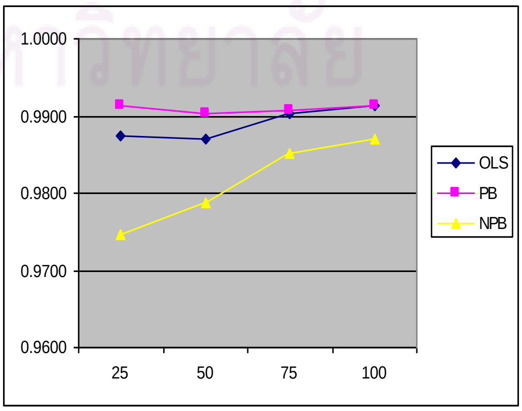
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

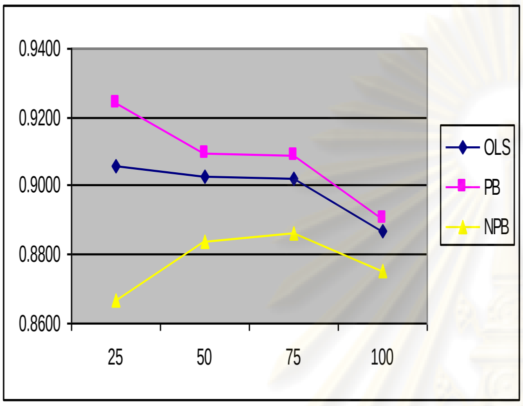


(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

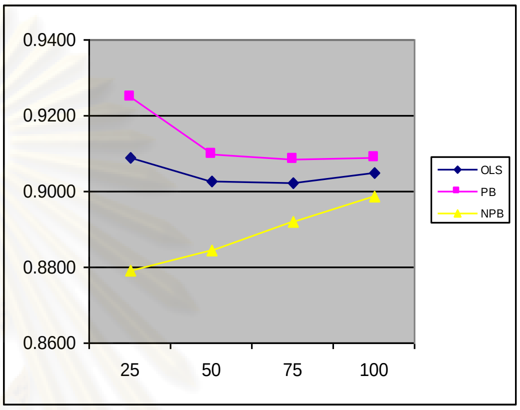


ภาพที่ 4.22 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

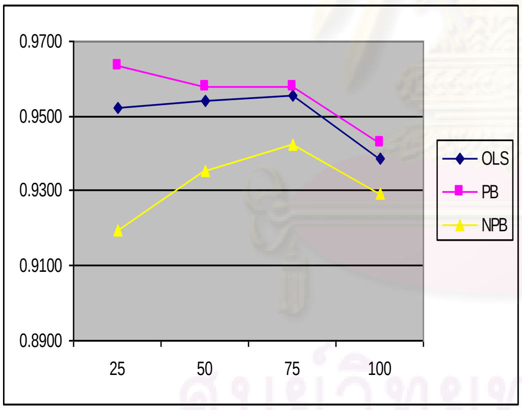
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



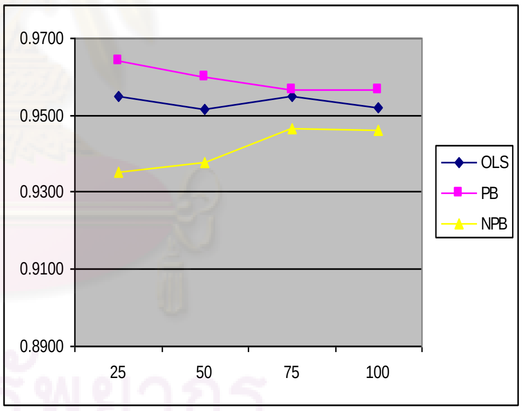
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



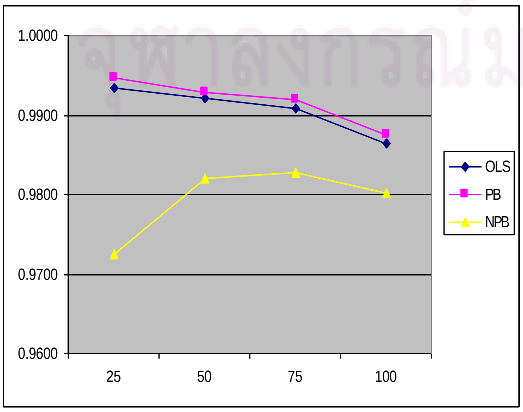
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



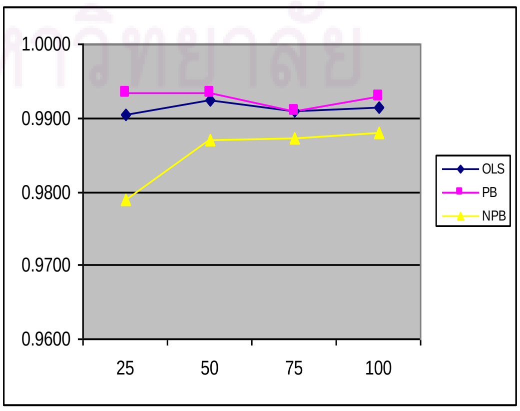
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.47 และภาพที่ 4.21,ภาพที่ 4.22 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี PB จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี OLS และวิธี NPB แต่อาจมีบางกรณีที่วิธี PB ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นน้อยกว่า หรือเท่ากับวิธี OLS

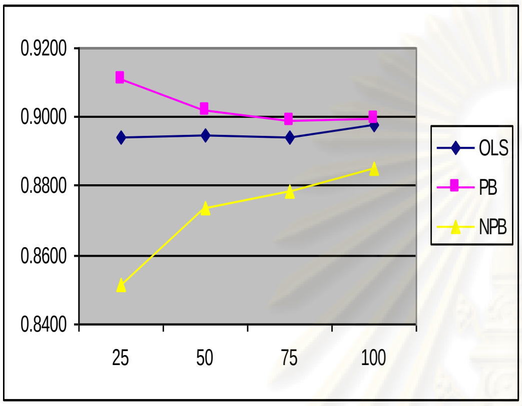
ตารางที่ 4.48 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.8942	0.9110	0.8516	0.8970	0.9138	0.8676	0.8902	0.9144	0.8538	0.9000	0.9188	0.8696
	95%	0.9470	0.9574	0.9114	0.9458	0.9574	0.9224	0.9498	0.9616	0.9070	0.9532	0.9626	0.9282
	99%	0.9894	0.9922	0.9668	0.9880	0.9900	0.9734	0.9914	0.9924	0.9704	0.9916	0.9940	0.9770
50	90%	0.8948	0.9018	0.8738	0.9006	0.9096	0.8866	0.9062	0.9150	0.8816	0.9016	0.9100	0.8836
	95%	0.9464	0.9500	0.9324	0.9506	0.9576	0.9406	0.9554	0.9600	0.9366	0.9484	0.9528	0.9368
	99%	0.9886	0.9898	0.9760	0.9894	0.9912	0.9838	0.9922	0.9920	0.9814	0.9900	0.9902	0.9794
75	90%	0.8944	0.8990	0.8784	0.9004	0.9092	0.8914	0.8982	0.9048	0.8812	0.8976	0.9032	0.8902
	95%	0.9440	0.9504	0.9310	0.9498	0.9534	0.9424	0.9498	0.9544	0.9344	0.9498	0.9538	0.9398
	99%	0.9892	0.9890	0.9814	0.9892	0.9898	0.9856	0.9922	0.9930	0.9838	0.9898	0.9898	0.9860
100	90%	0.8978	0.8998	0.8850	0.8956	0.9016	0.8880	0.9024	0.9096	0.8912	0.8932	0.8970	0.8878
	95%	0.9504	0.9514	0.9386	0.9486	0.9482	0.9406	0.9516	0.9574	0.9440	0.9474	0.9480	0.9392
	99%	0.9880	0.9884	0.9824	0.9882	0.9898	0.9850	0.9892	0.9886	0.9836	0.9914	0.9918	0.9870

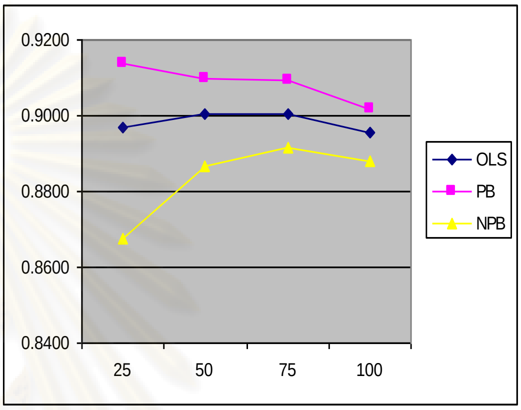
หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.23 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

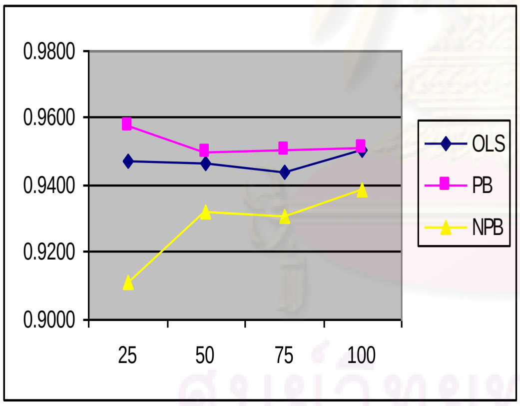
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



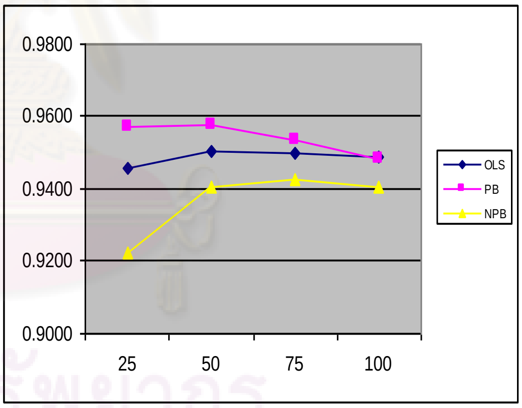
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



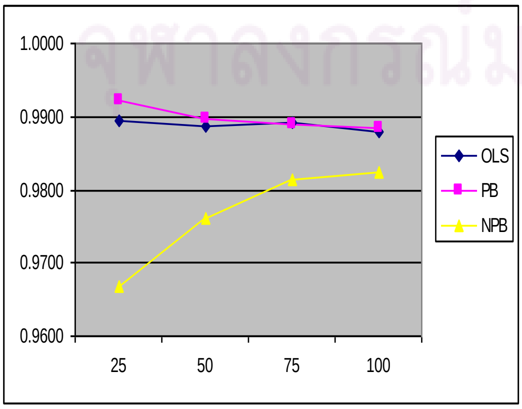
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



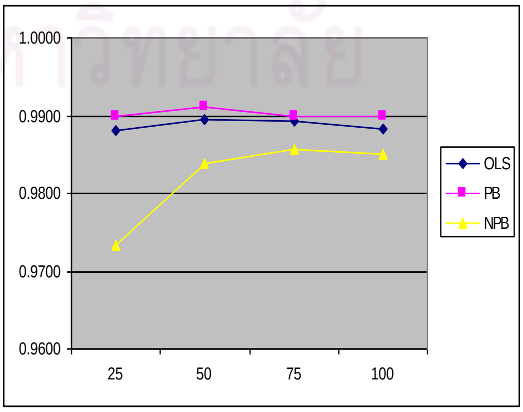
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

