# 跨國垂直分工與貿易利得 *

林柏生 **、馮于倫 ***

## 摘　要

本文將生產流程切割技術引入 Heckscher-Ohlin 模型，探討當引入兩階段生產流程切割的固定規模報酬技術如何影響參與國的福利，並藉由一國資本稟賦變動探討各別國家和世界生產模式及貿易型態的內生性變動，並比較其在自給自足和有無生產切割自由貿易下的福利變化。研究結果發現，在有生產流程切割技術的自由貿易模型下，兩國仍根據比較優勢生產；此外，當兩國在非專業化生產且切割產業爲跨國垂直分工生產的情況下，兩國在有生產流程切割之自由貿易的福利才會同時較沒有生產流程切割的自由貿易福利高；否則在自由貿易下只會有一國的福利會提高而另一國福利會下降的現象。

關鍵詞：跨國垂直分工、貿易利得、Heckscher-Ohlin 模型

JEL 分類代號：F11

---

* 作者感謝兩位匿名評審、本刊主編及編輯委員對於本文所提出之寶貴意見及建議，使本文更臻完善。另外，江永裕教授、黃登興教授、黃幼宜教授、溫偉任教授及徐則謙教授對論文初稿給予指正，使本文獲益良多，在此謹致謝忱。

** 國立政治大學國際經營與貿易學系。國立政治大學國際經營與貿易學系教授，本文聯繫作者。電話：(02) 2939-3091 分機 81005；E-mail：lps@nccu.edu.tw。

*** 國立政治大學國際經營與貿易學系博士。

DOI: 10.3966/054696002019060105003

# 跨國垂直分工與貿易利得

林柏生、馮于倫

## 壹、前言

近年來，由於生產技術的不斷進步、貿易成本的下降及國家間工資的差異，出現許多有別於傳統理論的生產型態，如生產流程切割 (fragmentation of production)[1]、垂直專業分工 (vertical specialization)[2]、外包 (outsourcing) 或離岸外包 (offshoring) 等；而這些新生產型態亦導致貿易型態發生改變，如中間財 (intermediate goods) 貿易或生產要素的跨國移動。筆記型電腦和智慧型手機 iphone 的生產，都是鮮明例子。筆記型電腦中，主要的關鍵零組件中央處理器 (central process unit，CPU)，乃由美國英特爾 (Intel) 公司生產，其他國家再向該公司購買中央處理器後，爾後進行組裝加工製造成最終製造商品 (即電腦) 後，再銷售至世界各國。此外，Kraemer et al. (2011) 指出美國蘋果公司之 iphone 的生產流程切割模式，乃由美國蘋果公司負責主要設計，其他相關零組件則分別交由日本、韓國、德國、台灣及中國等國家生產，再交由台灣鴻海公司在中國的工廠生產組裝。上述例子點出現今普遍可見生產流程切割的現象，進而使得國家間的競爭由個別產業擴展爲生產階段的競爭，進而大幅提高中間財的貿易。

---

[1] 依據 Deardorff (2001) 定義，生產流程切割指的是爲將生產流程切割爲兩個以上的生產階段，其所有生產階段可在不同地區或國家生產但皆爲了生產同一最終商品。

[2] 根據 Hummels et al. (2001) 的定義，垂直專業分工指的是一具有兩個以上序列性 (即有上下游關係) 生產階段的產品，其所有的生產階段將由兩個以上的國家生產，且至少有一國必須進口中間財作爲某特定階段的中間投入，並將此生產階段的產品出口至其他

在現實世界中，生產流程切割已是一常見的生產模式，另一方面學者們在討論現今經濟成長時也發現所得分配不均似乎有逐漸惡化的現象，兩者之間是否有所關聯是一個值得探討的議題。由於單要素模型並無法探討一國內不同要素所得分配不均的問題，因此我們將生產流程切割引入兩要素模型中。理論上，擁有流程切割技術會使切割國的資本在使用上多了一個有利的選擇，所以切割國的福利應該因而提升，本文的結果也驗證了此一直覺推理；然而整體福利提升並不意味所有要素的所得也會普遍提升。根據本文分析，我們發現擁有切割技術雖然提高了切割國的資本所得，但卻同時降低了該國的勞動所得；而不具切割技術的國家，雖然福利未必會因他國具有切割技術而提升，但勞動所得卻一定會增加而資本報酬減少。這些有趣的結果不僅豐富了傳統 Heckscher-Ohlin 模型，也具有重要的政策意涵。

當生產流程切割技術發生後，這些新生產模式及貿易型態的變動，對個別國家及世界而言是否都帶來更高福利的問題也給國貿理論帶來相當多的爭論，如 Jones and Marjit (1992)、Arndt (1997, 1999)、Venables (1999)、Findlay and Jones (2000, 2001)、Jones and Kierzkowski (1998, 2000) 及 Jones et al. (2002)、Deardorff (2001, 2008)、Baldwin and Robert-Nicoud (2008, 2014) 等，由於研究內容複雜，上述文獻大多將生產流程切割技術納入 Heckscher-Ohlin 架構並採取圖形或經濟直覺進行分析 [3]，但皆不能對參與國之國家福利影響提供精準的確定結果，此均可參見如 Deardorff (2008) 和 Baldwin and Robert-Nicoud (2008)。

在傳統不具有專業分工且生產流程切割技術的文獻中，兩國若根據比較優勢進行自由貿易，將使得兩國的福利皆提高。然而，近年來在盛行的具有生產流程切割技術的文獻中，切割生產流程的發生會不會使得自由貿易的福利再進一步的提高或降低，卻引起不同的爭論。如 Arndt (1997) 利用圖形分析，指出當生產流程切割發生時，若使得生產

---

國家。

[3] 亦有部分文獻將生產流程切割技術納入李嘉圖模型中，探討垂直專業分工對參與國福利的影響，相關文獻可參考 Deardorff (2001) 及 Rodríguez-Clare (2010)。

可能曲線外移，則生產流程切割將使得國家福利提高；並說明垂直分工對於要素擁有者的福利影響，取決於垂直分工產業的要素密集度和該國的要素稟賦。Deardorff (2001, 2008) 利用圖形和經濟直覺分析，則得到若大國因爲生產流程切割導致貿易條件惡化，將可能使得其福利下降，而貿易對手國福利上升，但貿易兩國的總福利也可能下降。Markusen and Venables (2007) 亦利用圖形及函數型生產函數分析，將生產流程切割引入一國要素相對豐富之最終財，指出該最終財將因生產流程切割的發生而增加生產效率，故使得大部分國家的貿易量及福利都提高。由於前述文獻，未能確切釐清福利提高的條件，因此本文沿著 Arndt (1997) 及 Deardorff (2001, 2008) 的概念進行擴展，欲立一個標準 Heckscher-Ohlin 模型中，引入生產流程切割技術，並透過數值模擬說明在「何種」生產型態下，才能使得兩國的福利皆增加；此外，分別指出在各種不同的生產型態下，兩國福利之增減並提供各生產型態發生的條件。

另外，在不利成長的文獻中，Jones and Kierzkowski (1990, 1998)、Deardorff (2001) 及 Baldwin and Robert-Nicoud (2008) 皆提過可將生產流程切割視爲一種技術進步或要素擴大的技術進步，則上述結論與不利成長 (immiserizing growth) 的貿易文獻非常類似，即當一國發生技術進步時，小國的福利可能因爲該國存在有要素或商品市場的扭曲現象 (如工資差異與關稅)，讓該國的福利可能下降；大國亦可能因爲技術進步帶來貿易條件的惡化，導致福利下降；故如何得到明確的福利提高效果及其條件，一直是這方面研究的重點。

另一方面，雖然新貿易理論從規模經濟的觀點成功的解釋眞實世界的許多現象，但無法進一步修改模型設定來論述生產流程切割的實際現象。即使是自 Melitz (2003) 之後的新新貿易理論，從異質廠商的觀點，分析廠商生產力與生產決策，之後引發後續相當多的文獻，但是對於生產流程切割問題也無深入討論。再者，從新貿易理論及新新貿易理論因只考慮單一要素投入，與眞實世界有點距離。因此，本文將建立一個標準的 Heckscher-Ohlin 模型，兩種商品皆使用勞動與資本兩種要素和固定規模報酬的技術生產，則一個資本稟賦相對豐富的國家，在自由貿易時，將出口資本密集財，若現假設在

此國家原具有比較優勢的商品中引入兩階段生產流程切割的固定規模報酬技術，即上游是只用資本生產的中間財，下游是要用勞動與中間財生產的最終財，且若只有該國擁有切割技術的中間財設定[4]。本文將藉由資本稟賦變動 (類似資本擴大的技術進步) 來探討各別國家及世界生產模式及貿易型態的內生性變動，並比較其在自給自足和有無生產流程切割之自由貿易下的福利變化。

本文研究得到的結論爲：在兩國可進行生產流程切割的模型中，當一國的資本稟賦變動，兩國自由貿易會內生存在不同的生產模式，若再利用數值模擬計算，分析這些不同生產模式下的兩國貿易型態及貿易利得，則在具有垂直專業分工及生產流程切割模型的設定下，本文得到影響國家福利的兩種效果：「生產技術效果」及「相對資本供給效果」。其中，「生產技術效果」指的是當採用生產流程切割時，雖然切割產業在切割前與後均爲固定規模報酬，但在最終財的生產中，資本的邊際生產力仍是遞減的，而在中間財的生產中已變爲資本邊際生產力是固定的，因此隨本國資本稟賦增加，本國會產生勞動報酬上升，資本報酬下降但不會過多，爲福利提高的主要因素；而「相對資本供給效果」則爲採用生產流程切割及跨國垂直專業分工時，當本國開始出口中間財至外國進行組裝，可將此中間財視爲外國資本的輸入或資本要素稟賦會增加，導致外國雖然勞動報酬上升但資本報酬和福利會下降的原因。因此，本文亦能得到一個比以前文獻更進一步的確切福利比較結果，即兩國需根據比較利益且在切割產業爲跨國垂直分工生產的情況下，兩國有生產流程切割之自由貿易的福利才會同時較沒有生產流程切割的自由貿易福利高；否則在自由貿易下會有一國的福利提高而另一國福利會下降的現象。在本文中，當追求兩國福利 (即世界福利) 最大化下可找到一組唯一解，若兩國皆有生產流程切割技術卻會產生多重均衡解 (另有一文討論)。因此，在引入生產流程切割技術後，透過數值模擬分析可知，對應每一種相對資本稟賦 (即在本國的任一種資本稟賦下)，本文可得到

[4] 爲了簡化分析，本文採用類似 Markusen and Venables (2007) 的模型設定 $b_x(w,r) = B(b_A(w,r), b_c(w,r))$，爲一個特例並利用多國模型討論生產流程切割發生對貿易量及福利的影響。

多個生產型態，並得到相對應兩國不同的各別福利水準。在有生產流程切割下本國福利皆比沒有生產流程切割時高 (類似貿易文獻上的出口財生產技術進步)，但對應本國資本稟賦較高時，由於中間財的出口，將發生貿易逆轉現象，且同時亦出現貿易條件惡化情況，使得福利減少，但總和的本國福利仍然爲正，即生產技術進步的效果。直到本文所提及的最後情況 (即兩國資本稟賦差距非常大)，生產技術進步的正效果仍然大於貿易條件惡化的負效果，亦即本文所提及之生產技術效果與相對資本供給效果的互相交互作用。此外，透過本文可看到兩國在各種不同的相對資本稟賦下，可比較在有無生產流程切割技術情況下，內生的生產型態、貿易型態和貿易利得均不相同。最適自由貿易解仍以比較利益爲基礎，即生產切割技術、要素稟賦和密集度將在自由貿易後產生是否水平或垂直專業分工與要素價格均等化定理是否成立，此皆會在比較利益上扮演著決定性的角色！另外，要素價格不均等的發生，導致中間財在兩國垂直專業分工並使得兩國均能從自由貿易獲得利益但要素擁有者則不一定。在本文論述中，若發生生產流程切割技術，將出現內生性的多重均衡解；當兩國相對資本稟賦差異較小時，本國將因爲生產流程切割技術的引入而使得福利增加，而外國福利卻下降，但世界福利仍爲下降，要素價格均等化定理不成立；而當兩國爲皆非專業化生產型態 (本國生產兩最終財及中間財，而外國生產兩最終財) 時，自由貿易後會使得兩國的要素價格均等化定理成立，兩國的福利仍並不會同時增加，但世界福利增加；直到兩國相對資本要素稟賦差距愈來愈大，兩國福利將同時增加，而要素價格均等化定理亦不成立且造成所得分配惡化；此與傳統 Heckscher-Ohlin 模型的結論不相同。

本文架構以本節爲前言外，第貳節爲模型建立與研究，第參節爲特別係數之模型與數值模擬，第肆節爲數值模擬之結果分析，第伍節爲結論。

# 貳、理論模型

本文採用 Cobb-Douglas 生產函數，且依循 H-O 的模型設定，探討在引入生產流程切割技術後，兩國的生產型態改變。因此，在第一小節先說明沒有生產流程切割技術模型的自由貿易均衡解；第二小節則探討有生產流程切割技術之模型的各種生產模式及其自由貿易均衡解。

