การสร้างข้อมูลเศรษฐศาสตร์มหภาครายไตรมาส ของเศรษฐกิจประเทศไทย

ดำเกิง สวามิภักดิ์*
Darl D. Bien**
พิเชฐ ชุณหเสวี***

1. บทนำ

ในการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ทางเศรษฐศาสตร์มหภาค ข้อมูลของตัวแปรต่าง ๆ จำเป็นที่จะต้องมีช่วงระยะเวลายาวนานพอสมควร เพื่อทำให้นักเศรษฐศาสตร์สามารถทดสอบสมมติฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านั้นได้ บางครั้งข้อมูลที่มีอยู่มีลักษณะเป็นรายปีในขณะที่นักเศรษฐศาสตร์ต้องการข้อมูลในลักษณะเป็นรายไตรมาส ถึงแม้ว่าช่วงระยะเวลาของข้อมูลอาจจะมีระยะเวลาสั้น แต่ถ้าเป็นข้อมูลรายไตรมาสหรือรายเดือน ก็ทำให้จำนวนของขนาดตัวอย่างมีมากขึ้น ทำให้เกิดความเชื่อมั่นในการทดสอบสมมติ-

---

* นักวิจัย ฝ่ายการวิจัยนโยบายเศรษฐกิจส่วนรวม สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย
** ศาสตราจารย์ทางสถิติ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยแห่งเดนเวอร์ สหรัฐอเมริกา
*** ผู้ช่วยนักวิจัย ฝ่ายการวิจัยนโยบาย เศรษฐกิจส่วนรวม สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

ฐานบางอย่างได้มากขึ้น การขาดข้อมูลรายไตรมาสจึงเป็นอุปสรรคต่อการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าว เพราะฉะนั้นการสร้างข้อมูลเศรษฐศาสตร์มหภาครายไตรมาสจึงมีความจำเป็นอย่างมาก วิธีการสร้างข้อมูลเศรษฐศาสตร์มหภาครายไตรมาสนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ **วิธีทางคณิตศาสตร์** (Purely Mathematical Methods) **วิธีนี้เป็นวิธีการกระจายข้อมูลรายปีออกเป็นข้อมูลรายไตรมาสโดยตรง** และ **วิธีทางสถิติ** (Statistical Methods) **ซึ่งใช้หลักการทางสถิติหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายปีของตัวแปรที่ต้องการสร้างข้อมูลรายไตรมาสกับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และใช้ความสัมพันธ์นั้นสร้างข้อมูลรายไตรมาสขึ้นมา**

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแจกแจงรายละเอียดวิธีการประมาณการ และแสดงผลการประมาณสถิติรายได้ประชาชาติรายไตรมาสในระหว่างปี พ.ศ. 2513 - 2530 โดยจะมีขอบเขตเฉพาะการประมาณการผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ (GDP) และส่วนประกอบใหญ่ ๆ ทางด้านการใช้จ่ายของรายได้ประชาชาติเท่านั้น

ในส่วนที่สองบทความจะแสดงถึงวิธีทางคณิตศาสตร์ วิธีทางสถิติจะอยู่ในส่วนที่สาม การใช้วิธีทางคณิตศาสตร์และวิธีทางสถิติควบคู่กันไปจะอยู่ในส่วนที่สี่ ผลการประมาณการสถิติรายได้ประชาชาติจะอยู่ในส่วนที่ห้า และส่วนสุดท้ายของบทความจะเป็นบทสรุป

2. วิธีทางคณิตศาสตร์ (Purely Mathematical Methods)

Lisman และ Sandee (1964) และ Boot, Feibes และ Lisman (1967) ได้แสดงถึงวิธีในการสร้างข้อมูลรายไตรมาสโดยตรงจากข้อมูลรายปีที่มีอยู่ Lisman และ Sandee ได้สร้างค่าสัมประสิทธิ์สำหรับข้อมูลรายปี 3 ปีติดต่อกัน เพื่อที่ใช้ในการประมาณค่าข้อมูลรายไตรมาสของปีกลางเท่านั้น ด้วยเหตุนี้วิธีของ Lisman และ Sandee ไม่สามารถใช้ในการหาข้อมูลรายไตรมาสของปีแรกและปีสุดท้ายของอนุกรมเดียวกัน ส่วน Boot และคณะได้ใช้วิธีค่ากำลังสองน้อยที่สุด (Least-Squares method) ในการสร้างค่าสัมประสิทธิ์ที่จะใช้สำหรับข้อมูลรายปีเพื่อสร้างข้อมูลรายไตรมาส รายละเอียดของทั้งสองวิธีนี้จะได้กล่าวถึงต่อไป

2.1 วิธีของ Lisman และ Sandee

วิธีของ Lisman และ Sandee ซึ่งใช้ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับข้อมูลรายปี 3 ปีติดต่อกันในการประมาณค่าข้อมูลรายไตรมาสของปีกลางนั้นมีคุณสมบัติอยู่ 4 ข้อด้วยกันคือ

1. ผลรวมของข้อมูลรายไตรมาส จะต้องมีค่าเท่ากับข้อมูลรายปีของตัวแปรนั้นพอดี นั่นคือ

$$\sum_{i=4k-3}^{4k} \hat{y}_l = Y_k \quad [k = 2.......n\text{-}l]$$

โดย $\hat{y}$ = ค่าประมาณการของข้อมูลรายไตรมาส

Y = ค่าแท้จริงของข้อมูลรายปี

n = จำนวนปีในอนุกรม

2. ค่าถ่วงน้ำหนักที่ใช้ในการประมาณค่าของข้อมูลรายไตรมาสจะต้องสมมาตรกัน (Symmetical) เช่น ค่าสัมประสิทธิ์ของข้อมูลรายปีในปีที่แล้วที่ใช้ในการประมาณค่าข้อมูลรายไตรมาสของไตรมาสแรกของปีปัจจุบันนั้น จะต้องมีค่าเท่ากับค่าสัมประสิทธิ์ของข้อมูลรายปีในปีถัดไปที่ใช้ในการประมาณข้อมูลรายไตรมาสของไตรมาสสุดท้ายของปีปัจจุบัน

$$\begin{bmatrix} .0729 & .1982 & -.0211 \\ -.0103 & .3018 & -.0415 \\ -.0415 & .3018 & -.0103 \\ -.0211 & .1982 & .0729 \end{bmatrix}$$

3. ถ้าข้อมูลรายปีมีอัตราเพิ่ม (หรืออัตราลด) ที่คงที่นั่นคือ $Y_2 - Y_1 = Y_3 - Y_2$ ข้อมูลรายไตรมาสก็จะมีอัตราเพิ่ม (หรืออัตราลด) ที่คงที่เช่นเดียวกันในอัตรา $\frac{1}{16}(Y_2 - Y_1)$ แสดงว่า $y_6 - y_5 = y_7 - y_6 = y_8 - y_7$ ตัวอย่างเช่นถ้า $Y_1 = 100, Y_2 = 132, Y_3 = 164$ จะเห็นว่าอัตราการเพิ่มในที่นี้คือ 32 หลังจากนั้นค่าประมาณการของข้อมูลรายไตรมาสสำหรับปีที่ 2 ได้ถูกคำนวณขึ้นโดยใช้วิธีของ Lisman และ Sandee คือ $\hat{y}_5 = 30, \hat{y}_6 = 32, \hat{y}_7 = 34$ และ $\hat{y}_8 = 36$ จะเห็นว่า $\hat{y}_1 - \hat{y}_{1-1} = \frac{1}{16}(y_k - y_{k-1})$ เมื่ออัตราเพิ่ม(หรืออัตราลด) ของข้อมูลรายปีนั้นคงที่

4. ถ้าลักษณะของข้อมูลรายปีนั้นอยู่ในอนุกรมรูปตัว U หรือ U กลับหัว (Alternating Series) เช่น 100, 132, 100, 132 ลักษณะของข้อมูลรายไตรมาสจะอยู่ในอนุกรมของฟังก์ชั่น sine (Sinusoid) ดังกราฟที่แสดง ในรูปที่ 1 กล่าวคือ ค่าประมาณการของข้อมูลรายไตรมาสของปีกลาง (จากข้อมูลอนุกรมรายปี 3 ปี) คือ 31.3424 34.6576 34.6576 และ 31.3424 ตามลำดับ ซึ่งหาได้จากผลคูณของ Matrix ค่าถ่วงน้ำหนัก และ Vector แสดงค่าแท้จริงของข้อมูลรายปี 3 ปีติดต่อกัน และแน่นอนที่สุดว่า ถ้าทราบข้อมูลรายปีของปีที่สี่ ข้อมูลรายไตรมาสของปีที่สามก็จะสามารถคำนวณหาได้

วิธีของ Lisman และ Sandee นี้ไม่สามารถที่จะประมาณค่าของข้อมูลรายไตรมาสสำหรับปีแรกและปีสุดท้ายในอนุกรม 3 ปีได้ Lisman และ Sandee เองก็ได้กล่าวไว้ว่า วิธีของเขานั้นค่อนข้างง่ายในทางปฏิบัติ แต่อาจจะไม่สมเหตุสมผลนัก (Simple, plausible practical but arbitary)

2.2 วิธีของ Boot, Feibes และ Lisman

สำหรับวิธี Boot และคณะนั้นไม่ได้รวมข้อกำหนดข้อที่ 3 และข้อที่ 4 ของ Lisman และ Sandee แต่ยังคงข้อกำหนดข้อแรกและข้อที่ 2 เอาไว้ วิธีของ Boot และคณะนี้สามารถหาค่าประมาณการของข้อมูลราย

ไตรมาสในปีแรกและปีสุดท้ายของอนุกรมได้ โดยใช้หลักของ Langrangean Expression

Boot และคณะมีแนวความคิดเกี่ยวกับการประมาณการข้อมูลรายไตรมาส โดยยึดหลักค่าผลต่างยกกำลังน้อยที่สุดซึ่งมีอยู่ 2 แนวด้วยกันคือ

1. ผลต่างยกกำลังสองของสถิติรายไตรมาสแต่ละคู่ที่ติดกัน (Squared first difference) ค่าผลต่างยกกำลังสองนี้สามารถเขียนด้วยตัวแปรทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้คือ

$$\sum_{i=2}^{4n} [\hat{y}_i - \hat{y}_{i-1}]^2$$

2. ผลต่างยกกำลังสองของผลต่างระหว่างสถิติรายไตรมาสที่ติดกัน (Squared second difference) ซึ่งก็สามารถเขียนด้วยตัวแปรทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้คือ

$$\sum_{i=2}^{4n-1} [\Delta\hat{y}_i - \Delta\hat{y}_{i-1}]^2$$

โดย $\Delta\hat{y}_i = \hat{y}_{i+1} - \hat{y}_i$

ซึ่งผลต่างทั้งสองแนวนี้จะต้องผ่านข้อกำหนดข้อที่ 1 คือผลรวมของค่าประมาณการของข้อมูลรายไตร-มาสจะต้องมีค่าเท่ากับค่าที่แท้จริงของข้อมูลรายปีของตัวแปรนั้น ๆ กล่าวคือ

$$\sum_{i=4k-3}^{4k} \hat{y}_i = y_k \; [k = 1.........n]$$

แนวทางเลือกแรกนั้น อนุกรมของค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสจะไม่เป็นเส้นตรง (Non - linear quarterly estimates) ถึงแม้ว่าอนุกรมของค่าที่แท้จริงรายปีจะเป็นเส้นตรงก็ตามแสดงว่า วิธีของ Boot และคณะนั้นละเมิดข้อกำหนดข้อที่ 3 ของ Lisman และ Sandee ส่วนแนวทางเลือกทางที่สองนั้นไม่มีปัญหาในด้านนี้ ซึ่งแนวทางเลือกทางที่สองนี้จะได้กล่าวถึงอย่างละเอียดต่อไป

วัตถุประสงค์ของแนวความคิดแนวที่ 2 ของวิธี Boot และคณะคือ

$$\text{Min } Z = \sum_{i=2}^{4n-1} [\Delta\hat{y}_i - \Delta\hat{y}_{i-1}]^2$$

$$\text{subject to } \sum_{i=4k-3}^{4k} \hat{y}_i = Y_k$$

จาก Lagrangean expression สามารถเขียนได้ว่า

$$\sum_{i=2}^{4n-1} [\hat{y}_{i+1} - 2\hat{y}_i + \hat{y}_{i-1}]^2 - \sum_{k=1}^{n} \lambda_k \left[\sum_{i=4k-3}^{4k} \hat{y}_i - y_k \right]$$

โดยให้ค่า derivatives with respect to $\hat{y}_1$ $(i = 1,\ldots\ldots,4n)$ และ λ_k $(k = 1,\ldots\ldots,n)$ มีค่า = 0 ซึ่งจะได้สมการทั้งหมด 5n สมการ โดยมีตัวแปรตามรวม 5n ตัวแปรเช่นเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม Boot และคณะ ได้แสดงไว้ในบทความของเขาว่า ผลลัพธ์จะอยู่ในลักษณะของ Matrix ของค่าสัมประสิทธิ์ของ Vectro Y คือ

$$\hat{y} = CY$$

โดยที่ $\hat{y}$ คือ Vector ขนาด $4n \times 1$ และ Y คือ Vector ขนาด $n \times 1$ สำหรับจำนวนปี (n) = 3 Matrix ของค่าสัมประสิทธิ์ได้แสดงไว้ดังนี้ คือ

$$\begin{bmatrix} \hat{y}_{4k-7} \\ \hat{y}_{4k-6} \\ \hat{y}_{4k-5} \\ \hat{y}_{4k-4} \\ \hat{y}_{4k-3} \\ \hat{y}_{4k-2} \\ \hat{y}_{4k-1} \\ \hat{y}_{4k} \\ \hat{y}_{4k+1} \\ \hat{y}_{4k+2} \\ \hat{y}_{4k+3} \\ \hat{y}_{4k+4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} .3770 & -.1603 & .0333 \\ .2906 & -.0500 & .0094 \\ .2059 & .0569 & -.0128 \\ .1264 & .1534 & -.0298 \\ .0572 & .2293 & -.0365 \\ .0053 & .2707 & -.0260 \\ -.0260 & .2707 & .0053 \\ -.0365 & .2293 & .0572 \\ -.0298 & .1534 & .1264 \\ -.0128 & .0569 & .2059 \\ .0094 & -.0500 & .2906 \\ .0333 & -.1603 & .3770 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{k-1} \\ Y_k \\ Y_{k+1} \end{bmatrix}$$

สำหรับจำนวนปี (n) = 10 นั้น ค่าของสัมประสิทธิ์ของ Vector Y นั้นจะอยู่ในรูปของ Matrix ขนาด 40×10 ซึ่งแสดงอยู่ในภาคผนวก ตารางที่ 1

Boot และคณะแนะนำว่าการประมาณค่าข้อมูลรายไตรมาสในแต่ละอนุกรมนั้น ควรจะเลือกเฉพาะผลลัพธ์เฉพาะข้อมูลรายไตรมาสของปีกลาง ๆ เท่านั้น ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับที่ Lisman และ Sandee ได้แนะนำให้เลือกเฉพาะผลลัพธ์จากปีกลางอนุกรมราย 3 ปี ฉะนั้น เพื่อจะให้ได้ข้อมูลรายไตรมาสครบตามจำนวนปีที่ต้องการนั้น วิธีการคำนวณเดียวกันนี้จะต้องกระทำซ้ำแล้วซ้ำอีกเพื่อจะเลือกเฉพาะข้อมูลของปีกลาง ๆ อย่างไรก็ตาม Boot และคณะสนับสนุนให้เลือกใช้อนุกรมที่มีระยะเวลา 7 ปี โดยอ้างว่าเป็นระยะเวลาที่สมเหตุสมผลไม่สั้นจนเกินไปจนทำให้ปีที่มีอิทธิพลบางปีไม่รวมอยู่ในการคำนวณ หรือยาวจนเกินไปทำให้มีจำนวนปีมากเกินความจำเป็น

แต่ Boot และคณะเองก็มิได้ให้ Matrix ของ ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับจำนวนปี (n) = 7 เอาไว้

นอกจากนี้ยังพิจารณาได้ว่า elements ใน Matrix ของค่าสัมประสิทธิ์นั้นสมมาตรกันจึงทำให้ค่าประมาณการรายไตรมาสมีลักษณะเป็นเส้นตรงตามค่าที่แท้จริงรายปีด้วย

2.3 ข้อจำกัดของวิธีทางคณิตศาสตร์

ถ้าเฉพาะข้อมูลรายปีของตัวแปร Y เท่านั้นที่เก็บรวบรวมเอาไว้ โดยไม่มีรายละเอียดเพิ่มเติมใด ๆ ทั้งสิ้นเกี่ยวกับการกระจายตัวแปรตัวนั้นออกเป็นข้อมูลรายไตรมาส วิธีทางคณิตศาสตร์จึงน่าจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม วิธีทางคณิตศาสตร์เป็นเพียงการใช้ Smoothing technique เท่านั้นโดยไม่มีเศรษฐศาสตร์อยู่เบื้องหลัง นอกจากนี้วิธีของ Lisman และ Sandee ยังไม่สามารถใช้ในการคำนวณข้อมูลรายไตรมาสของปีแรกและปีสุดท้ายในอนุกรม ส่วนวิธีของ Boot และคณะซึ่งใช้วิธีผลต่างยกกำลังของสถิติรายไตรมาสแต่ละคู่ที่ติดกันมีค่าน้อยที่สุด และวิธีผลต่างยกกำลังสองของผลต่างของสถิติรายไตรมาสแต่ละคู่ติดกันมีค่าน้อยที่สุด อันทำให้เกิดปัญหาสหสัมพันธ์ของตัวมันเอง (Autocorrelated errors) ขึ้น อันต้องใช้ในการพิจารณาประกอบการสร้างค่าประมาณการของข้อมูลรายไตรมาสต่อไป

3. วิธีทางสถิติ (Statistical Methods)

วิธีทางสถิตินั้น ใช้สมการถดถอยแบบเส้นตรงกับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีทั้งข้อมูลรายปีและข้อมูลรายไตรมาส ดังรายละเอียดข้างล่างนี้

สมมุติให้ p คือ จำนวนตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่จะใช้ในการคำนวณหาค่าประมาณการของตัวแปรที่สนใจ ดังนั้นถ้าจำนวนปีทั้งหมดมีอยู่ n ปี Matrix X ขนาด $n \times p$ จึงแสดงถึงข้อมูลรายปีทั้งหมดของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และ Matrix X ขนาด $4n \times p$ จะแสดงถึงข้อมูล รายไตรมาสทั้งหมดของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง แต่สำหรับตัวแปรที่สนใจนั้นให้ Y เป็น Vector ขนาด $n \times 1$ ซึ่งแสดงถึงข้อมูลรายปี n ปีของตัวแปรที่สนใจ ดังนั้นสิ่งที่ต้องการคำนวณหาคือข้อมูลรายไตรมาสจำนวน n ปีของตัวแปรที่สนใจซึ่งจะอยู่ในรูปของ Matrix y ขนาด $4n \times 1$