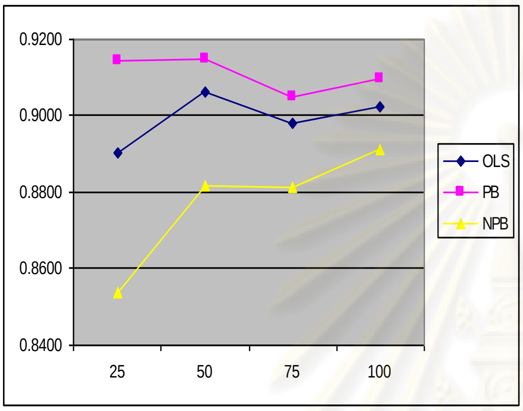


(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

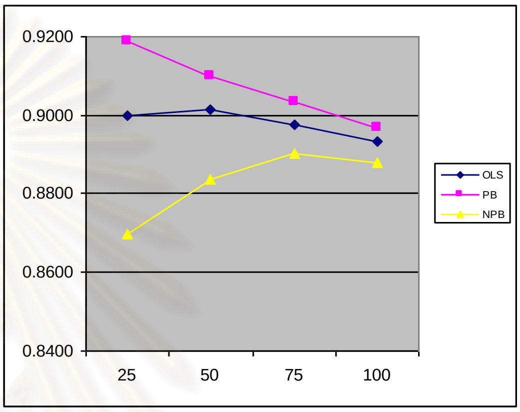


ภาพที่ 4.24 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

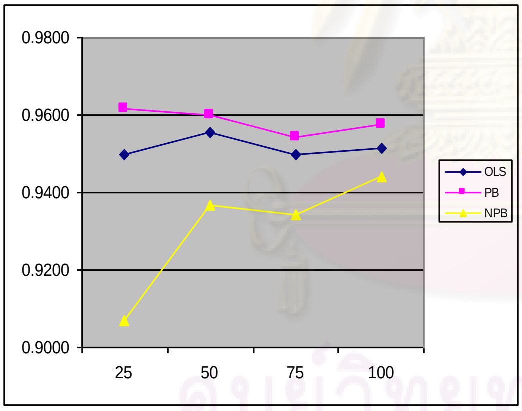
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



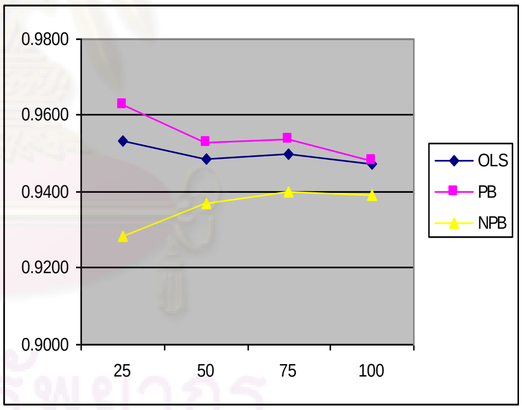
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



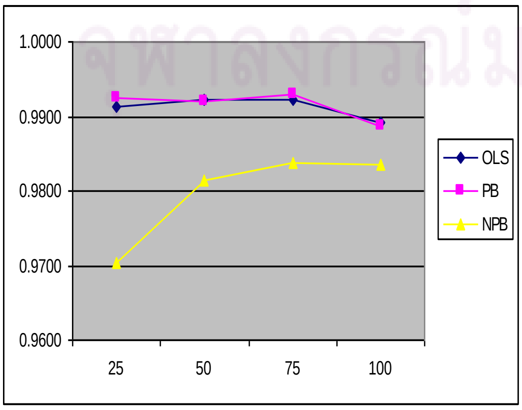
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



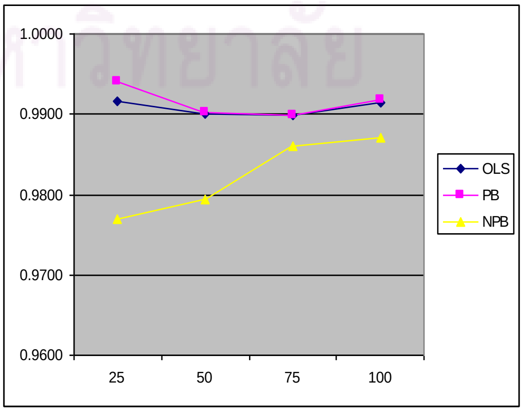
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.48 และภาพที่ 4.23,ภาพที่ 4.24 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี PB จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี OLS และวิธี NPB แต่อาจมีบางกรณีที่วิธี PB ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นน้อยกว่า หรือเท่ากับวิธี OLS

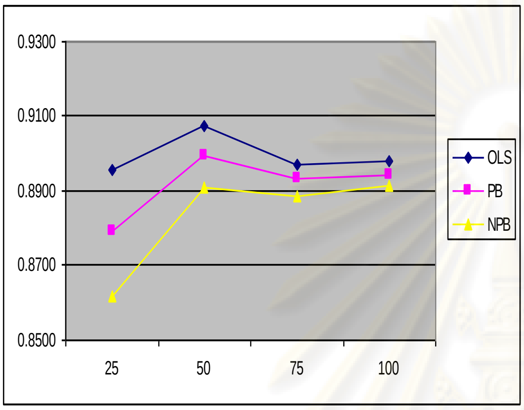
ตารางที่ 4.49 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบ บ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.8956	0.8794	0.8618	0.9014	0.8844	0.8694	0.8930	0.8804	0.8668	0.9026	0.8832	0.8674
	95%	0.9440	0.9342	0.9216	0.9538	0.9386	0.9290	0.9442	0.9324	0.9202	0.9516	0.9394	0.9282
	99%	0.9830	0.9766	0.9690	0.9906	0.9844	0.9770	0.9872	0.9828	0.9756	0.9902	0.9824	0.9768
50	90%	0.9072	0.8994	0.8908	0.9000	0.8906	0.8878	0.8994	0.8920	0.8872	0.9004	0.8898	0.8828
	95%	0.9562	0.9494	0.9436	0.9492	0.9442	0.9380	0.9438	0.9390	0.9334	0.9522	0.9438	0.9398
	99%	0.9894	0.9854	0.9844	0.9894	0.9866	0.9828	0.9854	0.9820	0.9774	0.9908	0.9864	0.9840
75	90%	0.8970	0.8934	0.8884	0.8946	0.8892	0.8850	0.8974	0.8890	0.8840	0.8980	0.8908	0.8880
	95%	0.9462	0.9416	0.9372	0.9486	0.9424	0.9382	0.9466	0.9420	0.9380	0.9518	0.9468	0.9426
	99%	0.9872	0.9836	0.9828	0.9890	0.9864	0.9842	0.9854	0.9814	0.9800	0.9926	0.9894	0.9874
100	90%	0.8978	0.8942	0.8914	0.9038	0.8996	0.8954	0.8942	0.8878	0.8828	0.9060	0.8998	0.8964
	95%	0.9502	0.9468	0.9438	0.9512	0.9480	0.9458	0.9446	0.9424	0.9372	0.9514	0.9484	0.9452
	99%	0.9892	0.9862	0.9856	0.9884	0.9860	0.9842	0.9886	0.9848	0.9836	0.9912	0.9888	0.9862

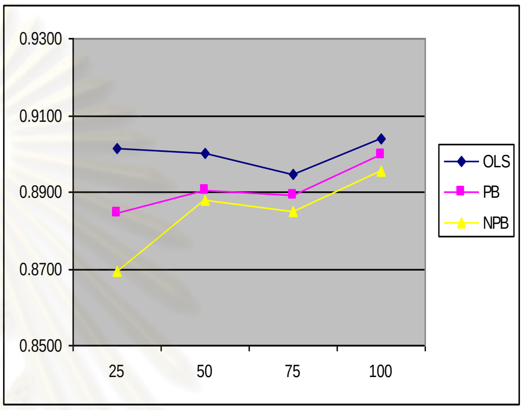
<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.25 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

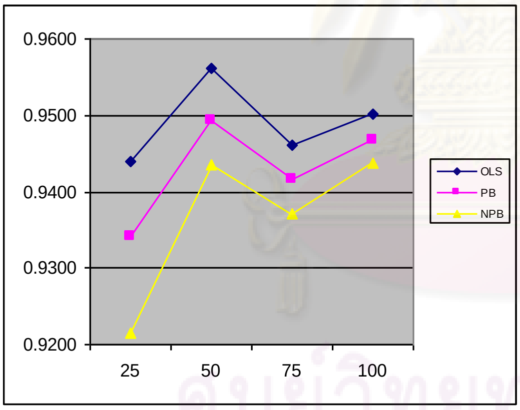
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



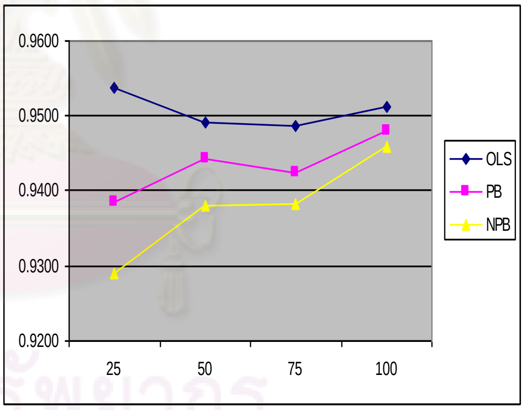
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



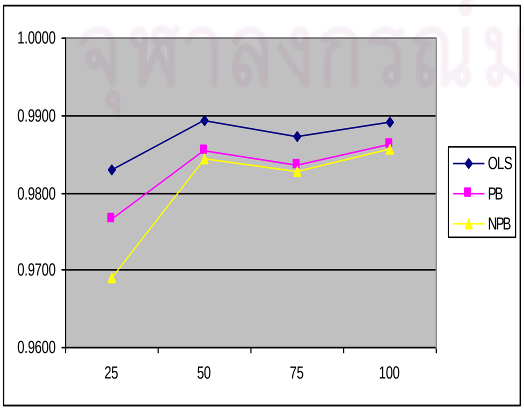
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



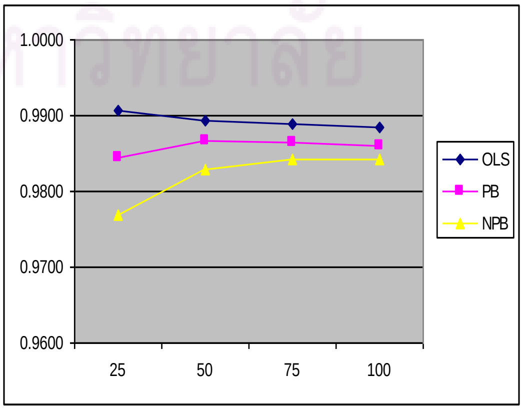
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

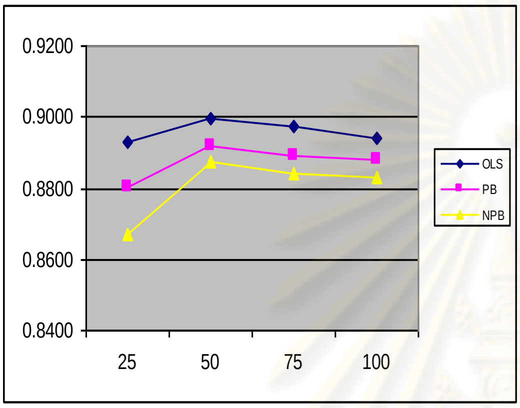


(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

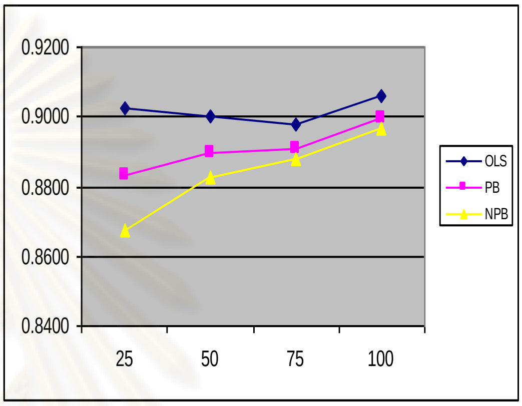


ภาพที่ 4.26 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

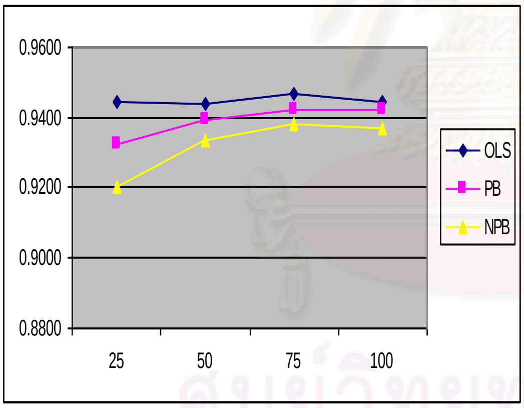
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