## 一、自由貿易下，沒有生產流程切割技術模型-原始 H-O 模型

假定爲一個兩國的模型，本國 $h$ 及外國 $f$，兩國分別生產兩種最終財 $X$ 和 $Y$，其各產業皆爲完全競爭市場。此外，兩國的勞動稟賦爲 $\bar{L}^h$ 及 $\bar{L}^f$ ，而資本稟賦爲 $\bar{K}^h$ 及 $\bar{K}^f$ 且兩國要素稟賦不同。因此，商品的生產函數如下：

$$\begin{aligned} f^{X_i}(L_{X^i}, K_{X^i}) &= L_{X^i}^{\alpha} K_{X^i}^{1-\alpha} \\ f^{Y_i}(L_{Y^i}, K_{Y^i}) &= L_{Y^i}^{1-\alpha} K_{Y^i}^{\alpha} \end{aligned} \tag{1}$$

其中 $i = h, f$，而 $L_{ji}$ 和 $K_{ji}$ 分別表示 $i$ 國生產 $j$ 財時的總勞動需求和總資本需求；$\alpha$ 和 $1-\alpha$ 在生產 $X$ 財時，分別表示爲勞動力產出及資本產出的彈性係數，而在生產 $Y$ 財，則爲資本產出和勞動產出的彈性係數；此外，$X$ 財爲資本密集財，$Y$ 財爲勞動密集財，且兩財之生產函數皆爲固定規模報酬 (constant return scale)。

另外，假定兩國消費者有相同的消費偏好，效用函數如下：

$$U^i = C_{X^i}^{s} C_{Y^i}^{1-s} \tag{2}$$

式中，$s$ 表示消費者對 $X$ 財之支出占所得比重，而 $1-s$ 則爲消費者對 $Y$ 財之支出占所得

比重。

根據上述 (1) 和 (2) 式並利用極小化成本及市場結清條件下求解，可得最適最終財的產量：

$$X^i=\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{\alpha}\frac{(1-\alpha)^2}{2\alpha-1}\left(\frac{\bar{K}^h+\bar{K}^f}{\bar{L}^h+\bar{L}^f}\right)^{-\alpha}\left[\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)\left(\frac{\bar{K}^h+\bar{K}^f}{\bar{L}^h+\bar{L}^f}\right)\bar{L}^i-\bar{K}^i\right] \tag{3}$$

$$Y^i=\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{\alpha}\frac{(1-\alpha)^2}{2\alpha-1}\left(\frac{\bar{K}^h+\bar{K}^f}{\bar{L}^h+\bar{L}^f}\right)^{\alpha}\left[\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)\left(\frac{\bar{K}^h+\bar{K}^f}{\bar{L}^h+\bar{L}^f}\right)^{-1}\bar{K}^i-\bar{L}^i\right] \tag{4}$$

此外在沒有生產流程切割技術之模型中，由於兩國貿易的發生原因來自於兩國的要素稟賦不同所致，即當該國擁有相對豐富的某資源稟賦時，該國將生產並出口此密集度較高的產品，具有比較利益，因此自由貿易將使得兩國福利皆上升，且兩國要素價格趨向均等，即要素價格均等化定理 (Factor-Price Equilibrium Theorem)，故亦可求得兩國的要素報酬爲：

$$w^h=w^f=\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{\frac{3\alpha-2\alpha^2-1}{2\alpha-1}}\left(\frac{\bar{K}^h+\bar{K}^f}{\bar{L}^h+\bar{L}^f}\right)^{\alpha} \tag{5}$$

$$r^h=r^f=\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{\frac{3\alpha-2\alpha^2-1}{2\alpha-1}}\left(\frac{\bar{K}^h+\bar{K}^f}{\bar{L}^h+\bar{L}^f}\right)^{\alpha-1} \tag{6}$$

由式 (5) 和 (6) 可知，要素價格均等化定理成立；此外，令最終財 $Y^i$ 的價格 $P_Y$ 爲計價單位 (numeraire)，故兩國的商品相對價格爲

$$P_X/P_Y=P_X=P=\left[\left(\bar{K}^h+\bar{K}^f\right)/\left(\bar{L}^h+\bar{L}^f\right)\right]^{2\alpha-1}$$

## 二、自由貿易下，有生產流程切割技術之模型

在本文中，假設本國爲資本稟賦豐富國且僅有本國擁有生產流程切割技術[5]，並假定最終財 $X^i$ 爲資本密集財且在本國具有比較優勢，故對最終財 $X^i$ 進行生產流程切割，將其切割爲兩階段生產流程，分別爲上游是只用資本生產的中間財 $M^h$ 和下游爲透過勞動和中間財生產的最終財 $X^i$ 。另外，本文中亦假定中間財 $M^h$ 之生產函數的資本彈性係數爲 1；最終財 $X^i$ 之生產函數的勞動彈性係數爲 $\alpha$ ，使用中間財產出的彈性係數爲 $1-\alpha$ ；而生產 $Y^i$ 財之生產函數的勞動彈性係數爲 $1-\alpha$ ，資本彈性係數爲 $\alpha$ ，即生產函數爲固定規模報酬的要素彈性係數設定；且 $1-\alpha > \alpha$ 。另外，在本文的模型設定下，兩最終商品的資本邊際生產力遞減，而中間財則爲資本邊際生產力固定；且各產業皆爲完全競爭市場。最後，在兩國要素稟賦需爲完全充分使用的假定下，可得出在本國各種不同資本稟賦下所內生決定之五種垂直分工的生產型態均衡，以下將就各種生產型態依序說明。

另外，在有生產流程切割技術的模型中，本文仍假定兩國之消費效用函數相同，如下所示：

$$U^i = C_{X^i}^{s} C_{Y^i}^{1-s} \tag{7}$$

式中，$s$ 表示該國消費者對最終財 $X$ 之支出占所得比重，而 $1-s$ 則爲對 $Y$ 財之支出占所得比重。

---

[5] 文中討論只有本國的比較優勢產品具有切割技術而外國沒有，主要在此情況下，模型中的均衡解具有唯一性 (在世界福利極大化的假設下)，若兩國都有切割技術卻會產生多重均衡解 (本研究另有一文討論)。此外，中間財的生產是生產者的最適決策，由於在有中間財生產技術下的市場均衡價格中，引入中間財生產技術將使得資本稟賦的使用多了一個較有利的選擇，因爲使用資本生產中間財的邊際生產力是固定的，因此選擇生產中間財較有利，即其爲內生決定。

## (一)生產型態 I：$X^h$、$Y^h$、$M^h$、$X^f$、$Y^f$

在該生產型態中，兩國皆非專業化生產；且中間財在本國生產並作爲兩國最終財 $X^i$ 的中間投入。其相關生產函數如下：

$$
\begin{aligned}
&f^{X^h}(L_{X^h}, M_{X^h}) = L_{X^h}^{\alpha} M_{X^h}^{1-\alpha} \\
&f^{Y^h}(L_{Y^h}, K_{Y^h}) = L_{Y^h}^{1-\alpha} K_{Y^h}^{\alpha} \\
&f^{M^h}(K_{M^h}) = K_{M^h} \\
&f^{X^f}(L_{X^f}, M_{X^f}) = L_{X^f}^{\alpha} M_{X^f}^{1-\alpha} \\
&f^{Y^f}(L_{Y^f}, K_{Y^f}) = L_{Y^f}^{1-\alpha} K_{Y^f}^{\alpha}
\end{aligned}
\tag{8}
$$

其中，本國在生產最終財 $X^h$ 時，需使用中間財 $M_{X^h}$ 及勞動投入 $L_{X^h}$，而外國生產最終財 $X^f$ 時，則需進口中間財 $M_{X^{hf}}$ 並搭配該國勞動投入 $L_{X^f}$；至於中間財 $M^h$ 之生產僅需要資本要素投入 $K_{M^h}$。在兩國之最終財 $Y^i$ 的生產函數設定上則和自由貿易下沒有生產流程切割之模型設定相同，需使用勞動及資本進行生產。

根據上述 (8) 式之生產技術並利用極小化成本及市場結清條件下求解，可得最適最終財及中間財的產量：

$$
X^h = \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{\alpha} \frac{\alpha(1-\alpha)}{2\alpha-1} A^{1-\alpha} \left\{ \left[ \bar{L}^h + \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^2 \bar{L}^f \right] - \frac{1-\alpha}{\alpha} A^{-1} \left[ \bar{K}^h + \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^2 \bar{K}^f \right] \right\} \tag{9}
$$

$$
Y^h = \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{\alpha} \frac{(1-\alpha)^2}{2\alpha-1} A^{\alpha} \left\{ \frac{1-\alpha}{\alpha} A^{-1} \left[ \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^{-2} \bar{K}^h + \bar{K}^f \right] - \left(\bar{L}^h + \bar{L}^f\right) \right\} \tag{10}
$$

$$
M^h = (1-\alpha)\left(\bar{K}^h + \bar{K}^f\right) \tag{11}
$$

$$X^f = \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{\alpha-1} A^{1-\alpha}\left[\bar{L}^f - \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)A^{-1}\bar{K}^f\right] \tag{12}$$

$$Y^f = \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{\alpha-1} A^{\alpha-1}\bar{K}^f \tag{13}$$

其中，令 $\left(\bar{K}^h+\bar{K}^f\right)/\left(\bar{L}^h+\bar{L}^f\right)=A$；此外，根據最適產量之上述方程式，可歸納出形成此生產型態之條件如下：

$$\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f} < \frac{\alpha}{1-\alpha}\frac{\bar{K}^h+\bar{K}^f}{\bar{L}^h+\bar{L}^f} < \frac{\bar{K}^h+\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^2\bar{K}^f}{\bar{L}^h+\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^2\bar{L}^f} < \frac{\bar{K}^h+\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^2\bar{K}^f}{\bar{L}^h+\bar{L}^f} < \frac{1-\alpha}{\alpha}\frac{\bar{K}^h+\bar{K}^f}{\bar{L}^h+\bar{L}^f}$$

利用消費者效用函數可求出兩最終財的相對價格 $P$ 爲兩國要素稟賦之函數，且可推得中間財價格 $q$，分別表示如下：

$$P = A^{2\alpha-1} \tag{14}$$

$$q = \alpha^{\alpha}\left(1-\alpha\right)^{\frac{2\alpha^2-3\alpha+1}{1-2\alpha}} A^{\alpha-1} \tag{15}$$

而在此非專業化的生產型態下的均衡要素報酬，分別爲：

$$w^h = w^f = \alpha^{\alpha}\left(1-\alpha\right)^{1-\alpha} A^{\alpha} \tag{16}$$

$$r^h = r^f = \alpha^{\alpha}\left(1-\alpha\right)^{\frac{2\alpha^2-3\alpha+1}{1-2\alpha}} A^{\alpha-1} \tag{17}$$

由上述兩式可知，當引入生產流程切割技術於最終財 $X^i$ 時，若生產型態爲兩國皆非專業會生產，則兩國的要素報酬仍會相等，亦符合要素價格均等化定理。

## (二)生產型態 II：$X^h$、$M^h$、$X^f$、$Y^f$

在該生產型態中，本國爲專業化生產，外國則爲非專業化生產；且中間財在本國生產並作爲兩國最終財 $X^i$ 的中間投入。其相關生產函數如下：

$$\begin{aligned} &f^{X^h}(L_{X^h}, M_{X^h}) = L_{X^h}^{\alpha} M_{X^h}^{1-\alpha} \\ &f^{M^h}(K_{M^h}) = K_{M^h} \\ &f^{X^f}(L_{X^f}, M_{X^f}) = L_{X^f}^{\alpha} M_{X^f}^{1-\alpha} \\ &f^{Y^f}(L_{Y^f}, K_{Y^f}) = L_{Y^f}^{1-\alpha} K_{Y^f}^{\alpha} \end{aligned} \tag{18}$$

透過 (18) 式，採用極小化成本方法及市場結清條件得最適生產量如下：

$$X^h = \alpha^{\alpha-1}\left(\bar{K}^h\right)^{1-\alpha}\left(\bar{L}^h + \bar{L}^f\right)^{\alpha-1}\bar{L}^h \tag{19}$$

$$M^h = \bar{K}^h \tag{20}$$

$$X^f = \alpha^{\alpha-1}\left(\bar{K}^h\right)^{1-\alpha}\left(\bar{L}^h + \bar{L}^f\right)^{\alpha-1}\left[\bar{L}^f - (1-\alpha)\left(\bar{L}^h + \bar{L}^f\right)\right] \tag{21}$$

$$Y^f = (1-\alpha)^{\frac{2\alpha^2-3\alpha+1}{1-2\alpha}}\left(\bar{K}^f\right)^{\alpha}\left(\bar{L}^h + \bar{L}^f\right)^{1-\alpha} \tag{22}$$

