บทที่ 2
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยทั่วไปการศึกษาที่มาของความเจริญเติบโตทางด้านอุปทานนั้นมักอาศัยแนวคิดการวิเคราะห์บัญชีของความเจริญเติบโต (growth accounting analysis) เป็นเครื่องมือในการศึกษา ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ การวิเคราะห์แบบมีพารามิเตอร์ (parametric approach) และการวิเคราะห์แบบไม่มีพารามิเตอร์ (non - parametric approach) สำหรับในประเทศไทยได้มีผู้นำวิธีการทั้ง 2 วิธีมาใช้ในการศึกษาที่มาของความเจริญเติบโตทั้งในระดับมหภาคและจุลภาคดังนี้

Wilaiwan Wannitikul (1972) ได้ทำการศึกษาความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตในประเทศไทยทั้งในภาพรวมและสาขาเศรษฐกิจหลักอันได้แก่ สาขาเกษตรและนอกสาขาเกษตรในช่วงปี ค.ศ. 1950 - 1969 โดยใช้การวิเคราะห์บัญชีของความเจริญเติบโตแบบมีพารามิเตอร์ ซึ่งนับว่าเป็นงานศึกษาในยุคต้นๆ ที่ได้นำการวิเคราะห์ดังกล่าวมาใช้ในการศึกษาที่มาของความเจริญเติบโตในประเทศไทย ในการวิเคราะห์ในภาพรวมนั้น Wilaiwan ได้ใช้ฟังก์ชันการผลิตรวม (aggregate production function) รูปแบบ Cobb - Douglas ที่มีปัจจัยทุน แรงงาน และที่ดินเป็นปัจจัยการผลิต ภายใต้วิธีการของ Denison - Solow Approach และ Tinbergen's Approach ที่มีเวลา (time) เป็นตัวแปรตัวหนึ่งในฟังก์ชันการผลิต สำหรับการวิเคราะห์ในภาคเกษตรได้ใช้ฟังก์ชันการผลิตรวมในรูปแบบ Cobb - Douglas ที่มีปัจจัยทุน และที่ดิน เป็นปัจจัยการผลิตภายใต้วิธีการของ Tinbergen และใช้ฟังก์ชันการผลิตรวมรูปแบบ Cobb - Douglas ที่มีปัจจัยทุน และแรงงานเป็นปัจจัยการผลิต ภายใต้กรอบแนวคิดของ Denison - Solow Approach สำหรับนอกภาคเกษตร ดังสมการต่อไปนี้

$$Y_1 = AK_1^{\alpha} L_1^{\beta} N^{(1-\alpha-\beta)} e^{\lambda t} \qquad \text{(Tinbergen' s Approach)}$$

$$Y_1 = AK_1^{\alpha} L_1^{\beta} N^{(1-\alpha-\beta)} \qquad \text{(Denison - Solow Approach)}$$

$$Y_2 = A' K_2^{\alpha} L_2^{(1-\alpha)}$$

$$Y_3 = AK_3^{\alpha} N^{(1-\alpha)} e^{\lambda t}$$

โดยที่ Y_1 = GDP ของทั้งประเทศ

K_1 = สต๊อคของทุนทั้งประเทศ

L_1 = จำนวนแรงงานทั้งประเทศ

N = เนื้อที่ทำการเพาะปลูกทั้งประเทศ

Y_2 = GDP ของสาขาการผลิตนอกภาคเกษตร

K_2 = สต๊อคของทุนของสาขาการผลิตนอกภาคเกษตร

L_2 = จำนวนแรงงานในสาขาการผลิตนอกภาคเกษตร

Y_3 = GDP ของภาคเกษตร

K_3 = สต๊อคของทุนของภาคเกษตร

t = เวลา

λ = อัตราความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตโดยเฉลี่ย

α = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยทุน (capital share) ในภาพรวม

β = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยแรงงาน (labor share) ในภาพรวม

$(1-\alpha-\beta)$ = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยที่ดิน (rent) ในภาพรวม

$(1-\alpha)$ = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยแรงงาน (labor share) ในสาขานอกภาคเกษตรและส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยที่ดิน (rent) ในสาขาภาคเกษตร

ในการประมาณค่าส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยการผลิต (factor share income) นี้ Wilaiwan ได้แบ่งการพิจารณาเศรษฐกิจออกเป็น 2 ระดับคือ การวิเคราะห์ในภาพรวมทั้งประเทศได้ประมาณค่าจากรายได้ประชาชาติจำแนกตามชนิดของรายได้ สำหรับในระดับสาขาการผลิตนั้นเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านข้อมูล จึงได้ประมาณค่าส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยการผลิตจากสมการถดถอยของฟังก์ชันการผลิตโดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา อย่างไรก็ตามการประมาณค่าด้วยวิธีนี้ไม่ถูกต้องนัก เนื่องจากการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้จากสมการถดถอยเป็นตัวแทนของส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยการผลิตจะสามารถกระทำได้ก็ต่อเมื่ออยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ว่า ตลาดปัจจัยการผลิตและตลาดผลผลิตจะต้องเป็นตลาดแข่งขันสมบูรณ์

สำหรับการประมาณค่าปัจจัยการผลิตนั้น Wilaiwan ได้คำนวณ effective labor force ขึ้นตามวิธีการของ Trescott เพื่อใช้ในการประมาณค่าปัจจัยแรงงาน ส่วนการประมาณค่าปัจจัยทุนนั้นได้ใช้สต๊อคของทุนทั้งหมดที่ได้คำนวณขึ้นเช่นเดียวกับวิธีการของ Trescott ดังนี้