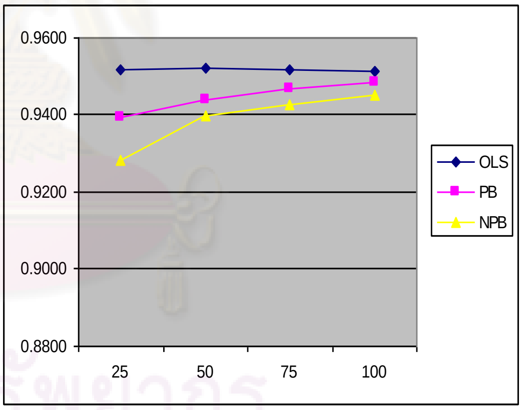
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



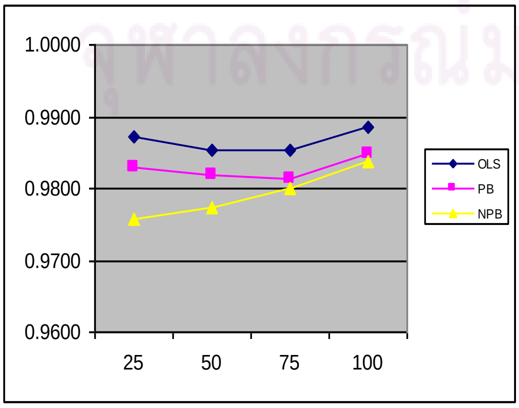
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



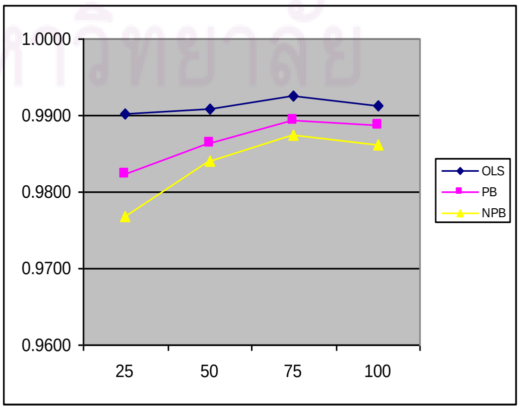
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.49 และภาพที่ 4.25,ภาพที่ 4.26 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้ น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี OLS จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี PB และ วิธี NPB

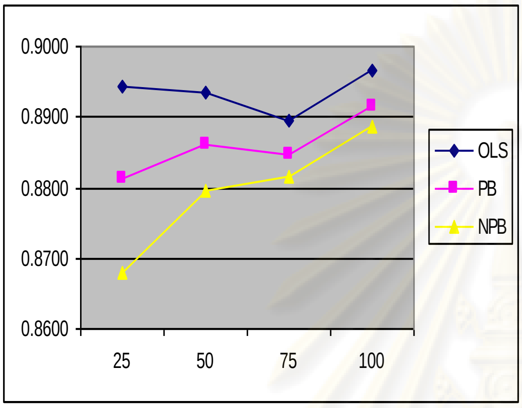
ตารางที่ 4.50 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.8942	0.8814	0.8680	0.8962	0.8814	0.8688	0.8876	0.8750	0.8580	0.9016	0.8844	0.8710
	95%	0.9426	0.9334	0.9204	0.9486	0.9346	0.9238	0.9416	0.9288	0.9144	0.9492	0.9356	0.9254
	99%	0.9850	0.9792	0.9690	0.9864	0.9804	0.9726	0.9850	0.9762	0.9704	0.9900	0.9846	0.9774
50	90%	0.8934	0.8862	0.8796	0.8986	0.8898	0.8826	0.8896	0.8840	0.8762	0.9024	0.8898	0.8808
	95%	0.9486	0.9398	0.9354	0.9422	0.9352	0.9326	0.9436	0.9362	0.9318	0.9506	0.9422	0.9406
	99%	0.9862	0.9846	0.9800	0.9886	0.9846	0.9776	0.9856	0.9824	0.9802	0.9892	0.9854	0.9814
75	90%	0.8894	0.8846	0.8816	0.8950	0.8866	0.8836	0.8990	0.8910	0.8888	0.8964	0.8896	0.8846
	95%	0.9458	0.9424	0.9370	0.9470	0.9412	0.9384	0.9498	0.9440	0.9408	0.9496	0.9428	0.9398
	99%	0.9858	0.9816	0.9818	0.9910	0.9882	0.9878	0.9898	0.9868	0.9852	0.9910	0.9884	0.9856
100	90%	0.8966	0.8916	0.8886	0.9022	0.8976	0.8932	0.8942	0.8892	0.8844	0.8928	0.8866	0.8840
	95%	0.9474	0.9434	0.9384	0.9524	0.9484	0.9458	0.9436	0.9390	0.9354	0.9476	0.9412	0.9388
	99%	0.9856	0.9844	0.9822	0.9896	0.9884	0.9858	0.9886	0.9868	0.9846	0.9890	0.9862	0.9856

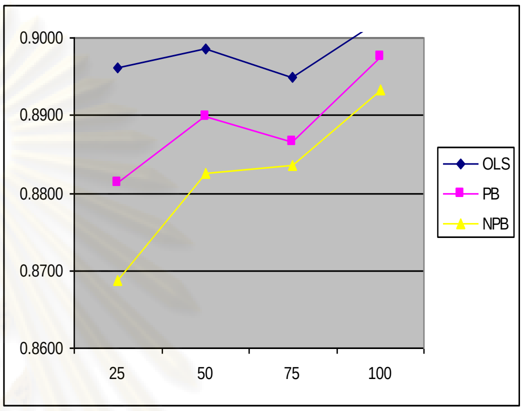
<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.27 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

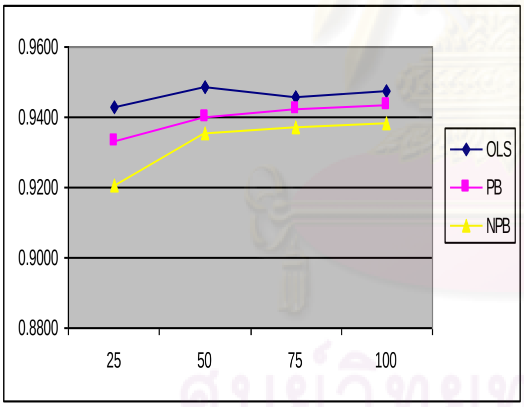
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



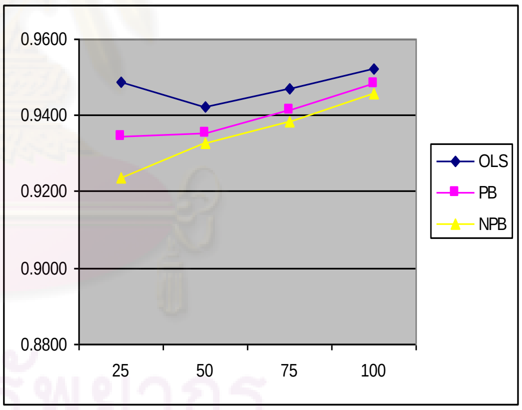
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



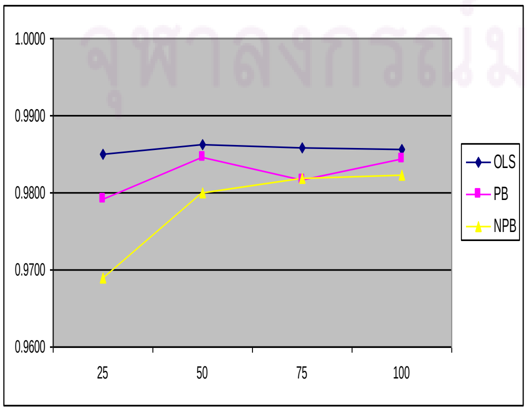
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



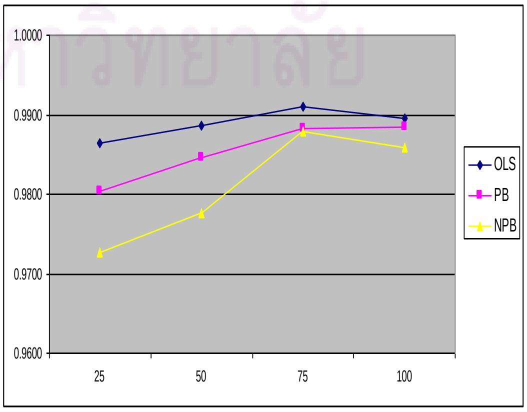
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

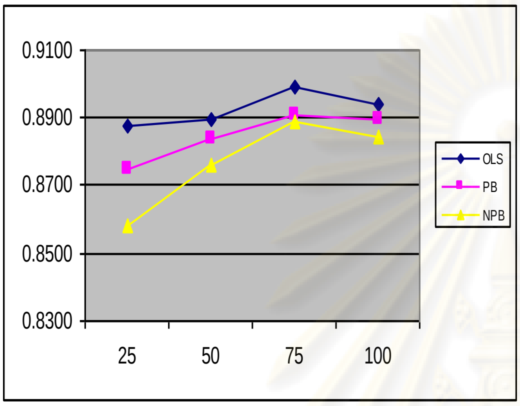


(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

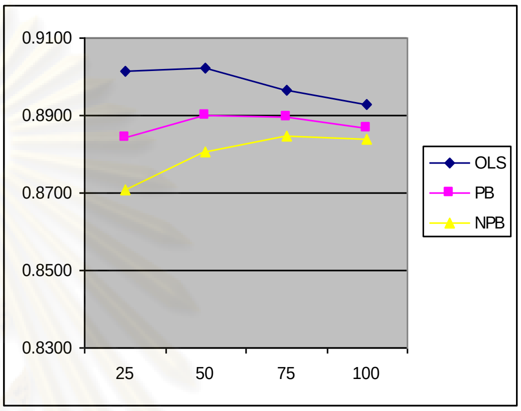


ภาพที่ 4.28 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

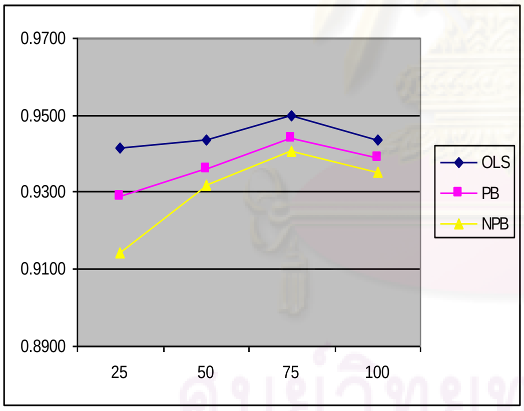
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



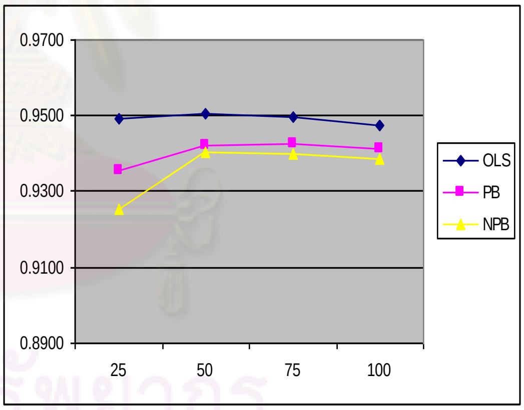
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