นอกจากนี้ ยังได้สมมติต่อไปว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณการของข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่สนใจกับค่าจริงข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่เกี่ยวข้องเป็นเส้นตรงคือ

$$y = x\beta + U$$

โดย u คือค่า random vector ขนาด $4n \times 1$ ซึ่งมีค่า mean = 0 และ covariance matrix v = E (uu')

ให้ A เป็น Matrix ขนาด $n \times 4n$ ซึ่งจะเป็น Matrix ที่ใช้ในการแปลงข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งเป็นข้อมูลรายปีของตัวแปรตัวเดียวกัน

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & . & . & . & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & . & . & . & 0 \\ . & . & . & . & . & . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & 0 & 0 & . & . & . & . & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}_{n \times 4n}$$

ผลที่ได้ออกมาคือ

$$Y = Ay = Ax\beta + Au = X\beta + U$$

โดยที่ U ซึ่งเท่ากับ Au นั้น เป็นค่า random vector ขนาด $n \times 1$ และมีค่า mean = 0 และ Covariance matrix

$$V = E(UU') = E(Auu'A')$$

จะเห็นได้ว่า การที่สามารถใช้ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรที่สนใจกับตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการประเมินหาค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่สนใจนั้น ขึ้นอยู่กับว่าค่า β ทั้งในอนุกรมรายปี ($Y = X\beta + U$) และอนุกรมรายไตรมาสนั้น ($y = x\beta + u$) จะต้องมีค่าเท่ากัน ดังนั้นจึงต้องมีการประมาณค่า β โดยใช้วิธี OLS กับข้อมูลรายปีของค่าตัวแปร Y และ X และใช้ค่า β ที่ได้ร่วมกับข้อมูลรายไตรมาสของค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการคำนวณหาค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่สนใจต่อไป คือ

$$\hat{y} = x\hat{\beta}$$

ถ้าความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ X ไม่สมบูรณ์ จะทำให้

$$\sum_{i=4k-3}^{4k} \hat{y}_1 \neq Y_k$$

โดยที่ $k = 1,\ldots,n$

และ n คือ จำนวนปีในอนุกรม

แสดงว่าการใช้ OLS กับตัวแปรที่เกี่ยวข้องกันนั้นไม่ได้รับประกันว่า ผลบวกของข้อมูลรายไตรมาสในปีใดปีหนึ่งจะมีค่าเท่ากับข้อมูลรายปีของปีนั้น ๆ

จาก $Y_k = b_o + b_1 X_k + U_k$ โดย $k = 1,\ldots,n$

ซึ่ง U_k จะมีค่าเท่ากับ $Y_k - \hat{Y}_k$ โดยที่ $\hat{Y}_k$ ถูกกำหนดจากสมการถดถอย

$\hat{Y}_k = b_o + b_1 X_k$ โดย $k = 1,....,n$

ดังนั้น การประมาณค่าข้อมูลรายไตรมาสก็สามารถกระทำได้ง่าย ๆ โดยใช้ค่า constant และค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากสมการข้างบนกับค่าจริงของข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังนี้

$\hat{y}_1 = b_o + b_1 x_1$ โดย $i = 1,....,4n$

3.1 Chow-Lin Method

ดังที่กล่าวแล้วข้างต้นว่า การหาค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่สนใจ โดยใช้ความสัมพันธ์ในสมการถดถอยเชิงเส้นตรงนั้น ไม่ได้ประกันว่าค่าผลรวมของข้อมูลรายไตรมาสนั้นจะมีค่าเท่ากับค่าจริงของข้อมูลรายปี Chow และ Lin (1971) ได้บ่งถึงปัญหานี้และได้หาวิธีแก้ไขประกอบกับ การใช้ทฤษฎี best linear unbiased estimation ในสมการถดถอยเชิงเส้นตรง

วิธีของ Chow และ Lin นั้น อาจจะแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนด้วยกัน โดยเริ่มจากการประมาณค่า y จาก $x\hat{\beta}$ ซึ่งได้จากสมการถดถอยเชิงเส้นตรงและเปลี่ยนแปลงแก้ไขค่าประมาณการของ y โดยคิดเป็นสัดส่วนของผลต่างระหว่างค่าจริงของข้อมูลรายปีและค่าประมาณการข้อมูลรายปีของตัวแปรที่สนใจ $(Y - \hat{Y})$ อันทำให้ผลรวมของค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสเท่ากับค่าจริงข้อมูลรายปีของตัวแปรด้วยกันคือ

$$\sum_{i=4k-3}^{4k} \hat{y}_i = Y_k \qquad k = 1,.......,n$$

ดังนั้นหลังจากหาค่าประมาณการของสัมประสิทธิ์ (β) ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องโดย

$$Y = X\beta + U$$

$$\hat{Y} = X\hat{\beta}$$

Chow และ Lin ได้ค่า BLUE ของ Y จาก

$$\hat{y} = X\hat{\beta} + E[uU'][E(UU')]^{-1}[Y - \hat{Y}]$$

$$u = y - x\beta \qquad U = Y - X\beta$$

จะเห็นได้ว่า ถ้าค่า $(Y - \hat{Y}) = 0$ การประมาณค่า y ก็จะได้มาจากผลคูณของค่าสัมประสิทธิ์จากสมการถดถอยกับค่าจริงข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่เกี่ยวข้องเท่านั้น จึงทำให้การปรับค่าจึงไม่จำเป็น และหมายความว่า ค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสนั้น จะถูกคำนวณโดยใช้วิธี OLS เท่านั้น

แต่ถ้าค่า $(Y - \hat{Y}) \neq 0$ Matrix ที่ใช้ในการปรับค่าคือ $E(uU')[E(UU')^{-1}]$ จะถูกผนวกเข้ากับค่า $(Y - \hat{Y})$ อันทำให้ค่าของ $\hat{y}$ ไม่เท่ากับ $x\hat{\beta}$ เสียเลยทีเดียว Matrix ที่ใช้ในการปรับค่านี้มีขนาด $4n \times n$ ซึ่งประกอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยของ u ที่มีต่อ U ซึ่งอาจจะเขียนได้ในอีกลักษณะคือ

$$E(uU')[E(UU')]^{-1} = E(uU'A')V^{-1} = vA'(AvA')^{-1}$$

เนื่องจากว่า ค่า u นั้นมาจาก $u = y - x\beta$ แต่ค่า y เป็นค่าที่ไม่ทราบ ดังนั้นค่า Matrix ที่ใช้ในการปรับค่าโดยวิธีของ Chow และ Lin นั้น จึงไม่สามารถหาได้ จึงต้องมีการประมาณค่าของ Matrix ที่ใช้ในการปรับค่าขึ้นมา ซึ่ง Chow และ Lin ได้แบ่งออกเป็น 3 ประเด็นด้วยกันคือ

ประเด็นที่ 1 ถ้าสมมติว่าค่า u ของ quarterly regression ไม่มี serial correlation กับค่า variance σ^2 ซึ่งคงที่ Matrix ที่ใช้ในการปรับค่าของ Chow และ Lin จะอยู่ในลักษณะ

$$v = I_{4n \times 4n}\sigma^2$$

และ

$$V = 4I_{n \times n}\sigma^2$$

ผลที่ได้ออกมา

$$v\acute{A}v^{-1} = \frac{1}{4}\acute{A}$$

นั่นคือ

$$\hat{y}_i = \hat{x}_i\beta + \frac{1}{4}[Y_k - X_k\hat{\beta}] \qquad i = 1,\ldots,4n$$

แสดงว่า ค่าตัวปรับของค่าประมาณของข้อมูลรายไตรมาสในแต่ละไตรมาสจะมีเป็น 1/4 เท่าของค่าผลต่างระหว่างข้อมูลรายปีที่แท้จริงและข้อมูลรายปีจากสมการถดถอยของปีเดียวกัน ประเด็นนี้สามารถใช้ได้ทุกกรณี ไม่ว่า x และ X จะเป็น Univariate หรือ Multivariate

ประเด็นที่ 2 ถ้าสมมติว่าค่า u ของ quarterly regression ไม่มี serial correlation ในสัดส่วนต่าง ๆ กันกับความสัมพันธ์ในสมการถดถอยระหว่าง y และตัวแปร x ที่เกี่ยวข้อง Matrix v จะเป็น diagonal matrix และจะเป็นสัดส่วนกับ matrix V ตัวอย่างเช่น สมมติว่า u_1 มีค่า variance ที่เกี่ยวข้องในแนวเส้นตรงกับ multivariate x_i

$$O_i^2 = X_i \, w \, O^2 \qquad i = 1,....4n$$

และ $x_1 = [\, x_{1i} ,........, x_{pi} \,]$ และ $w = [w_1,....w_p]$

ดังนั้น ค่า Matrix ของตัวปรับ โดยวิธีของ Chow และ Lin นั้น ขึ้นอยู่กับ

$$V = \begin{bmatrix} X_1\acute{w} & O & . & . & . & O \\ O & X_2\acute{w} & . & . & . & O \\ . & . & . & . & . & . \\ O & O & . & . & . & X_{4n}\acute{w} \end{bmatrix} \sigma^2$$

$$V = \begin{bmatrix} X_1\acute{w} & O & . & . & . & O \\ O & X_2\acute{w} & . & . & . & O \\ . & . & . & . & . & . \\ O & O & . & . & . & X_n\acute{w} \end{bmatrix} \sigma^2$$

โดย $X_k = [X_{1k},....,X_{pk}]$

เพราะฉะนั้น

$$v\acute{A}\acute{V}^{-1} = \begin{bmatrix} x_1\acute{w}/X_1\acute{w} & O & . & . & O \\ x_2\acute{w}/X_1\acute{w} & O & . & . & O \\ x_3\acute{w}/X_1\acute{w} & O & . & . & O \\ x_4\acute{w}/X_1\acute{w} & O & . & . & O \\ O & X_5\acute{w}/X_2\acute{w} & . & . & O \\ O & x_6\acute{w}/X_2\acute{w} & . & . & O \\ O & x_7\acute{w}/X_2\acute{w} & . & . & O \\ O & x_8\acute{w}/X_2\acute{w} & . & . & O \\ O & O & . & . & O \\ . & . & . & . & . \; . \\ O & O & . & . & x_{4n-3}\acute{w}/X_n\acute{w} \\ O & O & . & . & x_{4n-2}\acute{w}/X_n\acute{w} \\ O & O & . & . & x_{4n-1}\acute{w}/X_n\acute{w} \\ O & O & . & . & x_{4n}\acute{w}/X_n\acute{w} \end{bmatrix}$$

ดังนั้นใน Case 2 เราจะได้ว่า

$$\hat{y}_i = x_i \hat{\beta} + \frac{x_i W'}{X_k W'} [Y_k - X_k \hat{\beta}]$$

ถ้า X เป็น univariate Matrix ที่ใช้ในการปรับค่าจะลดลงเป็น x_i/X_k
ถ้า X เป็น multivariate Matrix ที่ใช้ในการปรับค่าคือ

$$\frac{x_{1i} W_1 + x_{2i} W_2 \ldots\ldots\ldots}{X_{1k} W_1 + X_{2k} W_2 \ldots\ldots\ldots}$$

ในกรณีที่ $\sigma_i^2 = \sigma^2$ และมีค่าคงที่ ประเด็นที่ 2 นี้จะเหมือนกับประเด็นที่ 1 ทุกประการ

ประเด็นที่ 3 ถ้าสมมติว่า ค่า residuals ในสมการถดถอยจากข้อมูลรายไตรมาสนั้นมี First-order autoregression คือ

$$u_i = ru_{i-1} + e_i \quad \text{โดย } i = 2, \ldots, 4n$$

Chow และ Lin ได้แสดงถึงการประมาณค่า Matrix ที่ใช้ในการปรับค่า อย่างไรก็ตามการประมาณค่าในประเด็นที่ 3 นี้ต้องการทราบค่าสัมประสิทธิ์ของ autocorrelation r จึงทำให้การนำไปใช้มีข้อจำกัดอยู่ ผู้สนใจอาจจะอ่านเพิ่มเติมได้โดยตรงจากบทความของ Chow และ Lin ซึ่งได้แสดงตัวอย่างในการประมาณค่ารายเดือนจากรายไตรมาส

3.2 Rossi Method

Rossi (1982) ได้ดัดแปลงวิธีของ Chow และ Lin โดยให้สามารถที่จะประมาณค่าของข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่สนใจหลายตัวพร้อม ๆ กัน ในลักษณะที่ผลบวกของค่าประมาณการของข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรเหล่านั้นมีค่าเท่ากับค่าที่แท้จริงของข้อมูลรายไตรมาสรวม นอกจากนั้น ผลบวกของค่าประมาณการของข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งในรอบ 1 ปี จะต้องมีค่าเท่ากับค่าจริงของข้อมูลรายปีของตัวแปรนั้น ๆ ด้วย

Rossi ให้ $Y = [Y_1, \ldots, Y_c]$ เป็น matrix ขนาด $n \times c$ ของค่าจริงข้อมูลรายปีของตัวแปรที่สนใจทั้งหมด c ตัวแปร และ $y = [y_1, \ldots, y_c]$ เป็น matrix ขนาด $4n \times c$ ของค่าประมาณการของข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่สนใจทั้งหมด นอกจากนั้นได้ให้

$$y^* = \sum_{j=1}^{c} y_j$$

เป็น Vector ขนาด 4n × 1 ซึ่งแสดงถึงค่าจริงของผลรวมข้อมูลรายไตรมาสแต่ละไตรมาสของตัวแปรทั้งหมด Matrix ของค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลง matrix y ขนาด 4n × c มาเป็น matrix Y ขนาด n × c คือ matrix A ซึ่งได้กล่าวถึงโดยละเอียดมาก่อนแล้วเมื่อพูดถึงวิธีแบบสถิติ นั่นคือ

$$Y = Ay$$

ส่วน Vector ที่ใช้ในการแปลง matrix y ขนาด 4n × c มาเป็น matrix y* ขนาด 4n × 1 จะมีขนาด c × 1 คือ

$$B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ : \\ 1 \end{bmatrix}_{c \times 1}$$

เพราะฉะนั้น $y^* = yB$

เช่นเดียวกับ Chow และ Lin Rossi รักษา consistency ทั้งของ Y และ y* Chow และ Lin นั้นจะมีอนุกรม y เพียงอนุกรมเดียวโดยในที่นี้ให้ชื่อว่า y_j ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับ x_j กล่าวคือ

$$y_j = X_j\beta_j + U_j$$

โดยที่ $x_j = [x_{j1},....x_{jp}]$ เป็นกลุ่มของตัวแปรที่เกี่ยวข้องและ

$$\beta_j = \begin{bmatrix} \beta_{j1} \\ : \\ \beta_{jp} \end{bmatrix}$$

คือ column vector ของค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากสมการถดถอย พึงสังเกตว่า matrix x_j มีขนาด 4n × p_j และ p_j แสดงถึงจำนวนตัวแปรที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการหาค่าประมาณการ y_j ดังนั้น column vector β_j จึงมีขนาด $p_j \times 1$ โดยที่ subscript ตัวแรกของ β แสดงถึง y ในอนุกรม ส่วน subscript หลังนั้นแสดงถึงจำนวนตัวแปร x ที่เกี่ยวข้อง

Rossi ได้ขยายอนุกรมที่มี y เพียง set เดียวออกเป็นอนุกรมที่มีจำนวน y อยู่ c set โดยที่

$$y = [y_1,\ldots\ldots,y_c]$$

ซึ่ง y_j $(j = 1,\ldots\ldots,c)$ แสดงถึง set ของ y แต่ละ set ในอนุกรมอันทำให้ matrix x ขยายเป็น

$$x = [x_1,\ldots\ldots, x_c]$$

ซึ่ง x_j $(j = 1,\ldots\ldots,c)$ คือ

$$x_j = [x_{j1},\ldots\ldots,x_{jp}]$$

ดังนั้นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง สามารถเขียนออกมาได้ว่า

$$y = x\beta + u$$

และ

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_1 & 0 & 0 & . & 0 \\ 0 & \beta_2 & 0 & . & 0 \\ 0 & 0 & \beta_3 & . & 0 \\ . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & 0 & . & \beta_c \end{bmatrix}$$

โดยที่ β_j $(j = 1,\ldots\ldots,c)$ แต่ละตัวนั้นคือ column vector ขนาด $P_j \times 1$ matrix y ขนาด $4n \times c$ matrix x ขนาด $4n \times P$ เมื่อ

$$P = \sum_{j=1}^{a} P_j$$

และ $u = [u_1,\ldots\ldots,u_c]$ คือ matrix ขนาด $4n \times c$

ตัวอย่างเช่น ถ้าให้ $y = [y_1, y_2]$ โดยที่ y_1 นั้นขึ้นอยู่กับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง 3 ตัวแปรด้วยกัน นั่นคือ

$$x_1 = [x_{11}, x_{12}, x_{13}]$$

และ y_2 ขึ้นอยู่กับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง 2 ตัวแปร คือ

$$x_2 = [x_{21}, x_{22}]$$

ให้

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_1 & 0 \\ 0 & \beta_2 \end{bmatrix}$$

และ

$$\beta_1 = \begin{bmatrix} \beta_{11} \\ \beta_{12} \\ \beta_{13} \end{bmatrix} \qquad \beta_2 = \begin{bmatrix} \beta_{21} \\ \beta_{22} \end{bmatrix}$$

ดังนั้น ลักษณะสมการถดถอยของ Rossi สามารถเขียนจากลักษณะสมการทั่วไป $y = x\beta + u$ ได้ดังนี้คือ

$$[y_1, y_2] = [x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{21}, x_{22}] \begin{bmatrix} \beta_{11} & 0 \\ \beta_{12} & 0 \\ \beta_{13} & 0 \\ 0 & \beta_{21} \\ 0 & \beta^{22} \end{bmatrix} + [u_1, u_2]$$

จะเห็นได้ว่า วิธีของ Rossi นั้น สามารถใช้ทดแทนวิธีของ Chow และ Lin ได้ในกรณีที่ต้องการจะหาค่าประมาณการของข้อมูลรายไตรมาสมากกว่า 1 ตัวแปร โดยรวมค่าจริงของผลรวมรายไตรมาสของตัวแปรที่ต้องการจะประมาณการเหล่านั้น