สต๊อคของทุนทั้งหมด = สต๊อคของทุนคงที่ + การลงทุน

โดยสต๊อคของทุนคงที่คำนวณได้จาก

$$K_t = I_t + (1 - \delta)K_{t-1}$$

โดยที่ K_t = สต๊อคของทุนในปีปัจจุบัน

I_t = การสะสมทุน

δ = อัตราค่าเสื่อมราคา ซึ่งสมมติให้เท่ากับ 7.5%

K_{t-1} = สต๊อคของทุนในปีก่อน

ผลการศึกษาพบว่า ถ้าวิเคราะห์ตามวิธีการของ Tinbergen ในช่วงปี ค.ศ. 1950 - 1969 ที่มาของความเจริญเติบโตในภาพรวมของประเทศเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นในปัจจัยการผลิตเป็นส่วนใหญ่ แต่ถ้าหากวิเคราะห์ตามวิธีการของ Denison - Solow ปรากฏว่า การเพิ่มขึ้นในปัจจัยการผลิตและประสิทธิภาพการผลิตรวมมีบทบาทต่อความเจริญเติบโตเท่าๆ กัน อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่า ในช่วงปี ค.ศ. 1950 - 1959 ประสิทธิภาพการผลิตรวมมีบทบาทต่อความเจริญเติบโตมากกว่าการเพิ่มขึ้นในปัจจัยการผลิต และได้ลดบทบาทลงในช่วงปี ค.ศ. 1960 - 1969

สำหรับการวิเคราะห์ในระดับสาขาการผลิตนั้นก็เช่นเดียวกัน พบว่าทั้งภาคเกษตรและนอกภาคเกษตรมีที่มาของความเจริญเติบโตเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นในปัจจัยการผลิตเป็นส่วนใหญ่ Wilaiwan จึงได้สรุปว่า ที่มาหลักของความเจริญเติบโตก็คือ การเพิ่มขึ้นในปัจจัยการผลิต ในขณะที่ประสิทธิภาพการผลิตรวมยังมีบทบาทไม่มากนัก ซึ่งเป็นปกติวิสัยสำหรับประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลาย ซึ่งผลสรุปอันนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Yukio Ikemoto (1986)

ต่อมา Paitoon Wiboonchutikula (1987) ได้ใช้การวิเคราะห์บัญชีของความเจริญเติบโตแบบไม่มีพารามิเตอร์ในการศึกษาความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตรวมของสาขาอุตสาหกรรมในประเทศไทยในช่วงปี ค.ศ. 1963 - 1979 ทั้งในภาพรวมและหมู่ใหญ่อุตสาหกรรมตามการจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศไทย (3 digits TSIC) ซึ่งนับได้ว่าเป็นการนำแนวคิดการวิเคราะห์แบบไม่มีพารามิเตอร์มาใช้กับข้อมูลในระดับจุลภาคเป็นครั้งแรกในประเทศไทย โดย Paitoon ได้ใช้ฟังก์ชันการผลิตรวมในรูปแบบทั่วไป (general form) ที่มีปัจจัยแรงงาน ทุน และปัจจัยขั้นกลางเป็นปัจจัยการผลิตเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ ดังสมการ

$$Q_i(t) = f_i \{ L_i(t), K_i(t), M_i(t), t \}$$

โดยที่ $Q_i(t)$ = ผลผลิตที่แท้จริงของอุตสาหกรรมที่ i ณ เวลา t

$L_i(t)$ = แรงงานที่ถูกจ้างโดยอุตสาหกรรมที่ i ณ เวลา t

$K_i(t)$ = ทุนทางกายภาพที่ถูกใช้โดยอุตสาหกรรมที่ i ณ เวลา t

$M_i(t)$ = ปัจจัยการผลิตขั้นกลางที่แท้จริงที่ถูกใช้โดยอุตสาหกรรมที่ i ณ เวลา t

t = ตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง (shift) ตามเวลา t

และสามารถประมาณความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตรวมในอุตสาหกรรมแต่ละหมู่ได้ดังนี้

$$\frac{f_i,t^{(t)}}{Q_i(t)} = \{LnQ_i(t) - LnQ_i(t-1)\} - \Big[\{\tfrac{\alpha(t)+\alpha(t-1)}{2}\}.\{LnL_i(t) - LnL_i(t-1)\} + \{\tfrac{\beta(t)+\beta(t-1)}{2}\}.\{LnM_i(t) - LnM_i(t-1)\} + \{1 - \tfrac{\alpha(t)+\beta(t)+\alpha(t-1)+\beta(t-1)}{2}\} .\{LnK_i(t) - LnK_i(t-1)\} \Big]$$

โดยที่ $\frac{f_i,t^{(t)}}{Q_i(t)}$ = ความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตรวมของอุตสาหกรรมที่ i ณ เวลา t

$\alpha(t)$ = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยแรงงาน ณ เวลา t

$\beta(t)$ = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยขั้นกลาง ณ เวลา t

$1- \alpha(t) - \beta(t)$ = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยทุน ณ เวลา t

นอกจากนี้ยังได้ทำการประมาณความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตรวมของอุตสาหกรรมในภาพรวมดังสมการต่อไปนี้

$$\frac{f_t(t)}{Q(t)} = \sum_{i=1}^{n} \frac{P_i(t)Q_i(t)}{\sum_{i=1}^{n} P_i(t)Q_i(t)} \left\{ \ln Q_i(t) - \ln Q_i(t-1) \right\}$$

$$- \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} w_i(t)L_i(t)}{\sum_{i=1}^{n} P_i(t)Q_i(t)} \sum_{i=1}^{n} \frac{w_i(t)L_i(t)}{\sum_{i=1}^{n} w_i(t)L_i(t)} . \left\{ \ln L_i(t) - \ln L_i(t-1) \right\} \right.$$

$$+ \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i^m(t)M_i(t)}{\sum_{i=1}^{n} P_i(t)Q_i(t)} \sum_{i=1}^{n} \frac{P_i^m(t)M_i(t)}{\sum_{i=1}^{n} P_i^m(t)M_i(t)} . \left\{ \ln M_i(t) - \ln M_i(t-1) \right\}$$

$$+ \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i(t)L_i(t) + \sum_{i=1}^{n} P_i^m(t)M_i(t)}{\sum_{i=1}^{n} P_i(t)Q_i(t)} \right\} .$$

$$\left. \sum_{i=1}^{n} \frac{P_i(t)Q_i(t) - w_i(t)L_i(t) - P_i^m(t)M_i(t)}{\sum_{i=1}^{n} \{P_i(t)Q_i(t) - w_i(t)L_i(t) - P_i^m(t)M_i(t)\}} . \left\{ \ln K_i(t) - \ln K_i(t-1) \right\} \right]$$