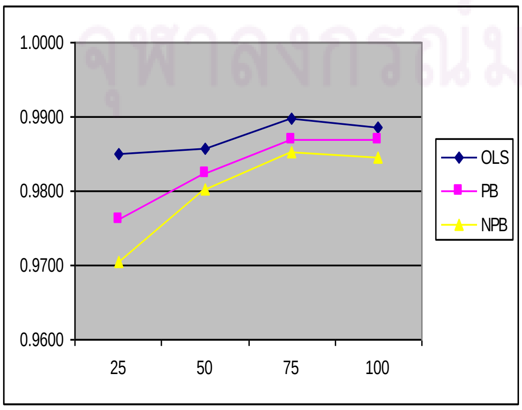
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



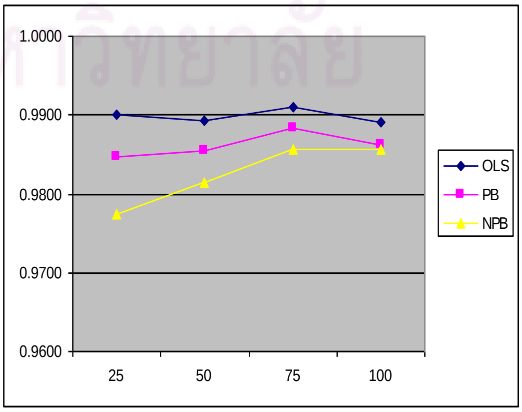
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.50 และภาพที่ 4.27,ภาพที่ 4.8 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้ น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี OLS จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี PB และ วิธี NPB

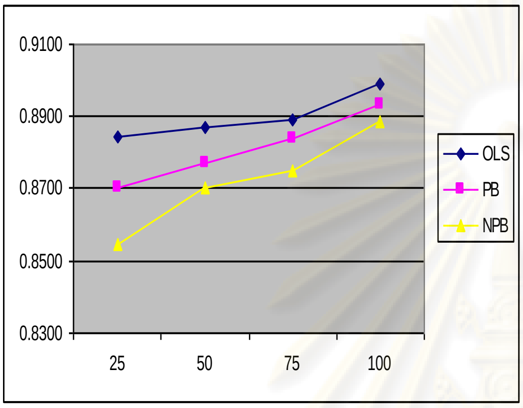
ตารางที่ 4.51 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.8842	0.8704	0.8544	0.8974	0.8802	0.8682	0.8920	0.8790	0.8624	0.9064	0.8920	0.8784
	95%	0.9330	0.9220	0.9080	0.9450	0.9322	0.9204	0.9446	0.9310	0.9184	0.9530	0.9406	0.9286
	99%	0.9802	0.9738	0.9638	0.9862	0.9788	0.9720	0.9862	0.9790	0.9696	0.9912	0.9836	0.9770
50	90%	0.8872	0.8772	0.8704	0.8994	0.8910	0.8864	0.8940	0.8890	0.8776	0.8982	0.8894	0.8822
	95%	0.9398	0.9340	0.9292	0.9514	0.9454	0.9394	0.9472	0.9408	0.9334	0.9516	0.9456	0.9404
	99%	0.9818	0.9788	0.9738	0.9888	0.9856	0.9834	0.9846	0.9830	0.9800	0.9900	0.9872	0.9832
75	90%	0.8890	0.8836	0.8750	0.9004	0.8950	0.8888	0.8950	0.8892	0.8850	0.9048	0.8978	0.8936
	95%	0.9430	0.9382	0.9348	0.9476	0.9420	0.9378	0.9498	0.9430	0.9410	0.9536	0.9506	0.9472
	99%	0.9858	0.9824	0.9776	0.9904	0.9864	0.9842	0.9878	0.9854	0.9828	0.9912	0.9878	0.9866
100	90%	0.8990	0.8932	0.8886	0.8946	0.8902	0.8896	0.8890	0.8834	0.8776	0.9070	0.9010	0.8980
	95%	0.9480	0.9452	0.9410	0.9430	0.9382	0.9364	0.9388	0.9312	0.9302	0.9522	0.9472	0.9448
	99%	0.9856	0.9826	0.9810	0.9884	0.9860	0.9842	0.9848	0.9820	0.9782	0.9920	0.9896	0.9872

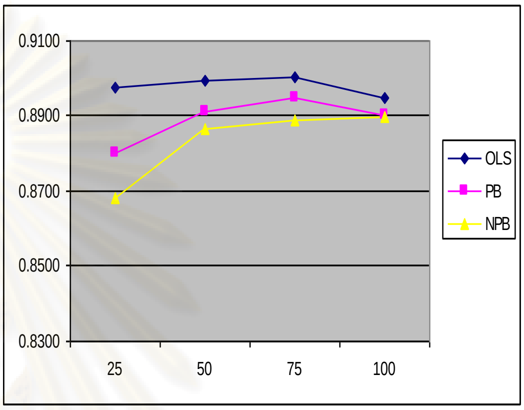
<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.29 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

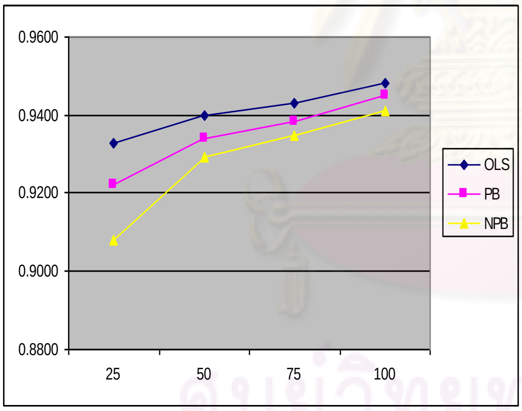
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



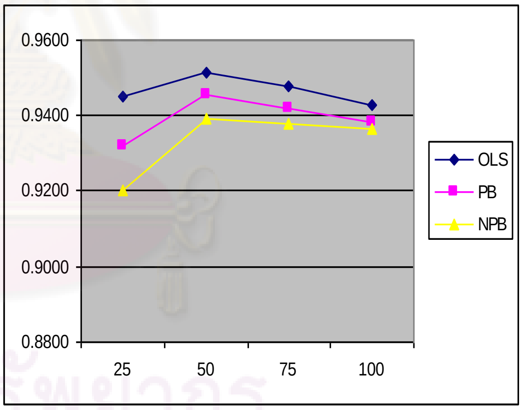
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



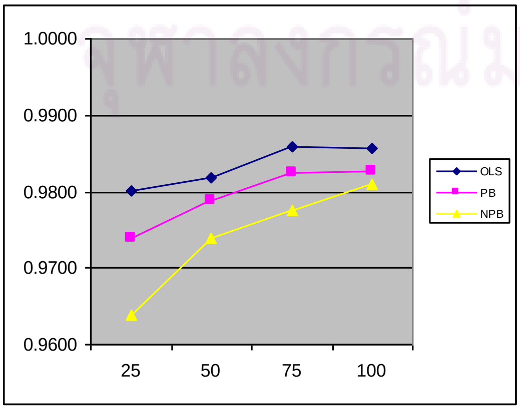
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



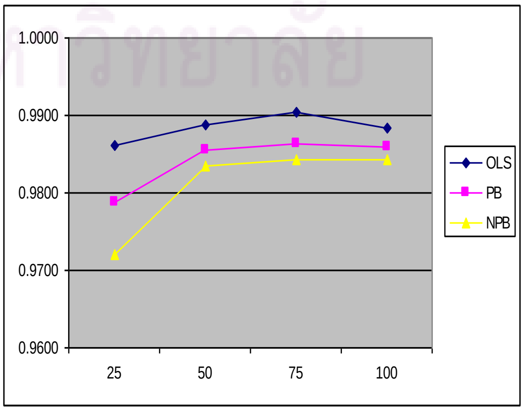
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

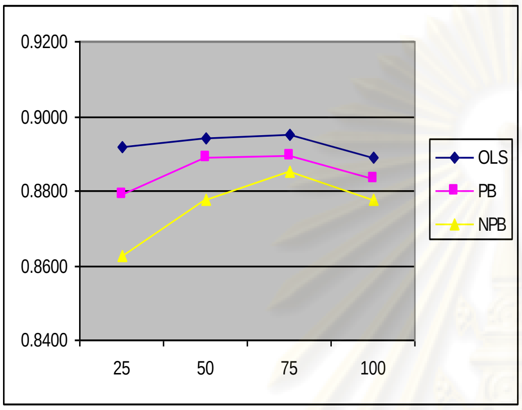


(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

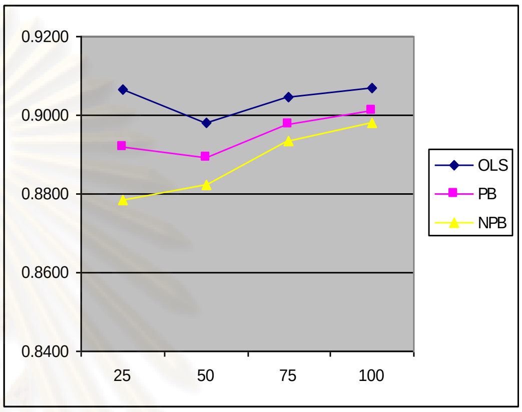


ภาพที่ 4.30 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

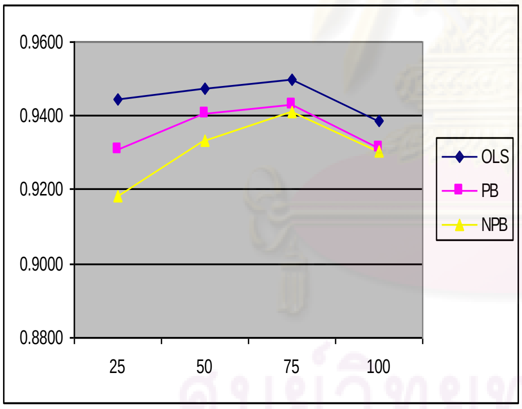
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



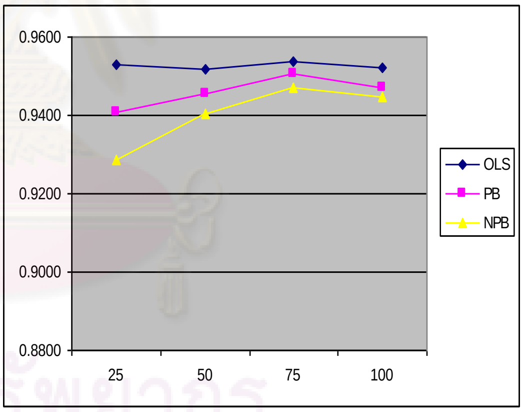
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



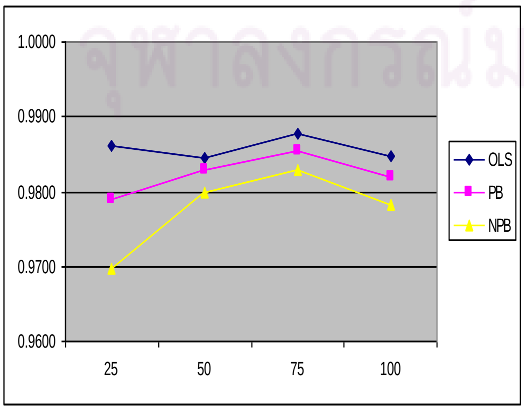
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