วิธีของ Rossi นั้น สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ก. ใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y_j แต่ละตัวแปรกับ X_j ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะได้ค่า $\hat{\beta}_j$ โดย $j = 1,\ldots\ldots,c$

ข. ค่า $\hat{y}_j$ **ที่ได้หาสมการถดถอยเชิงเส้นตรงจากข้อ ก. นั้น จะถูกปรับโดยใช้ผลต่างระหว่าง** Y_j และ $\hat{Y}_j$ ซึ่งค่า $\hat{Y}_j$ นั้นก็หาได้จาก

$$\hat{Y}_j = X_j \hat{\beta}_j$$

ณ จุดนี้ จะทราบค่าประมาณการของข้อมูลรายไตรมาสขนาด $4n \times c$ ซึ่งได้จากวิธีการของ Chow และ Lin $\hat{y} = [\hat{y}_1,\ldots\ldots,\hat{y}_c]$

ค. ในขั้นนี้จะต้องมีการกระจายผลต่างระหว่าง y* และ ŷB ระหว่างค่าประมาณการของข้อมูลรายไตร-มาสทุกตัวแปร ซึ่งจะได้ว่า

$$\hat{\hat{y}} = \hat{y} + R\,(y^* - \hat{y}B)$$

ซึ่ง R คือ matrix ตัวปรับค่าของ Rossi ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของ covariance ของตัว residuals $u = [u_1,\ldots,u_c]$ ซึ่งเป็นค่าที่ต้องสมมติขึ้นมา ในบทความของ Rossi นั้นได้แสดงถึงวิธีประมาณค่า R อยู่สองลักษณะด้วยกันคือ

1. ถ้าค่า Residuals นั้นไม่ correlate กับค่า variance σ^2 ซึ่งคงที่แสดงว่า matrix ของ covariance นั้น diagonal และ

$$R = (1/c)\,B'$$

แสดงว่า ผลต่างระหว่าง y* และ ŷB สามารถที่จะกระจายให้กับค่าประมาณการของข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่สนใจในลักษณะที่เท่า ๆ กัน

2. ถ้าค่าของ diagonal matrix ของ covariance ของค่า residuals มีค่าไม่คงที่ แต่มีค่าเป็นสัดส่วนกับค่าประมาณการที่ได้จากวิธีของ Chow และ Lin คือ

$$\bar{\hat{y}} = 1/4\,A\hat{Y}$$

ในกรณีนี้ $R = [w_1,\ldots,w_c]$ โดยที่

$$W = \frac{\bar{\hat{y}}}{\sum_{j=1}^{c} \bar{\hat{y}}_j} = \frac{Y_j}{\sum_{j=1}^{c} Y_j}$$

นั่นคือ ค่าผลต่างระหว่าง (y* − ŷB) สามารถจะกระจายออกเป็นลักษณะสัดส่วน และเนื่องจากว่า Ay* = AŷB ซึ่ง A (y* − ŷB) = 0 ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาใด ๆ ในการใช้ค่าถ่วงน้ำหนักกับ (y* − ŷB) ในแต่ละปีตราบเท่าที่ค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละปีนั้นต้องคงที่ ซึ่งทำให้มี consistency เช่นเดียวกับวิธีของ Chow และ Lin

3.3 ข้อจำกัด

จะเห็นได้ว่า วิธีทางสถิตินั้นขึ้นอยู่กับอนุกรมข้อมูลของตัวแปรที่เกี่ยวข้องเกือบทั้งหมด ซึ่งหมายความว่าวิธีทางสถิตินั้นจะอยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายปีของตัวแปรที่สนใจและข้อมูลรายปี

ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องนั้น จะต้องใช้ได้กับข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่สนใจ ซึ่งยังไม่ทราบค่านั้นกับข้อมูลรายปีของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ดี ในบางกรณีนั้นความสัมพันธ์ของข้อมูลรายปีของตัวแปรชุดใดชุดหนึ่งอาจจะไม่สามารถใช้บ่งถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรชุดเดียวกัน ด้วยเหตุนี้ จึงต้องมีความระมัดระวังในการเลือกใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

นอกจากนั้นเมื่อตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ถูกใช้ในการสร้างข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่สนใจแล้ว การที่จะนำข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่สนใจ และข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่เกี่ยวข้องหรือข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่เกี่ยวข้องไปหาความสัมพันธ์ทางเศรษฐกิจนั้น เป็นการไม่สมควรอย่างยิ่ง

4. การใช้วิธีทางคณิตศาสตร์และวิธีทางสถิติควบคู่กันไป

ในบทความ Lisman และ Sandee (1964) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า ในกรณีที่ทราบถึงลักษณะการผันแปรของข้อมูลรายไตรมาส วิธีประมาณค่าข้อมูลรายไตรมาสอาจจะกระทำได้โดยการใช้วิธีทางคณิตศาสตร์ และพยายามจัดความผันแปรในข้อมูลรายไตรมาสให้ได้ตามลักษณะที่ทราบนั้น ๆVangrevelinghe (1966) ได้นำข้อคิดเห็นของ Lisman และ Sandee มาใช้โดยแนะนำให้ใช้วิธีสมการถดถอยเชิงเส้นตรงGinsburgh (1973) ได้ดัดแปลงวิธีของ Vangrevelinghe โดยการใช้วิธีของ Boot และคณะ แทนวิธีของLisman และ Sandee สำหรับขั้นตอนแรกที่เกี่ยวกับวิธีทางคณิตศาสตร์ ส่วนวิธีทางสถิตินั้นยังคงไว้เช่นเดิม

4.1 วิธีของ Vangrevelinghe

จากตอนต้น ๆ ของบทความนี้ได้เสนอ Matrix ของค่าสัมประสิทธิ์จากบทความของ Lisman และ Sandee ไปแล้วคือ

$$c = \begin{bmatrix} .0729 & .1982 & -.0211 \\ -.0103 & .3018 & -.0415 \\ -.0415 & .3018 & -.0103 \\ -.0211 & .1982 & .0729 \end{bmatrix}$$

โดยคูณเข้ากับ Vector Y

$$Y = \begin{bmatrix} Y_{k-1} \\ Y_k \\ Y_{k+1} \end{bmatrix}$$

โดย $k = 1,\ldots\ldots,n$ และ n คือจำนวนปี

Vangrevelinghe ได้สมมติให้มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงระหว่างข้อมูลรายปีของตัวแปร Y และข้อมูลรายปีของตัวแปรที่เกี่ยวข้อ X คือ

$$Y = X\beta + U$$

ดังนั้นถ้ามีข้อมูลรายปีอยู่ n ปี โดย k = 1,.....,n ค่า β_0 และ β_1 ซึ่งแสดงถึงค่า intercept และ slope ก็สามารถหาขึ้นได้จากสมการถดถอยแบบเส้นตรงของ Y_k และ X_k หลังจากนั้น Vangrevelinghe ได้ตั้งสมมติฐานที่สำคัญโดยให้ y และ x มีความสัมพันธ์กันในลักษณะเดียวกันกับที่ Y และ X มีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นค่าผิดพลาดระหว่างค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาส y โดยวิธีของ Lisman และ Sandee และค่าข้อมูลรายไตรมาสที่แท้จริงของ y ซึ่งยังไม่ทราบนั้นจะเป็นสัดส่วนกับค่าผิดพลาดที่ทราบค่าระหว่างค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาส x โดยวิธีของ Lisman และ Sandee และค่าข้อมูลรายไตรมาสที่แท้จริงของ X นั่นคือ

$$\hat{y} = CY + b_1 [x - CX]$$

โดยที่ CX คือค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสของ x ตามวิธีของ Lisman และ Sandee และ CY คือ ค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสของ y ตามวิธีของ Lisman และ Sandee เช่นเดียวกันจากสมการข้างบนนี้ สามารถแปลงออกได้เป็น

$$[\hat{Y} - CY] = b_1 [x - CX]$$

จึงสรุปได้ว่า การประมาณค่าข้อมูลรายไตรมาส โดยวิธีของ Vangrevelinghe นั้น มีค่าเท่ากับการประมาณค่าข้อมูลรายไตรมาส โดยวิธีของ Lisman และ Sandee ผนวกกับส่วนแตกต่างระหว่างข้อมูลรายไตรมาสที่แท้จริงของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่เกี่ยวข้องตามวิธีของ Lisman และ Sandee ถ่วงน้ำหนักโดยค่า slope ที่ได้จากสมการถดถอยแบบเส้นตรงของข้อมูลรายปีของตัวแปรที่สนใจและข้อมูลรายปีของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ภายใต้สมมติฐานที่ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่สนใจกับข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่เกี่ยวข้องนั้น เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายปีของตัวแปรที่สนใจและข้อมูลรายปีของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

เช่นเดียวกันกับวิธีประมาณค่าแบบ Lisman และ Sandee การประมาณค่าโดยวิธีของ Vangrevelinghe นั้น ผลบวกของค่าประมาณการรายไตรมาสจะมีค่าเท่ากับข้อมูลรายปีพอดี นอกจากนี้จุดอ่อนของวิธีของ Vangrevelinghe ก็เหมือนกับของ Lisman และ Sandee คือ ไม่สามารถใช้ในการคำนวณการค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสของปีแรกและปีสุดท้ายในอนุกรม

4.2 วิธีของ Ginsburgh

Ginsburgh ได้ใช้วิธีของ Boot และคณะแทนวิธีของ Lisman และ Sandee ในการคำนวณในส่วนของคณิตศาสตร์ ซึ่งมีผลทำให้ค่าของ Matrix C ในสมการข้างล่างนี้เปลี่ยนแปลงไป

จาก $\hat{y} = CY + b_1 (x - CX)$

โดยที่ค่าของ Matrix C ในที่นี้คือค่า Matrix ที่ปรากฏในหน้า 3 สำหรับ n = 3 และ ที่ปรากฏในภาคผนวก สำหรับ n = 10 เหตุผลสำคัญที่ทำให้ Ginsburgh ใช้วิธีของ Boot และคณะแทนวิธีของ Lisman และ Sandee ก็คือ วิธีของ Boot และคณะนั้นทำให้สามารถคำนวณค่าประมาณการรายไตรมาสได้ครบทุกปีในแต่ละอนุกรรม

ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว การประมาณค่าโดยวิธีของ Ginsburgh นั้น ก็ทำให้ผลบวกของค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสมีค่าเท่ากับข้อมูลรายปี อันเนื่องมาจากการใช้วิธีของ Boot และคณะ

4.3 วิธีของ Vangrevelinghe และวิธีของ Ginsburgh ในกรณีของ multivariate

ทั้ง Vangrevelinghe และ Ginsburgh ได้แสดงไว้ในบทความเฉพาะส่วน Univariate เท่านั้น อย่างไรก็ดี ถ้า x เป็น multidimension ขนาด $4n \times \rho$ รูปลักษณะของสมการที่ใช้ในการประมาณค่าข้อมูลรายไตรมาสสำหรับวิธีทางคณิตศาสตร์และวิธีทางสถิติควบคู่กันไป จึงสามารถเขียนได้ในลักษณะข้างล่างนี้

$$\hat{y} = CY + [x - CX]\,\hat{\beta}$$

ทั้งในกรณีของ Vangrevelinghe และ Ginsburgh โดยที่ $\hat{\beta}$ คือ column vector ขนาด $\rho \times 1$ ของค่าประมาณการของค่าสัมประสิทธิ์จากสมการถดถอยนั้นคือ

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ : \\ b_p \end{bmatrix}$$

โดยที่ค่า CX และ CY คือ ค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสของ X และ Y โดยวิธีทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีของ Lisman และ Sandee สำหรับ Vangrevelinghe และวิธีของ Boot และคณะ สำหรับ Ginsburgh

สำหรับ Ginsburgh นั้น Matrix C มีขนาด $4n \times n$ vector Y มีขนาด $n \times 1$ matrix x มีขนาด $4n \times \rho$ และ matrix X มีขนาด $n \times \rho$ ซึ่งมีผลทำให้ matrix $\hat{y}$ มีขนาด $4n \times 1$ ตามที่ต้องการ ส่วนสำหรับ Vangrevelinghe นั้น เนื่องจากว่า วิธีของ Lisman และ Sandee นั้นสามารถใช้ในการหาค่าประมาณการรายไตรมาสได้เฉพาะปีกลางของอนุกรมราย 3 ปี ดังนั้น ขนาดของ Matrix ตัวแปรต่าง ๆ ในวิธีของ Vangrevelinghe จึงมีขนาดดังนี้ Matrix C มีขนาด 4×3, Vector Y มีขนาด 3×1 Matrix **x** มีขนาด $4 \times \rho$ และ Matrix X มีขนาด $3 \times \rho$ ซึ่งมีผลทำให้ Matrix $\hat{y}$ มีขนาด 4×1

4.4 เปรียบเทียบวิธีของ Vangrevelinghe และวิธีของ Ginsburgh กับวิธีของ Chow และ Lin

Chow และ Lin นั้น ได้ประมาณค่าข้อมูลรายไตรมาสโดยตรงจากสมการถดถอยเชิงเส้นตรงระหว่างข้อมูลรายปีของตัวแปรที่สนใจและข้อมูลรายปีของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นก็ได้มีการปรับค่าที่ได้ออกมาโดยใช้ผลต่างระหว่างค่าประมาณการของข้อมูลรายปีของตัวแปรที่สนใจจากสมการถดถอยเชิงเส้นตรงและค่าที่แท้จริงของข้อมูลรายปีของตัวแปรนั้น จึงเห็นได้ว่าวิธีของ Chow และ Lin ทั้ง 2 ขั้นตอนนั้นมีสมการถดถอยเข้ามาเกี่ยวข้อง

ส่วนวิธีของ Vangrevelinghe และวิธีของ Ginsburgh นั้น ในขั้นตอนแรกนั้นเป็นการใช้วิธีทางคณิตศาสตร์ โดยได้เลือกใช้วิธีของ Lisman และ Sandee หรือวิธีของ Boot และคณะแล้วแต่กรณีในการคำนวณค่าประมาณการของข้อมูลรายไตรมาส หลังจากนั้นได้มีการปรับค่าด้วยผลต่างระหว่างประมาณการของข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่เกี่ยวข้องโดยใช้วิธีทางคณิตศาสตร์ และค่าที่แท้จริงของข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรนั้น ความสัมพันธ์เชิงถดถอยนั้นนำมาใช้เพื่อหาตัวถ่วงน้ำหนักสำหรับปรับค่าเท่านั้นภายใต้สมมติฐานว่าความสัมพันธ์ระหว่าง y กับ x นั้นเหมือนกับความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ Xโดยสมบูรณ์

จึงจะเห็นได้ว่า วิธีของ Chow และ Lin แตกต่างจากวิธีของ Vangrelinghe และวิธีของ Ginsburgh ตรงที่นำความสัมพันธ์เชิงถดถอยไปใช้

4.5 ข้อสังเกต

วิธีที่ใช้ในการประมาณค่าข้อมูลรายไตรมาสจากข้อมูลรายปีนั้น สามารถที่จะนำไปใช้ในการประมาณค่าข้อมูลรายเดือนจากข้อมูลรายไตรมาส โดยยังคงข้อกำหนดต่าง ๆ ไว้เช่นเดิม ตัวอย่าง เช่น สมมติให้ Y คือ ค่าแท้จริงรายไตรมาสของตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งจำนวน n ไตรมาส และ y คือ ค่าประมาณการรายเดือนของตัวแปรตัวเดียวกัน ซึ่งจะมีจำนวนทั้งหมด 3n เดือน ซึ่งจะได้ความคล้องจองกันดังนี้คือ

$$\sum_{i=3k-2}^{3k} \hat{y}_i = Y_k \quad [k = 1,\ldots\ldots, n]$$

ดังนั้น ลักษณะของ Matrix ของสัมประสิทธิ์ c ซึ่งใช้ในการประมาณค่า y จาก $\hat{y} = cY$ ตามวิธีทางคณิตศาสตร์จะแตกต่างไปจาก Matrix ของสัมประสิทธิ์ที่กล่าวถึงใน Section 2 Martix ของสัมประสิทธิ์ c ที่ใช้ในการประมาณค่าข้อมูลรายเดือนจากข้อมูลรายไตรมาสจะมีลักษณะและขนาดดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & . & . & . & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & . & . & . & 0 \\ & & & & & & & & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & . & . & . & . & . & . & . \end{bmatrix}_{n \times 3n}$$

บทความทั้งของ Chow และ Lin และของ Rossi ได้กล่าวถึงการประมาณค่าข้อมูลรายเดือนจากข้อมูลรายไตรมาส อย่างไรก็ตาม Rossi ยังได้กล่าวไว้สำหรับในกรณีทั่ว ๆ ไปคือ การประมาณค่าข้อมูลที่มีความถี่มากจากข้อมูลที่มีความถี่น้อย ดังนั้น ทฤษฎีในการประมาณค่าข้อมูลรายไตรมาสโดยใช้อนุกรมของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จึงสามารถใช้ได้ดีกับการประมาณค่าข้อมูลรายเดือน

อย่างไรก็ตาม ในการทำวิจัยด้านเศรษฐมิตินั้น พึงระวังในการนำค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสที่ได้มานั้นไปเข้าสมการถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณการนั้น ๆ กับข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่เกี่ยวข้องอีกครั้งหนึ่ง อันทำให้ผลที่ได้มานั้นไม่สามารถบ่งถึงความสัมพันธ์ที่แท้จริงได้

5. การประมาณการสถิติรายได้ประชาชาติ

บทความส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแจกแจงรายละเอียดวิธีการประมาณการและแสดงผลการประมาณสถิติรายได้ประชาชาติรายไตรมาสในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2513 - 2530 โดยจะมีขอบเขตเฉพาะการประมาณการผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ (GDP) และส่วนประกอบใหญ่ ๆ ทางด้านการใช้จ่ายของรายได้ประชาชาติเท่านั้น คือ

$$GDP = C + I + G + X - M + Dis$$

โดยที่ C คือ การบริโภคของภาคเอกชน

I คือ การลงทุนรวมทั้งของภาคเอกชนและภาครัฐบาล

G คือ การบริโภคของภาครัฐบาล

X คือ การส่งออกสินค้าและบริการ

M คือ การนำเข้าสินค้าและบริการ

Dis คือ ความคลาดเคลื่อนทางสถิติระหว่างการคำนวณรายได้ประชาชาติทางด้านการใช้จ่ายและการคำนวณทางด้านการผลิต

นอกจากนี้ สถิติที่ประมาณการในบทความนี้ก็เป็นสถิติ ณ ราคาตลาด (Current Prices) ทั้งสิ้น และนำมาจากวารสารสถิติรายได้ประชาชาติของประเทศไทย อนุกรมใหม่ พ.ศ. 2513 - 2530 ซึ่งจัดทำโดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