โดยที่ $w_i(t)$ = อัตราค่าจ้างที่เป็นตัวเงินของอุตสาหกรรม i ณ เวลา t

$r_i(t)$ = อัตราค่าเช่าที่เป็นตัวเงินของอุตสาหกรรม i ณ เวลา t

$P_i^m(t)$ = ราคาของปัจจัยการผลิตขั้นกลางของอุตสาหกรรม i ณ เวลา t

$P_i(t)$ = ราคาของผลผลิตของอุตสาหกรรม i ณ เวลา t

นอกจากนี้ Paitoon ยังได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตรวมของอุตสาหกรรม 3 ประเภทได้แก่ อุตสาหกรรมเพื่อทดแทนการนำเข้า (import competing industries) อุตสาหกรรมที่มิได้ทดแทนการนำเข้า (non - import competing industries) และอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออก (exporting industries)

ในด้านข้อมูลปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการประมาณค่าประสิทธิภาพการผลิตรวมนั้น สำหรับปัจจัยแรงงานเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านข้อมูล Paitoon จึงใช้จำนวนแรงงานในการประมาณค่าโดยมิได้มีการวัดการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของแรงงาน ส่วนปัจจัยทุนได้ใช้มูลค่าสต๊อคของทุนที่ได้ประมาณขึ้นด้วยวิธีการเดียวกับ A. O. Krueger and B. Tuncer (1980) ดังสมการ

$$K_{ij}(t) = (1-\delta)^{t} K_{ij}(0) + \sum_{s=0}^{t} (1-\delta_{ij})^{y-s} \frac{GI_{ij}(t-s)}{PI_{ij}(t-s)}$$

โดยที่ $K_{ij}(t)$ = มูลค่าที่แท้จริงของสต๊อคของทุนชนิดที่ j ของอุตสาหกรรม i ณ เวลา t

$GI_{ij}(t)$ = การลงทุนเบื้องต้นที่ไหลไปสู่ทุนชนิดที่ j ของอุตสาหกรรม i ณ เวลา t

$PI_{ij}(t)$ = Investment Deflator ของทุนชนิดที่ j ของอุตสาหกรรม i ณ เวลา t

δ_{ij} = อัตราค่าเสื่อมราคาของทุนชนิดที่ j ของอุตสาหกรรม i

$K_{ij}(0)$ = สต๊อคของทุนชนิดที่ j ที่แท้จริงเริ่มแรกของอุตสาหกรรม i

ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงปี ค.ศ. 1963 - 1979 ความเจริญเติบโตของภาคอุตสาหกรรมทั้งในภาพรวมและหมู่ใหญ่อุตสาหกรรมเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิตเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ประสิทธิภาพการผลิตรวม (TFP) มีบทบาทไม่มากนัก อย่างไรก็ดี Paitoon ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงแรกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1963 - 1970 และ ช่วงที่สองตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 - 1979 พบว่า ประสิทธิภาพการผลิตรวมเพิ่มขึ้นมากในช่วงที่สอง จึงสรุปว่า บทบาทของปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อความเจริญเติบโตของผลผลิตลดลง ในขณะที่ประสิทธิภาพการผลิตรวมหรือการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีได้มีบทบาทเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากในช่วงที่สองนั้นภาคอุตสาหกรรมได้รับการพัฒนามากขึ้น ประกอบกับเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงนโยบายอุตสาหกรรมจากนโยบายทดแทนการนำเข้ามาเป็นนโยบายส่งเสริมการส่งออก นอกจากนี้จากการเปรียบเทียบความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตรวมของอุตสาหกรรมทั้ง 3 ประเภทพบว่า ในช่วงปี ค.ศ. 1963 - 1979 อุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกมีประสิทธิภาพการผลิตรวมสูงที่สุด

ดิเรก ปัทมสิริวัฒน์ และ สะเก็ดดาว ซื่อวัฒนะ (2533) ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบเดียวกับงานศึกษาของ Wilaiwan Wannitikul (1972) ในการศึกษาที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตในภาคเกษตรของภูมิภาคต่างๆ 8 ภูมิภาคในช่วงปี พ.ศ. 2504 - 2528 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่คาบเกี่ยวกับงานศึกษาของ Wilaiwan แต่ในขณะที่ Wilaiwan ได้ใช้ฟังก์ชันการผลิตที่มีเพียงปัจจัยทุนและที่ดินเป็นปัจจัยการผลิตเท่านั้น ดิเรกและสะเก็ดดาวกลับใช้ฟังก์ชันการผลิตที่มีปัจจัยการผลิตหลายตัวด้วยกัน ได้แก่ ที่ดิน การศึกษา ทุนการเกษตร การชลประทานและการวิจัย ราคาปุ๋ย และราคาพืชผล ซึ่งในการกำหนดปัจจัยการผลิตที่แตกต่างกันเช่นนี้จะทำให้ผลการศึกษาของ Wilaiwan กับ ดิเรกและสะเก็ดดาวมีความแตกต่างกัน ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป

ดิเรกและสะเก็ดดาวได้เลือกใช้ฟังก์ชันการผลิตรูปแบบ Cobb - Douglas ในการศึกษา และได้แบบจำลองที่ใช้ในการประมาณค่าที่มาของความเจริญเติบโตของผลผลิตในแต่ละภูมิภาคดังนี้

$$w_j d\ln y = a_o + w_j a_1 d\ln x_1 + \ldots\ldots\ldots + w_j a_k d\ln x_k$$

โดยที่ y = ผลผลิต

x_i = ปัจจัยการผลิตชนิด i ; i = 1,2,.....,k

w_j = สัดส่วนของมูลค่าผลผลิตรวมของแต่ละจังหวัดในภูมิภาคนั้นๆ

หรือ $w_j = y_j / \sum_{j \in R} y_j$; j หมายถึงรหัสจังหวัดภายในภูมิภาคนั้นๆ ($j \in R$)

นอกจากนี้ดิเรกและสะเก็ดดาวได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงแรกระหว่างปี พ.ศ. 2504 - 2520 และช่วงที่สองระหว่างปี พ.ศ. 2521 - 2528 ตามข้อสังเกตของอัมมาร์ สยามวาลาที่ว่า แบบแผนการจำเริญเติบโตของภาคการเกษตรไทยน่าจะจำแนกออกเป็นสองช่วงคือ ช่วงแรกเป็นยุคที่ทรัพยากรที่ดินมีไม่จำกัด และช่วงที่สองเป็นยุคที่ทรัพยากรที่ดินเริ่มมีจำกัด

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2504 - 2528 ตัวแปรการศึกษามีผลต่อความเจริญเติบโตของผลผลิตมากที่สุดในทุกภูมิภาค ในขณะที่การขยายตัวของที่ดินมีบทบาทลดลง และราคาผลผลิตเริ่มมีบทบาทเพิ่มมากขึ้น เป็นที่น่าสังเกตว่าแบบจำลองในการศึกษาของดิเรกและสะเก็ดดาวไม่ได้อธิบายถึงส่วนของผลผลิตที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอิสระ (independent variables) ซึ่งก็คือประสิทธิภาพการผลิตรวม (TFP) แต่ก็อาจอธิบายได้ว่า การศึกษาการชลประทาน หรือการวิจัยก็เป็นส่วนหนึ่งของประสิทธิภาพการผลิตรวมนั่นเอง

Pranee Tinakorn and Chalongphob Sussangkarn (1996) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตในประเทศไทยทั้งในระดับเศรษฐกิจรวมและสาขาเศรษฐกิจหลักอีกครั้งหนึ่ง โดยมีระยะเวลาการศึกษาต่อจากงานศึกษาของ Wilaiwan Wannitikul (1972) คือ ในช่วงปี พ.ศ. 2519 - 2533 แต่ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบไม่มีพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นการนำวิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวมาใช้กับข้อมูลระดับมหภาคเป็นครั้งแรกในประเทศไทย Pranee and Chalongphob ได้ใช้กรอบการวิเคราะห์แบบ Solow - Denison และใช้ฟังก์ชันการผลิตรวมในรูปแบบทั่วไป (general form) ในการวิเคราะห์ดังนี้

$$Y(t) = f(x(t), t)$$

โดยที่ $Y(t)$ = ผลผลิต ณ เวลา t

$x(t)$ = $[x_1(t), x_2(t),\ldots..x_n(t)]$ หรือ vector ของปัจจัยการผลิต n ชนิด

t = เวลา

โดยการวิเคราะห์ในระดับเศรษฐกิจโดยรวมได้ใช้ฟังก์ชันการผลิตที่มีปัจจัยที่ดิน ทุน และแรงงานเป็นปัจจัยการผลิต เมื่อหาอนุพันธ์ของตัวแปรเทียบกับเวลาและหาอัตราการเปลี่ยนแปลงแล้ว จะได้ว่า

$$\frac{Y'}{Y} = \alpha\frac{N'}{N} + \beta\frac{K'}{K} + \gamma\frac{L'}{L} + TFP$$

โดยที่ (..′..) แสดงถึงค่าอนุพันธ์เมื่อเทียบกับเวลาของตัวแปร

Y = ผลผลิต

N = ปัจจัยแรงงาน

K = ปัจจัยทุน

L = ปัจจัยที่ดิน

α = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยแรงงาน

β = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยทุน

γ = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยที่ดิน

TFP = ประสิทธิภาพการผลิตโดยรวม

สำหรับการวิเคราะห์ในระดับสาขาเศรษฐกิจได้ใช้ฟังก์ชันการผลิตที่มีเฉพาะปัจจัยทุนและแรงงานเป็นปัจจัยการผลิตเท่านั้น โดย Pranee and Chalongphob ได้สมมติให้การใช้ปัจจัยที่ดินและปัจจัยทุนมีการขยายตัวในอัตราที่เท่ากัน ก็จะได้ว่า

$$\frac{Y'}{Y} = \alpha\frac{N'}{N} + (\beta+\gamma)\frac{K'}{K} + TFP$$

นอกจากนี้ในการศึกษาของ Pranee and Chalongphob นอกจากจะวัดปัจจัยแรงงานในเชิงปริมาณแล้ว ยังได้พยายามวัดการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพอีกด้วย โดยใช้คุณสมบัติของปัจจัยแรงงานอันได้แก่ เพศ อายุ และการศึกษา มาเป็นตัวปรับคุณภาพของปัจจัยแรงงาน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Nishimizu and Hulten (1978) และสำหรับการวัดปัจจัยแรงงานในเชิงปริมาณนั้น เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ ได้ใช้ทั้งข้อมูลจำนวนแรงงานและชั่วโมงการทำงาน และใช้ข้อมูลมูลค่าสต๊อคของทุนที่ประมาณขึ้นโดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติในการประมาณค่าปัจจัยทุน