根據上述最適產量方程式，可得此生產型態發生的條件爲：

$$\frac{\bar{L}^f}{\bar{L}^h} > \frac{1-\alpha}{\alpha}$$

由上述條件知道該生產型態僅受兩國的勞動稟賦影響。

而兩國最終商品的相對價格函數及中間財商品價格爲：

$$P=\alpha^{-\alpha}\left(1-\alpha\right)^{1-\alpha}\left(\bar{K}^{h}\right)^{\alpha-1}\left(\bar{K}^{f}\right)^{\alpha}\left(\bar{L}^{h}+\bar{L}^{f}\right)^{1-2\alpha} \tag{23}$$

$$q=\left(1-\alpha\right)^{\frac{2\alpha^{2}-5\alpha+2}{1-2\alpha}}\left(\bar{K}^{h}\right)^{-1}\left(\bar{K}^{f}\right)^{\alpha}\left(\bar{L}^{h}+\bar{L}^{f}\right)^{1-\alpha} \tag{24}$$

在本國專業化生產的型態下，兩國僅有勞動報酬相等，因此要素價格均等化定理不成立，故要素報酬如下所示：

$$w^{h}=w^{f}=\left(1-\alpha\right)^{\frac{2\alpha^{2}-3\alpha+1}{1-2\alpha}}\left(\bar{K}^{f}\right)^{\alpha}\left(\bar{L}^{h}+\bar{L}^{f}\right)^{-\alpha} \tag{25}$$

$$r^{h}=\left(1-\alpha\right)^{\frac{2\alpha^{2}-5\alpha+2}{1-2\alpha}}\left(\bar{K}^{h}\right)^{-1}\left(\bar{K}^{f}\right)^{\alpha}\left(\bar{L}^{h}+\bar{L}^{f}\right)^{1-\alpha} \tag{26}$$

$$r^{f}=\alpha\left(1-\alpha\right)^{\frac{2\alpha^{2}-3\alpha+1}{1-2\alpha}}\left(\bar{K}^{f}\right)^{\alpha-1}\left(\bar{L}^{h}+\bar{L}^{f}\right)^{1-\alpha} \tag{27}$$

## (三)生產型態 III：$Y^{h}$、$M^{h}$、$X^{f}$、$Y^{f}$

在該生產型態中，兩國皆爲非專業化生產，但中間財在本國生產並只作爲外國最終財 $X^{f}$ 的中間投入，即切割產業爲跨國垂直分工 (international vertical specialization) 生產。其相關生產函數如下：

$$\begin{aligned}
&f^{Y^{h}}(L_{Y^{h}},K_{Y^{h}})=L_{Y^{h}}^{1-\alpha}K_{Y^{h}}^{\alpha}\\
&f^{M^{h}}(K_{M^{h}})=K_{M^{h}}\\
&f^{X^{f}}(L_{X^{f}},M_{X^{f}})=L_{X^{f}}^{\alpha}M_{X^{f}}^{1-\alpha}\\
&f^{Y^{f}}(L_{Y^{f}},K_{Y^{f}})=L_{Y^{f}}^{1-\alpha}K_{Y^{f}}^{\alpha}
\end{aligned} \tag{28}$$

透過極小化成本及市場結清條件求解，僅可找出兩最終商品的相對價格和中間財價

格的關係，故

$$P=\alpha^{-\alpha}(1-\alpha)^{\frac{\alpha^2-3\alpha+1}{\alpha-1}}q^{\frac{2\alpha-1}{\alpha-1}}(\bar{K}^f)^{\frac{\alpha^2}{\alpha-1}}\left[\bar{K}^h-\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\bar{L}^h\right]^{\frac{\alpha^2}{\alpha-1}} \tag{29}$$

而相關要素報酬則和中間財的價格 $q$ 有關，分別說明如下：

$$w^h=\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}(1-\alpha)q^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \tag{30}$$

$$r^h=q \tag{31}$$

$$w^f=(1-\alpha)^{\frac{1}{1-\alpha}}q^{\frac{\alpha}{\alpha-1}}(\bar{K}^f)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\left(\bar{K}^h-\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}q^{\frac{1}{\alpha-1}}\bar{L}^h\right)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} \tag{32}$$

$$r^f=\frac{\alpha}{1-\alpha}q(\bar{K}^h)^{-1}\left(\bar{K}^h-\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}q^{\frac{1}{\alpha-1}}\bar{L}^h\right) \tag{33}$$

由以上方程式可知，在此生產型態下之要素價格均等化定理不成立。

因此，最終財及中間財的最適生產量亦爲一包含中間財價格 $q$ 的函數，表示如下：

$$Y^h=\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}q^{\frac{\alpha}{\alpha-1}}\bar{L}^h \tag{34}$$

$$M^h=\bar{K}^h-\alpha^{\frac{1}{1-\alpha}}q^{\frac{1}{\alpha-1}}\bar{L}^h \tag{35}$$

$$X^f=\alpha^{\alpha-1}(1-\alpha)^{2-\alpha}q^{-1}(\bar{K}^f)^{\alpha}\left[\bar{K}^h-\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}q^{\frac{1}{\alpha-1}}\bar{L}^h\right]^{-\alpha}\left\{\bar{L}^f-(1-\alpha)^{\frac{1}{\alpha-1}}q^{\frac{1}{1-\alpha}}(\bar{K}^f)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}}\right.$$

$$\cdot\left[\bar{K}^h-\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}q^{\frac{1}{\alpha-1}}\bar{L}^h\right]^{\frac{1}{1-\alpha}}\Bigg\} \tag{36}$$

$$Y^f=(1-\alpha)^{-1}q\left[\bar{K}^h-\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}q^{\frac{1}{\alpha-1}}\bar{L}^h\right] \tag{37}$$

根據上述方程式，可歸納出發生此生產型態的條件爲：

$$\frac{\bar{K}^h}{\bar{L}^h}>\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}q^{\frac{1}{\alpha-1}}$$

另外，此生產型態可藉由筆記型電腦的生產流程看出，主要的關鍵零組件中央處理器 (central process unit，CPU)，乃由美國英特爾 (Intel) 公司生產，其他國家再向該公司購買中央處理器後，爾後進行組裝加工製造成最終製造商品 (即電腦) 後，再銷售至世界各國；亦即切割產業僅由本國生產中間財且全部出口外國進行組裝的生產型態。

## (四)生產型態 IV：$X^h$、$M^h$、$Y^f$

在該生產型態中，兩國皆爲專業化生產，且中間財在本國生產並只作爲本國最終財 $X^h$ 的中間投入，即切割產業在本國垂直分工生產。其相關生產函數如下：

$$\begin{aligned}
&f^{X^h}(L_{X^h},M_{X^h})=L_{X^h}^{\alpha}M_{X^h}^{1-\alpha}\\
&f^{M^h}(K_{M^h})=K_{M^h}\\
&f^{Y^f}(L_{Y^f},K_{Y^f})=L_{Y^f}^{1-\alpha}K_{Y^f}^{\alpha}
\end{aligned} \tag{38}$$

利用 (38) 式，透過極小化成本和市場結清條件求解，最適生產量如下：

$$X^h=(\bar{K}^h)^{1-\alpha}(\bar{L}^h)^{\alpha} \tag{39}$$

$$M^h = \bar{K}^h \tag{40}$$

$$Y^f = \left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\alpha} \bar{L}^f \tag{41}$$

此外，最終財之均衡相對價格、中間財價格及相關要素報酬則說明如下：

$$P = \frac{\bar{L}^f}{\bar{L}^h}\left(\frac{\bar{K}^h}{\bar{L}^h}\right)^{\alpha-1}\left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\alpha} \tag{42}$$

$$q = (1-\alpha)\frac{\bar{L}^f}{\bar{K}^h}\left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\alpha} \tag{43}$$

$$w^h = \alpha\frac{\bar{L}^f}{\bar{L}^h}\left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\alpha} \tag{44}$$

$$r^h = (1-\alpha)\frac{\bar{L}^f}{\bar{K}^h}\left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\alpha} \tag{45}$$

$$w^f = (1-\alpha)\left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\alpha} \tag{46}$$

$$r^f = \alpha\left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\alpha-1} \tag{47}$$

經由上述方程式可知，在兩國皆爲專業化生產型態下，各國將出口其要素稟賦相對豐富的產品；且要素價格均等化定理不成立。

## (五)生產型態 V：$X^h$、$Y^h$、$M^h$、$Y^f$

在該生產型態中，本國爲非專業化生產，外國爲專業化生產，且中間財在本國生產並只作爲本國最終財 $X^h$ 的中間投入，即切割產業在本國垂直分工生產。其相關生產函數如下：

$$\begin{aligned} f^{X^h}(L_{X^h}, M_{X^h}) &= L_{X^h}^{\alpha} M_{X^h}^{1-\alpha} \\ f^{Y^h}(L_{Y^h}, K_{Y^h}) &= L_{Y^h}^{1-\alpha} K_{Y^h}^{\alpha} \\ f^{M^h}(K_{M^h}) &= K_{M^h} \\ f^{Y^f}(L_{Y^f}, K_{Y^f}) &= L_{Y^f}^{1-\alpha} K_{Y^f}^{\alpha} \end{aligned} \tag{48}$$

根據上述 (48) 式且利用極小化成本和市場結清條件求解，得最適產量爲商品相對價格之函數：

$$X^h = \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{\alpha} \frac{\alpha(1-\alpha)}{2\alpha-1} p^{\frac{1-\alpha}{2\alpha-1}} \left(\bar{L}^h - \frac{1-\alpha}{\alpha} p^{\frac{-1}{2\alpha-1}} \bar{K}^h\right) \tag{49}$$

$$Y^h = \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{\alpha} \frac{(1-\alpha)^2}{2\alpha-1} p^{\frac{\alpha}{2\alpha-1}} \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} p^{\frac{-1}{2\alpha-1}} \bar{K}^h - \bar{L}^h\right) \tag{50}$$

$$M^h = \frac{\alpha(1-\alpha)}{2\alpha-1} p^{\frac{1}{2\alpha-1}} \left(\bar{L}^h - \frac{1-\alpha}{\alpha} p^{\frac{-1}{2\alpha-1}} \bar{K}^h\right) \tag{51}$$

$$Y^f = \left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\alpha} \bar{L}^f \tag{52}$$

根據相關最適產量，發生此生產型態的條件表示如下：

$$\frac{\alpha}{1-\alpha}p^{\frac{1}{2\alpha-1}}<\frac{\bar{K}^h}{\bar{L}^h}<\frac{1-\alpha}{\alpha}p^{\frac{1}{2\alpha-1}}$$

由於該模型過於複雜，僅可解出最終財相對價格及各要素報酬間的關係，且令 $B=\left[\bar{L}^h-(\alpha/1-\alpha)^{-\alpha}(2\alpha-1/1-\alpha)P^{-\alpha/2\alpha-1}(\bar{K}^f)^{\alpha}(\bar{L}^f)^{1-\alpha}\right]$，故相關價格分別表示如下：

$$P=(\bar{K}^h)^{2\alpha-1}B^{1-2\alpha} \tag{53}$$

$$q=\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{\frac{2\alpha^2-3\alpha+1}{1-2\alpha}}(\bar{K}^h)^{\alpha-1}B^{1-\alpha} \tag{54}$$

$$w^h=\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}(\bar{K}^h)^{\alpha}B^{-\alpha} \tag{55}$$

$$r^h=\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{\frac{2\alpha^2-3\alpha+1}{1-2\alpha}}(\bar{K}^h)^{\alpha-1}B^{1-\alpha} \tag{56}$$

$$w^f=(1-\alpha)\left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\alpha} \tag{57}$$

$$r^f=\alpha\left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\alpha-1} \tag{58}$$

根據上述兩國之要素報酬函數，可指出在該生產型態中，要素價格均等化定理亦不成立。

綜合以上五種生產型態之說明，可歸納出各別生產型態發生的條件；且可知要素價格均等化定理僅發生在生產型態 I( $X^h$ 、$Y^h$ 、$M^h$ 、$X^f$ 、$Y^f$ )，即兩國皆非專業化生產且在本國生產之中間財將作爲兩國最終財 $X^i$ 之中間投入的生產模式；在此生產型態中，透過商品的自由貿易，資本要素亦會透過中間財的商品模式跨國貿易而移動，導致兩國要素價格均等化的發生。然而，本文發現在求解過程中，由於模型過於複雜，只能求得

均衡相對商品價格、生產量和要素報酬的隱式解 (implicit solution) 而無法得到顯式解 (explicit solution)，故無法透過一般模型求解兩國的貿易及福利，因此本文將利用特殊係數之模型設定並使用數值模擬分析進一步說明。

# 參、生產流程切割模型之數值模擬分析

經由第貳節一般均衡之模型設定說明，本研究可指出在部分類型之生產型態下的均衡產量及相關價格變化，但由於一般化模型過於複雜，本研究將聚焦於當一國爲資本稟賦相對豐富國且資本密集財商品發生生產流程切割後，對於兩國福利的改變；因此採用特殊係數模型設定並利用數值模擬分析進一步說明在自給自足和有無生產流程切割之自由貿易下的三種福利比較。在第一節將說明採用特別係數模型之設定；第二節則探討發生生產流程切割技術模型的數值模擬分析。