5.1 วิธีการประมาณการสถิติรายได้ประชาชาติรายไตรมาส

ในการอธิบายวิธีการประมาณการสถิติรายได้ประชาชาติรายไตรมาส จะใช้วิธีการของ Boot และคณะ, Ginsburgh และวิธีของ Chow และ Lin ในการอธิบายเรียงกันตามลำดับและเพื่อให้เข้าใจถึงวิธีการต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้นเราจะนำส่วนประกอบทางด้านการใช้จ่ายของรายได้ประชาชาติเพียงส่วนประกอบเดียวมาเป็นตัวอย่างในการอธิบาย ในที่นี้ จะใช้การบริโภคภาครัฐบาลเป็นตัวอย่างเนื่องจาก ลักษณะของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของการบริโภคภาครัฐบาล ที่ใช้ในบทความนี้มีลักษณะเป็นสมการถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย (Simple Linear Regression) คือ มีตัวแปรอิสระเพียงตัวแปรเดียวจึงง่ายต่อการทำความเข้าใจ และเป็นพื้นฐานเพื่อใช้ในการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป ส่วนรายละเอียดของสมการถดถอยขององค์ประกอบด้านการใช้จ่ายผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ (GDP) ได้แสดงไว้ในภาคผนวกตารางที่ 2 และ 3

5.1.1 การประมาณการสถิติการบริโภคภาครัฐบาล โดยวิธีของ Boot และคณะ

1. วิธีของ Boot และคณะ นั้นเป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้นและเป็นการประมาณการโดยอาศัยการคูณกันของ Matrix ซึ่งเป็นการนำ Matrix ที่ถูกสร้างโดย Boot มาใช้ในการคำนวณ ซึ่งเป็น Matrix ที่มีขนาด 40×10 และมีลักษณะที่เรียกว่า สมมาตร (Symmetric) ในที่นี้จะเรียก Matrix นี้ว่า Matrix A และได้แสดงไว้ในภาคผนวก ตารางที่ 1

2. สร้างข้อมูลรายปีที่ต้องการประมาณการให้อยู่ในรูป Matrix ที่มีขนาด 10×1 โดยเริ่มใช้ข้อมูลรายปีตั้งแต่ปี 2513 - 2522 และจะเรียก Matrix นี้ว่า Matrix B หลังจากนั้น จะนำ Matrix A คูณกับ Matrix B และได้ผลลัพธ์เป็น Matrix ขนาด 40×1 และขอเรียก Matrix นี้ว่า Matrix C

3. ขั้นต่อไปจะเป็นการเลือกข้อมูลที่ต้องการออกมาจาก Matrix C ในที่นี้เราจะเลือกเฉพาะข้อมูลตรงกลางของ Matrix เท่านั้น คือ ข้อมูลตัวที่ 17 - 24 เนื่องจากเป็นข้อมูลที่น่าจะใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ต่อจากนั้นจะเปลี่ยนข้อมูลใน Matrix B ใหม่โดยเลื่อนข้อมูลมาอีก 1 ปี คือตั้งแต่ ปี 2514 - 2523 และนำกลับไปคูณกับ Matrix A อีกครั้ง การเลือกข้อมูลก็ทำเหมือนเดิมคือเลือกเฉพาะข้อมูลตรงกลาง คือข้อมูลตัวที่ 17 - 24 ของ MAtrix C ชุดใหม่ และจะใช้วิธีการนี้เรื่อยไปจนกระทั่งถึงปีสุดท้าย คือ ปี 2521 - 2530

4. เมื่อเลือกข้อมูลจาก Matrix C ชุดสุดท้ายแล้วเราจะพบว่า ข้อมูลรายไตรมาสที่ได้ทั้งหมดจะอยู่ระหว่างปี 2518 ไตรมาสที่ 1 ถึง 2525 ไตรมาสที่ 4 เท่านั้น ส่วนข้อมูลช่วงบนสุดคือปี 2513 ไตรมาสที่1 ถึง 2517 ไตรมาสที่ 4 กับข้อมูลช่วงล่างสุด คือ ปี 2526 ไตรมาสที่ 1 ถึงปี 2530 ไตรมาสที่ 4 นั้นไม่มีข้อมูลตรงกลาง ดังนั้น ข้อมูลช่วงบนสุด จะอนุโลมใช้ข้อมูล ตั้งแต่ตัวที่ 1 - 20 ของ Matrix C ชุดแรก และข้อมูลช่วงล่างสุด จะใช้ข้อมูล ตั้งแต่ตัวที่ 21 - 40 ของ Matrix C ชุดสุดท้าย ซึ่งผลการประมาณการสถิติการบริโภคของภาครัฐบาลโดยวิธีของ Boot และคณะได้แสดงไว้แล้วในภาคผนวก ตารางที่ 4

5.1.2 การประมาณการสถิติการบริโภคภาครัฐบาล โดยวิธีของ Ginsburgh

1. วิธีการของ Ginsburgh สามารถสรุปย่อ ๆ เป็นสมการได้ดังนี้ คือ

$$y = \hat{y} = b_1 (x_1 - \hat{x}_1) + b_2 (x_2 - \hat{x}_2) + ... + b_p (x_p - \hat{x}_p)$$

โดยที่

y คือ ข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรตามที่ต้องการ

$\hat{y}$ คือ ข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรตามซึ่งคำนวณมาจากวิธีของ Boot และคณะ

$b_1 ... b_p$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นตรง

$x_1 ... x_p$ คือ ข้อมูลจริงรายไตรมาสของตัวแปรอิสระ

$\hat{x}_1 ... \hat{x}_p$ คือ ข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรอิสระซึ่งคำนวณมาจากวิธีของ Boot และคณะ

2. วิธีการประมาณการจะเริ่มจากการหาสมการถดถอยเชิงเส้นตรงโดยวิธี Ordinary Least Square Method (OLS) ระหว่าง ตัวแปรตาม คือ การบริโภคของภาครัฐบาลซึ่งเป็นข้อมูลที่รวบรวมมาจากหนังสือ รายได้ประชาชาติของประเทศไทย ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (G) กับตัวแปรอิสระคือ การบริโภคภาครัฐบาลซึ่งเป็นข้อมูลที่เก็บมาจากรายงานเศรษฐกิจรายเดือน ของธนาคารแห่งประเทศไทย (Gbot) และ เป็นแหล่งข้อมูลที่สามารถรวบรวมข้อมูลได้ทั้งที่เป็นรายปีและรายไตรมาส อีกทั้งเป็นตัวแปรที่น่าจะมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด ผลการประมาณการค่า สัมประสิทธิ์เป็นดังนี้

$$G = -1917.54 + 0.723122 \text{ Gbot}$$
$$(143.551)$$
$$R^2(\text{adj}) = 0.9984 \quad DW = 2.18649 \quad SE = 1951.44$$

พบว่าสมการนี้มีความสัมพันธ์กันที่ระดับ R^2 (adj) = 0.9984 และตัวแปร Gbot มีนัยสำคัญทางสถิติสูงมาก โดยมีค่า t-Statistic เท่ากับ 143.551 และค่า DW = 2.18649 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ไม่มี Autocorrelation

3. นำวิธีการของ Boot และคณะมาใช้เพื่อประมาณการข้อมูลรายปีทั้งของตัวแปร Gbot และตัวแปร G ให้เป็นข้อมูลรายไตรมาส ตามวิธีการที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น และข้อมูลที่ได้จากการประมาณการจะใช้สัญลักษณ์แทนว่า $\hat{g}$bot และ $\hat{g}$

4. เก็บข้อมูลที่แท้จริงรายไตรมาสของตัวแปร Gbot ใช้สัญญลักษณ์แทนว่า gbot เพื่อนำมาหาส่วนต่างระหว่าง gbot และ $\hat{g}$bot ซึ่งส่วนต่างนี้จะนำมาใช้เพื่อปรับข้อมูลที่ได้มาจากวิธีของ Boot และคณะให้มีความถูกต้องมากขึ้นคือให้ผลรวมของสถิติรายไตรมาสมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลสถิติรายปีมากที่สุด

5. การประมาณการขั้นสุดท้ายคือนำค่าที่ได้ทั้งหมดแทนลงสูตร

$$g = \hat{g} + b_1 (gbot - \hat{g}bot)$$

โดยที่

g คือ ข้อมูลรายไตรมาสของการบริโภคภาครัฐบาลที่ต้องการ

$\hat{g}$ คือ ข้อมูลรายไตรมาสของการบริโภคภาครัฐบาล ซึ่งคำนวณโดยวิธีของ Boot และคณะ

b_1 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นตรง

gbot คือ ข้อมูลจริงรายไตรมาสของการบริโภคภาครัฐบาลซึ่งเก็บรวบรวมจากรายงานเศรษฐกิจรายเดือน

$\hat{g}$bot คือ ข้อมูลรายไตรมาสของการบริโภคภาครัฐบาล ซึ่งคำนวณโดยวิธีของ Boot และคณะ

ส่วนผลการประมาณการสถิติการบริโภคของภาครัฐบาลโดยวิธีของ Ginsburgh ได้แสดงไว้แล้วในภาคผนวก ตารางที่ 4

5.1.3 การประมาณการสถิติการบริโภคของภาครัฐบาลโดยวิธีของ Chow และ Lin

1. วิธีการของ Chow และ Lin สามารถสรุปย่อเป็นสมการได้ดังนี้ คือ

โดยที่

$$y = \hat{y} + \frac{\Sigma X_{in}}{\Sigma X_{kn}} (Y - \hat{Y})$$

y คือ ข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรตามที่ต้องการ

$\hat{y}$ คือ ข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรตามซึ่งได้มาจากการแทนค่าข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรอิสระลงในสมการถดถอยเชิงเส้นตรง

$\hat{Y}$ คือ ข้อมูลรายปีของตัวแปรตามซึ่งได้มาจากการแทนค่าข้อมูลรายปีของตัวแปรอิสระลงในสมการถดถอยเชิงเส้นตรง

ΣX_{in} คือ ผลบวกของตัวแปรอิสระรายไตรมาสทั้งหมดในแต่ละไตรมาส

ΣX_{kn} คือ ผลบวกของตัวแปรอิสระรายปีทั้งหมดในแต่ละปี

Y คือ ข้อมูลจริงรายปีของตัวแปรตาม

i คือ จำนวนไตรมาส

n คือ จำนวนตัวแปรอิสระทั้งหมด

k คือ จำนวนปี

2. ใช้สมการถดถอยเงินเส้นตรงสมการเดียวกับที่ใช้ในวิธีของ Ginsburgh และแทนค่า Gbot ลงในสมการจะได้ค่าประมาณการรายปีของตัวแปรการบริโภคของภาครัฐบาล คือ $\hat{G}$

3. แทนค่าข้อมูลรายไตรมาสของการบริโภคของภาครัฐบาลที่เก็บรวบรวมมาจากวารสารเศรษฐกิจรายเดือน (gbot) ลงในสมการถดถอยเชิงเส้นตรงเดิม แต่ในค่า Intercept มีค่าเท่ากับ 1/4 ของค่า Intercept เดิม คือ $g = 1/4 * a + b\,(gbot)$ จะได้ค่า $\hat{g}$

4. หาผลบวกของตัวแปรอิสระทั้งที่เป็นรายไตรมาสในแต่ละไตรมาส ในที่นี้คือ gbot และผลบวกของตัวแปรอิสระที่เป็นรายปีในแต่ละปี คือ Gbot ซึ่งผลบวกของตัวแปรอิสระเหล่านี้หามาเพื่อใช้เป็นค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อปรับค่าข้อมูลเพื่อให้ผลรวมสถิติรายไตรมาสมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลสถิติรายปีมากที่สุด

5. การประมาณการขั้นสุดท้ายเป็นการนำค่าที่ได้มาทั้งหมดเข้าสูตร คือ

$$g = \hat{g} + \frac{\Sigma\, gbot_{in}}{\Sigma\, Gbot_{in}} (G - \hat{G})$$

- g คือ ข้อมูลรายไตรมาสของการบริโภคภาครัฐบาล
- $\hat{g}$ คือ ข้อมูลรายไตรมาสของการบริโภคภาครัฐบาลซึ่งได้มาจากการแทนค่าข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรการบริโภคภาครัฐบาลที่รวบรวมมาจากรายงานเศรษฐกิจรายเดือนลงในสมการถดถอยเชิงเส้นตรง
- $\hat{G}$ คือ ข้อมูลรายปีของการบริโภคของภาครัฐบาลซึ่งได้มาจากการแทนค่าข้อมูลรายปีของตัวแปรการบริโภคภาครัฐบาลที่รวบรวมมาจากรายงานเศรษฐกิจรายเดือนลงในสมการถดถอยเชิงเส้นตรง
- gbot คือ ข้อมูลจริงรายไตรมาสของการบริโภคของภาครัฐบาล
- Gbot คือ ข้อมูลจริงรายปีของการบริโภคของภาครัฐบาลที่รวบรวมมาจากวารสารเศรษฐกิจรายเดือน
- G คือ ข้อมูลจริงรายปีของการบริโภคของภาครัฐบาลที่รวบรวมมาจากหนังสือรายได้ประชาชาติของประเทศไทย
- i คือ จำนวนไตรมาส
- n คือ จำนวนตัวแปรอิสระทั้งหมด
- k คือ จำนวนปี

ส่วนผลการประมาณการสถิติการบริโภคของภาครัฐบาลรายไตรมาส โดยวิธีของ Chow และ Lin ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ตารางที่ 4 แล้วเช่นกัน นอกจากนี้ในกรณีของส่วนประกอบทางด้านรายจ่ายของรายได้ประชาชาติส่วนอื่น ๆ ก็สามารถทำการประมาณการออกมาได้โดยอาศัยวิธีการดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นเช่นเดียวกัน

5.2 การเปรียบเทียบผลการประมาณการสถิติรายไตรมาส ตามวิธีของ Boot และคณะ, Ginsburgh และ Chow และ Lin

ผลการประมาณการสถิติรายไตรมาสของส่วนประกอบทางด้านรายจ่ายของรายได้ประชาชาติได้แสดงไว้แล้วใน ตารางที่ 4 และนำมาเปรียบเทียบผลของการประมาณการของทั้ง 3 วิธีของแต่ละตัวแปร โดยสังเกตได้จากกราฟรูปที่ 2 - 7 ซึ่งจะพบว่า ผลการประมาณการของทั้ง 3 วิธีได้ผลลัพธ์ที่มีแนวโน้มในลักษณะที่มีทิศทางเดียวกันทั้งสิ้น แต่วิธีของ Boot และคณะ นั้นค่าประมาณการจะมีลักษณะการเคลื่อนไหวที่ราบเรียบมากที่สุดทั้งนี้เนื่องจากเป็นการคำนวณโดยอาศัยหลักทางคณิตศาสตร์เท่านั้น ส่วนผลการประมาณการตามวิธีของ Ginsburgh และ Chow และ Lin นั้น พบว่ามีลักษณะที่ผันผวนขึ้นลงมากกว่าวิธีของ Boot และคณะ แต่มีทิศทางการเคลื่อนไหวที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันทั้งสองวิธี ดังนั้นถ้าจำเป็นที่จะต้องมีการเลือกใช้ข้อมูลระหว่าง Ginsburgh และ Chow และ Lin แล้วไม่ว่าจะเลือกใช้ข้อมูลของวิธีใดก็น่าที่จะได้ผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

5.3 การเปรียบเทียบผลการประมาณสถิติข้อมูลรายไตรมาสของแต่ละองค์ประกอบโดยวิธีของ Ginsburgh กับข้อมูลที่ประมาณการโดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) และสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (สวพท.) (2530)

เนื่องจากผลงานก่อนหน้านี้ได้มีผลงานเกี่ยวกับการประมาณการสถิติข้อมูลรายไตรมาส คือ “สถิติรายได้ประชาชาติรายไตรมาสของประเทศไทย ปี 2525 - 2527” ซึ่งจัดทำขึ้นโดย กองบัญชีประชาชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ รวมกับ ฝ่ายการวิจัยนโยบายเศรษฐกิจส่วนรวม สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (สศช.และ สวพท.) แต่เนื่องจากข้อมูลที่ได้ประมาณการขึ้นในช่วงนี้ยังคงเป็นข้อมูลรายปีที่ยังไม่ได้ปรับปรุงอนุกรมใหม่ดังในปัจจุบัน ดังนั้นการที่จะเปรียบเทียบผลการประมาณการระหว่างผลงานเก่ากับผลการประมาณการโดยวิธีของ Ginsburgh ซึ่งเป็นการประมาณการจากข้อมูลรายปีของอนุกรมใหม่ จึงไม่สามารถเปรียบเทียบทางด้านปริมาณได้เนื่องจากข้อมูลรายปีของอนุกรมเก่ากับอนุกรมใหม่มีค่าแตกต่างกันอยู่พอสมควร สิ่งที่เราสามารถเปรียบเทียบได้ก็คือ ทิศทางการเคลื่อนไหวของผลการประมาณการซึ่งจะพบว่า ผลการประมาณการทางด้านการบริโภคของภาครัฐบาล, การส่งออกสินค้าและบริการ และ การนำเข้าสินค้าและบริการมีการเคลื่อนไหวในทิศทางเดียวกันตลอดในช่วง ปี 2525 - 2527 ส่วนผลการประ

มาณการทางด้านการบริโภคภาคเอกชนพบว่าในช่วงปี 2525 ไตรมาสที่ 4 - 2526 ไตรมาสที่ 2 เท่านั้นที่มีทิศทางไม่สอดคล้องกัน ส่วนผลการประมาณการขององค์ประกอบสุดท้ายคือการลงทุนรวมนั้นมีทิศทางการเคลื่อนไหวที่ไม่สอดคล้องกันอยู่หลายช่วงแต่เมื่อดูที่แนวโน้มใหญ่แล้วก็ยังคงมีทิศทางที่สอดคล้องกันอยู่เพียงแต่ผลการประมาณการโดย สศช. และ สวพท. มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่ราบเรียบกว่าเท่านั้น ตามรูปที่ 8 - 12

นอกจากนี้ ถ้าพิจารณาถึงผลการประมาณการทางด้านการใช้จ่ายโดยรวมองค์ประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันปรากฏว่า ด้านการใช้จ่ายนั้นมีสัดส่วนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในแต่ละไตรมาส ดังนี้คือการใช้ จ่ายในไตรมาสที่ 2 และ ไตรมาสที่ 4 ของทุกปีมีสัดส่วนมากกว่าการใช้จ่ายในไตรมาสที่ 1 และ ไตรมาสที่ 3 ทั้งนี้สัดส่วนที่สูงขึ้นในไตรมาสที่ 2 ได้รับอิทธิพลมาจากการใช้จ่ายเพื่อการบริโภคของภาคเอกชน การใช้จ่ายในด้านอาหารเป็นส่วนใหญ่ ขณะที่ในไตรมาสที่ 4 นั้น การใช้จ่ายหลายอย่างเช่น เครื่องดื่ม เสื้อผ้า การขนส่ง และการพักผ่อนหย่อนใจ จะสูงขึ้นมากกว่าปกติ ตามรูปที่ 13