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ความเจริญเติบโตของผลผลิตทั้งในระดับเศรษฐกิจโดยรวมและระดับสาขาเศรษฐกิจนั้นเป็นผลมาจากปัจจัยการผลิตเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีหรือประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมนั้นมีผลต่อความเจริญเติบโตไม่มากนักเช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Paitoon Wiboonchutikula (1987) นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อมีการวัดการเปลี่ยนแปลงในเชิงคุณภาพของแรงงานแล้ว จะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมมีค่าลดลง

วรรณภา คล้ายสวน (2540) ได้ทำการศึกษาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตทั้งในภาพรวมและสาขาเศรษฐกิจหลักเช่นเดียวกับ Pranee Tinakorn and Chalongphob Sussangkarn (1996) แต่ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบมีพารามิเตอร์โดยใช้ฟังก์ชันการผลิตในรูปแบบ Cobb - Douglas ที่มีปัจจัยทุนและปัจจัยแรงงานเป็นปัจจัยการผลิตดังนี้

$$Q_i = AK_i^{\alpha} L_i^{\beta}$$

$$LnQ_i = LnA_i + \alpha LnK_i + \beta LnL_i$$

โดยที่ Q_i = ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเบื้องต้น (GDP) ของสาขาเศรษฐกิจที่ i

K_i = สต๊อคของทุนของสาขาเศรษฐกิจที่ i

L_i = จำนวนแรงงานของสาขาเศรษฐกิจที่ i

A_i = ระดับเทคโนโลยีของสาขาเศรษฐกิจที่ i

α = ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตอันเนื่องมาจากปัจจัยทุน

β = ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตอันเนื่องมาจากปัจจัยแรงงาน

i = สาขาเศรษฐกิจที่ i ; i = 1, 2, 3 และ 4

วรรณภาได้ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆของสมการด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (ordinary least square : OLS) แล้วนำค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้คือ ความยืดหยุ่นของผลผลิตอันเนื่องมาจากปัจจัยทุน และความยืดหยุ่นของผลผลิตอันเนื่องมาจากปัจจัยแรงงาน มาวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้วรรณภายังได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ ช่วงแรกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 - 2524 และช่วงที่สองตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 - 2537 (โดยให้เหตุผลว่า พ.ศ. 2525 เป็นช่วงเริ่มแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 5 ที่รัฐบาลให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก) เพื่อทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีใน 2 ช่วงเวลาโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of varience : ANOVA) ประยุกต์กับสมการการผลิตแบบ Cobb - Douglas

และในการศึกษาของวรรณภาได้ใช้ข้อมูลสต๊อคของทุนที่ได้ประมาณขึ้นโดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติในการประมาณค่าปัจจัยทุน และใช้ข้อมูลจำนวนแรงงานในการประมาณค่าปัจจัยแรงงาน

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ในช่วงที่สองปัจจัยทุนและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีมีบทบาทต่อความเจริญเติบโตของเศรษฐกิจโดยรวมเพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงแรก แต่อย่างไรก็ตามอัตราการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีก็ยังอยู่ในระดับที่ต่ำ ในขณะที่ปัจจัยแรงงานมีบทบาทลดลง หากพิจารณาในระดับสาขาเศรษฐกิจหลักพบว่า ความเจริญเติบโตของสาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม และสาขาบริการเป็นผลมาจากปัจจัยทุนมากขึ้น ในขณะที่บทบาทของปัจจัยทุนที่มีต่อความเจริญเติบโตของสาขาสาธารณูปโภคได้ลดลงอย่างมาก และจากการทดสอบระดับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีใน 2 ช่วงเวลา สรุปได้ว่า ในภาพรวมของประเทศและสาขาสาธารณูปโภคมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีแบบเป็นกลาง (neutral technological change) สำหรับสาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม และสาขาบริการและอื่นๆ มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีแบบไม่เป็นกลางโดยเน้นลักษณะการประหยัดแรงงาน (labor - saving technological change)

สำหรับผลการศึกษาเกี่ยวกับที่มาของความเจริญเติบโตในต่างประเทศนั้นมีอยู่มากมายหลายชิ้น อาทิเช่น M. Nishimisu and C. R. Hulten (1978) ได้ทำการศึกษาที่มาของความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศญี่ปุ่นทั้งในภาพรวมและแต่ละสาขาการผลิตในช่วงปี ค.ศ. 1955 - 1971 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบไม่มีพารามิเตอร์ และใช้ฟังก์ชันการผลิตในรูปแบบทั่วไปที่มีปัจจัยทุน แรงงาน และปัจจัยขั้นกลางเป็นปัจจัยการผลิตดังสมการ

$$Q_i = A_i F^i (L_i, K_i, X_i)$$

โดยที่ Q_i = ผลผลิตเบื้องต้นของสาขาการผลิตที่ i

L_i = ปัจจัยแรงงานของสาขาการผลิตที่ i

K_i = ปัจจัยทุนของสาขาการผลิตที่ i

X_i = ปัจจัยขั้นกลางของสาขาการผลิตที่ i

A_i = ดัชนีประสิทธิภาพแบบ Hicksian (Hicksian efficiency index) ของสาขาการผลิตที่ i

และสามารถคำนวณหาที่มาของความเจริญเติบโตในแต่ละสาขาการผลิตได้จากสมการ

$$\frac{A_i'}{A_i} = \frac{Q_i'}{Q_i} - \left[\sum_l \frac{w_l L_{li}}{p_i Q_i} \frac{L_{li}'}{L_{li}} + \sum_k \frac{c_k K_{ki}}{p_i Q_i} \frac{K_{ki}'}{K_{ki}} + \sum_j \frac{p_j X_{ji}}{p_i Q_i} \frac{X_{ji}'}{X_{ji}} \right]$$