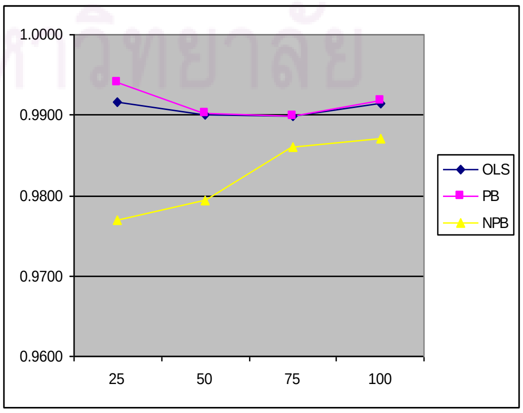
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.51 และภาพที่ 4.29,ภาพที่ 4.30 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้ น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี OLS จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี PB และ วิธี NPB

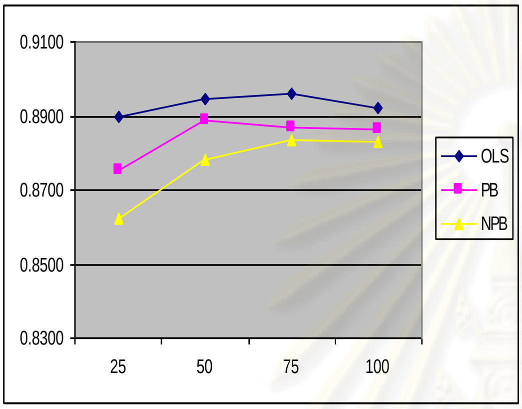
ตารางที่ 4.52 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจง แบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.8898	0.8754	0.8622	0.9032	0.8882	0.8734	0.8894	0.8778	0.8630	0.9012	0.8866	0.8758
	95%	0.9404	0.9258	0.9154	0.9514	0.9382	0.9274	0.9392	0.9282	0.9150	0.9502	0.9370	0.9274
	99%	0.9822	0.9762	0.9700	0.9914	0.9868	0.9796	0.9822	0.9778	0.9672	0.9912	0.9856	0.9794
50	90%	0.8944	0.8888	0.8780	0.9010	0.8908	0.8854	0.9024	0.8930	0.8842	0.9032	0.8946	0.8854
	95%	0.9442	0.9348	0.9320	0.9494	0.9416	0.9380	0.9486	0.9436	0.9370	0.9524	0.9466	0.9408
	99%	0.9864	0.9836	0.9792	0.9888	0.9844	0.9810	0.9872	0.9854	0.9810	0.9914	0.9862	0.9860
75	90%	0.8962	0.8868	0.8834	0.8996	0.8956	0.8880	0.8986	0.8898	0.8864	0.9066	0.8982	0.8958
	95%	0.9490	0.9442	0.9402	0.9514	0.9450	0.9430	0.9456	0.9416	0.9386	0.9524	0.9496	0.9438
	99%	0.9888	0.9836	0.9822	0.9924	0.9896	0.9894	0.9866	0.9838	0.9830	0.9908	0.9882	0.9870
100	90%	0.8924	0.8862	0.8830	0.9032	0.8984	0.8962	0.9058	0.9012	0.8970	0.9024	0.8984	0.8942
	95%	0.9458	0.9412	0.9394	0.9522	0.9486	0.9474	0.9516	0.9488	0.9470	0.9488	0.9444	0.9444
	99%	0.9894	0.9858	0.9860	0.9918	0.9878	0.9894	0.9914	0.9896	0.9882	0.9914	0.9868	0.9882

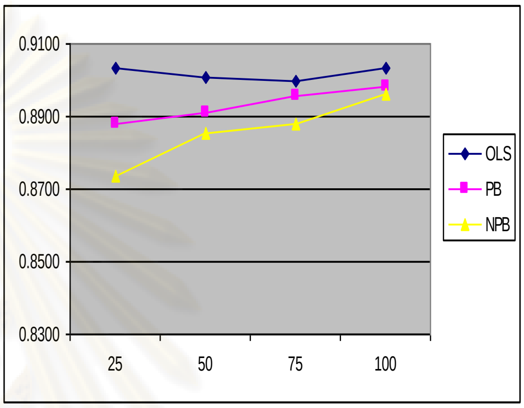
หมายเหตุ ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.31 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

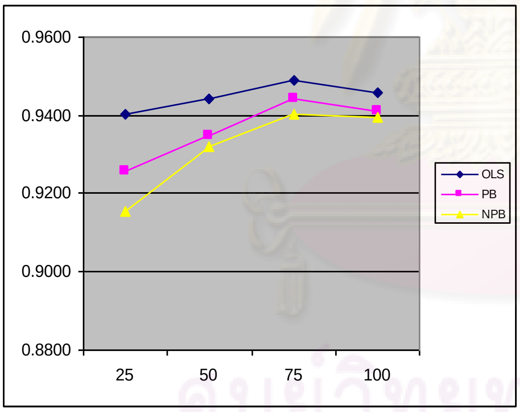
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



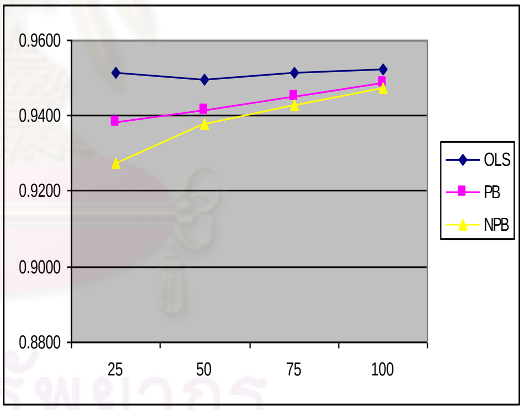
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



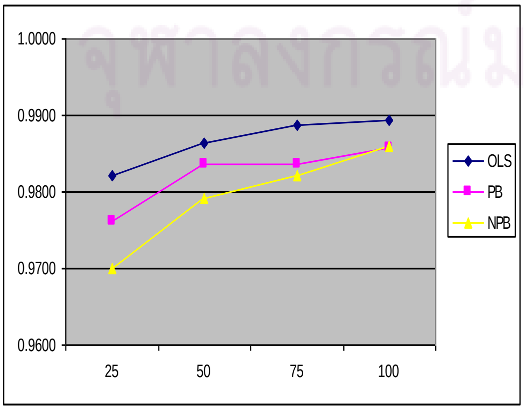
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



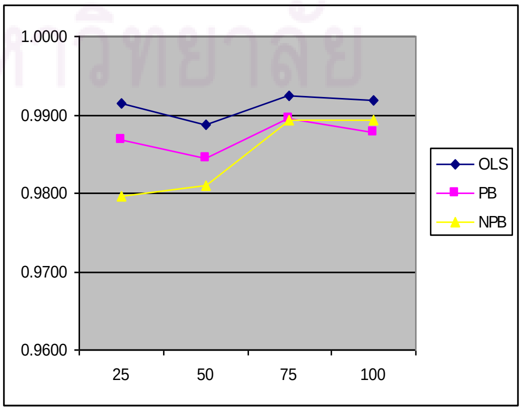
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

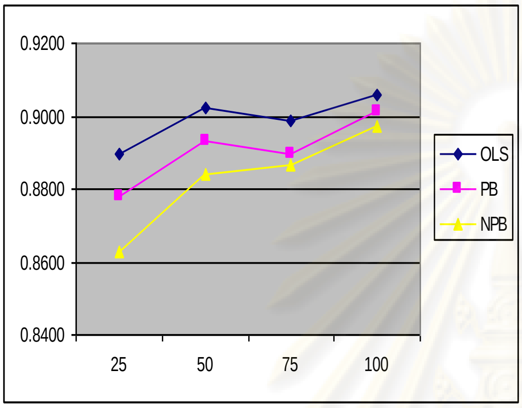


(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%

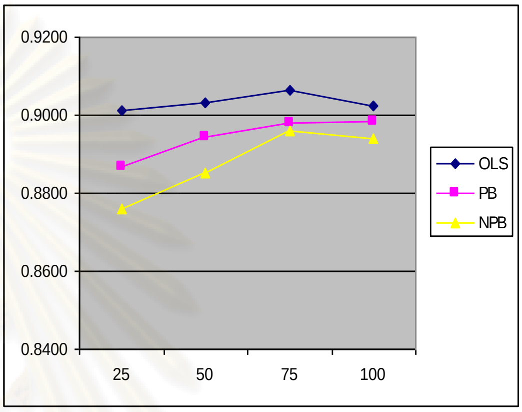


ภาพที่ 4.32 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

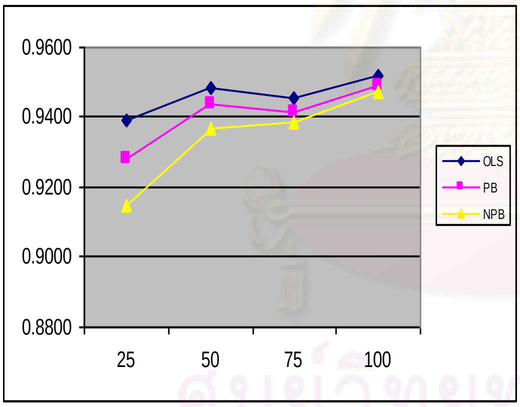
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



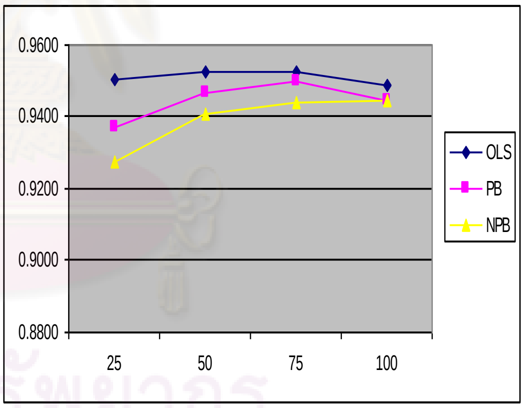
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



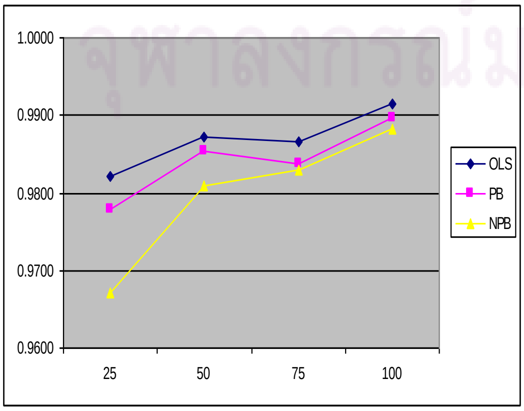
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



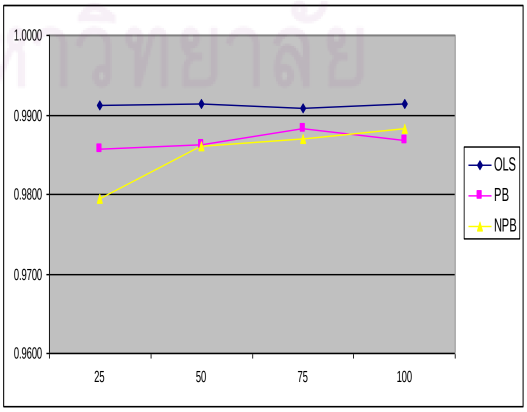
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.51 และภาพที่ 4.31,ภาพที่ 4.32 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้ น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี OLS จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี PB และ วิธี NPB