ส่วนการใช้จ่ายสำคัญอีก 2 ประเภทคือ การใช้จ่ายอุปโภคบริโภคของภาครัฐบาล และค่าใช้จ่ายในการสะสมทุน ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่มีลักษณะเฉพาะเนื่องจากต้องเกี่ยวพันกับการเบิกจ่ายงบประมาณ โดยเฉพาะค่าใช้จ่ายอุปโภคบริโภคนั้นจะใช้จ่ายสูงสุดในไตรมาสที่ 3 ของทุกปี ในกรณีนี้หากพิจารณาค่าใช้จ่ายในการสะสมทุนนั้น เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายของภาครัฐบาลรวมอยู่ประมาณครึ่งหนึ่งในช่วงไตรมาสที่ 3 จึงมีการใช้จ่ายสูงกว่าปกติเช่นเดียวกัน

6. บทสรุป

จะเห็นได้ว่าในการประมาณการสถิติรายได้ประชาชาติรายไตรมาสนั้นมีอยู่หลายวิธี แต่ในบทความนี้ได้เน้นเฉพาะวิธีของ Boot และคณะ Ginsburgh และวิธีของ Chow และ Lin วิธีของ Boot และคณะเป็นการใช้วิธีการคณิตศาสตร์ วิธีของ Ginsburgh เป็นการใช้วิธีการคณิตศาสตร์และวิธีทางสถิติควบคู่กันไป และวิธีของ Chow และ Lin เป็นการใช้วิธีทางสถิติ ซึ่งทั้ง 3 วิธีที่กล่าวมานั้นให้ผลลัพธ์ที่มีแนวโน้มในลักษณะที่มีทิศทางเดียวกันทั้งสิ้น ซึ่งเราไม่สามารถสรุปได้ว่า วิธีใดใน 3 วิธีนี้จะให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องมากที่สุด แต่มีข้อสังเกตบางประการคือ วิธี Boot และคณะนั้น ค่าประมาณการจะมีลักษณะเคลื่อนไหวที่ราบเรียบมากที่สุด ทั้งนี้เพราะเป็นผลจากการคำนวณโดยอาศัยหลักการคณิตศาสตร์หาค่าน้อยที่สุดของผลต่างยกกำลังสองของสถิติรายไตรมาสแต่ละคู่ที่ติดกัน และวิธีหาค่าน้อยที่สุดของผลต่างยกกำลังสองของผลต่างของสถิติรายไตรมาสแต่ละคู่ที่ติดกัน แต่วิธีดังกล่าวนี้ทำให้เกิดปัญหาสหสัมพันธ์ของตัวมันเอง (Autocorrelation errors) ขึ้นได้ จึงเป็นข้อบกพร่องของการสร้างข้อมูลรายไตรมาสในวิธีนี้ ส่วนผลการประมาณตามวิธีของ Ginsburgh และ Chow และ Lin นั้นมีลักษณะที่ผันผวนขึ้นลงมากกว่าวิธีของ Boot และคณะ แต่มีทิศทางการเคลื่อนไหวที่สอดคล้องกัน ดังนั้นไม่ว่าจะเลือกใช้วิธีของ Ginsburgh หรือวิธี Chow และ Lin ก็จะให้ผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามในการทำวิจัยด้านเศรษฐมิตินั้น จะต้องพึงระวังในการนำค่าประมาณการข้อมูลรายไตรมาสที่ได้มานั้นไปเข้าสมการถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณการนั้น ๆ กับข้อมูลรายไตรมาสของตัวแปรที่เกี่ยวข้องอีกครั้งหนึ่ง อันจะทำให้ผลที่ได้มานั้นไม่สามารถบ่งถึงความสัมพันธ์ที่แท้จริงได้

หนังสืออ้างอิง

ภาษาไทย

ชัยพัฒน์ สหัสกุล, สมศรี ศิกษมัต. การประมาณการรายได้ประชาชาติรายไตรมาสของประเทศไทย พ.ศ. 2513-2529. กรุงเทพมหานคร, พฤศจิกายน, 2530.

ธนาคารแห่งประเทศไทย (หลายฉบับ) **รายงานเศรษฐกิจรายเดือน** กรุงเทพมหานคร

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ(หลายฉบับ) **รายได้ประชาชาติอนุกรมใหม่ พ.ศ. 2513 - 2530** กรุงเทพมหานคร

ภาษาอังกฤษ

Boot, J.C.G., W. Feibes and J.H.C. Lisman. (1967). "Further Methods of Derivation of Quarterly Figures from Annual Data." *Applied Statistics,* Vol. 16, No. 1, pp. 65 - 75.

Chow, Gregory C. and An-loh Lin. (1971). "Best Linear Unbiased Interpolation, Distribution, and Extrapolation of Time Series by Related Series." *Review of Economics and Statistics,* Vol. 53, pp. 372-375.

Ginsburgh, Victor A. (1973). "A Further Note on the Derivation of Quarterly Figures Consistent With Annual Data." *Applied Statistics,* Vol. 22, No. 3, pp. 368-374.

Lisman, J.H.C. and J. Sandee, (1964). "Derivation of Quarterly Figures from Annual Data." *Applied Statistics,* Vol. 13, No. 2, pp. 87-90.

Rossi, No. (1982). "A Note on the Estimation of Disaggreagate Time Series when the Aggregate is Known. *Review of Economics and Statistic,* Vol. 64, pp. 695-696.

Vangrevelinghe, G. (1966) "L'évalution àcourt terme de la consommation des ḿeneyes." *Etudes et Conjoncture* (INSEE), Vol. 9, pp. 54-102.

ตารางที่ 1

Matrix A ที่สร้างขึ้นโดย Boot และคณะ

MATRIX A

CO	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
1	0.38295	-0.18820	0.07785	-0.03183	0.01300	-0.00531	0.00216	-0.00086	0.00030	-0.00006
2	0.29226	-0.05772	0.02172	-0.00882	0.00360	-0.00147	0.00060	-0.00024	0.00008	-0.00002
3	0.20363	0.06775	-0.03018	0.01241	-0.00507	0.00207	-0.00084	0.00034	-0.00012	0.00002
4	0.12116	0.17817	-0.06939	0.02824	-0.01153	0.00471	-0.00192	0.00076	-0.00027	0.00005
5	0.05103	0.25851	-0.08321	0.03332	-0.01359	0.00555	-0.00226	0.00090	-0.00031	0.00006
6	0.00146	0.28870	-0.05471	0.02044	-0.00829	0.00338	-0.00138	0.00055	-0.00019	0.00004
7	-0.02433	0.26297	0.01768	-0.00895	0.00371	-0.00151	0.00062	-0.00025	0.00009	-0.00002
8	-0.02816	0.18983	0.12024	-0.04481	0.01818	-0.00742	0.00302	-0.00120	0.00042	-0.00009
9	-0.01683	0.09208	0.22388	-0.06852	0.02730	-0.01112	0.00452	-0.00180	0.00063	-0.00013
10	-0.00219	0.00680	0.28419	-0.05280	0.01966	-0.00797	0.00324	-0.00129	0.00045	-0.00009
11	0.00816	-0.04424	0.27976	0.01056	-0.00603	0.00251	-0.00102	0.00041	-0.00014	0.00003
12	0.01086	-0.05464	0.21217	0.11076	-0.04093	0.01658	-0.00674	0.00269	-0.00094	0.00019
13	0.00676	-0.03331	0.10598	0.21798	-0.06609	0.02629	-0.01068	0.00425	0.00148	0.00030
14	0.00094	-0.00449	0.00875	0.28337	-0.05246	0.01951	-0.00788	0.00314	-0.00109	0.00022
15	-0.00328	0.01617	-0.05099	0.28263	0.00938	-0.00554	0.00231	-0.00092	0.00032	-0.00007
16	-0.00442	0.02163	-0.06373	0.21603	0.10917	-0.04025	0.01625	-0.00647	0.00226	-0.00046
17	-0.00276	0.01348	-0.03898	0.10839	0.21697	-0.06565	0.02602	-0.01035	0.00361	-0.00074
18	-0.00039	0.00189	-0.00529	0.00909	0.28321	-0.05237	0.01940	-0.00767	0.00267	-0.00055
19	0.00134	-0.00655	0.01892	-0.05216	0.28311	0.00918	-0.00544	0.00222	-0.00077	0.00016
20	0.00180	-0.00882	0.02535	-0.06532	0.21670	0.10884	0.03998	0.01580	-0.00551	0.00113
21	0.00113	-0.00551	0.01580	-0.03998	0.10884	0.21670	-0.06532	0.02535	-0.00882	0.00180
22	0.00016	-0.00077	0.00222	-0.00544	0.00918	0.28311	-0.05216	0.01892	-0.00655	0.00134
23	-0.00055	0.00267	-0.00767	0.01940	-0.05237	0.28321	0.00909	-0.00529	0.00189	-0.00039
24	-0.00074	0.00361	-0.01035	0.02602	-0.06565	0.21697	0.10839	-0.03898	0.01348	-0.00276
25	-0.00046	0.00226	-0.00647	0.01625	-0.04025	0.10917	0.21603	-0.06373	0.02163	-0.00442
26	-0.00007	0.00032	-0.00092	0.00231	-0.00554	0.00938	0.28263	-0.05099	0.01617	-0.00328
27	0.00022	-0.00109	0.00314	-0.00788	0.01951	-0.05246	0.28337	0.00875	-0.00449	-0.00094
28	0.00030	-0.00148	0.00425	-0.01068	0.02629	-0.06609	0.21798	0.10598	-0.03331	0.00676
29	0.00019	-0.00094	0.00269	-0.00674	0.01658	-0.04093	0.11076	0.21217	-0.05464	0.01086
30	0.00003	-0.00014	0.00041	-0.00102	0.00251	-0.00603	0.01056	0.27976	-0.04424	0.00816
31	-0.00009	0.00045	-0.00129	0.00324	-0.00797	0.01966	-0.05280	0.28419	0.00680	-0.00219
32	-0.00013	0.00063	-0.00180	0.00452	-0.01112	0.02730	-0.06852	0.22388	0.09208	-0.01683
33	-0.00009	0.00042	-0.00120	0.00302	-0.00742	0.01818	-0.04481	0.12024	0.18983	-0.02816
34	-0.00002	0.00009	-0.00025	0.00062	-0.00151	0.00371	-0.00895	0.01768	0.26297	-0.02433
35	0.00004	-0.00019	0.00055	-0.00138	0.00338	-0.00829	0.02044	-0.05471	0.28870	0.00146
36	0.00006	-0.00031	0.00090	-0.00226	0.00555	-0.01359	0.03332	-0.08321	0.25851	0.05103
37	0.00005	-0.00027	0.00076	-0.00192	0.00471	-0.01153	0.02824	-0.06939	0.17817	0.12116
38	0.00002	-0.00012	0.00034	-0.00084	0.00207	-0.00507	0.01241	-0.03018	0.06775	0.20363
39	-0.00002	0.00008	-0.00024	0.00060	-0.00147	0.00360	-0.00882	0.02172	-0.05772	0.29226
40	-0.00006	0.00030	-0.00086	0.00216	-0.00531	0.01300	-0.03183	0.07785	-0.18820	0.38295

ตารางที่ 2

สมการถดถอยขององค์ประกอบด้านการใช้จ่ายของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP)

(ใช้ข้อมูลรายปีระหว่าง พ.ศ. 2513 - 2530)

(1) $C = 31639.6 + 18.0308\ Tb + 0.542846\ Xmbot$

$\qquad\qquad\qquad (13.4480) \qquad (3.08584)$

$R^2 (adj) = 0.9922 \qquad DW = 2.32222 \qquad SE = 19510.5$

(2) $I = 17789.5 + 1.06726\ Mk + 5.10940\ Mrk$

$\qquad\qquad\qquad (1.58365) \qquad (2.23477)$

$R^2 (adj) = 0.9622 \qquad DW = 1.22921 \qquad SE = 16012.2$

(3) $G = -1917.54 + 0.723122\ Gbot$

$\qquad\qquad\qquad (143.551)$

$R^2 (adj) = 0.9984 \qquad DW = 2.18649 \qquad SE = 1951.44$

(4) $X = 289.898 + 1.02061\ Xmbot = 0.554561\ Xs$

$\qquad\qquad\qquad (34.5077) \qquad (7.55275)$

$R^2 (adj) = 0.9991 \qquad DW = 2.15858 \qquad SE = 2994.33$

(5) $M = 13439.4 + 0.937893\ Mmbot + 0.280003\ Ms$

$\qquad\qquad\qquad (43.4164) \qquad (2.65564)$

$R^2 (adj) = 0.9995 \qquad DW = 2.11797 \qquad SE = 2213.13$

ตารางที่ 3
รายชื่อตัวแปรต่าง ๆ

1. ตัวแปรที่เก็บรวบรวมมาจากหนังสือรายได้ประชาชาติของประเทศไทย อนุกรมใหม่ พ.ศ. 2513 - 2530 โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

C คือ การบริโภคของภาคเอกชน

I คือ การลงทุนรวมทั้งของภาคเอกชนและภาครัฐบาล

G คือ การบริโภคของภาครัฐบาล

X คือ การส่งออกสินค้าและบริการ

M คือ การนำเข้าสินค้าและบริการ

2. ตัวแปรที่เก็บรวบรวมข้อมูลมาจากรายงานเศรษฐกิจรายเดือน โดย ธนาคารแห่งประเทศไทย

Mk คือ การนำเข้าสินค้าประเภทปัจจัยทุน

Mrk คือ การนำเข้าวัตถุดิบประเภทปัจจัยทุน

Xmbot คือ การส่งออกสินค้า

Mmbot คือ การนำเข้าสินค้า

Tb คือ ภาษีการค้า

Gbot คือ การบริโภคของภาครัฐบาล

Xs คือ รายได้จากการส่งออกสินค้าประเภทบริการ

Ms คือ รายจ่ายจากการนำเข้าสินค้าประเภทบริการ

ตารางที่ 4

ประมาณการสถิติของผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ (GDP) และองค์ประกอบด้านการใช้จ่ายรายไตรมาส

Time	GROSS DOMESTIC PRODUCTS			CONSUMPTION			INVESTMENT		
	CHOW & LIN (GDPcl)	GINSBURCH (GDPg)	BOOT (GDPb)	CHOW & LIN (Ccl)	GINSBURCH (Cg)	BOOT (Cb)	CHOW & LIN (Icl)	GINSBURCH (Ig)	BOOT Ib)
197001	35942.1	36668.5	36891.6	24908.0	25655.8	25902.6	9212.2	9030.6	8671.0
197002	35812.7	35846.8	36998.7	25217.4	25418.3	25817.0	8550.8	8445.2	8722.3
197003	37660.7	37376.7	37131.5	26341.9	26020.9	25750.2	8327.7	8331.0	8775.3
197004	38900.0	38420.7	37302.1	26717.5	26087.2	25713.4	8905.3	9190.0	8823.7
197101	37878.1	38272.1	37588.9	26405.0	26720.3	25764.1	8791.0	8922.0	8872.9
197102	37512.1	37279.9	38038.2	25876.4	25557.6	25939.4	8770.0	8668.1	8915.7
197103	37592.9	37323.7	38707.4	25543.4	25222.2	26286.9	8576.6	8485.4	8963.3
197104	40978.3	41088.3	39623.1	26999.1	27326.6	26835.1	9649.3	9711.7	9035.8
197201	44559.3	43968.0	40803.0	30408.3	29815.4	27609.9	9473.7	9356.9	9166.7
197202	42499.9	42246.1	42239.6	29509.3	29130.3	28622.2	9320.3	9180.3	9398.9
197203	41933.8	42101.3	43977.6	28270.4	28409.8	29899.4	9726.5	9866.4	9768.1
197204	44119.5	44797.3	46099.8	29417.0	30249.7	31476.2	10110.5	10227.6	10298.4
197301	49325.1	49900.7	48744.5	34185.4	34411.1	33405.8	10635.9	10553.5	11007.4
197302	51984.5	52413.9	52095.4	35684.6	35975.9	35753.4	11618.8	11615.4	11903.1
197303	53013.0	52915.5	56093.9	37582.6	37560.7	38469.3	11991.0	11870.8	12949.9
197304	62780.4	61872.7	60475.5	41584.5	41090.2	41412.8	15691.2	15897.7	14077.9
197401	72106.0	71603.0	64718.4	48444.3	48123.2	44318.3	16817.3	16332.9	15169.1
197402	71102.0	70299.6	68109.0	49662.1	49132.5	46839.5	17180.5	16911.3	16075.3
197403	66809.2	66544.0	70335.7	46879.7	46786.1	48798.1	15650.3	15649.2	16715.0
197404	64626.8	66196.7	71476.6	45145.9	46092.7	50176.1	15382.9	16137.5	17070.6
197501	72457.9	70816.7	72047.6	51955.6	50625.5	51152.3	15661.1	14759.8	17200.8
197502	72422.9	72627.3	73043.6	52383.9	52620.4	52113.0	18611.6	18541.1	17254.2
197503	77765.6	78518.9	74965.8	53596.9	54184.9	53277.0	17437.2	17822.1	17338.4
197504	75327.6	76010.3	77910.6	53355.6	53860.5	54745.3	17669.9	18250.7	17578.9
197601	82363.6	84145.6	81631.6	57863.5	59224.2	56531.5	18632.2	18655.3	18093.2
197602	84210.0	84868.7	85264.2	58423.0	58918.2	58433.6	19153.5	19171.8	18999.7
197603	86627.7	86078.5	88443.0	58545.4	58107.9	60371.6	19149.2	19129.0	20313.0
197604	92011.7	90119.0	91136.7	62833.1	61413.9	62323.1	21162.1	21140.3	21959.2
197701	95199.2	95315.8	93650.2	64334.9	65062.1	64326.4	24044.1	23394.5	23782.0
197702	96968.0	96622.8	96848.8	68378.4	68530.5	66570.1	24617.8	24273.2	25526.8
197703	103654.0	103557.0	101004.2	69520.8	69260.1	69101.9	27719.7	27845.5	27039.4
197704	101721.8	102046.7	106031.0	69630.9	69011.7	71851.6	28240.4	29108.5	28271.8
197801	114018.4	114515.0	111533.2	78963.8	78648.9	74716.1	27480.0	28700.5	29267.7
197802	112462.9	112834.7	116453.3	77226.3	76966.0	77480.1	29889.9	30756.8	30234.8
197803	117243.1	117194.4	120478.5	76679.6	76643.4	80106.4	31074.5	30884.6	31283.5
197804	128451.7	127631.0	123700.8	82113.3	82724.0	82673.6	34804.7	32906.7	32460.4
197901	137066.3	136861.9	126618.8	90833.8	89896.9	85436.8	35419.9	35405.5	33783.4
197902	131520.3	130934.6	130573.9	89746.9	89415.7	88707.2	36051.9	35254.2	35092.3
197903	128264.1	116669.7	136005.4	88896.9	89231.7	82647.2	34382.2	33937.7	36364.1
197904	139179.8	140268.6	142885.8	94550.5	95482.9	97229.2	36933.9	38181.2	37616.3
198001	165202.0	164781.8	150770.6	110073.9	110241.3	110241.3	39405.6	38500.9	38911.3
198002	158598.1	159256.4	158278.1	107690.4	108095.4	107357.6	43116.8	43600.1	40455.5
198003	160309.7	160825.4	164858.1	107579.5	107694.5	112273.0	46198.0	46710.4	42231.4
198004	164476.1	163621.0	170406.1	113280.2	112592.2	116748.4	41255.2	41063.1	44113.5
198101	184045.0	183014.6	175268.6	125573.7	125724.2	120630.9	46918.4	46397.7	45851.4
198102	186925.7	185476.8	180695.8	127221.8	126952.5	123858.7	49721.9	48558.0	47054.4
198103	186452.6	186229.4	186993.4	125062.2	124800.7	126468.9	46986.6	46732.1	47588.4
198104	181337.6	184024.4	193969.8	121761.3	122141.1	127650.9	46241.1	48161.8	47548.3
198201	207430.0	203709.3	200975.6	132234.8	128513.8.	130772.1	45181.6	44542.0	47252.9
198202	218032.2	217403.5	206415.8	145840.2	144108.5	133284.7	47570.1	48473.3	47323.4