โดยที่ (..′..) เหนือตัวแปรใดหมายถึงค่าอนุพันธ์เมื่อเทียบกับเวลา

p_i = ราคาผลผลิตที่แท้จริงของสาขาการผลิตที่ i

w_l = ราคาของปัจจัยแรงงานชนิด l ที่แท้จริง

c_k = ราคาของปัจจัยทุนชนิด k ที่แท้จริง

p_j = ราคาของปัจจัยขั้นกลางชนิด j ที่แท้จริง

A_i'/A_i = อัตราความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพแบบ Hicksian (growth rate of the Hicksian efficiency parameter) ของสาขาการผลิตที่ i

L_{li} = ปัจจัยแรงงานชนิด l ที่ใช้ในสาขาการผลิตที่ i

K_{ki} = ปัจจัยทุนชนิด k ที่ใช้ในสาขาการผลิตที่ i

X_{ji} = ปัจจัยขั้นกลางชนิด j ที่ใช้ในสาขาการผลิตที่ i

สำหรับการวิเคราะห์ในภาพรวม ได้กำหนดให้ฟังก์ชันการผลิตเป็นฟังก์ชันของปัจจัยทุน และปัจจัยแรงงานเท่านั้น และสามารถคำนวณหาที่มาของความเจริญเติบโตในภาพรวมได้จากสมการ

$$A = \sum_i \frac{p_i Y_i}{\sum_i p_i Y_i} \frac{Y_i'}{Y_i} - \left[\sum_l \sum_i \frac{w_l L_{li}}{\sum_i p_i Y_i} \frac{L_{li}'}{L_{li}} + \sum_k \sum_i \frac{c_k K_{ki}}{\sum_i p_i Y_i} \frac{K_{ki}'}{K_{ki}} \right]$$

$$\therefore A = \sum_i \frac{p_i Q_i}{\sum_i p_i Y_i} \frac{A_i'}{A_i}$$

โดยที่ A = อัตราการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพโดยรวม (aggregate rate of productivity change)

Y_i = ความต้องการขั้นสุดท้ายของสาขาการผลิตที่ i

นอกจากนี้ Nishimizu and Hulten ยังได้ประมาณค่าปัจจัยการผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณที่มาของความเจริญเติบโตดังนี้ สำหรับปัจจัยแรงงานได้มีการวัดทั้งเชิงปริมาณและ

การเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพโดยใช้คุณสมบัติของแรงงาน 5 ประการได้แก่ อาชีพ เพศ ขนาดของหน่วยผลิต อายุ และการศึกษา ดังสมการ

$$\frac{L_i'}{L_i} = \frac{M_i'}{M_i} + \frac{H_i'}{H_i} + \sum_k \sum_l \sum_m \sum_n \left\{ \frac{w_{klmn,i} L_{klmn,i}}{\sum\sum\sum\sum w_{klmn,i} L_{klmn,i}} \times \frac{e'_{klmn,i}}{e_{klmn,i}} \right\}$$

โดยที่ M_i = จำนวนแรงงานในสาขาการผลิตที่ i

H_i = ชั่วโมงการทำงานโดยเฉลี่ยในสาขาการผลิตที่ i

$e_{klmn.i}$ = สัดส่วนของชั่วโมงการทำงานทั้งหมดในสาขาการผลิตที่ i ที่จำแนกตามคุณสมบัติของแรงงาน (proportion of total sectoral man-hours worked by different types of workers)

แต่เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านข้อมูล ในการคำนวณค่าความเจริญเติบโตของปัจจัยแรงงาน จึงได้จำแนกความแตกต่างออกเพียง 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกใช้คุณสมบัติ อายุ อาชีพ เพศ ขนาดของหน่วยผลิต และกลุ่มที่สองใช้การศึกษา อาชีพ เพศ ขนาดของหน่วยผลิตในการวัดการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพ

สำหรับปัจจัยทุนนั้น Nishimizu and Hulten ได้คำนวณอัตราความเจริญเติบโตของปัจจัยทุนจากสมการ

$$\frac{K_i'}{K_i} = \sum_k \frac{c_{ki} K_{ki}}{\sum_k c_{ki} K_{ki}} \frac{K'_{ki}}{K_{ki}}$$

โดยที่ c_{ki} = ราคาค่าเช่า (rental price) ของปัจจัยทุนชนิด k ในสาขาการผลิตที่ i

K_{ki} = ปริมาณทุนหมุนเวียนของปัจจัยทุนชนิด k ในสาขาการผลิตที่ i

โดยในการวิเคราะห์ได้แบ่งปัจจัยทุนออกเป็น 9 ประเภทได้แก่ อาคารที่อยู่อาศัย อาคารที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย สิ่งปลูกสร้างอื่นๆ เครื่องจักร พาหนะขนส่งทางน้ำ พาหนะขนส่งทางบกและอากาศ เครื่องมือเครื่องใช้ ที่ดิน และสินค้าคงเหลือ

ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงปี ค.ศ. 1955 - 1971 ที่มาของความเจริญเติบโตในภาพรวมของประเทศ (ไม่ว่าจะใช้มูลค่าทุนที่ได้จากการประมาณขึ้นเองหรือจาก National Wealth Survey ในการประมาณปัจจัยทุน) นั้นเป็นผลมาจากปัจจัยทุนมากที่สุด สำหรับผลการศึกษาในแต่ละสาขา

การผลิตพบว่า 3 ใน 4 ของความเจริญเติบโตของผลผลิตในทุกสาขาการผลิตเป็นผลมาจากปัจจัยทุนและปัจจัยขั้นกลาง โดย 8 ใน 10 ของสาขาการผลิต ความเจริญเติบโตของผลผลิตมาจากปัจจัยทุนและปัจจัยขั้นกลางเกินกว่าร้อยละ 73 ของความเจริญเติบโตของผลผลิต ยกเว้นสาขาการเกษตรป่าไม้ และประมงที่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมีบทบาทต่อความเจริญเติบโตมากที่สุด ในขณะที่ปัจจัยแรงงานมีบทบาทเพียงเล็กน้อยต่อความเจริญเติบโตในทุกๆ สาขาการผลิต