## 一、特別係數之模型設定

本節假定特別係數 $\alpha = 1/3$，故 $1-\alpha = 2/3$；即生產最終財 $X^i$ 的勞動彈性係數爲 1/3，使用中間財的彈性係數爲 2/3；而生產最終財 $Y^i$ 的勞動彈性係數爲 2/3，資本彈性係數爲 1/3；且中間財 $M^h$ 的資本彈性係數爲 1。故其生產函數如下所示：

$$X^h = L_{X^h}^{\frac{1}{3}} M_{X^h}^{\frac{2}{3}} \tag{59}$$

$$Y^h = L_{Y^h}^{\frac{2}{3}} K_{Y^h}^{\frac{1}{3}} \tag{60}$$

$$M^h = K_{M^h} \tag{61}$$

$$X^f = L_{X^f}^{\frac{1}{3}} M_{X^f}^{\frac{2}{3}} \tag{62}$$

$$Y^f = L_{Y^f}^{\frac{2}{3}} K_{Y^f}^{\frac{1}{3}} \tag{63}$$

兩國之消費者有相同的消費偏好，且對於兩最終財的支出占所得比重皆爲 $s$ = 1/2，故兩國之效用函數爲：

$$U^h = C_{X^h}^{\frac{1}{2}} C_{Y^h}^{\frac{1}{2}} \tag{64}$$

$$U^f = C_{X^f}^{\frac{1}{2}} C_{Y^f}^{\frac{1}{2}} \tag{65}$$

經由本節可求出在一國有生產流程切割下的最適生產、商品相對價格、要素報酬及福利的均衡解，但爲更清楚顯示精確的比較，在下節將進行數值模擬分析。探討在本國不同資本稟賦下，兩國內生的生產型態，並能進一步求解出貿易型態和福利的結果與比較[6]。

## 二、本國資本稟賦的變動與兩國的生產分工型態

透過特殊係數模型求解可得大部分生產型態下之最適產量及價格，且爲簡化模型，著重於本國在發生生產流程切割的效果，將利用在本國不同的資本稟賦下進行討論。因此令最終財 $Y^i$ 之價格爲計價單位 (numeraire)，即 $P_Y = 1$；此外並假定兩國勞動及要素稟賦分別爲 $\bar{L}^h = 100$ 、 $\bar{L}^f = 150$ 及 $\bar{K}^f = 100$ ，僅變動本國的資本稟賦 $\bar{K}^h$ 。當本國發生生產流程切割後，探討在本國不同的資本稟賦下，兩國生產型態的改變，及其產出、相關價

[6] 各生產型態在此特殊係數的設定下，所求解之商品最適均衡產出及相關價格函數依序

格、商品進出口與國家福利之變化。

彙整特別係數的數值模擬結果，首先說明本國資本變動對生產型態之影響且本文以世界福利極大化作爲生產型態的選擇標準，如表 1 所示。當本國資本稟賦較低，但本國仍爲資本豐富國；在沒有生產流程切割技術之自由貿易模型中，兩國皆爲非專業化生產。而此時，有生產流程切割技術之自由貿易模型則是兩國皆爲專業化生產且中間財在本國生產並只作爲本國最終財 $X^h$ 的中間投入，由於最終財 $X^i$ 需透過中間財生產，因此本國將資本稟賦全部用來生產中間財 $M^h$，並於國內組裝成最終財 $X^h$ 後出口至外國，故此時的切割產業在本國垂直分工 (vertical specialization) 生產；而外國則專業化生產勞動密集財 $Y^f$，且出口至本國。

**表 1　在本國不同資本稟賦下之兩國生產型態**

| 自給自足 | 自由貿易下，沒有生產流程切割技術的生產型態 | 自由貿易下，有生產流程切割技術的生產型態 | |
|---|---|---|---|
| 兩國皆非專業化 ($80 \le \bar{K}^h < 113$) | 兩國皆非專業化 ($X^h$、$Y^h$、$X^f$、$Y^f$) | 中間財在本國生產並作爲本國最終財 $X^h$ 的中間投入 | 兩國皆專業化 ($X^h$、$M^h$、$Y^f$) |
| 兩國皆非專業化 ($113 \le \bar{K}^h < 234$) | 兩國皆非專業化 ($X^h$、$Y^h$、$X^f$、$Y^f$) | | 本國非專業化外國專業化 ($X^h$、$Y^h$、$M^h$、$Y^f$) |
| 兩國皆非專業化 ($234 \le \bar{K}^h < 650$) | 本國非專業化外國專業化 ($X^h$、$Y^h$、$Y^f$) | 中間財在本國生產並作爲兩國最終財 $X^i$ 的中間投入 | 兩國皆非專業化 ($X^h$、$Y^h$、$M^h$、$X^f$、$Y^f$) |
| 兩國皆非專業化 ($\bar{K}^h \ge 650$) | 本國非專業化外國專業化 ($X^h$、$Y^h$、$Y^f$) | 中間財在本國生產並作爲外國最終財 $X^f$ 的中間投入 | 兩國皆非專業化 ($Y^h$、$M^h$、$X^f$、$Y^f$) |

註：兩國要素稟賦設定爲 $\bar{L}^h = 100$、$\bar{L}^f = 150$，$\bar{K}^f = 100$。

說明於附錄 1。

隨著本國資本稟賦增加 ($\bar{K}^h \geq 113$)，本國仍是資本豐富國。在沒有生產流程切割技術之自由貿易模型中，兩國亦皆爲非專業化生產，且兩國仍各自會生產較多其具有比較利益的最終財並出口，即本國會出口 $X^h$ 而外國會出口 $Y^f$ 。而在自由貿易下，有生產流程切割技術的模型中，由於本國的資本稟賦增加，因此除生產中間財 $M^h$ 外，亦會生產少量之最終財 $Y^h$ ，故本國爲非專業化生產且切割產業仍是在本國垂直分工生產；至於外國部分，由於其爲勞動稟賦相對豐富國且無切割技術，故仍僅會專業化生產勞力密集財 $Y^f$ 並出口。

當本國資本稟賦持續增加 ($\bar{K}^h \geq 234$)，在沒有生產流程切割技術之自由貿易模型中，由於兩國間的資本稟賦差距逐漸擴大，且仍根據比較利益進行生產，因此外國將專業化生產勞動密集財 $Y^f$ 並出口，而本國則除生產且出口資本密集財 $X^h$ 外，亦會生產少量 $Y^h$ ，不完全仰賴進口；因此，本國爲非專業化生產，而外國爲專業化生產。在自由貿易下，有生產流程切割技術之模型中，生產型態則爲兩國皆非專業化生產，且中間財在本國生產並作爲兩國最終財 $X^i$ 的中間投入；由於本國資本稟賦增加，因此將大部分的資本用於生產中間財 $M^h$ 並出口部分中間財至外國進行組裝，且本國仍會生產兩最終財。在外國方面，除了生產勞力密集財 $Y^f$ 外，亦開始由本國進口中間財 $M^h$ 組裝成最終 $X^f$ 。本文依循 Venables (1999)，將此生產型態定義爲水平國際化 (horizontal multinationals) 生產模式，即中間財在本國生產並作爲兩國最終財 $X^i$ 的中間投入。

隨著本國資本稟賦的不斷擴張 ($\bar{K}^h \geq 650$)，使得兩國在資本稟賦的差距愈來愈大。在此時沒有生產流程切割技術的自由貿易模型中，仍維持本國爲非專業化生產 $X^h$ 和 $Y^h$ ，而外國則專業化生產勞動密集財 $Y^f$ 的生產型態。在自由貿易下，有生產流程切割技術之模型中，由於本國的勞動稟賦相對稀少，且資本稟賦相對豐富，因此除了將部分的資本用於生產最終財 $Y^h$ 外，其餘皆用於生產資本密集之中間財 $M^h$ ，且此時本國將不再生產最終財 $X^h$ ，故本國爲非專業化生產且中間財在本國生產並只作爲外國最終財 $X^f$ 的中間投入。而對勞動稟賦資源較豐富的外國而言，除了仍會生產勞動密集財 $Y^f$ 外，將利用進口的中間財搭配相對豐富的勞動優勢，生產最終財 $X^f$ ，因此外國亦爲非專業化生

產。在此生產型態下,切割產業爲跨國垂直分工 (international vertical specialization) 的生產型態；此外，亦根據 Venables (1999)，將此生產型態定義爲垂直國際化 (vertical multinationals) 生產模式，即中間財僅在本國生產並全部出口至外國組裝成最終財 $X^f$ 的模式。

綜合上述，可發現在前節提及之生產型態 II( $X^h$ 、 $M^h$ 、 $X^f$ 、 $Y^f$ )，並未出現於表 3-1 中，其原因爲該生產型態僅受兩國之勞動稟賦大小影響，且發生該生產型態的條件爲 $\bar{L}^f / \bar{L}^h > 2$，因此在本文所設定的數值模擬討論下，不會發生該生產型態。因此，本文可經由在本國的不同資本稟賦下，歸納出發生生產流程切割前後所對應之生產型態變化，可知其生產型態大不相同；而在此些生產型態下，要素報酬、商品相對價格及貿易型態的改變將依序於下節說明。

## 三、自由貿易下，有生產流程切割技術之生產型態在本國不同資本稟賦下的數值模擬分析

在本小節將探討當發生生產流程切割時，在本國不同資本稟賦下，對兩國相對要素報酬 ( $w^i / r^i$ ) 及其商品進出口情況的影響，如圖 1 和圖 2 所示。

由圖 1 可說明，當本國資本稟賦較低時，本國仍爲資本豐富國，且僅有本國擁有生產中間財之技術並於國內組裝成最終財，故此時本國勞動報酬較外國低，而本國資本報酬則較外國高，因此外國相對要素報酬較高，即 $(w^f / r^f) > (w^h / r^h)$ 。在商品進出口部分，根據比較利益原則，由本國出口資本密集財 $X^h$ ，而外國出口勞動密集財 $Y^f$ ；此時由於中間財產量較少，僅會在本國進行組裝並出口。

隨著本國資本稟賦增加 ( $\bar{K}^h \geq 113$)，本國爲非專業化生產，而外國爲專業化生產。由於本國資本擴張，因此可將部分資本用於生產最終財 $Y^h$ ；然而由於中間財價格高於外國資本價格，故外國不會進口中間財進行組裝；此時，本國仍出口資本密集財 $X^h$ ，且由外國進口部分勞動密集財 $Y^f$ 由於中間財仍沒有出口至外國，最終財 $X^i$ 全部由本國生

產；此時本國勞動報酬雖上漲但仍低於外國勞動報酬，而本國資本要素下跌但仍高於外國，故外國要素相對報酬仍高於本國要素相對報酬，但差距幅度縮小。

當本國資本稟賦持續擴張 ($\bar{K}^h \geq 234$)，此時兩國皆非專業化生產；故在貿易發生後，本國將出口資本密集財 $X^h$ 及中間財並進口部分勞力密集財 $Y^f$，而外國則出口 $Y^f$ 並進口最終財 $X^h$ 和中間財。由於最終財 $X^i$ 需透過中間財搭配勞動組裝而成，因此在本國資本稟賦增加後，本國將會多生產僅需資本生產的中間財，且減少最終財 $X^h$ 的組裝和 $Y^h$ 的生產，而外國則會增加 $X^f$ 的組裝，故兩國勞動報酬皆上漲且資本報酬均下跌，因此兩國相對要素報酬皆提高並趨向相等，即 $(w^f / r^f) = (w^h / r^h)$；且 $w^h = w^f$ 及 $r^h = r^f$，符合 H-O 理論中的要素價格均等化定理。此外在圖 2 中，可看出當本國在資本增加至 $\bar{K}^h \geq 325$ 以上時，本國開始進口部分最終財 $X^f$ 發生「貿易型態逆轉」現象。