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Time	GROSS DOMESTIC PRODUCTS			CONSUMPTION			INVESTMENT		
	CHOW & LIN (Icl)	GINSBURGH (Ig)	BOOT (Ib)	CHOW & LIN (Icl)	GINSBURGH (Ig)	BOOT (Ib)	CHOW & LIN (GDPcl)	GINSBURCH (Cg)	BOOT (Cb)
198203	201245.3	203126.1	209811.8	130124.9	131741.2	136429.4	50951.2	51434.0	48066.1
198204	201914.3	204381.5	211403.6	132478.2	136313.6	140181.3	48492.1	47745.0	49548.9
198301	207302.1	211844.7	212241.9	144123.0	147054.7	144297.5	46028.0	47621.8	51634.1
198302	213212.2	215006.1	214292.6	147632.9	150080.4	148241.2	52555.3	52027.6	53792.6
198303	220824.1	219613.6	218424.5	149682.5	149570.2	151649.4	59006.4	57937.8	55729.2
198304	228382.5	223253.9	224687.3	157164.6	151897.3	154401.2	60864.2	60866.8	57293.1
198401	245524.0	248296.9	232161.6	162541.4	166875.2	156541.2	62681.1	61337.9	58472.1
198402	232414.7	233213.9	238966.2	159780.4	159749.1	158284.3	53679.8	54548.9	59395.4
198403	235676.5	233937.5	244079.1	153306.8	150583.1	159821.5	58708.8	59634.0	60122.5
198404	248895.8	226998.3	247331.8	160310.4	158732.4	161310.9	63553.5	63105.4	60639.9
198501	261959.9	255847.1	249394.6	170384.4	163395.1	162871.8	66283.4	67326.3	60854.7
198502	256135.0	252771.4	251766.9	167855.6	165083.5	164577.0	65038.0	64496.8	60601.7
198503	249005.3	250682.5	255368.0	158675.9	160974.6	166502.6	57172.4	56516.4	59895.6
198504	249940.3	257739.8	260520.0	165749.1	173212.5	168717.9	51790.4	51944.8	58932.7
198601	270778.8	272371.4	266924.1	176922.9	177494.6	171270.2	51535.1	52669.0	58085.0
198602	275047.7	278394.8	273721.2	176280.6	178365.4	174222.0	57952.4	59170.0	57911.8
198603	278256.5	279269.0	280306.5	170138.5	170902.9	177580.2	60965.6	61113.3	58735.5
198604	281571.3	275748.4	286379.4	181042.0	177622.4	181325.1	63273.1	60902.1	60650.4
198701	271241.1	288329.9	291866.0	172645.7	184002.5	185362.3	57032.6	62344.3	63506.0
198702	284536.1	290519.6	297051.9	184990.2	189207.1	189608.3	63652.5	65280.4	66938.4
198703	310707.3	304999.8	302021.1	195297.7	191365.0	193915.3	72644.5	71081.6	70643.2
198704	331423.6	314058.0	306958.9	214228.5	202586.8	198269.3	82209.3	76832.4	74448.7

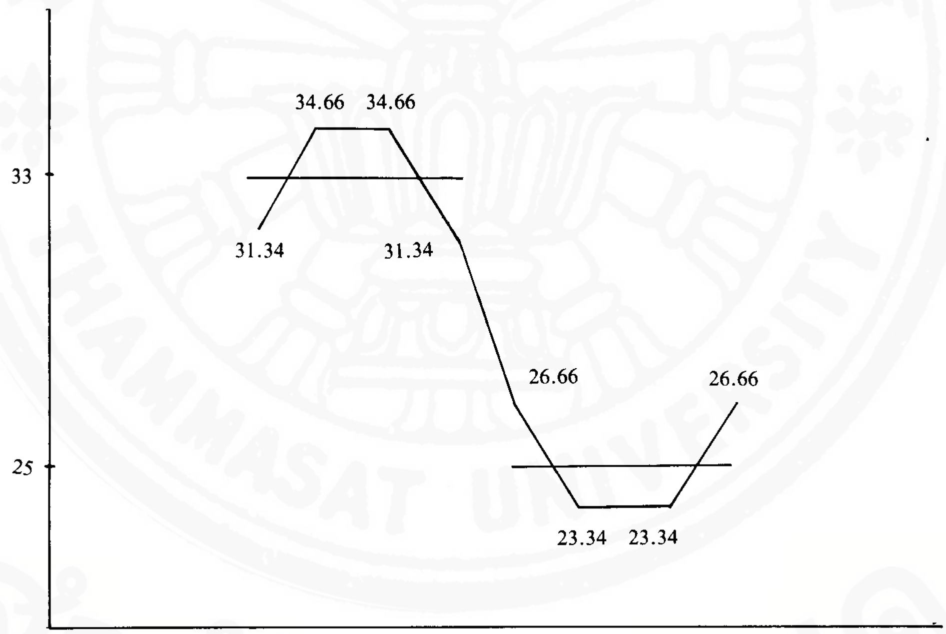
ตารางที่ 4 (ต่อ)

Time	GOVERNMENT EXPENDITURE			EXPORT			IMPORT		
	CHOW & LIN (Icl)	GINSBURGH (GDPg)	BOOT (GDPb)	CHOW & LIN (Ccl)	GINSBURCH (Cg)	BOOT (Cb)	CHOW & LIN (Ccl)	GINSBURGH (GDPg)	BOOT (GDPb)
197001	3172.6	3264.7	4009.6	5759.6	5764.5	5547.7	7110.3	70247.1	7239.3
197002	3905.5	3932.7	4100.8	5386.6	5401.0	5525.6	7247.7	7350.4	7167.0
197003	4782.7	4744.5	4191.3	5220.8	5224.2	5518.1	7012.4	6941.9	7103.4
197004	4717.2	4636.1	4275.0	5758.6	5736.8	5546.3	7198.7	7229.4	7056.4
197101	3612.5	3608.9	4349.9	6382.0	6345.2	5654.9	7312.3	7324.2	7051.9
197102	4445.8	4434.4	4406.4	5364.1	5393.4	5887.7	6944.3	6773.6	7111.1
197103	4835.8	4834.1	4445.6	5621.2	5655.9	6257.5	6984.2	6873.9	7245.8
197104	4781.9	4798.6	4474.5	7166.1	7138.6	6728.4	7618.2	7887.4	7450.7
197201	4192.0	4246.5	4508.5	8386.3	8305.8	7224.6	7901.0	7756.5	7700.7
197202	4601.2	4641.0	4569.3	6914.3	6963.5	7626.4	7845.1	7669.0	7977.2
197203	5216.4	5208.4	4671.9	7152.9	7207.0	7915.7	8432.4	8590.2	8277.5
197204	4558.9	4472.5	4822.7	8486.6	8463.8	8174.1	8453.6	8616.4	8671.7
197301	4602.0	4437.9	5021.9	9830.3	9906.4	8586.1	9928.6	9408.2	9276.5
197302	5151.8	5028.8	5261.9	10071.1	10115.2	9436.2	10541.8	10321.5	10259.4
197303	5703.1	5728.7	5531.6	8814.9	8871.5	10790.7	11078.6	11116.3	11047.6
197304	5878.0	6137.9	5820.1	12600.7	12424.0	12505.0	12974.0	13677.2	13340.2
197401	4912.3	4916.1	6111.4	17742.7	17757.1	14211.8	15810.6	15526.1	15092.2
197402	6419.7	6471.7	6391.4	15213.9	15225.1	15336.3	17374.2	17441.0	16533.5
197403	7727.7	7713.6	6658.7	13800.8	13799.5	15618.4	17249.3	17404.3	17454.5
197404	7025.3	6983.6	6923.1	13519.6	13495.3	15109.7	16449.9	16512.5	17802.9
197501	5877.2	6214.1	7212.8	15354.7	15354.2	14185.1	16390.6	16136.9	17709.4

ตารางที่ 4 (ต่อ)

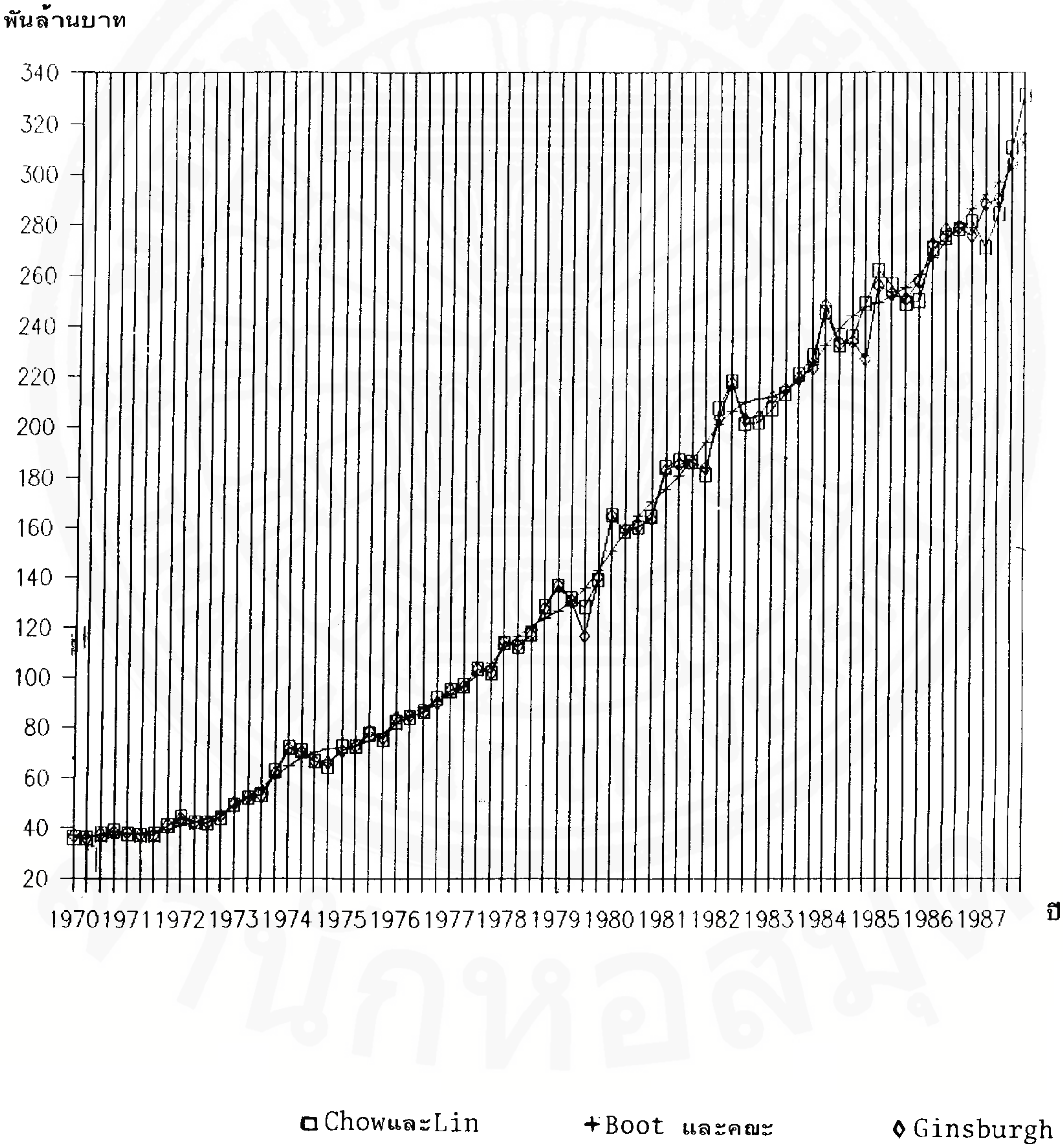
Time	GOVERNMENT EXPENDITURE			EXPORT			IMPORT		
	CHOW & LIN (GDPcl)	GINSBURCH (Cg)	BOOT (Cb)	CHOW & LIN (Ccl)	GINSBURGH (GDPg)	BOOT (GDPb)	CHOW & LIN (GDPcl)	GINSBURGH (lg)	BOOT (lb)
197502	7217.2	7309.6	7570.8	12709.2	12739.6	13547.9	18499.2	18583.5	17442.3
197503	10530.0	10369.4	8007.0	13755.8	13754.3	13582.5	17554.3	17611.8	17239.1
197504	7665.6	7397.0	8498.6	13875.4	13846.9	14378.2	17238.9	17350.8	17290.5
197601	7237.1	7308.8	8995.6	17415.9	17475.8	15739.5	18785.2	18518.5	17728.4
197602	9017.5	9054.8	9407.7	16772.9	16799.0	17132.6	19156.9	19075.1	18709.5
197603	11811.0	11856.5	9702.7	17007.6	16989.6	18255.2	19885.5	20004.4	20199.5
197604	9943.4	9789.0	9902.1	18918.6	18850.6	18986.0	20845.5	21074.7	22033.7
197701	9021.8	8951.8	10085.5	21062.2	21051.3	19378.7	23263.8	23144.0	23922.4
197702	9074.7	8941.3	10388.2	20207.8	20189.3	19765.4	25310.7	25311.4	25410.7
197703	12928.0	13032.0	10880.0	20277.3	20273.5	20300.3	26791.9	26854.2	26317.4
197704	11898.4	11997.9	11568.2	18994.7	19017.9	21085.6	27032.6	27080.2	26746.0
197801	11610.3	10960.0	12401.3	23285.5	23259.3	22176.2	27321.2	27053.7	27028.2
197802	12932.7	12625.8	13262.6	23114.2	23123.7	23445.9	30700.1	30637.5	27970.0
197803	15180.7	15370.6	14082.7	23326.7	23349.0	24908.6	29018.5	29053.2	29902.7
197804	14859.3	15626.7	14835.2	27355.6	27350.0	26549.1	30681.1	30976.4	32817.5
197901	14825.2	15286.2	15535.0	31091.1	31085.6	28318.4	35103.7	34812.3	36454.9
197902	15376.7	15875.7	16265.8	30284.5	30277.3	30358.2	39939.8	39988.1	39849.5
197903	18377.9	18292.2	17061.1	29638.1	29645.0	32578.8	43031.0	43151.7	42645.9
197904	18226.6	17351.9	17934.7	35135.0	35140.8	34892.1	45666.2	45888.2	44766.5
198001	17376.3	17558.4	18887.5	46463.4	46500.2	37225.0	48117.3	48019.0	46489.5
198002	18850.8	18517.7	19864.5	37764.4	37819.2	39259.6	48824.3	48776.1	48659.1
198003	24298.6	24201.4	20849.6	34853.6	34864.0	40946.8	52619.9	52644.9	51442.6
198004	20904.6	21152.9	21827.7	40654.7	40552.7	42301.6	51618.5	51739.8	54585.1
198101	22780.0	22232.2	22797.1	44043.6	44160.8	43423.9	55267.7	55500.3	57434.7
198102	22787.5	22914.8	23773.0	46042.8	46062.8	44626.5	58848.4	59011.3	58616.8
198103	26294.5	26597.4	24738.7	45082.6	45027.3	45958.2	56973.2	56928.0	57760.8
198104	25119.0	25236.7	25670.2	46156.0	46074.1	47312.9	57939.2	55212.5	55212.5
198201	26326.3	26862.2	26523.0	53524.2	53456.6	48432.1	49838.9	49665.3	52004.5
198202	25703.0	25699.8	27278.3	51918.3	51889.2	48828.1	52999.4	52767.3	50295.7
198203	30494.0	30249.5	27915.1	43426.4	43438.2	48367.3	53751.2	53736.8	50969.1
198204	27636.7	27350.5	28443.5	44001.0	44086.0	47238.6	50693.7	51113.5	54008.7
198301	28727.9	28399.7	28915.3	46832.7	46876.0	45979.7	58409.5	58107.5	58584.9
198302	27398.2	27345.2	29368.8	45015.2	45056.9	45422.8	59389.4	59504.0	62532.7
198303	33087.6	33249.3	29856.4	44151.4	44146.8	46011.8	65104.0	65290.5	64822.3
198304	29358.2	29577.8	30428.8	49222.6	49142.3	47802.3	68227.2	68230.4	65239.1
198401	30651.1	30691.5	31126.7	53108.7	53154.4	50439.3	63458.4	63762.1	64417.7
198402	30458.4	30446.3	31981.5	52969.1	52933.9	53160.5	64472.9	64464.2	63855.5
198403	35993.8	35958.3	32971.1	51319.0	51255.4	55504.0	63651.6	63493.3	64340.1
198404	32991.7	32998.9	34019.6	59014.2	59067.3	57314.0	66974.1	66838.1	65951.6
198501	32628.8	32709.9	34994.9	62925.3	62367.8	58730.4	70262.0	69952.0	68057.3
198502	35158.7	35239.9	35708.1	61828.7	61589.3	60190.4	73745.9	73638.1	69310.3
198503	40301.0	40294.2	36079.3	59150.3	59336.0	62000.6	66294.4	66438.4	69110.2
198504	34828.5	34672.9	36135.4	61346.7	61957.9	64331.2	63774.3	64048.3	67597.3
198601	35657.6	35683.8	36007.4	71796.8	71935.5	67210.7	65133.6	65411.5	65649.0
198602	34567.2	34475.6	35937.7	71247.8	71547.8	70542.7	65000.4	65164.1	64893.1
198603	39636.3	39607.5	36080.2	73296.2	73358.8	74230.0	65780.2	66713.4	66319.4
198604	34666.9	34761.0	36506.4	73828.1	73327.0	78190.7	71238.7	70864.0	70292.2
198701	37165.6	36592.3	37191.4	79867.5	81322.5	82335.8	75470.4	75931.6	76529.5
198702	35898.2	35723.3	38040.4	83966.0	8444225	86604.6	83970.7	84133.8	84139.8
198703	42370.7	42498.1	38962.3	90059.6	89551.8	90918.2	89665.3	89496.7	92417.9
198704	38674.5	39295.4	39913.7	101224.9	99801.1	95257.1	104913.5	104457.6	100929.9