A. O. Krueger and B. Tuncer (1980) ได้ทำการศึกษาถึงความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตรวมของภาคอุตสาหกรรมของประเทศตุรกีในช่วงปี ค.ศ. 1963 - 1976 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์และรูปแบบฟังก์ชันเช่นเดียวกับงานศึกษาของ M. Nishimizu and C. R. Hulten (1978) ดังสมการ

$$X_t = A_t f(V_1,.....V_j,.....,V_m)$$

โดยที่ X_t = ผลผลิต ณ เวลา t

V_j = ปัจจัยการผลิตชนิดที่ j ; j = 1, 2,....., j,....., m

A_t = การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีแบบเป็นกลางของ Hicks (Hicks-neutral technical change) ณ เวลา t

และสามารถคำนวณหาความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตรวมได้จากสมการ

$$\frac{dA_t}{A_t} = \frac{dX}{X} - \alpha_1 \frac{dV_1}{V_1} - ....., -\alpha_j \frac{dV_j}{V_j} ....., -\alpha_m \frac{dV_m}{V_m}$$

โดยที่ α_j = ความยืดหยุ่นของผลผลิตอันเนื่องมาจากปัจจัยการผลิตที่ j ; j = 1, 2, ...j, ..., m

หรือ α_j = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยการผลิตที่ j

Krueger and Tuncer ได้กำหนดให้ฟังก์ชันการผลิตรวมเป็นฟังก์ชันของปัจจัยทุน (capital) ปัจจัยแรงงาน (labor) และปัจจัยขั้นกลาง (purchased inputs) โดยในการประมาณค่าปัจจัยการผลิตต่างๆ นั้น Krueger and Tuncer ได้ใช้จำนวนแรงงานในการประมาณค่าปัจจัยแรงงาน และใช้มูลค่าสต๊อคของทุนที่ได้ประมาณขึ้นโดย State Planning Organization ในการประมาณค่าปัจจัยทุน อย่างไรก็ตาม Krueger and Tuncer ได้พยายามที่จะประมาณค่าสต๊อคของทุนขึ้นเองโดยการหักค่าเสื่อมราคาออกแล้วบวกเพิ่มด้วยการลงทุนครั้งใหม่ แต่เนื่องจากสต๊อคของทุนที่ประมาณ

ขึ้นนั้นทำให้การคำนวณอัตราความเจริญเติบโตของสต๊อคของทุนในอุตสาหกรรมที่รับการส่งเสริมนั้นต่ำเกินไป จึงไม่ได้นำสต๊อคของทุนที่ได้ประมาณขึ้นมาใช้ในการคำนวณความเจริญเติบโต

ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงปีที่ทำการศึกษาความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตรวมของภาคอุตสาหกรรมของประเทศตุรกีต่ำและมีแนวโน้มลดลง เมื่อพิจารณาในระดับสาขาการผลิต ถึงแม้ว่าจะไม่พบแบบแผนการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการผลิตที่แน่นอน แต่พอสรุปได้ว่า ความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตรวมของอุตสาหกรรมที่เป็นอุตสาหกรรมทดแทนการนำเข้ามีแนวโน้มลดลงมากกว่าอุตสาหกรรมที่เป็นอุตสาหกรรมดั้งเดิม ถึงแม้ว่าเมื่อเปรียบเทียบแล้วอัตราความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตรวมในอุตสาหกรรมทดแทนการนำเข้าจะสูงกว่าอุตสาหกรรมดั้งเดิมก็ตาม Krueger and Tuncer ได้สรุปว่า อาจเป็นผลของนโยบายอุตสาหกรรมที่เน้นการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้าที่ตุรกีได้เริ่มใช้ในระหว่างปี ค.ศ. 1963 – 1964 นอกจากนี้ยังพบว่า อุตสาหกรรมที่เป็นของภาครัฐมีอัตราความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตรวมสูงกว่าอุตสาหกรรมที่เป็นของภาคเอกชน ซึ่งผลการศึกษานี้เป็นที่น่าสงสัยอย่างยิ่ง Krueger and Tuncer จึงพยายามอธิบายว่า ในการวิเคราะห์มีข้อจำกัดบางอย่างซึ่งอาจส่งผลต่อผลการศึกษาได้

นอกจากนี้ Yukio Ikemoto (1986) ยังได้ใช้วิธีการวิเคราะห์เช่นเดียวกับ M. Nishimizu and C. R. Hulten (1978) และ A. O. Kruger and B. Tuncer (1980) ในการศึกษาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของประเทศต่างๆ ในแถบเอเชีย 10 ประเทศ ในช่วงปี ค.ศ. 1970 - 1980 โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกศึกษาถึงระดับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในแต่ละประเทศ และส่วนที่สองศึกษาถึงที่มาของความแตกต่างในระดับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในระหว่าง 2 ประเทศ ณ จุดของเวลาที่กำหนดให้ ซึ่งผลดังกล่าวได้นำมาใช้ในการทดสอบสมมติฐาน 2 ประการคือ

1. Verdoorn's law ที่ว่า มีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิต (productivity growth) และอัตราความเจริญเติบโตของผลผลิต (growth rate of output)

2. Gerschenkran's "borrowed technology" ที่ว่า ประเทศที่มีระดับเทคโนโลยีต่ำสามารถมีอัตราความเจริญเติบโตในอัตราที่สูง (high GDP growth) ได้ด้วยการบรรลุถึงความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตที่สูง (high productivity growth) โดยการนำเข้าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจากต่างประเทศ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าประเทศใดเมื่อบรรลุถึงระดับเทคโนโลยีที่สูงกว่าแล้ว และมีการนำเข้าเทคโนโลยีเพียงเล็กน้อย ประเทศนั้นอาจมีประสิทธิภาพการผลิตในส่วนที่ลดลง