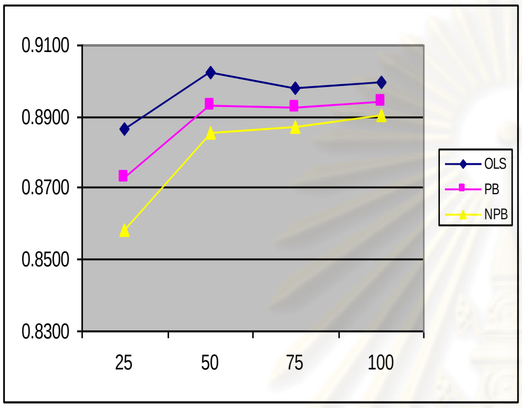
ตารางที่ 4.53 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.8866	0.8730	0.8582	0.9052	0.8926	0.8792	0.8890	0.8738	0.8606	0.9064	0.8906	0.8762
	95%	0.9404	0.9298	0.9102	0.9526	0.9402	0.9296	0.9436	0.9276	0.9156	0.9530	0.9416	0.9304
	99%	0.9806	0.9728	0.9656	0.9904	0.9836	0.9760	0.9856	0.9794	0.9698	0.9918	0.9864	0.9804
50	90%	0.9022	0.8934	0.8854	0.8952	0.8842	0.8782	0.8888	0.8820	0.8750	0.9076	0.8996	0.8912
	95%	0.9480	0.9416	0.9364	0.9500	0.9430	0.9360	0.9412	0.9342	0.9288	0.9532	0.9458	0.9424
	99%	0.9882	0.9850	0.9810	0.9888	0.9844	0.9818	0.9852	0.9806	0.9780	0.9922	0.9886	0.9868
75	90%	0.8980	0.8924	0.8874	0.9044	0.8948	0.8938	0.8904	0.8840	0.8780	0.9062	0.9006	0.8956
	95%	0.9420	0.9390	0.9344	0.9550	0.9500	0.9476	0.9472	0.9412	0.9374	0.9530	0.9490	0.9468
	99%	0.9874	0.9838	0.9832	0.9892	0.9864	0.9864	0.9882	0.9850	0.9842	0.9916	0.9882	0.9872
100	90%	0.8996	0.8942	0.8902	0.8990	0.8920	0.8872	0.8968	0.8938	0.8888	0.8986	0.8910	0.8930
	95%	0.9458	0.9420	0.9392	0.9506	0.9464	0.9436	0.9442	0.9408	0.9386	0.9536	0.9492	0.9478
	99%	0.9860	0.9844	0.9838	0.9888	0.9858	0.9848	0.9854	0.9840	0.9818	0.9906	0.9874	0.9872

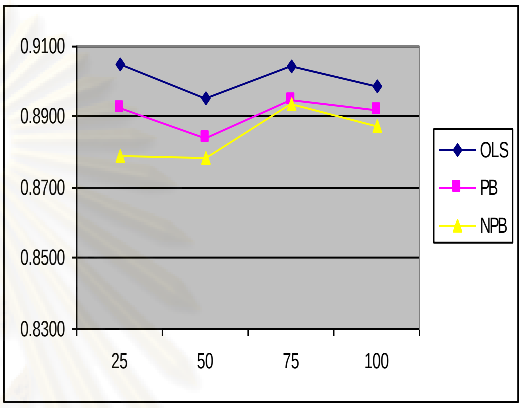
<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.33 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

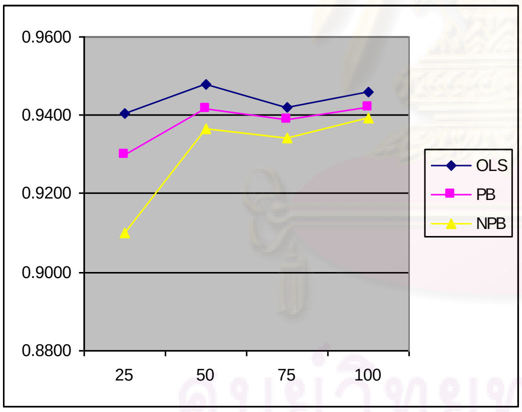
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



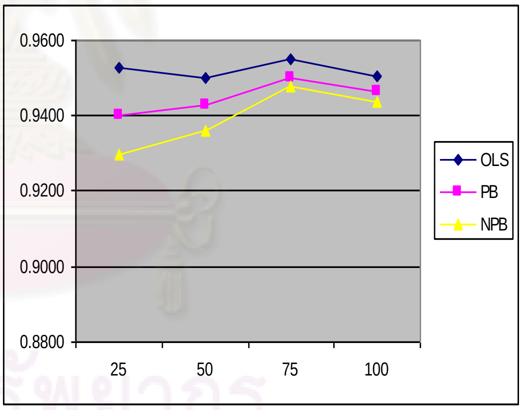
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



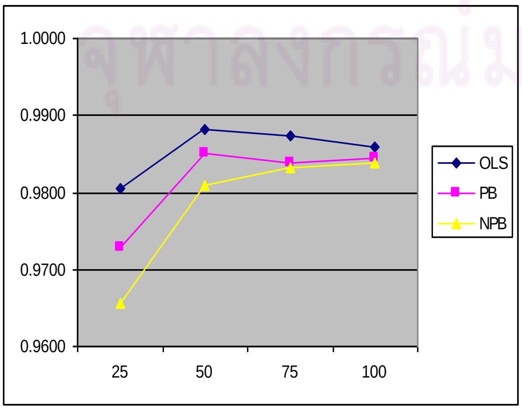
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



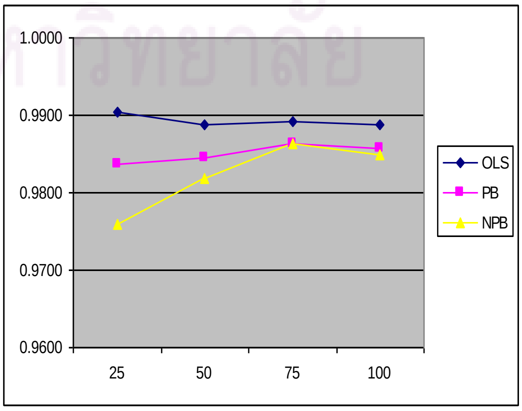
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

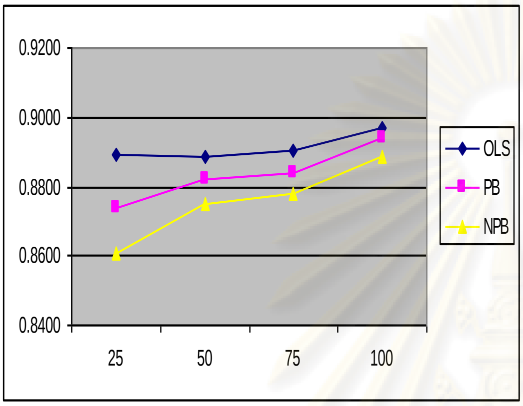


(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

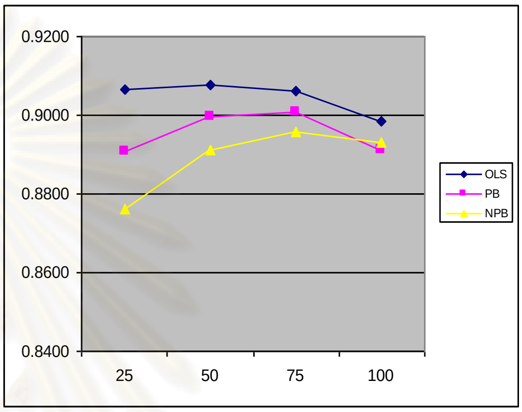


ภาพที่ 4.34 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 25 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

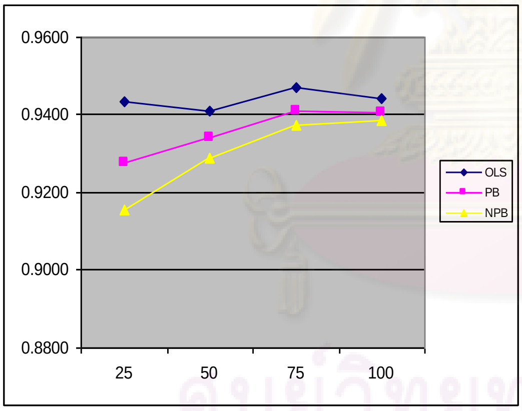
(i) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



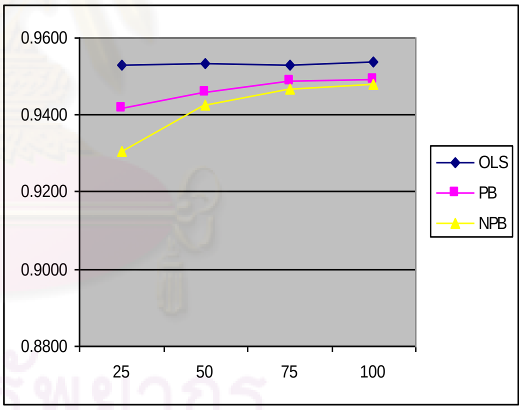
(ii) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 90%



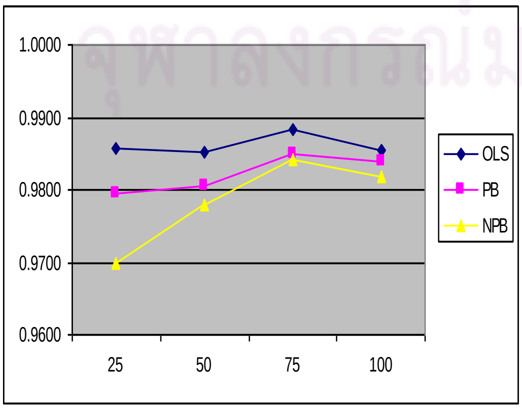
(iii) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



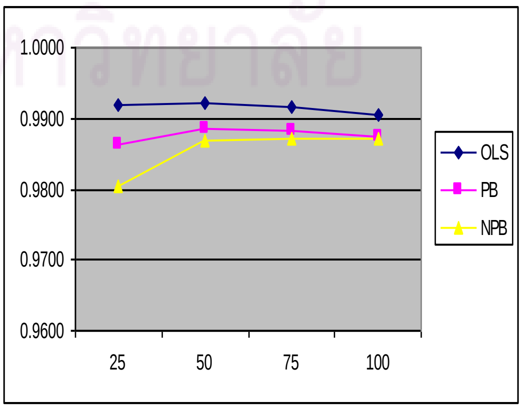
(iv) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) $\beta_0 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) $\beta_1 = 1$,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.53 และภาพที่ 4.33,ภาพที่ 4.34 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้ น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี OLS จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี PB และ วิธี NPB

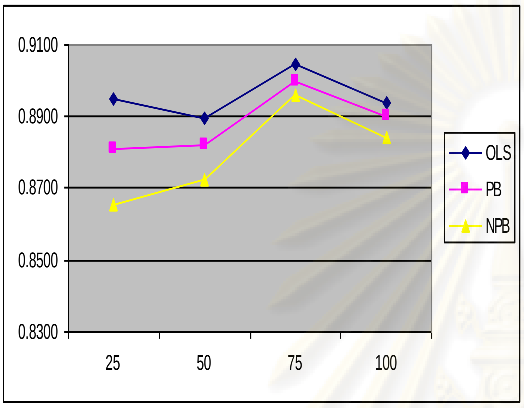
ตารางที่ 4.54 แสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99%

n	ระดับความเชื่อมั่น	Confidence Coefficient											
		X~N(0,1)						X~U(-3,3)					
		β_0			β_1			β_0			β_1		
		วิธี											
		OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB	OLS	PB	NPB
25	90%	0.8952	0.8812	0.8652	0.8924	0.8748	0.8624	0.8912	0.8746	0.8592	0.9004	0.8816	0.8668
	95%	0.9460	0.9350	0.9212	0.9480	0.9342	0.9210	0.9396	0.9286	0.9152	0.9494	0.9346	0.9252
	99%	0.9844	0.9778	0.9682	0.9904	0.9844	0.9754	0.9814	0.9756	0.9652	0.9902	0.9822	0.9762
50	90%	0.8896	0.8820	0.8726	0.8944	0.8866	0.8806	0.8974	0.8902	0.8842	0.8950	0.8852	0.8782
	95%	0.9436	0.9364	0.9318	0.9482	0.9380	0.9314	0.9448	0.9372	0.9354	0.9478	0.9398	0.9338
	99%	0.9840	0.9802	0.9772	0.9898	0.9854	0.9828	0.9854	0.9834	0.9796	0.9888	0.9848	0.9820
75	90%	0.9044	0.8998	0.8958	0.9064	0.9010	0.8950	0.8966	0.8906	0.8856	0.9000	0.8948	0.8896
	95%	0.9526	0.9456	0.9442	0.9576	0.9532	0.9516	0.9414	0.9384	0.9350	0.9498	0.9438	0.9406
	99%	0.9876	0.9854	0.9834	0.9908	0.9884	0.9872	0.9830	0.9802	0.9782	0.9902	0.9860	0.9848
100	90%	0.8938	0.8904	0.8844	0.9014	0.8954	0.8914	0.8966	0.8886	0.8856	0.8978	0.8928	0.8876
	95%	0.9446	0.9392	0.9374	0.9508	0.9450	0.9446	0.9446	0.9414	0.9360	0.9482	0.9418	0.9400
	99%	0.9878	0.9846	0.9846	0.9906	0.9872	0.9870	0.9890	0.9864	0.9816	0.9892	0.9880	0.9848