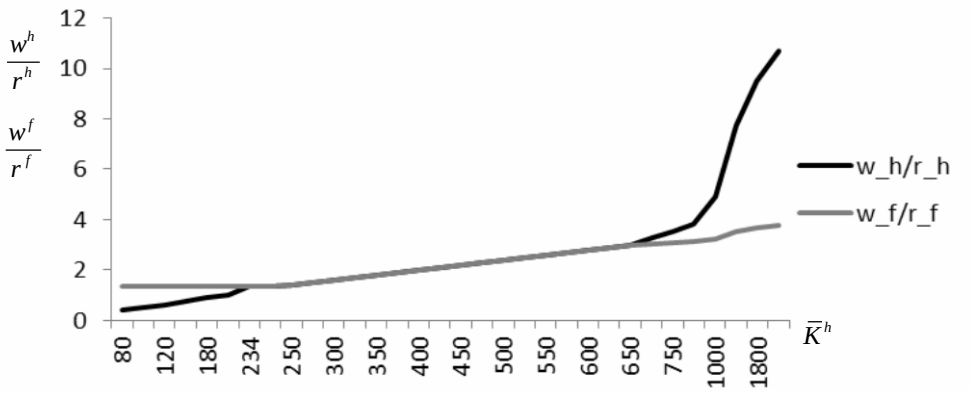


圖 1　有生產流程切割之兩國相對要素報酬變動

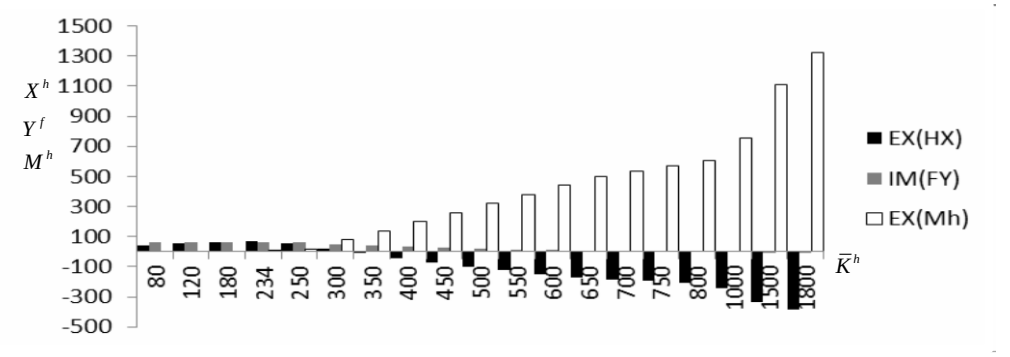


圖 2　有生產流程切割之本國商品進出口狀況

然而，當本國資本稟賦持續擴大，本國將生產僅需資本投入之中間財產品及最終財 $Y^h$ 外國則生產兩最終財，故兩國資本報酬皆下跌但外國資本報酬較高，而兩國勞動報酬均上漲但本國較高，因此本國相對要素報酬高於外國相對要素報酬，即 $(w^h / r^h) > (w^f / r^f)$ 。在商品進出口部分，本國會出口專業化生產的中間財 $M^h$ ，且由外國進口最終財 $X^f$ ；然而，在本國資本增加至 $\bar{K}^h \geq 1500$ 時，本國生產中間財 $M^h$ 的產量持續增加且仍全部出口，因此外國將增加勞動需求，以組裝最終財 $X^f$ ，因此減少 $Y^f$ 的生產，而本國則因爲資本稟賦的增加且在充分就業的假定下，增加最終財 $Y^h$ 的生產並出口至外國，亦發生「貿易型態逆轉」現象。

最後，利用圖 3 及圖 4 說明當發生生產流程切割後，兩國要素報酬的變動。

在圖 3 中，可以發現兩國之勞動報酬，皆因爲本國資本稟賦的增加而提高。在本國方面，由於中間財的生產僅需資本要素投入，而在充分就業的假定下，本國的勞動除用來組裝最終財 $X^h$ 外，其餘將用來生產最終財 $Y^h$ ；然而，因爲本國資本稟賦的增加，本國將需要更多的勞動投入用以搭配最終財之生產，因此勞動報酬將提高；直到本國勞動量無法繼續增加時，本國將出口中間財至勞動稟賦較豐富的外國生產。而在外國方面，一開始由於勞動密集財的生產增加，故勞動需求提高；之後則由於本國資本稟賦擴大，中間財的進口不斷增加，故提高勞動需求，亦使得勞動報酬上漲。

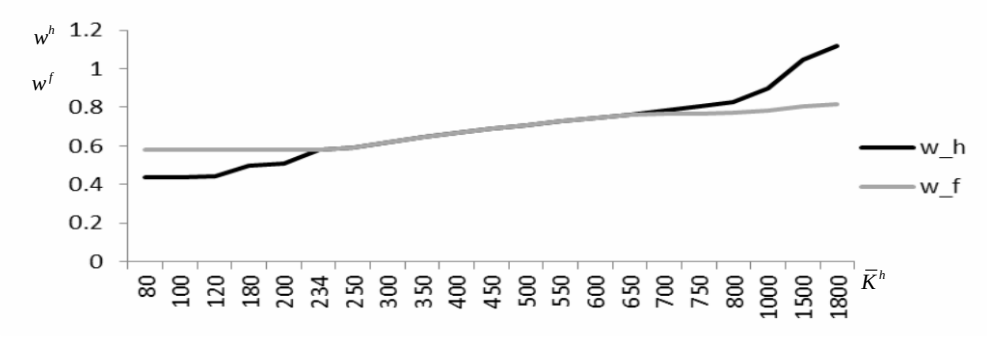


圖 3　有生產流程切割下之兩國勞動報酬

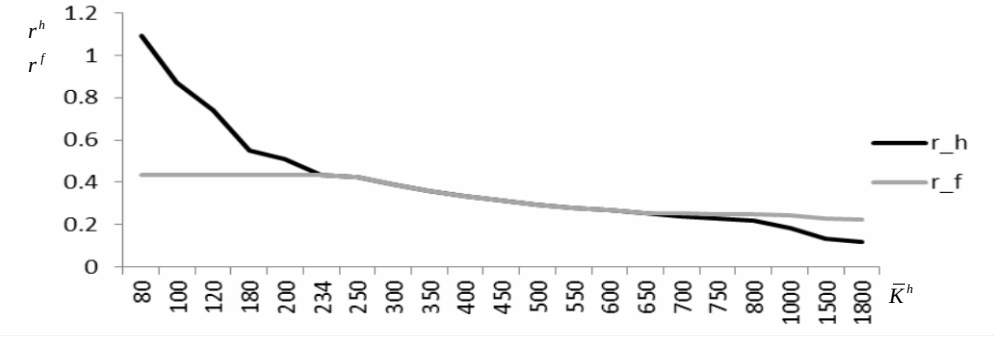


圖 4　有生產流程切割下之兩國資本報酬

在資本報酬方面，如圖 4。由於本國發生生產流程切割，故在本國較高的資本稟賦下，資本報酬將下跌；而外國則因爲中間財的輸入，使資本報酬下跌。此外由於生產流程切割發生前後，切割產業的生產函數皆爲固定規模報酬，但中間財的生產則變爲資本邊際生產力固定，因此當本國資本稟賦較低時，本國資本報酬較外國資本報酬高；而當本國資本稟賦較高時，由於本國除生產中間財外，將提高最終財 $Y^h$ 的生產，而其資本邊際生產力爲遞減，故使得本國資本報酬大幅下跌，且低於外國資本報酬。

另外，由上兩圖可知，要素價格均等化定理僅發生在兩國皆爲非專業化生產型態下，即生產型態 I( $X^h$ 、$Y^h$ 、$M^h$ 、$X^f$ 、$Y^f$ )下，即兩國皆非專業化生產且本國生產中間財並作爲兩國最終財 $X^i$ 的中間投入；其餘生產型態皆無法實現要素價格均等化定理，由於各國將各自專業化生產其具比較優勢之商品。如同 Venables (1999) 指出當存在生產流程切割時，要素價格均等定理將不一定成立，需視生產型態而定。

# 肆、生產流程切割前後生產型態之數值模擬分析比較

在傳統 H-O 貿易理論中，兩國將各自生產其具有比較優勢之商品，並透過自由貿易出口，將使得兩國的福利皆提高。然而，在本文引入生產流程切割技術後，發現各國仍會根據比較利益進行生產且出口，但生產要素將透過商品貿易移轉至他國，因此生產型態和貿易型態皆和沒有生產流程切割技術的模型不同，且兩國福利不一定都會提高；此外某些要素擁有者，會因爲生產流程切割技術受到損害，即使該國的福利提高，此和 Venables (1999) 及 Deardorff (2001) 有相同結論。

由此，本文將探討在本國不同資本稟賦且其由微量變動到巨量變動時[7]，有無生產流程切割技術的自由貿易模型，其所對應之生產和貿易型態、福利、要素價格等變動。

首先，本文將說明兩國之勞動家和資本家在有無生產流程切割技術的自由貿易模型下，兩國之要素報酬的變動，表示如圖 5 及圖 6。

在勞動家的勞動報酬方面，由圖 5 說明。對本國而言，本國爲資本豐富國，因此無論生產切割技術帶來任何的資本變動，皆無法爲本國勞動家在勞動報酬上，帶來任何好處；即在有生產流程切割技術之自由貿易模型下，其勞動報酬皆低於沒有生產流程切割

[7] 資本稟賦增加的巨量變動，參考 Sechzer (1988)。

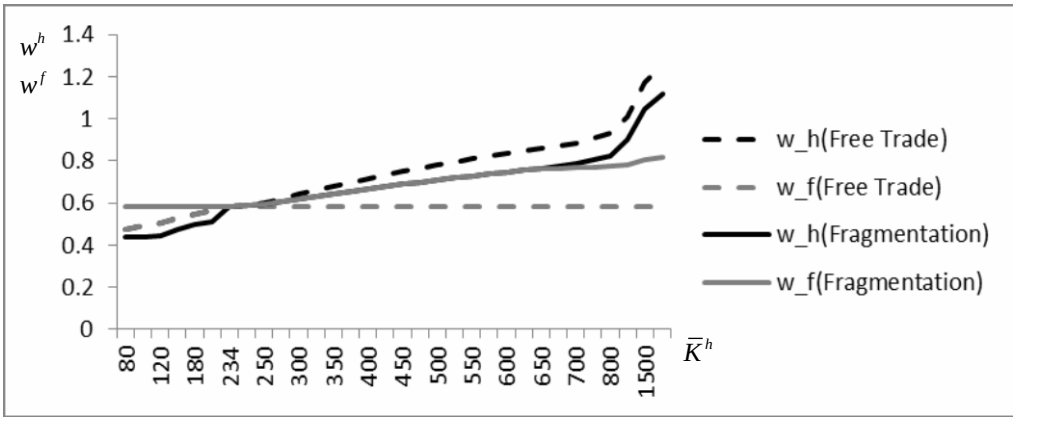


圖 5　生產流程切割前後之勞動報酬變動情形

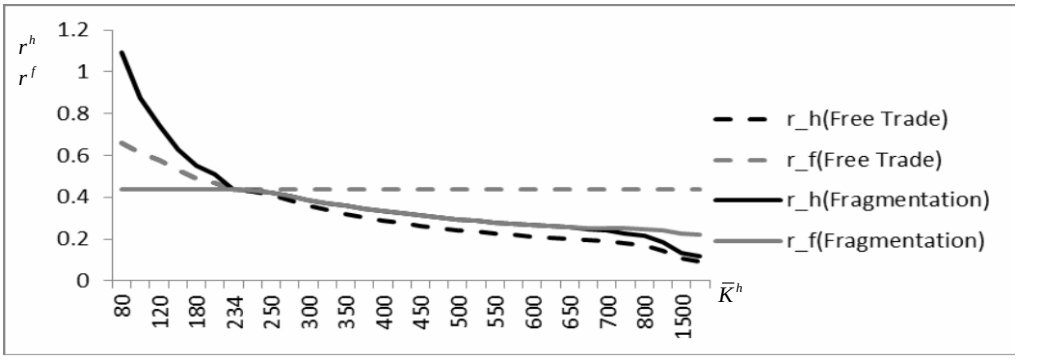


圖 6　生產流程切割前後之資本報酬變動情形

技術之自由貿易模型的勞動報酬。對外國勞動家而言，在有生產流程切割技術之自由貿易模型下，當本國資本稟賦低時，由於外國無法生產最終財 $X^f$，因此外國僅生產勞動密集財；而當本國資本稟賦逐漸增加，外國除勞動密集財的生產外，仍會進口中間財，進行勞動組裝成最終財，即對勞動的需求增加，因此外國勞動家將較沒有生產流程切割技術之自由貿易模型時獲利，故其勞動報酬較高。

在資本家的資本報酬部分，則由圖 6 說明。對本國而言，在有生產流程切割技術之自由貿易模型中，由於僅有本國擁有生產中間財之技術，因此無論資本稟賦如何變動，皆須由本國生產僅需透過資本投入之中間財產品，故本國資本家將較沒有生產流程切割技術之自由貿易模型時的資本家得利，即本國資本報酬較高。而在外國資本家部分，在有生產流程切割技術之自由貿易模型中，由於沒有生產中間財的技術，因此僅可生產勞動密集財或進行勞動組裝成最終財，故資本家無法獲利。

綜合前述，當模型採用生產流程切割技術時，本國資本家的獲利將大幅提升；而本國勞動家則是無論資本如何變動都無法獲利。外國勞動家則因爲僅需透過組裝進口之中間財，即可生產資本密集財，使得勞動需求增加，因而提高勞動家之利得；而外國資本家則是無論本國資本如何變動，皆無法從中獲得利益。由前述可知要素擁有者間的所得分配出現惡化的現象。此外，透過該兩圖形也可看出不論在有無生產流程切割技術模型下，要素價格均等化定理都只會發生在兩國皆爲非專業化生產時，在有生產流程切割技術之模型中，還需同時存在中間財在本國生產並作爲兩國最終財 $X^i$ 的中間投入條件下才會發生。