ในการศึกษาทั้ง 2 ส่วน Ikemoto ได้ใช้ฟังก์ชันการผลิตรวม (aggregate production function) ที่มีปัจจัยทุนภายในประเทศ (domestic capital input) ทุนที่มีการนำเข้า (imported capital input) และแรงงาน (labor) เป็นปัจจัยการผลิต ดังสมการ

$$Y = F(Kd, Km, L, T)$$

โดยที่ Y = ผลผลิต

Kd = ปัจจัยทุนภายในประเทศ

Km = ปัจจัยทุนที่มีการนำเข้า

L = ปัจจัยแรงงาน

T = เวลา

ซึ่งสามารถคำนวณหาระดับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของแต่ละประเทศได้จากสมการ

$$\overline{V}_T = [\ln Y(T) - \ln Y(T-1)] - \overline{V}_{Kd}[\ln Kd(T) - \ln Kd(T-1)] - \overline{V}_{Km}[\ln Km(T) - \ln Km(T-1)] - \overline{V}_L[\ln L(T) - \ln L(T-1)]$$

เมื่อ $\overline{V}_{Kd} = [V_{Kd}(T) + V_{Kd}(T-1)]/2$

$\overline{V}_{Km} = [V_{Km}(T) + V_{Km}(T-1)]/2$

$\overline{V}_L = [V_L(T) + V_L(T-1)]/2$

$\overline{V}_T = [V_T(T) + V_T(T-1)]/2$

โดยที่ $\overline{V}_T$ = ดัชนีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีแบบ translog (translog index of technical change)

$V_{Kd}(T)$ = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยทุนภายในประเทศ ณ เวลา T

$V_{Km}(T)$ = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยทุนที่มีการนำเข้า ณ เวลา T

$V_L(T)$ = ส่วนแบ่งรายได้ของปัจจัยแรงงาน ณ เวลา T

และสามารถคำนวณที่มาของความแตกต่างในระดับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในระหว่าง 2 ประเทศ ณ จุดของเวลาที่กำหนดให้ได้จากสมการ

$$\tilde{V}_D = [\ln Y(A) - \ln Y(B)] - \tilde{V}_{Kd}[\ln Kd(A) - \ln Kd(B)]$$
$$- \tilde{V}_{Km}[\ln Km(A) - \ln Km(B)] - \tilde{V}_L[\ln L(A) - \ln L(B)]$$

เมื่อ
$$\tilde{V}_{Kd} = [V_{Kd}(A) + V_{Kd}(B)]/2$$
$$\tilde{V}_{Km} = [V_{Km}(A) + V_{Km}(B)]/2$$
$$\tilde{V}_L = [V_L(A) + V_L(B)]/2$$
$$\tilde{V}_D = [V_D(A) + V_D(B)]/2$$

โดยที่ตัวอักษรในวงเล็บ (A), (B) หมายถึง ประเทศ A และประเทศ B ตามลำดับ และ

$\tilde{V}_D$ = ดัชนีของความแตกต่างในระดับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีแบบ translog (translog index of difference in levels of technology) ในระหว่าง 2 ประเทศ ณ จุดของเวลาที่กำหนดให้

สำหรับการประมาณค่าปัจจัยการผลิต Ikemoto ได้ใช้จำนวนแรงงานในการประมาณค่าปัจจัยแรงงาน และเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านข้อมูลจึงไม่สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพของแรงงานได้ ส่วนการประมาณค่าปัจจัยทุนนั้น เนื่องจากไม่มีวิธีการใดที่สามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของประสิทธิภาพการผลิตรวมออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่มาจากต่างประเทศ และส่วนที่มีอยู่ภายในประเทศได้ ดังนั้น Ikemoto จึงใช้แนวคิดสต๊อคของทุนที่มีการนำเข้าซึ่งอาจครอบคลุมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ ในต่างประเทศ ซึ่งอาจใช้เป็นตัวแทนของประสิทธิภาพการผลิตรวมส่วนที่มาจากต่างประเทศได้ โดยแบ่งปัจจัยทุนออกเป็น 2 ประเภทคือ ปัจจัยทุนภายในประเทศ และปัจจัยทุนที่มีการนำเข้า และใช้สต๊อคของทุนในการประมาณค่าปัจจัยทุน ซึ่งสต๊อคของทุนภายในประเทศจะมีค่าเท่ากับสต๊อคของทุนทั้งหมดลบด้วยสต๊อคของทุนที่มีการนำเข้า

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ไต้หวันและเกาหลีเป็นประเทศที่มีระดับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสูงที่สุด ในขณะที่อินเดียมีระดับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด ส่วนประเทศอื่นๆ จะอยู่ในระดับปานกลาง สำหรับประเทศที่พัฒนาแล้วได้แก่ ญี่ปุ่น ฮ่องกง และสิงคโปร์ พบว่า ที่มาของความเจริญเติบโตเป็นผลมาจากปัจจัยทุนเป็นส่วนใหญ่ เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ M. Nishimizu and C. R. Hulten (1978) ในประเทศญี่ปุ่น ในขณะที่อินเดียและฟิลิปปินส์ปัจจัยแรงงานมีบทบาทต่อความเจริญเติบโตมากที่สุด นอกจากนี้ Ikemoto ยังพบว่า มีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างความเจริญเติบโตของประสิทธิภาพการผลิต และอัตราความเจริญเติบโตของผลผลิต ยกเว้นประเทศญี่ปุ่น สิงคโปร์ ฮ่องกง และมาเลเซีย ซึ่งอธิบายได้ด้วยสมมติฐาน Gerschenkran's "borrowed technology"