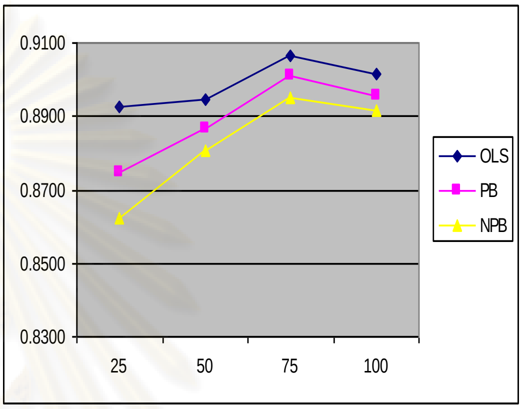
<u>หมายเหตุ</u> ช่องที่แรเงา แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุดในแต่ละกรณี

ภาพที่ 4.35 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน N(0,1)

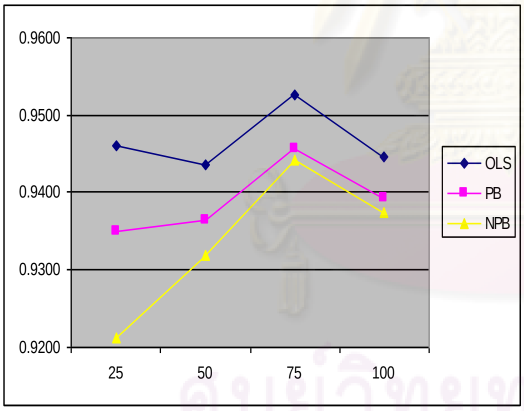
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



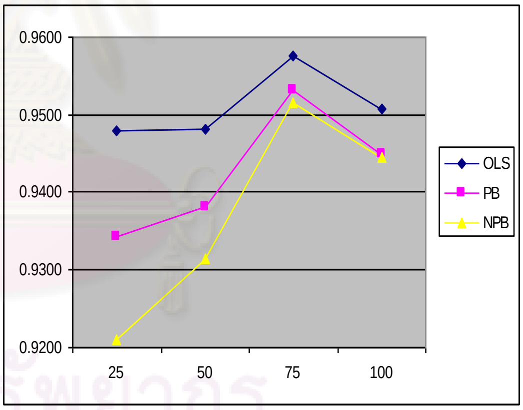
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



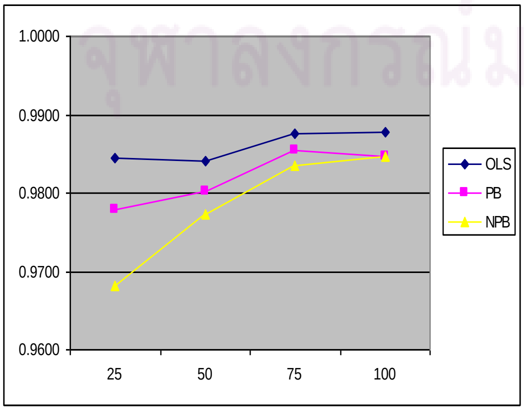
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



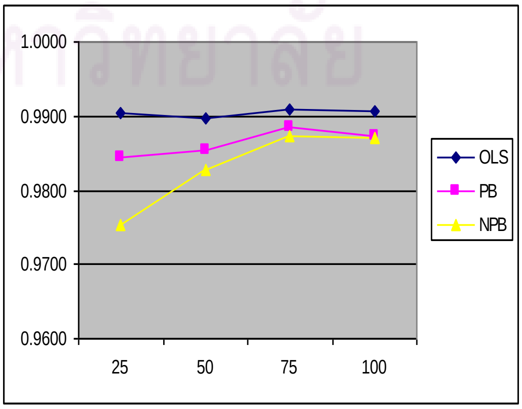
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

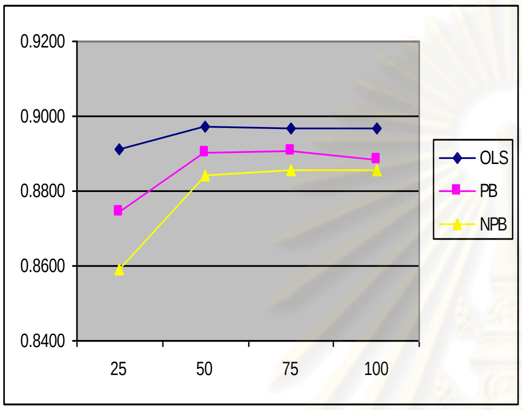


(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%

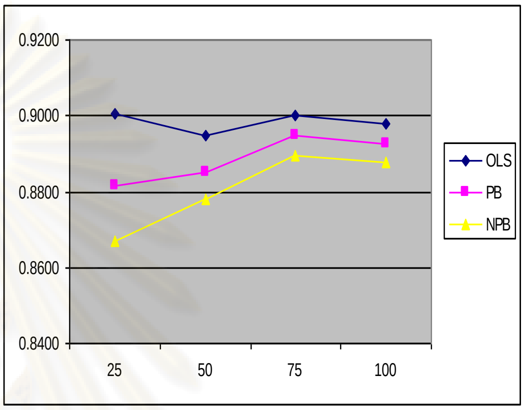


ภาพที่ 4.36 กราฟแสดงค่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เมื่อกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) distribution มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 100 ที่ขนาดตัวอย่าง 25,50,75 และ 100 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% และตัวแปรอิสระ X มีการแจกแจงแบบเอกรูป U(-3,3)

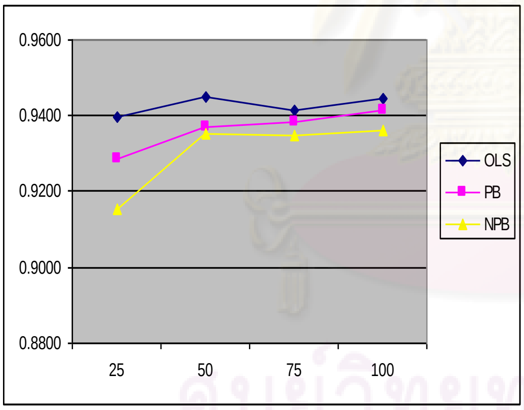
(i) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



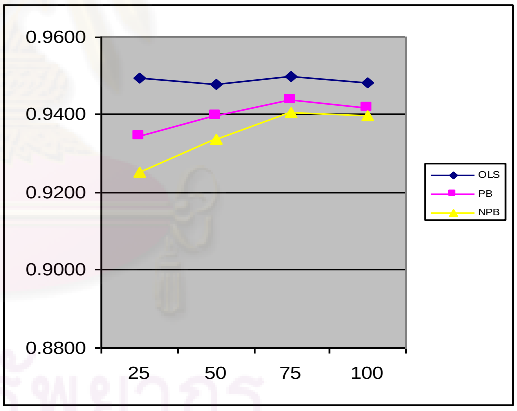
(ii) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 90%



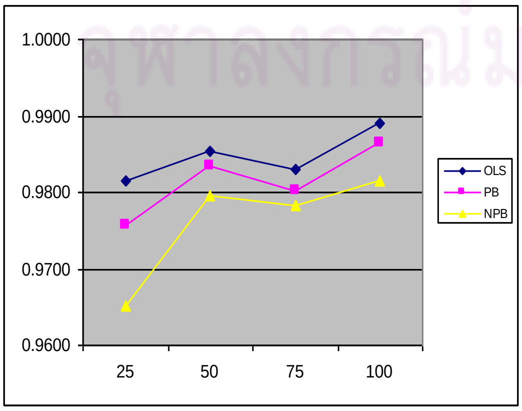
(iii) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



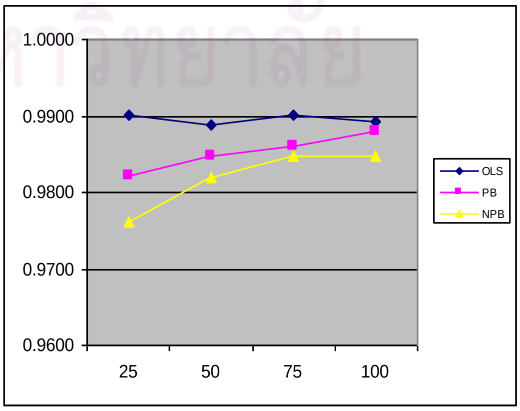
(iv) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 95%



(v) β_0 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



(vi) β_1 =1,ระดับความเชื่อมั่น 99%



จากตารางที่ 4.54 และภาพที่ 4.35,ภาพที่ 4.36 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระดับความเชื่อมั่นสูงขึ้น ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้ น β_0 และ β_1 จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงขึ้นในทุกขนาดตัวอย่าง และวิธี OLS จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธี PB และ วิธี NPB

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้นทั้ง 3 วิธี คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด , วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์ และวิธีบูตสแตรปแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ โดยส่วนที่ 1 ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าในสมการถดถอยเชิงเส้นในการประมาณค่าแบบจุด (Point Estimation) และส่วนที่ 2 ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าในสมการถดถอยเชิงเส้นในการประมาณค่าแบบช่วง (Interval Estimation) ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยมาจากการจำลองข้อมูล ด้วยโปรแกรม R จำลองข้อมูลที่ทำซ้ำ 5,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์

<u>การสรุปผลในส่วนที่ 1</u> : วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น ในการประมาณค่าแบบจุดทั้ง 3 วิธี วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

พิจารณาจากการเปรียบเทียบ ค่าความเอนเอียง , ค่าความแปรปรวน , ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย โดยถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ทำให้ได้ค่า ความเอนเอียง , ความแปรปรวน, ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณต่ำ สุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ผลสรุปดังนี้

1. เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

ค่าความเอนเอียง , ค่าความแปรปรวน, ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนและการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล

โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

2. เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบเอกรูป

ค่าความเอนเอียง , ค่าความแปรปรวน, ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล

โดยรวมแล้ว ยังสรุปไม่ได้ว่า วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นพบว่า พบว่าวิธี PB มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี OLS รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

3. เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบโลจิสติก

ค่าความเอนเอียง , ค่าความแปรปรวน , ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล

โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

4. เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล

ค่าความเอนเอียง , ค่าความแปรปรวน , ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล

โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

5. เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV)

ค่าความเอนเอียง , ค่าความแปรปรวน , ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล

โดยรวมแล้ว ยังสรุปไม่ได้ว่า วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นพบว่า พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

6. เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV)

ค่าความเอนเอียง , ค่าความแปรปรวน , ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง, แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล

โดยรวมแล้ว ยังสรุปไม่ได้ว่า วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นพบว่า พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

พิจารณาจากการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยของค่า ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย โดยถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ทำให้ได้ค่า เฉลี่ยของค่า ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณต่ำสุด จะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ผลสรุปดังนี้

ทุกลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนทั้ง 6 การแจกแจงพบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย จะแปรผกผันกับขนาดตัวอย่าง , แปรผันตามกับขนาดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และการแจกแจงของตัวแปรอิสระ X ไม่มีผล

โดยรวมแล้ววิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพสูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

<u>การสรุปผลในส่วนที่</u> <u>2</u> : วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น ในการประมาณค่าแบบช่วงทั้ง 3 วิธี วิธีใดมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

พิจารณาจากการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Confidence Coefficient) โดยถ้าวิธีการประมาณค่าแบบใดที่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าจะถือว่าการประมาณค่าจากวิธีนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ผลสรุปดังนี้

การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น จากช่วงความเชื่อมั่นจากวิธีการประมาณดังกล่าว พบว่า เมื่อความคลาดเคลื่อนมาจากการแจกแจงแบบ ปกติ, การแจกแจงแบบโลจิสติก , การแจกแจงแบบ Smallest Extreme Value (SEV) และการแจกแจงแบบ Greatest Extreme Value (GEV) พบว่าวิธี OLS มีประสิทธิภาพ สูงที่สุด วิธี PB รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด และเมื่อความคลาดเคลื่อนมาจากการแจกแจงแบบเอกรูป และการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล พบว่าวิธี PB มีประสิทธิภาพ สูงที่สุด วิธี OLS รองลงมา และ วิธี NPB มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ วิธีการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยเชิงเส้น เฉพาะตัวแบบความถดถอยเชิงเส้นที่มีตัวแปรอิสระ 1 ตัวเท่านั้น สำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป อาจทำการศึกษากรณีที่มีตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว

2. การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ , แบบเอกรูป, แบบโลจิสติก, แบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล , แบบSmallest Extreme Value (SEV) และแบบGreatest Extreme Value (GEV) เท่านั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษากรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงรูปแบบอื่นๆ

3. ในการเลือกใช้ประสิทธิภาพในการประมาณค่าแบบจุดอาจจะเลือกใช้ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก ที่ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากัน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ทรงศิริ แต้สมบัติ . การวิเคราะห์การถดถอย . กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.

มานพ วราภักดิ์. การจำลองเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

จีรพร วีระพันธุ์ . การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการนอนพาราเมตริกสำหรับการประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ ของความถดถอยเชิงเส้นแบบง่าย . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

ปฐม กลั่นน้ำทิพย์ . การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีที่ใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต , ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

มาลี ตระการศิรินนท์. การเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบสมการถดถอยเชิงเส้นด้วยวิธีกำลังสองต่ำสุดและวิธีบูตสแตรป . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต , ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

ภาษาอังกฤษ

Efron, B. Bootstrap methods Another look at the Jackknife. The Annals of statistics 7(1979) : 1-26.

Jiraroj Tosasukul, Kamon Budsaba, Andrel Volodin. Dependent Bootstrap Confidence Intervals for a Population Mean. Thailand Statistician 7(2009) : 43-51.

Urban Hjorth. Computer intensive statistical methods Validation model selection and bootstrap. New York : Chapman&Hall (1994).

Michael, J. K, and Zhongmin, C. Comparison of Parametric and Nonparametric Bootstrap Methods for Estimating Random Error in Equipercentile Equating. Applied Psychological Measurement (2008) : 334-347.

MiChael, R. C. Bootstrap Methods : A Practitioner's Guide. New York: John Wiley & Sons Inc (1999).

ภาคผนวก

การวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรม R เวอร์ชัน 2.10 ในการจำลองข้อมูลและคำนวณค่าต่าง ๆ

โปรแกรมการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีบูตสแตรปแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนเป็น 1 ที่ขนาดตัวอย่าง 25 กำหนดค่า $\beta_0 = 1, \beta_1 = 1$

```
M=5000
B=1000
n=25
b0=1
b1=1
alpha1=0.1
al1=1-alpha1
alpha2=0.05
al2=1-alpha2
alpha3=0.01
al3=1-alpha3
ci0_1=0
ci1_1=0
ci0_2=0
ci1_2=0
ci0_3=0
ci1_3=0
cpb0_90=0
cpb0_95=0
cpb0_99=0
cpb1_90=0
cpb1_95=0
cpb1_99=0
cnpb0_90=0
cnpb0_95=0
```

```
cnpb0_99=0
cnpb1_90=0
cnpb1_95=0
cnpb1_99=0
b_ols=c()
b_pb=c()
b_npb=c()

for(i in 1:M)
	{
	# Ordinary Least Square Method (OLS)
	x=rnorm(n,0,1)			# normal
	e=rnorm(n,0,1)
	y=b0+(b1*x)+e
	aa=lm(y~x)

	# CI 90% of OLS method
	ci1=confint(aa,level=al1)
	ci0_1=ifelse(b0<=ci1[1,2]&&b0>=ci1[1,1],ci0_1+1,ci0_1)
	ci1_1=ifelse(b1<=ci1[2,2]&&b1>=ci1[2,1],ci1_1+1,ci1_1)


	# CI 95% of OLS method
	ci2=confint(aa,level=al2)
	ci0_2=ifelse(b0<=ci2[1,2]&&b0>=ci2[1,1],ci0_2+1,ci0_2)
	ci1_2=ifelse(b1<=ci2[2,2]&&b1>=ci2[2,1],ci1_2+1,ci1_2)

	# CI 99% of OLS method
	ci3=confint(aa,level=al3)
	ci0_3=ifelse(b0<=ci3[1,2]&&b0>=ci3[1,1],ci0_3+1,ci0_3)
```

```
ci1_3=ifelse(b1<=ci3[2,2]&&b1>=ci3[2,1],ci1_3+1,ci1_3)
l=lsfit(x,y)
#Coefficient of OLS method
b_ols=rbind(b_ols,l$coeff)
residual=l$res
#Vector of estimate parameter by MLE
scale=sqrt((sum(residual^2))/(n-2))
out_pb=c()
out_npb=c()

for(t in 1:B)
{
#Parametric Bootstrap Method (PB)
epb=rnorm(n,0,scale)
ypb=l$coef[1]+(l$coef[2]*x)+epb
lpb=lsfit(x,ypb)
out_pb=rbind(out_pb,lpb$coeff)

#Nonparametric bootstrap method (NPB)
enpb=sample(residual,n,replace=T)   # Bootstrap sample with replacement
ynpb=l$coef[1]+(l$coef[2]*x)+enpb
lnpb=lsfit(x,ynpb)
out_npb=rbind(out_npb,lnpb$coeff)
}

#Coefficient for PB method
b_pb=rbind(b_pb,apply(out_pb,2,mean))
#Coefficient for NPB method
b_npb=rbind(b_npb,apply(out_npb,2,mean))
```

```
        # CI 90%,95%and 99% of b0 by PB method
        ci_pb0=quantile(out_pb[,1],probs=c(0.05,0.95,0.025,0.975,0.005,0.995))
        # CI 90%,95%and 99% of b1 by PB method
        ci_pb1=quantile(out_pb[,2],probs=c(0.05,0.95,0.025,0.975,0.005,0.995))

cpb0_90=ifelse(b0<=ci_pb0[2]&&b0>=ci_pb0[1],cpb0_90+1,cpb0_90)
cpb0_95=ifelse(b0<=ci_pb0[4]&&b0>=ci_pb0[3],cpb0_95+1,cpb0_95)
cpb0_99=ifelse(b0<=ci_pb0[6]&&b0>=ci_pb0[5],cpb0_99+1,cpb0_99)
#Confidence coefficient of  b0  for PB method
cpb0_al=cbind(cpb0_90/M,cpb0_95/M,cpb0_99/M)

cpb1_90=ifelse(b1<=ci_pb1[2]&&b1>=ci_pb1[1],cpb1_90+1,cpb1_90)
cpb1_95=ifelse(b1<=ci_pb1[4]&&b1>=ci_pb1[3],cpb1_95+1,cpb1_95)
cpb1_99=ifelse(b1<=ci_pb1[6]&&b1>=ci_pb1[5],cpb1_99+1,cpb1_99)
#Confidence coefficient of  b1  for PB method
cpb1_al=cbind(cpb1_90/M,cpb1_95/M,cpb1_99/M)

# CI 90%,95%and 99% of b0 by NPB method
ci_npb0=quantile(out_npb[,1],probs=c(0.05,0.95,0.025,0.975,0.005,0.995))
# CI 90%,95%and 99% of b1 by NPB method
ci_npb1=quantile(out_npb[,2],probs=c(0.05,0.95,0.025,0.975,0.005,0.995))
cnpb0_90=ifelse(b0<=ci_npb0[2]&&b0>=ci_npb0[1],cnpb0_90+1,cnpb0_90)
cnpb0_95=ifelse(b0<=ci_npb0[4]&&b0>=ci_npb0[3],cnpb0_95+1,cnpb0_95)
cnpb0_99=ifelse(b0<=ci_npb0[6]&&b0>=ci_npb0[5],cnpb0_99+1,cnpb0_99)
#Confidence coefficient of  b0  for NPB method
cnpb0_al=cbind(cnpb0_90/M,cnpb0_95/M,cnpb0_99/M)
```

```
cnpb1_90=ifelse(b1<=ci_npb1[2]&&b1>=ci_npb1[1],cnpb1_90+1,cnpb1_90)
cnpb1_95=ifelse(b1<=ci_npb1[4]&&b1>=ci_npb1[3],cnpb1_95+1,cnpb1_95)
cnpb1_99=ifelse(b1<=ci_npb1[6]&&b1>=ci_npb1[5],cnpb1_99+1,cnpb1_99)
#Confidence coefficient of  b1  for NPB method
cnpb1_al=cbind(cnpb1_90/M,cnpb1_95/M,cnpb1_99/M)
}

#Confidence coefficient of  b0  for OLS method
ci_b0_ols=cbind(ci0_1/M,ci0_2/M,ci0_3/M)
#Confidence coefficient of b1 for OLS method
ci_b1_ols=cbind(ci1_1/M,ci1_2/M,ci1_3/M)

#Coefficient for 3 methods(OLS,PB&NPB)
beta=cbind(b_ols,b_pb,b_npb)

#Mean square error of coefficients for 3 methods
mse_beta=apply((beta-1)^2,2,mean)

#Mean of mean square error of coefficients for 3 methods
mean_mse_beta=cbind((mse_beta[1]+mse_beta[2])/2,(mse_beta[3]+mse_beta[4])/2,
                    (mse_beta[5]+mse_beta[6])/2)

#Variance of coefficients for 3 methods
var_beta=v*apply(beta,2,var)

#Bias of coefficients for those 3 methods
bias_beta=(sqrt(abs(mse_beta-var_beta)))
```

```
#Relative efficiency of bo by using Mean square error
re_b0=cbind((mse_beta[1]/mse_beta[3]),(mse_beta[1]/mse_beta[5]))

#Relative efficiency of b1 by using Mean square error
re_b1=cbind((mse_beta[2]/mse_beta[4]),(mse_beta[2]/mse_beta[6]))

#Relative efficiency of bo by using Mean of mean square error
re_b0new=cbind((mean_mse_beta[1]/ mean_mse_beta[3]),
        ( mean_mse_beta[1]/ mean_mse_beta[5]))

#Relative efficiency of b1 by using Mean of mean square error
re_b1new=cbind((mean_mse_beta[2]/ mean_mse_beta[4]),
        ( mean_mse_beta[2]/ mean_mse_beta[6]))
```

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวณัฐภาภรณ์ รอดรัตษะ เกิดเมื่อวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2527 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สถิติ จากภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในปีการศึกษา 2550 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต (สต.ม.) สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551