其次，本文將說明在有無生產流程切割技術的自由貿易模型下，兩國之要素報酬、相對勞動報酬及相對資本報酬的變動，如圖 7 和圖 8。

在相對勞動報酬部分，對於本國而言，由於本國爲資本豐富國，並擁有生產流程切割技術，即本國將大量生產資本密集財，故對於本國勞動的需求降低，使得本國相對勞動報酬下降；因此有生產流程切割技術之自由貿易模型的相對勞動報酬較低。而對外國而言，除了生產具有比較利益的勞動密集財外，也會生產僅需透過勞動組裝而成的最終財，因此增加勞動之需求，使得有生產流程切割技術之自由貿易模型的外國相對勞動報酬較高。

在相對資本報酬方面，不論本國資本稟賦如何變動，且在有生產流程切割技術之自由貿易模型中，中間財的生產僅需資本投入，故其資本邊際生產力固定，所以本國在切割產業中將逐漸專業化生產中間財，導致本國資本家獲利提高而外國資本家大幅度的損

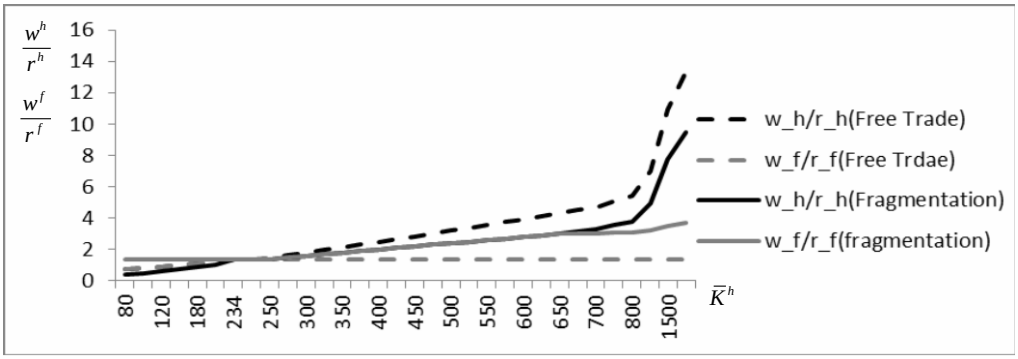


圖 7　生產流程切割技術前後之相對勞動報酬

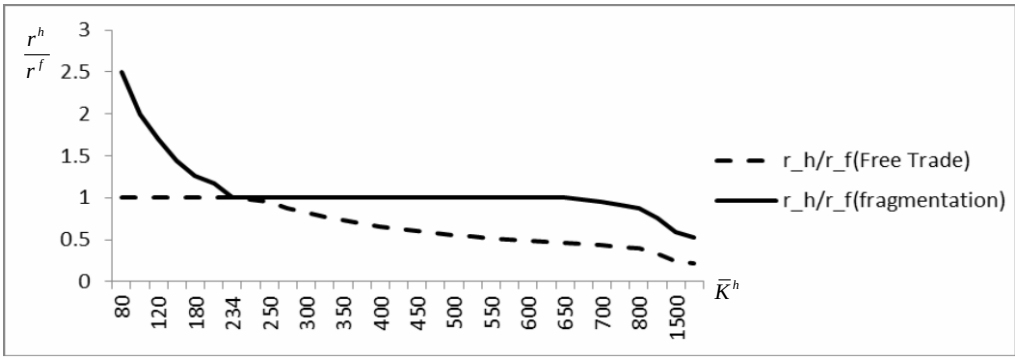


圖 8　生產流程切割技術前後之相對資本報酬

失，使得有生產流程切割技術之相對資本報酬較沒有生產流程切割技術之自由貿易模型的相對資本報酬高。

第三，本文將探討當模型在生產流程切割發生前後之兩個最終商品相對價格的變動，如圖 9。由圖可發現，在有生產流程切割技術之自由貿易模型中，其兩最終財之相對價格，無論本國資本如何變動，皆較沒有生產流程切割技術之自由貿易模型的兩最終商品相對價格高。其主要原因是由於引入生產流程切割技術於生產最終商品 $X^i$ 時，在上游

階段的中間財生產爲資本邊際生產力固定，故資本需求增加，使得資本價格較沒有生產流程切割時高,因此生產最終財 $X^i$ 的成本增加，故相對商品價格提高。因此生產流程切割技術使得最終商品的相對價格提高，使得最終財 $X^i$ 之出口商將得利。

最後，將分析模型在有無生產流程切割技術的自由貿易模型下之兩國及世界福利之變動並說明其中獲利者，如圖 10。先就本國而言，在有生產流程切割技術之自由貿易模型，將生產流程切割爲兩階段，生產中間財僅需資本投入且爲資本邊際生產力固定，因此隨本國資本稟賦的增加，本國勞動報酬將提高而資本報酬將微幅下降，故本國福利提高，即爲「生產技術效果」。因此，有生產流程切割技術之自由貿易的福利高於沒有生產流程切割技術之自由貿易模型的本國福利。

在外國福利方面，當外國無法進口中間財進行組裝生產最終財 $X^i$ 時，其僅可由本國進口 $X^h$，而此時最終商品相對價格較高，使得貿易條件惡化，因此其福利較沒有生產流程切割技術之自由貿易模型時的福利低；此時，外國勞動家因爲增加最終財 $Y^f$ 的生產而獲利，但資本家卻因而損失，且資本家的損失大國於勞動家獲利，故外國福利較低。然而隨著本國資本稟賦的增加，中間財的產量隨之增加，本國開始出口中間財至外國進行組裝，此時將進口的中間財視爲外國資本稟賦的輸入或要素稟賦的增加，將導致外國勞

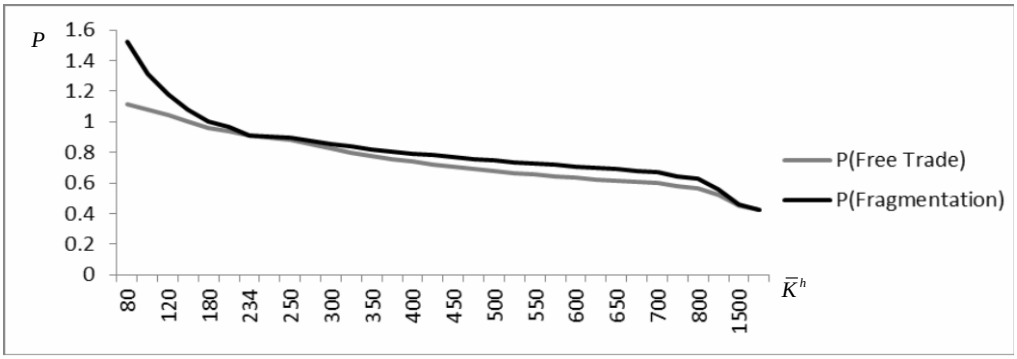


圖 9　生產流程切割技術前後之兩最終商品相對價格變動情形

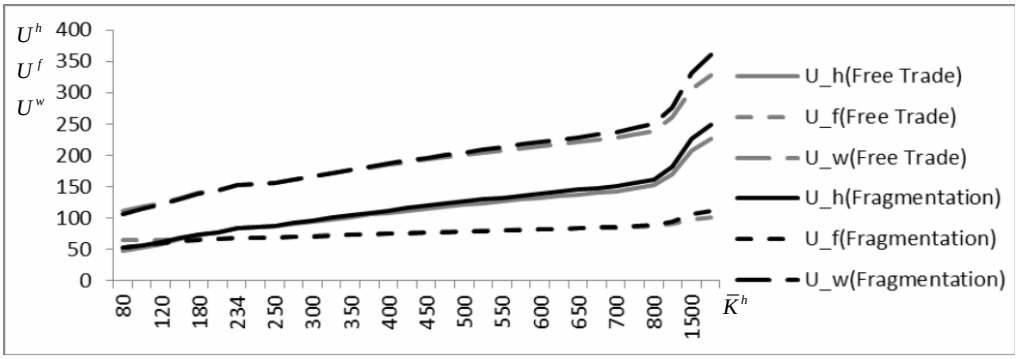


圖 10　生產流程切割技術前後之兩國及世界的福利變動情形

動報酬上漲且資本報酬及福利下跌，即爲「相對資本供給效果」；直到兩國爲非專業化生產且中間財在本國生產並只作爲外國最終財 $X^f$ 之中間投入時，外國勞動家的獲利將大於資本家的損失，使得外國福利增加。

而對世界的總體福利而言，在有生產流程切割技術之自由貿易模型下，且本國資本稟賦較低時，由於最終財相對價格較高，使外國貿易條件惡化，造成福利大幅下降，且其下降幅度超過本國的福利增加，故此時的世界福利較沒有生產流程切割技術之自由貿易模型時的世界福利小；爾後，當外國開始進口中間財後，外國福利的損失幅度縮小，因此世界的福利將開始增加。

**命題 1**　在傳統 Heckscher-Ohlin 模型中，當兩國要素稟賦相近時，若兩國皆根據比較利益非專業化生產且自由貿易下，兩國福利將同時提高。而當納入生產流程切割技術於 Heckscher-Ohlin 模型中，唯有當兩國要素稟賦差距較大時，且切割產業為跨國垂直分工的生產型態下，兩國福利才會同時提高。

由於僅有切割國擁有生產流程切割技術，且根據生產中間財之設定可知其資本邊際生產力爲固定，故使得切割國在資本的使用上多了一個有利的選擇，因此當切割國的資本不斷擴大下，根據比較利益生產，切割國將會專業化生產切割產業中的中間財並全部出口至沒有切割技術的國家；而對於沒有切割技術的國家而言，則透過切割國的中間財

進口並搭配其相對較豐富的勞動稟賦，專業化組裝切割產業的下游階段；此爲切割產業跨國垂直分工的生產型態，根據生產型態的分類即第 10 頁的生產型態 III。在此生產型態下，由於兩國都根據其比較利益進行生產及貿易，因此兩國福利都較沒有生產流程切割技術時提高，如圖 10 及表 2；亦如 Markusen and Venables (2007) 指出生產流程切割技術將提高生產效率，使得大部分國家的福利皆提高。

**命題 2** 在傳統 Heckscher-Ohlin 模型中，開放自由貿易後，當兩國福利同時提高且生產型態為非專業化生產時，要素價格均等化定理成立。但在考慮納入生產流程切割技術於 Heckscher-Ohlin 模型後，當兩國福利同時提高且切割產業為跨國垂直分工的生產型態下，要素價格均等化定理則不成立。

由於中間財的設定爲僅需透過資本投入生產，因此中間財的出口將可視爲一國資本的移轉，即進口國的資本稟賦將因此增加；而當切割國的中間財出口量不斷增加後，此時將發生要素密集度逆轉的現象 (藉由數值模擬結果可知當切割國資本稟賦超過 400 時發生) 且勞動相對豐富國將出口資本密集財。當切割國的資本稟賦不斷擴大且中間財的出口量不斷增加，直到兩國的生產型態爲切割產業跨國垂直分工的均衡時，即生產型態 III，才會使得兩國福利同時增加且要素價格均等化定理不成立；如圖 3 與圖 4 及比較式 (30)、(32) 與式 (31)、(33)。由此，在傳統局域 (Local) 要素價格均等化定理下，兩國的要素價格不會受到要素稟賦變動的影響；但在引入生產流程切割技術後，使得要素價格均等化定理不成立下，要素價格將會受要素稟賦變動的影響。

**命題 3** 在納入生產流程切割技術於 Heckscher-Ohlin 模型後，切割國之勞動報酬較沒有切割時低，而資本家之報酬則較沒有切割時高；對於沒有切割技術的國家而言，其勞動工資較沒有切割時高，資本報酬則較沒有切割時低。

本模型之數值模擬顯示，生產流程切割技術的引入將使得切割國的勞動報酬降低而資本報酬提高，如圖 5 及圖 6 所示。由於生產流程切割技術的納入使得切割國之資本邊際生產力固定，因此使得資本家的獲利提高；而勞動則因爲市場結清條件使其多生產不具比較利益的勞動密集財，造成勞動報酬下跌。對於沒有切割技術國而言，勞動除用來

生產勞動密集財外亦作爲切割產業之下游的要素使用，因此勞動報酬提高；而資本則因爲僅用來搭配勞動密集財之生產，因此資本報酬下降。由前述可知當生產流程切割技術納入 Heckscher-Ohlin 模型將造成所得分配不均惡化的現象。

另外，在針對生產流程切割對於福利影響的文獻中，部分提及生產流程切割會發生不利成長的現象，如 Deardorff (2008) 及 Rodríguez-Clare (2010)。在本文中透過圖 10 及表 2 可知，當引入生產流程切割技術後，在本國沒有出口中間財至外國組裝成最終財的生產型態下，將對世界整體福利帶來不利成長的影響，即此時福利較沒有生產流程切割技術時之自由貿易模型的福利低。主要原因爲，外國資本家的損失大過於勞動家的獲利，致使外國福利大幅降低，雖本國因爲勞動報酬上漲且資本報酬微幅下跌之福利增加，亦不足以抵銷外國因發生生產流程切割所造成的福利損失。