รูปที่ 1



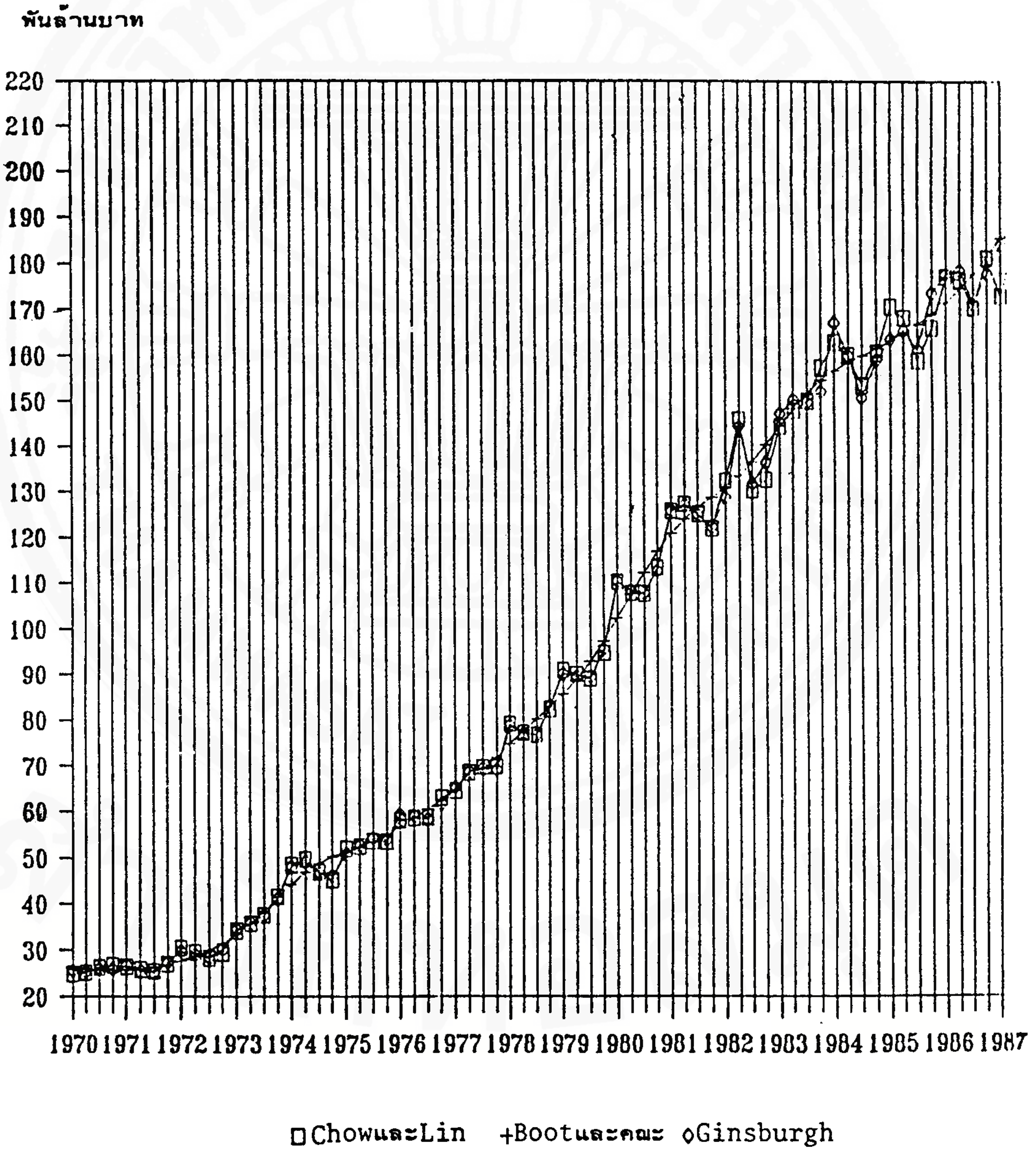
รูปที่ 2

ประมาณการสถิติผลิตภัณฑ์ภายในประเทศรายไตรมาส



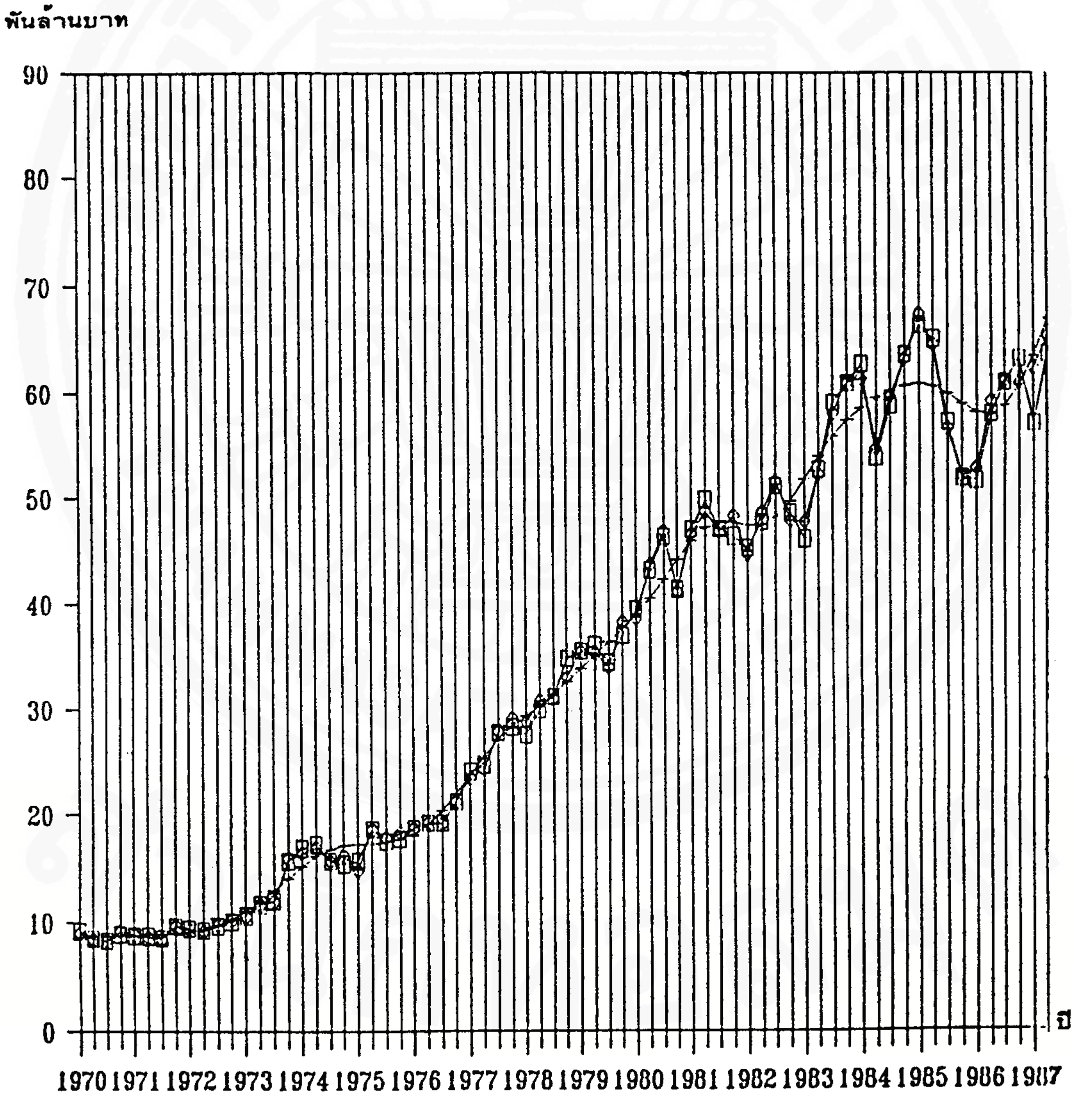
รูปที่ 3

ประมาณการสถิติการบริโภคภาคเอกชนรายไตรมาส



รูปที่ 4

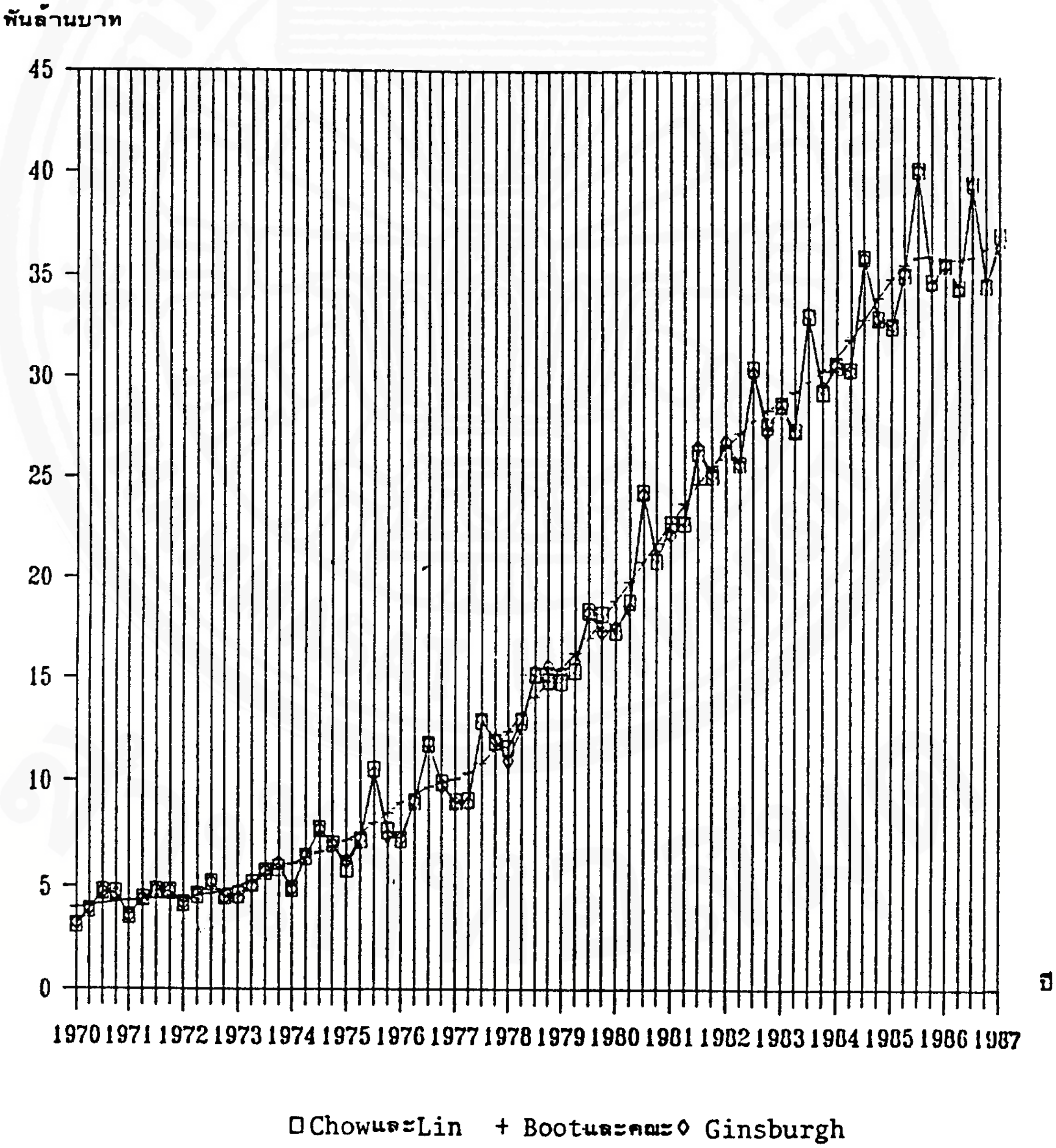
ประมาณการสถิติการลงทุนรวมรายไตรมาส



□ Chowและ Lin + Bootและคณะ ◊ Ginsburgh

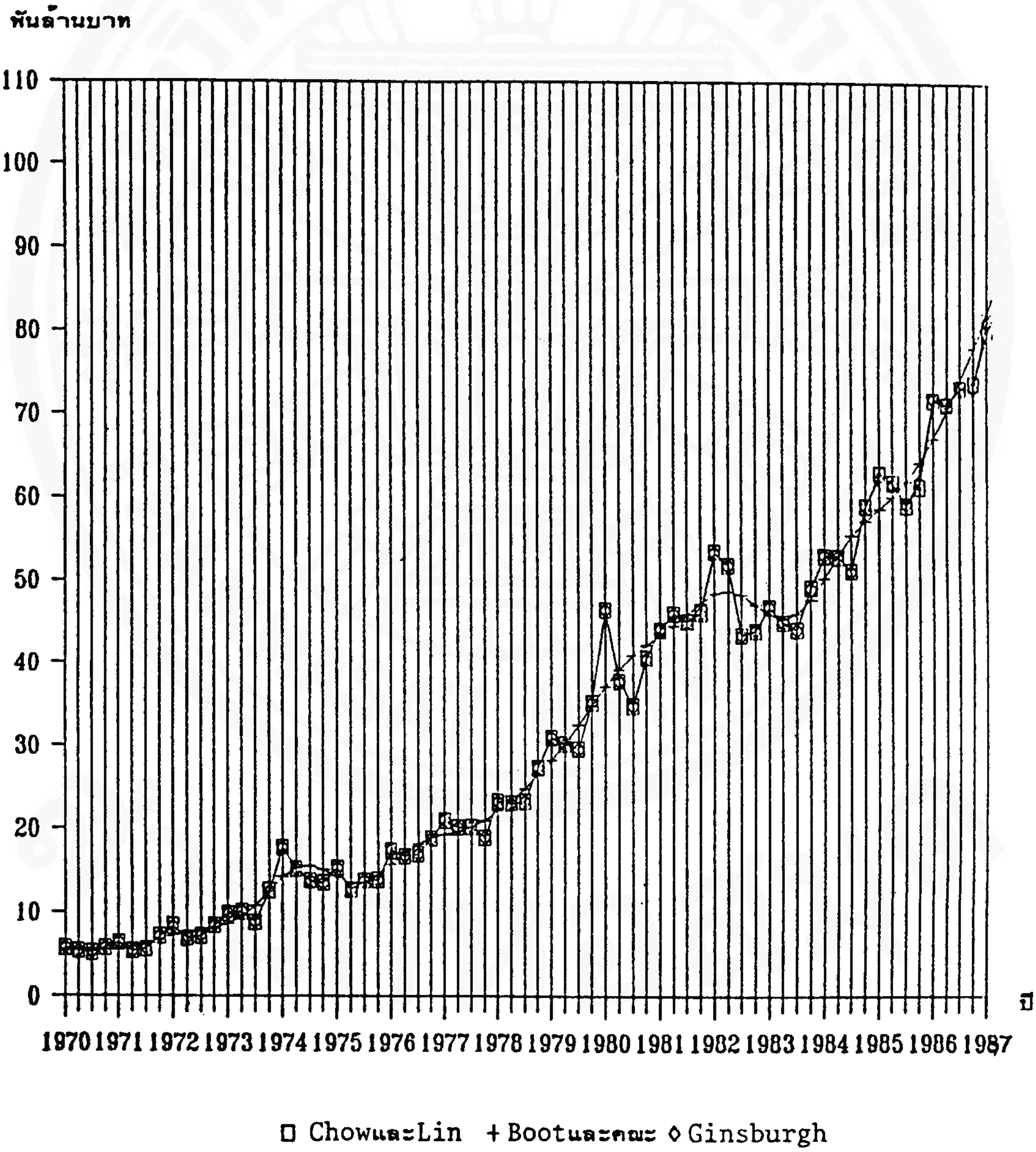
รูปที่ 5

ประมาณการสถิติการบริโภคภาครัฐบาล



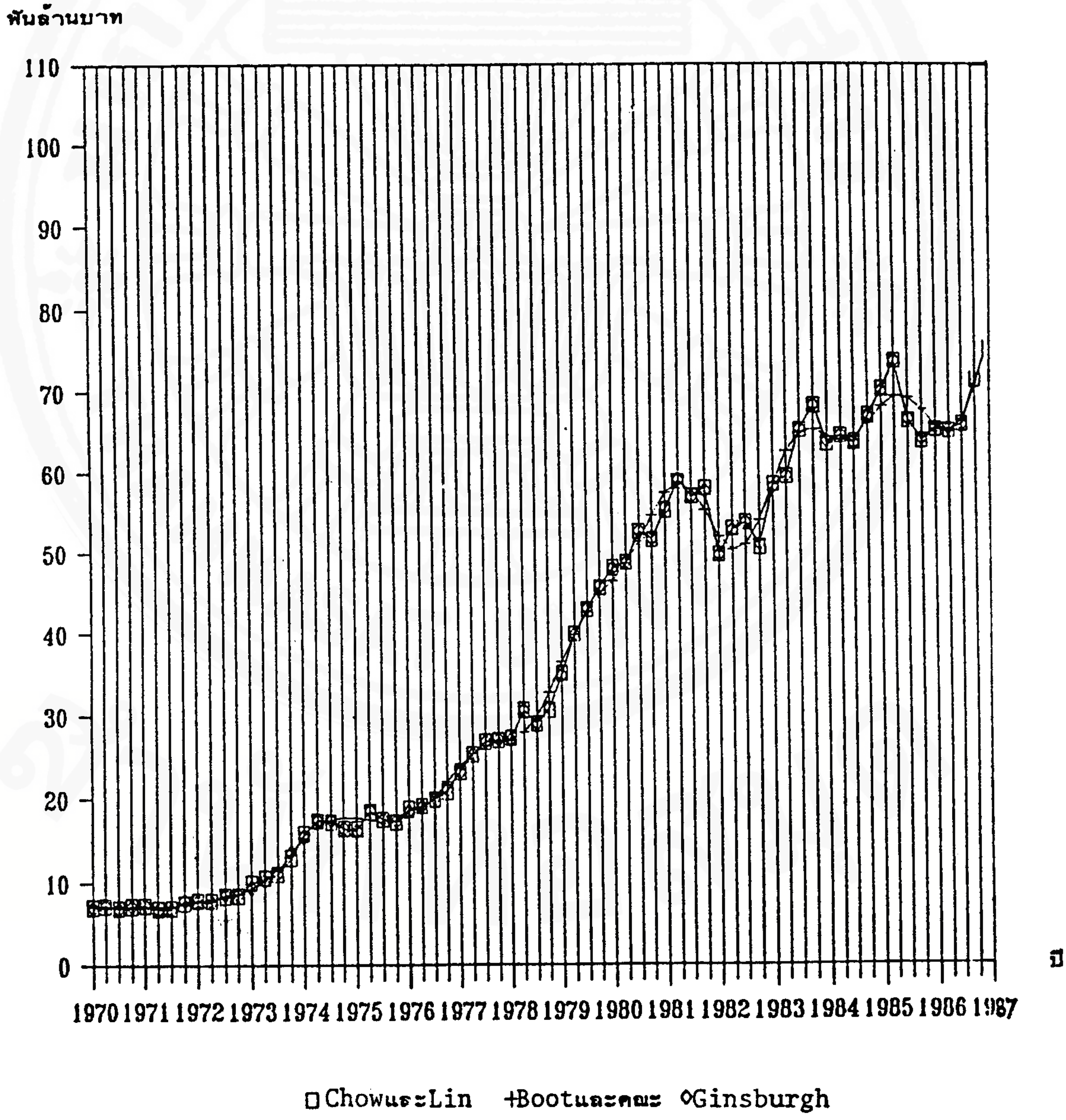
รูปที่ ๘

ประมาณการสถิติการส่งออกรายไตรมาส



รูปที่ 7

ประมาณการสถิติการนำเข้ารายไตรมาส

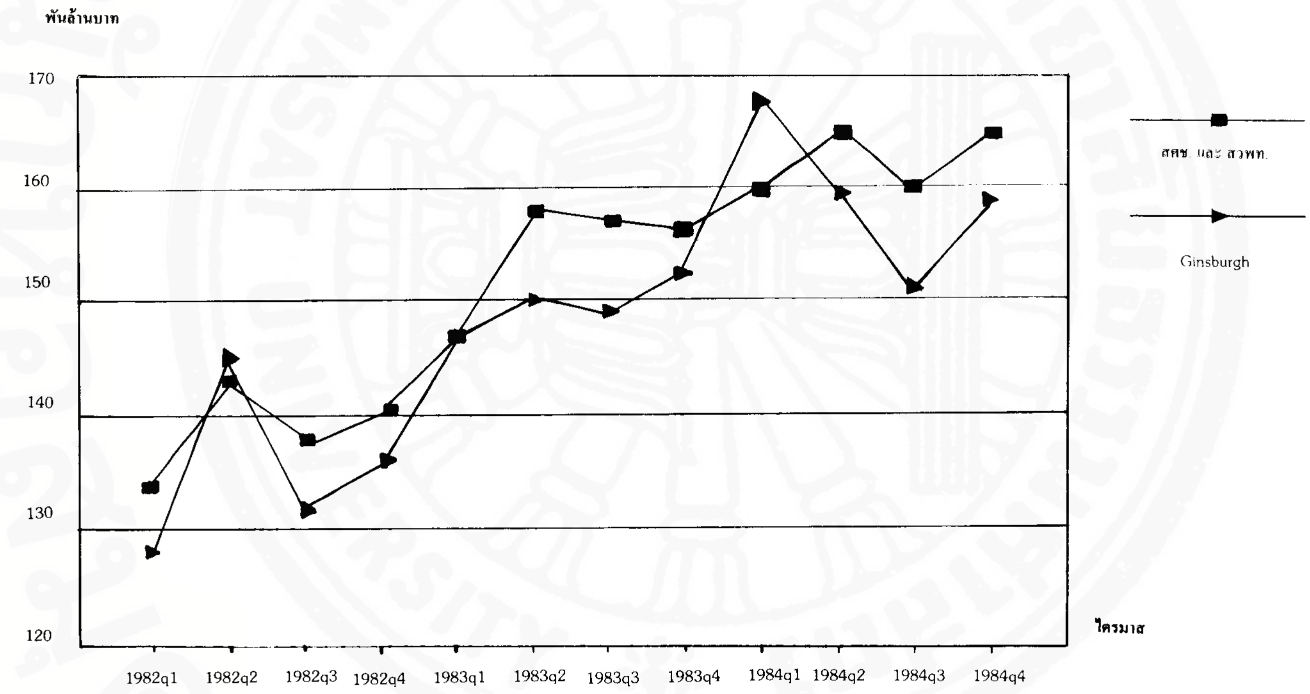


รูปที่ 8

เปรียบเทียบสถิติการบริโภคภาคเอกชนรายไตรมาส

ที่มาจากการประมาณของ สศช. และ สวพท. กับ วิธีของ Ginsburgh

ระหว่างปี พ.ศ. 2525 - 2527

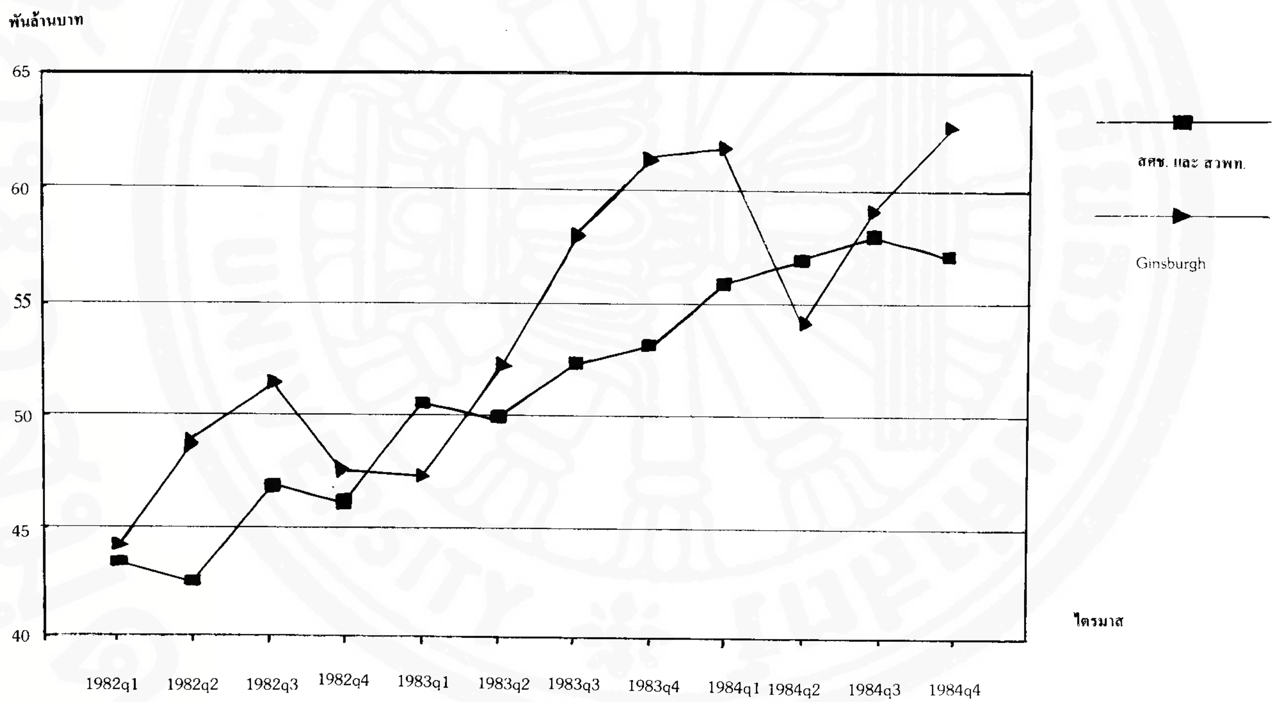


รูปที่ ๑

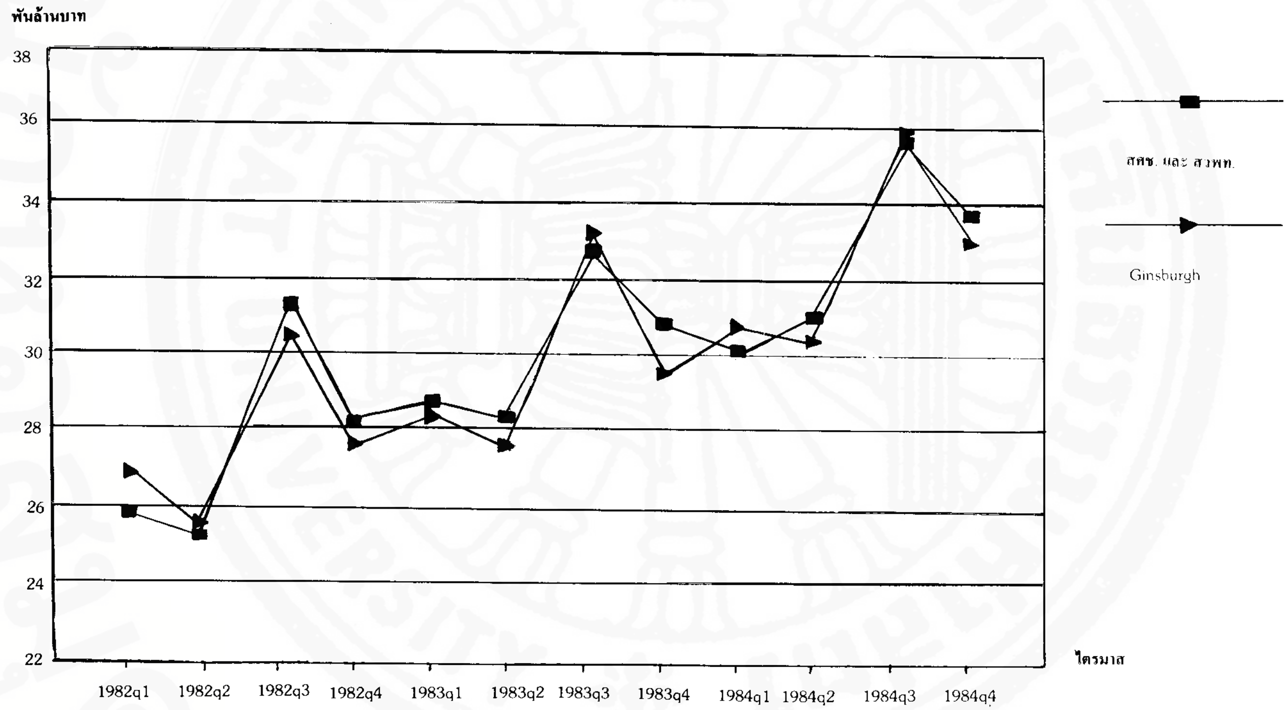