綜合上述，將兩國及世界福利之變動情形彙整於表 2，且同時放入自給自足模型之福利進行比較。在自給自足和有無生產流程切割之自由貿易下，如傳統貿易理論所述，隨著本國資本稟賦的資加，由於兩國可生產各國具有比較優勢之商品，再透過自由貿易而使得兩國福利及世界福利皆增加。而當沒有生產流程切割技術之自由貿易模型和有生產流程切割技術之自由貿易模型相比之下，本國不論在任何要素稟賦下，其福利皆增加。而外國在無法進口中間財時之福利皆會較沒有生產流程切割技術之模型低；但當外國開始進口中間財，即在本國生產的中間財開始作爲外國最終財 $X^f$ 的中間投入後，透過其勞動豐富的優勢進行組裝，且必須當外國專業化生產最終財 $X^f$ 時，外國的福利才會較沒有生產流程切割技術之自由貿易模型的福利高，即除了在切割產業爲跨國垂直分工的生產型態外；對於外國而言，生產流程切割技術並沒有帶來任何好處。而此跨國垂直分工的生產型態將使得兩國的福利會同時較沒有生產流程切割時增加；此即中國的生產型態，各國將出口關鍵零組件 (中間財) 至中國，透過其相對豐富的勞動稟賦進行組裝成最終財後再賣至各國。此外生產流程切割技術的引入後，世界的總福利爲兩國福利相加，根據本文數值模擬計算結果，當本國資本稟賦較少時，外國的福利下降會大過於本國的福利上升，之後隨著本國資本稟賦的增加，外國的福利下降會逐漸變小，甚至會因兩國採取

表 2　不同資本稟賦對有無生產流程切割的生產型態與福利比較

| （1）<br>自給自足 | （2）<br>自由貿易下，沒有生產流程切割技術的生產型態 | （3）<br>自由貿易下，有生產流程切割技術的生產型態 | | （1）與（2）之福利比較 | （2）與（3）之福利比較 |
|---|---|---|---|---|---|
| 兩國皆非專業化（$80 \le \bar{K}^h < 113$） | 兩國皆非專業化（$X^h$、$Y^h$、$X^f$、$Y^f$） | 中間財在本國生產並作爲本國最終財 $X^i$ 的中間投入 | 兩國皆專業化（$X^h$、$M^h$、$Y^f$） | $U^h$↑、$U^f$↑、$U^w$↑ | $U^h$↑、$U^f$↓、$U^w$↓ |
| 兩國皆非專業化（$113 \le \bar{K}^h < 234$） | 兩國皆非專業化（$X^h$、$Y^h$、$X^f$、$Y^f$） | | 本國非專業化外國專業化（$X^h$、$Y^h$、$M^h$、$Y^f$） | $U^h$↑、$U^f$↑、$U^w$↑ | $U^h$↑、$U^f$↓、$U^w$↓ |
| 兩國皆非專業化（$234 \le \bar{K}^h < 650$） | 本國非專業化外國專業化（$X^h$、$Y^h$、$Y^f$） | 中間財在本國生產並作爲兩兩國最終財 $X^i$ 的中間投入 | 兩國皆非專業化（$X^h$、$Y^h$、$M^h$、$X^f$、$Y^f$） | $U^h$↑、$U^f$↑、$U^w$↑ | $U^h$↑、$U^f$↓、$U^w$↑ |
| 兩國皆非專業化（$\bar{K}^h \ge 650$） | 本國非專業化外國專業化（$X^h$、$Y^h$、$Y^f$） | 中間財在本國生產並作爲外外國最終財 $X^i$ 的中間投入 | 兩國皆非專業化（$Y^h$、$M^h$、$X^f$、$Y^f$） | $U^h$↑、$U^f$↑、$U^w$↑ | $U^h$↑、$U^f$↑、$U^w$↑ |

註：兩國要素稟賦設定爲 $\bar{L}^h = 100$、$\bar{L}^f = 150$、$\bar{K}^f = 100$。

產業內的專業分工而變成正的 (即增加)，亦即本文數值模擬分析的最後情況。由此可知在引入生產流程切割技術後，當兩國資本稟賦差異夠大時，跨國垂直分工的生產型態將使得兩國的福利會同時較沒有生產流程切割時增加。

# 伍、結論

在整體世界對於生產流程工序愈來愈細膩的情況下，垂直專業分工且導入生產流程切割技術如何影響參與國之生產型態及貿易型態的選擇，因而使得參與國福利之改變，是目前世界各國所關注的焦點。本文利用引入生產流程切割技術之模型，探討其如何影響參與國的福利水準；並透過數值模擬，當一國的資本稟賦變動，對於兩國自由貿易下將內生存在不同的生產模式。藉此分析在不同生產模式下之貿易型態及其福利的變動，指出在沒有生產流程切割的模型中，當自由貿易發生，兩國的福利皆會比自給自足時高；而若生產流程切割技術發生於本國具有比較優勢之最終財且爲生產此產品之投入要素的相對豐富國時，當該國資本稟賦增加，不論在何種生產型態,皆使其國家福利提升，且被密集使用之生產投入要素擁有者將獲利，對於外國而言，則僅有當兩國在切割產業形成跨國垂直分工生產型態時，其福利才會提升。此結論和 Markusen and Venables (2007) 所提之當生產流程切割發生，將使得大部分國家的貿易量和福利皆提高相同。

此外，生產流程切割技術亦對貿易型態造成影響，不再侷限於最終商品的貿易，而是由更多的中間財貿易取而代之，進而影響各國之貿易利得。如同本研究之設定，生產流程切割技術在某個角度而言是資本的輸出或移轉，然而其和一般資本移動仍不同，該資本流入是透過已將資本稟賦轉化爲商品的概念再出口。在本文中，當本國資本稟賦夠大時，本國將在切割產業專業化生產中間財並出口至外國，此時將由本國進口其原先具有比較利益的最終財 $X^f$；此外當外國將大部份的勞動用來生產最終財 $X^f$ 時，將大量減少另一最終財之生產，因此會由本國進口其原先具有比較利益的最終財 $Y^h$，兩國皆發生

出口逆轉之貿易型態現象。另外，對於要素擁有者的角度而言，雖然一國可能藉由生產流程切割技術使得福利提高，但該國的要素擁有者卻可能因而受害，如本研究中之外國，當外國和本國在切割產業爲跨國垂直專業分工生產型態時，外國的國家福利較沒有生產流程切割技術時高，但資本家卻沒有因爲生產流程的切割而獲利。

因此，本文得到一個進一步的確切福利比較結果，即兩國將根據比較利益生產且在切割產業爲跨國垂直分工生產的情況下，有生產流程切割技術之自由貿易下的兩國福利才會同時較沒有生產流程切割技術之自由貿易的福利高；否則在有生產流程切割技術的自由貿易下，將會有一國的福利提高而另一國福利下降的情況發生。此外，生產流程切割技術的引入，即使國家福利提高也會對部分要素擁有者造成損害，且使得要素所得分配不均出現惡化的現象。

(收件日期爲民國 106 年 7 月 11 日，接受日期爲民國 107 年 2 月 9 日)

# 附錄 1

## 生產型態 I：$X^h$、$Y^h$、$M^h$、$X^f$、$Y^f$

在兩國皆爲非專業化生產，且中間財在本國生產並作爲兩國最終財 $X^i$ 的中間投入生產型態下，最適最終財及中間財產量表示如下，其中 $A=(\bar{K}^h+\bar{K}^f)/(\bar{L}^h+\bar{L}^f)$ 。

$$X^h=\frac{1}{3}2^{\frac{2}{3}}A^{\frac{2}{3}}\left[2A^{-1}(\bar{K}^h+4\bar{K}^f)-(\bar{L}^h+4\bar{L}^f)\right] \tag{A-1}$$

$$Y^h=\frac{1}{3}2^{\frac{5}{3}}A^{\frac{1}{3}}\left[(\bar{L}^h+\bar{L}^f)-2A^{-1}(2^{-2}\bar{K}^h+\bar{K}^f)\right] \tag{A-2}$$

$$M^h=\frac{2}{3}(\bar{K}^h+\bar{K}^f) \tag{A-3}$$

$$X^f=2^{\frac{2}{3}}A^{\frac{2}{3}}(\bar{L}^f-2A^{-1}\bar{K}^f) \tag{A-4}$$

$$Y^f=2^{\frac{2}{3}}A^{-\frac{2}{3}}\bar{K}^f \tag{A-5}$$

最終財相對價格、中間財價格及相關要素報酬如下：

$$P=A^{-\frac{1}{3}} \tag{A-6}$$

$$q = \frac{1}{3} 2^{\frac{2}{3}} A^{-\frac{2}{3}} \tag{A-7}$$

$$w^h = w^f = \frac{1}{3} 2^{\frac{2}{3}} A^{\frac{1}{3}} \tag{A-8}$$

$$r^h = r^f = \frac{1}{3} 2^{\frac{2}{3}} A^{-\frac{2}{3}} \tag{A-9}$$

此外，透過極大效用函數可求得兩國之效用分別爲：

$$U^h = \frac{1}{3} 2^{-\frac{1}{3}} A^{\frac{1}{2}} (\bar{L}^h + A^{-1} \bar{K}^h) \tag{A-10}$$

$$U^f = \frac{1}{3} 2^{-\frac{1}{3}} A^{\frac{1}{2}} (\bar{L}^f + A^{-1} \bar{K}^f) \tag{A-11}$$

另外，此生產型態發生的條件爲：

$$\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f} < \frac{1}{2} \frac{\bar{K}^h + \bar{K}^f}{\bar{L}^h + \bar{L}^f} < \frac{\bar{K}^h + 4\bar{K}^f}{\bar{L}^h + 4\bar{L}^f} < \frac{\bar{K}^h + 4\bar{K}^f}{\bar{L}^h + \bar{L}^f} < 2 \frac{\bar{K}^h + \bar{K}^f}{\bar{L}^h + \bar{L}^f}$$

## 生產型態 II：$X^h$、$M^h$、$X^f$、$Y^f$

在本國爲專業化生產而外國爲非專業化生產型態，且中間財在本國生產並作爲兩國最終財 $x^i$ 的中間投入，其最適最終財及中間財產量爲：

$$X^h = \left(\frac{1}{3}\right)^{-\frac{2}{3}} (\bar{K}^h)^{\frac{2}{3}} (\bar{L}^h + \bar{L}^f)^{-\frac{2}{3}} \bar{L}^h \tag{A-12}$$

$$M^h = \bar{K}^h \tag{A-13}$$

$$X^f = \left(\frac{1}{3}\right)^{-\frac{2}{3}} (\bar{K}^h)^{\frac{2}{3}} (\bar{L}^h + \bar{L}^f)^{-\frac{2}{3}} \left[\bar{L}^f - \frac{2}{3}(\bar{L}^h + \bar{L}^f)\right] \tag{A-14}$$

$$Y^f = \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{2}{3}} (\bar{K}^f)^{\frac{1}{3}} (\bar{L}^h + \bar{L}^f)^{\frac{2}{3}} \tag{A-15}$$

最終財相對價格、中間財價格及相關要素報酬如下：

$$P = \left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{3}} 2^{\frac{2}{3}} (\bar{K}^h)^{-\frac{2}{3}} (\bar{K}^f)^{\frac{1}{3}} (\bar{L}^h + \bar{L}^f)^{\frac{1}{3}} \tag{A-16}$$

$$q = \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{5}{3}} (\bar{K}^h)^{-1} (\bar{K}^f)^{\frac{1}{3}} (\bar{L}^h + \bar{L}^f)^{\frac{2}{3}} \tag{A-17}$$

$$w^h = w^f = \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{2}{3}} (\bar{K}^f)^{\frac{1}{3}} (\bar{L}^h + \bar{L}^f)^{-\frac{1}{3}} \tag{A-18}$$

$$r^h = \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{5}{3}} (\bar{K}^h)^{-1} (\bar{K}^f)^{\frac{1}{3}} (\bar{L}^h + \bar{L}^f)^{\frac{2}{3}} \tag{A-19}$$

$$r^f = \frac{1}{3}\left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{2}{3}} (\bar{K}^f)^{-\frac{2}{3}} (\bar{L}^h + \bar{L}^f)^{\frac{2}{3}} \tag{A-20}$$

在極大效用函數下，兩國之效用分別爲：

$$U^h = 2^{-\frac{2}{3}}\left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{2}}(\bar{K}^h)^{\frac{1}{3}}(\bar{K}^f)^{\frac{1}{6}}(\bar{L}^h+\bar{L}^f)^{-\frac{1}{2}}\left(\frac{5}{3}\bar{L}^h+\frac{2}{3}\bar{L}^f\right) \tag{A-21}$$

$$U^f = 2^{-\frac{2}{3}}\left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{2}}(\bar{K}^h)^{\frac{1}{3}}(\bar{K}^f)^{\frac{1}{6}}(\bar{L}^h+\bar{L}^f)^{-\frac{1}{2}}\left(\frac{1}{3}\bar{L}^h+\frac{4}{3}\bar{L}^f\right) \tag{A-22}$$