เปรียบเทียบสถิติการลงทุนรวมทั้งของภาคเอกชนและภาครัฐบาลรายไตรมาส

ที่มาจากการประมาณของ สศช. และ สวพท. กับ วิธีของ Ginsburgh

ระหว่างปี พ.ศ. 2525 - 2527



รูปที่ 10
เปรียบเทียบสถิติการบริโภคภาครัฐบาลรายไตรมาส
ที่มาจากการประมาณของ สศช. และ สวพท. กับ วิธีของ Ginsburgh
ระหว่างปี พ.ศ. 2525 - 2527

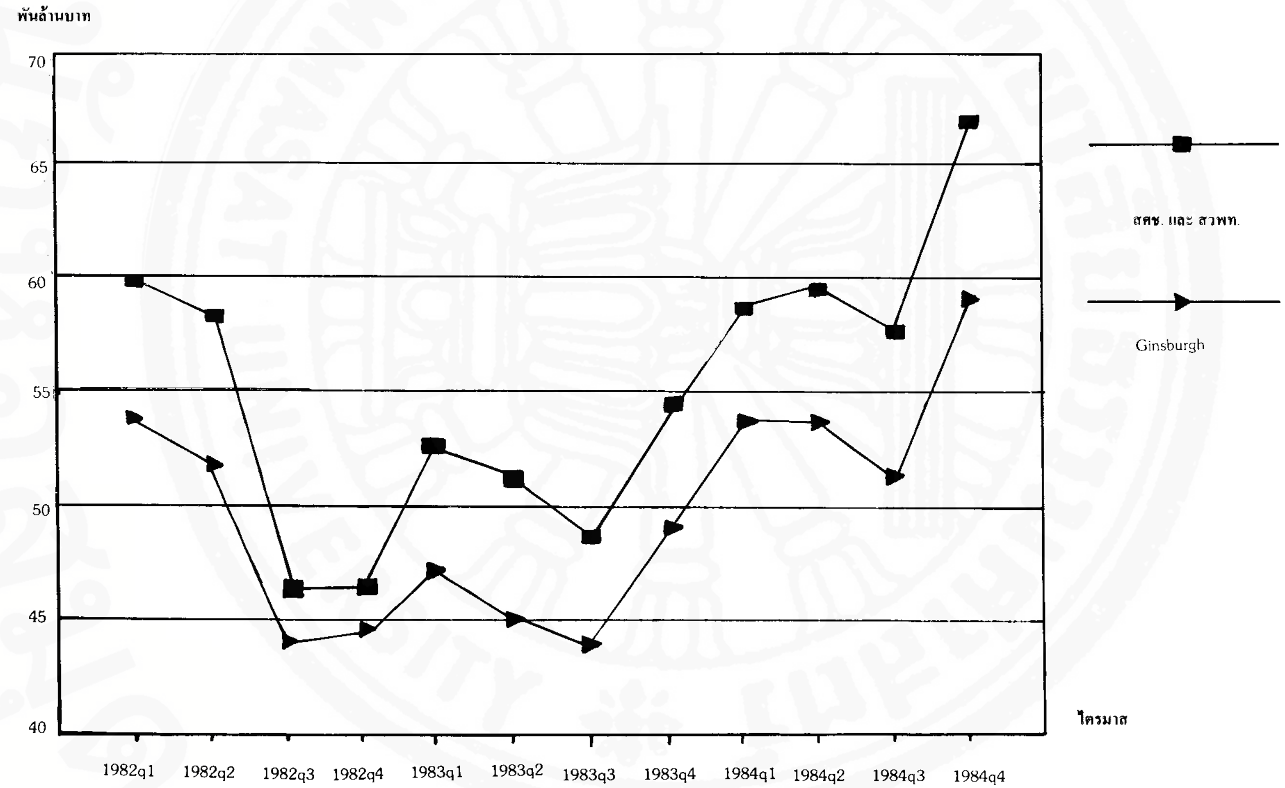


รูปที่ 11

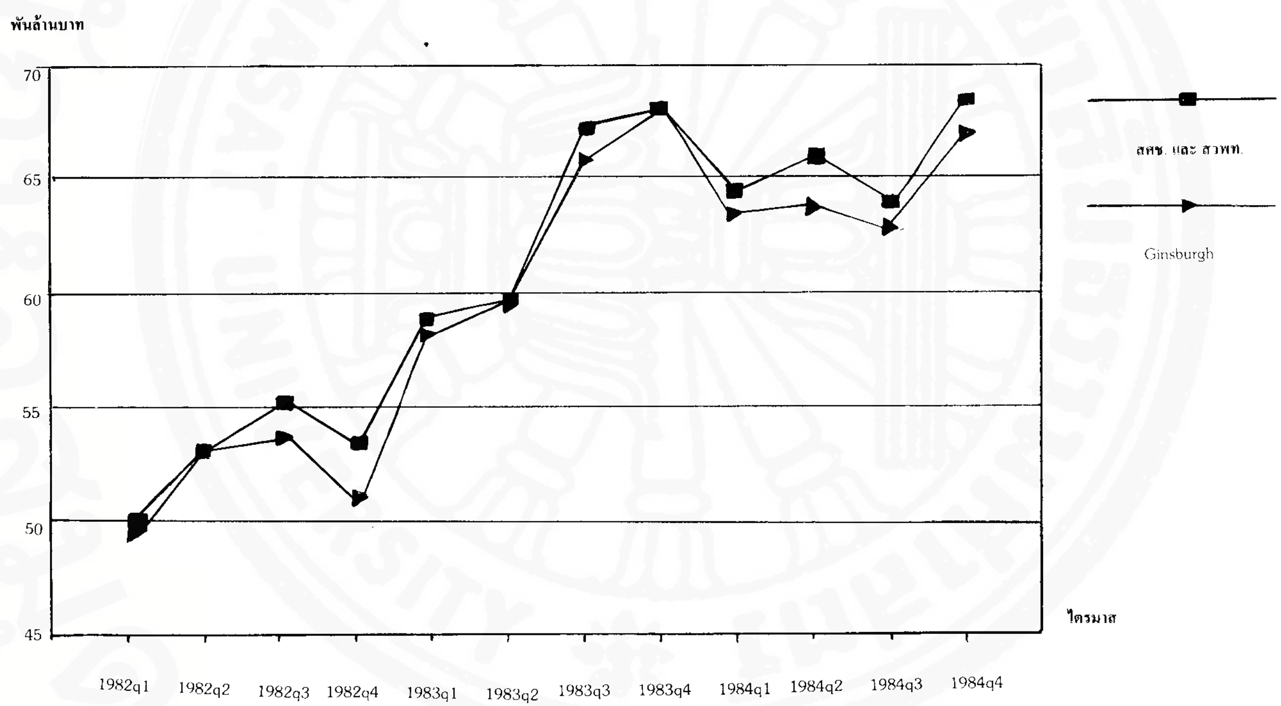
เปรียบเทียบสถิติการส่งออกสินค้าและบริการรายไตรมาส

ที่มาจากการประมาณของ สศช. และ สวพท. กับ วิธีของ Ginsburgh

ระหว่างปี พ.ศ. 2527 - 2527



รูปที่ 12
เปรียบเทียบสถิติการนำเข้าสินค้าและบริการรายไตรมาส
ที่มาจากการประมาณของ สศช. และ สวพท. กับ วิธีของ Ginsburgh
ระหว่างปี พ.ศ. 2525 - 2527



รูปที่ 13
เปรียบเทียบสถิติผลิตภัณฑ์ภายในประเทศรายไตรมาส
ที่มาจากการประมาณของ สศช. และ สวพท. กับ วิธีของ Ginsburgh
ระหว่างปี พ.ศ. 2525 - 2527