而在此生產型態發生之條件僅和兩國勞動要素稟賦有關，如下所示：

$$\frac{\bar{L}^f}{\bar{L}^h} > 2$$

## 生產型態 III：$Y^h$、$M^h$、$X^f$、$Y^f$

在兩國皆爲非專業化生產，且中間財在本國生產並只作爲外國最終財 $X^f$ 的中間投入，其最適最終財及中間財產量爲：

$$Y^h = \left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{2}} q^{-\frac{1}{2}}\bar{L}^h \tag{A-23}$$

$$M^h = \bar{K}^h - \left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{3}{2}} q^{-\frac{3}{2}}\bar{L}^h \tag{A-24}$$

$$X^f = \frac{1}{3}2^{\frac{5}{3}}q^{-1}(\bar{K}^f)^{\frac{1}{3}}\left[\bar{K}^h - \left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{2}} q^{-\frac{3}{2}}\bar{L}^h\right]^{-\frac{1}{3}} \tag{A-25}$$

$$\left\{\bar{L}^f-\left(\frac{2}{3}\right)^{-\frac{3}{2}}q^{\frac{3}{2}}(\bar{K}^f)^{-\frac{1}{2}}\left[\bar{K}^h-\left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{2}}q^{-\frac{3}{2}}\bar{L}^h\right]^{\frac{3}{2}}\right\} \tag{A-26}$$

$$Y^f=\frac{3}{2}q\left[\bar{K}^h-\left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{2}}q^{-\frac{3}{2}}\bar{L}^h\right] \tag{A-27}$$

最終財相對價格、中間財價格及相關要素報酬如下：

$$P=2^{-\frac{1}{6}}\left(\frac{1}{3}\right)^{-\frac{1}{2}}q^{\frac{1}{2}}(\bar{K}^f)^{\frac{1}{6}}\left[\bar{K}^h-\left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{2}}q^{-\frac{3}{2}}\bar{L}^h\right]^{-\frac{1}{6}} \tag{A-28}$$

$$w^h=\frac{2}{3}\left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{2}}q^{-\frac{1}{2}} \tag{A-29}$$

$$r^h=q \tag{A-30}$$

$$w^f=\left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{3}{2}}q^{-\frac{1}{2}}(\bar{K}^f)^{\frac{1}{2}}\left[\bar{K}^h-\left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{2}}q^{-\frac{3}{2}}\bar{L}^h\right]^{-\frac{1}{2}} \tag{A-31}$$

$$r^f=2^{-1}q(\bar{K}^f)^{-1}\left[\bar{K}^h-\left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{2}}q^{-\frac{3}{2}}\bar{L}^h\right] \tag{A-32}$$

在此生產型態的發生條件爲：

$$\frac{\bar{K}^h}{\bar{L}^h} > \left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{2}} q^{-\frac{3}{2}}$$

## 生產型態 IV：$X^h$、$M^h$、$Y^f$

在兩國皆專業化生產型態下，且中間財在本國生產且只作爲本國最終財 $X^h$ 的中間投入，其最適最終財及中間財產量爲：

$$X^h = \left(\bar{K}^h\right)^{\frac{2}{3}} \left(\bar{L}^h\right)^{\frac{1}{3}} \tag{A-33}$$

$$M^h = \bar{K}^h \tag{A-34}$$

$$Y^f = \left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\frac{1}{3}} \bar{L}^f \tag{A-35}$$

最終財相對價格、中間財價格及相關要素報酬如下：

$$P = \frac{\bar{L}^f}{\bar{L}^h} \left(\frac{\bar{K}^h}{\bar{L}^h}\right)^{-\frac{2}{3}} \left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\frac{1}{3}} \tag{A-36}$$

$$q = \frac{2}{3} \frac{\bar{L}^f}{\bar{K}^h} \left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\frac{1}{3}} \tag{A-37}$$

$$w^h = \frac{1}{3} \frac{\bar{L}^f}{\bar{L}^h} \left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\frac{1}{3}} \tag{A-38}$$

$$r^h = \frac{2}{3}\frac{\bar{L}^f}{\bar{K}^h}\left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\frac{1}{3}} \tag{A-39}$$

$$w^f = \frac{2}{3}\left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{\frac{1}{3}} \tag{A-40}$$

$$r^f = \frac{1}{3}\left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{-\frac{2}{3}} \tag{A-41}$$

兩國消費者之效用分別爲：

$$U^h = \frac{1}{2}(\bar{K}^h)^{\frac{1}{3}}(\bar{L}^h)^{\frac{1}{6}}(\bar{K}^f)^{\frac{1}{6}}(\bar{L}^f)^{\frac{1}{3}} \tag{A-42}$$

$$U^f = \frac{1}{2}(\bar{K}^h)^{\frac{1}{3}}(\bar{L}^h)^{\frac{1}{6}}(\bar{K}^f)^{\frac{1}{6}}(\bar{L}^f)^{\frac{1}{3}} \tag{A-43}$$

由上述兩方程式可知，兩國在此生產型態下的福利相同，但若和沒有生產流程切割時的國家福利比較，本國福利將因爲發生生產流程切割技術增加，而外國福利則下降，可由數值模擬結果得此福利比較。

## 生產型態 V：$X^h$、$Y^h$、$M^h$、$Y^f$

在本國爲非專業化生產，外國爲專業化生產，且中間財在本國生產並只作爲本國最終財 $X^h$ 的中間投入，其最適最終財及中間財產量如下所示，其中

$$C = (\bar{L}^h)^2 - (1/3)^3(\bar{K}^f/\bar{K}^h)(\bar{L}^f)^2 \text{ 及 } D = \left[(\bar{L}^h + C^{1/2})^{1/3} + (\bar{L}^h - C^{1/2})^{1/3}\right] \text{。}$$

$$X^h = \frac{1}{3} 2^{\frac{4}{3}} (\bar{K}^h)^{\frac{2}{3}} D(1 - \bar{L}^h D^{-3}) \tag{A-44}$$

$$Y^h = \frac{1}{3} (\bar{K}^h)^{\frac{1}{3}} D^2 (2^2 \bar{L}^h D^{-3} - 1) \tag{A-45}$$

$$M^h = \frac{1}{3} 2^2 \bar{K}^h (1 - \bar{L}^h D^{-3}) \tag{A-46}$$

$$Y^f = \left( \frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f} \right)^{\frac{1}{3}} \bar{L}^f \tag{A-47}$$

最終財相對價格、中間財價格及相關要素報酬如下：

$$P = 2^{-\frac{1}{3}} (\bar{K}^h)^{-\frac{1}{3}} D \tag{A-48}$$

$$q = \frac{1}{3} (\bar{K}^h)^{-\frac{2}{3}} D^2 \tag{A-49}$$

$$w^h = \frac{2}{3} (\bar{K}^h)^{\frac{1}{3}} D^{-1} \tag{A-50}$$

$$r^h = \frac{1}{3} (\bar{K}^h)^{-\frac{2}{3}} D^2 \tag{A-51}$$

$$w^f = \frac{2}{3} \left( \frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f} \right)^{\frac{1}{3}} \tag{A-52}$$

$$r^f = \frac{1}{3}\left(\frac{\bar{K}^f}{\bar{L}^f}\right)^{-\frac{2}{3}} \tag{A-53}$$

透過極大化效用函數，可求得兩國之效用分別爲：

$$U^h = \frac{1}{3}2^{\frac{1}{6}}(\bar{K}^h)^{\frac{1}{2}}D^{-\frac{3}{2}}\left(\bar{L}^h + \frac{1}{2}D^3\right) \tag{A-54}$$

$$U^f = 2^{-\frac{5}{6}}(\bar{K}^h)^{\frac{1}{6}}(\bar{K}^f)^{\frac{1}{3}}(\bar{L}^f)^{\frac{2}{3}}D^{-\frac{1}{2}} \tag{A-55}$$

而此生產型態的發生條件爲：

$$\bar{L}^h\left[\left(\bar{L}^h + C^{\frac{1}{2}}\right)^{\frac{1}{3}} + \left(\bar{L}^h - C^{\frac{1}{2}}\right)^{\frac{1}{3}}\right]^{-3} < 1 < 4\bar{L}^h\left[\left(\bar{L}^h + C^{\frac{1}{2}}\right)^{\frac{1}{3}} + \left(\bar{L}^h - C^{\frac{1}{2}}\right)^{\frac{1}{3}}\right]^{-3}$$

# 參考文獻

Arndt, S. W., 1997, “Globalization and the Open Economy”, *The North American Journal of Economics and Finance*, 8: 71-79.

Arndt, S. W., 1999, “Globalization and Economic Development”, *The Journal of International Trade and Economic Development*, 8: 309-318.

Baldwin, R. E. and F. Robert-Nicoud, 2008, “Offshoring: General Equilibrium Effects on Wages, Production and Trade”, *CEPR Discussion Papers*, No. 6218.

Baldwin, R. E. and F. Robert-Nicoud, 2014, “Trade-in-Goods and Trade-in-Tasks: An Integrating Framework”, *Journal of International Economics*, 92: 51-62.

Deardorff, A. V., 2001, “Fragmentation in Simple Trade Models”, *North American Journal of Economics and Finance*, 12: 121-137.

Deardorff, A. V., 2008, “Gains from Trade and Fragmentation”, in Brakman, S. and H. Garretsen, ed., *Foreign Direct Investment and the Multinational Enterprise*, 155-169, Cambridge: MIT Press.

Findlay, R. and R. W. Jones, 2000, “Factor Bias and Technical Progress”, *Economics Letters*, 68: 303-308.

Findlay, R. and R.W. Jones, 2001, “Input Trade and the Location of Production”, *American Economic Review*, 91: 29-33.

Hummels, D., J. Ishii, and K. M. Yi, 2001, “The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade”, *Journal of International Economics*, 54: 75-96.

Jones, R. W. and H. Kierzkowski, 1990, “The Role of Services in Production and International Trade: A Theoretical Framework”, in Jones, R. W. and A. O. Krueger, ed., *The Political Economy of International Trade*, 31-48, Cambridge: Blackwell Press.

Jones, R. W. and H. Kierzkowski, 1998, “Globalization and the Consequences of International Fragmentation”, in Calvo, G., R. Dornbusch, and M. Obstfeld, ed., *Money, Capital Mobility*

*and Trade: Essays in Honor of Robert A. Mundell*, 365-384, Cambridge: MIT Press.

Jones, R. W. and H. Kierzkowski, 2000, "A Framework for Fragmentation", in S. W. Arndt and H. Kierzkowski, ed., *Fragmentation: New Production Patterns in the World Economy*, 17-34, New York: Oxford University Press.

Jones, R. W., H. Kierzkowski, and G. Leonard, 2002, "Fragmentation and Intra-Industry Trade", in P. Lloyd and H. Lee, ed., *Frontiers of Research in Intra-Industry Trade*, 67-86, London: Palgrave Macmillan.

Jones, R. W. and S. Marjit, 1992, "International Trade and Endogenous Production Structures", in Neuefrind, W. and R. G. Riezman, ed., *Economic Theory and International Trade*, 173-195, Berlin: Springer-Verlag.

Kraemer, K. L., G. Linden, and J. Dedrick, 2011, "Capturing Value in Global Networks: Apple's iPad and iPhone", *Working Paper*, University of California, Irvine.

Markusen, J. R., and A. J. Venables, 2007, "Interacting Factor Endowments and Trade Costs: A Multi-country, Multi-Good Approach to Trade Theory", *Journal of International Economics*, 73: 333-354.

Melitz, M. J., 2003, "The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity", *Econometrica*, 71: 1695-1725.

Rodríguez-Clare, A., 2010, "Offshoring in a Ricardian World", *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2: 227-258.

Sechzer, S. L., 1988, "The Welfare Effects of Foreign Investment in Tariff Distorted Economies", *Journal of International Economics*, 25: 379-383.

Venables, A. J., 1999, "Fragmentation and Multinational Production", *European Economic Review*, 43: 935-945.

# International Vertical Specialization and Gains from Trade*

Po-Sheng Lin** and Yu-Lun Feng***

## Abstract

We incorporate a fragmenting technology into a Heckscher-Ohlin model to investigate whether countries gains from fragmentation and finds the effects of fragmentation on national welfare, on patterns of production and trade, and on factor prices. We illustrate that the both countries can gains from fragmentation if the two countries need to be based on comparative advantage and in the fragmentation industry for them. Moreover, we demonstrate that even in a country that gains from fragmentation, it is possible that some factor owners within that country will lose.

**Keywords:** International Vertical Specialization, Gains From Trade, Heckscher-Ohlin Model
**JEL Classification:** F11

---

* We are grateful to the two anonymous referees and the journal editors for their insightful comments. We would like to thank Professor Chiang, Yeong-Yuh, Professor Huang, Deng-Shing, Professor Huang, Yo-Yi, Professor Wen, Wei-Jen, Professor Hsu, Tse-Chien for helpful comments at the seminar.

** Professor, Department of International Business, National Chengchi University. Corresponding Author. Tel: +886-2-2939-3091 ext.81005; E-mail: lps@nccu.edu.tw.

*** Ph. D., Department of International Business, National Chengchi University.

DOI: 10.3966/054696002019060105003