

全球產業垂直分工與國際景氣循環
(International Outsourcing and International Business Cycle)

張靜云

國立台中技術學院財稅系助理教授

jing@ntit.edu.tw

摘要

1960-70 年代，世界各國普遍呈現景氣循環同步化(synchronization)現象。然而根據 Helbling and Bayoumi(2003)、Doyle and Faust(2002)、Heathcote and Perri (2003)等實證研究，自 80 年代中期以後，主要已開發國家之間，產出變動的相關性正逐漸下降，呈現景氣波動同步化減弱(de-synchronization)現象。

由於 80 年代，正是第三世界國家陸續解除經濟管制，全球產業分工加速進行的年代。因此，本文嘗試建立一理論模型，分析全球產業垂直分工對國際景氣循環的影響。我們認為各國景氣同步化是否增強或減弱，與其在全球產品生產鏈中所處的位置有關。對同位於生產鏈上游的已開發國家而言，垂直分工將相對減弱景氣波動的同步化。

關鍵字：垂直分工，國際景氣循環

1. 前言

1960-70 年代，世界各國經濟普遍呈現景氣循環同步化(synchronization)現象；然而自 1980 年代以後，此產出波動的相關性，漸呈下降。根據 Helbling and Bayoumi (2003)、Doyle and Faust(2002)等實證研究，1980 年代至 90 年代中期，G-7 等主要已開發國家之間，景氣波動呈現同步化減弱(de-synchronization)現象。¹ Heathcote and Perri (2003)針對美國與世界其它國家之間的產出相關性進行研究時，² 亦獲致類似結論：1980 年代初期至 2002 年第 2 季，美國與世界其它國家之產出相關性較 1960 至 80 年代時期明顯較低。

面對此一改變，經濟學者嘗試提出解釋。Ambler et.al.(2002)指出，當二國貿易包含中間投入時，產出的相關性將略為下降。Heathcote and Perri (2003)提出金融整合(financial integration)是可能原因的看法。Baxter and Kouparitsas (2003)檢視全球 164 個國家之生產與貿易結構資料時發現，貿易結構不同，產出相關性即異，即使二國貿易量增加，其景氣波動的相似性未必同步增加。

由於 80 年代，正是第三世界國家陸續解除管制，全球產業分工加速進行的年代。產業國際垂直分工既影響產出結構，複雜化國際景氣波動的影響管道，即可能影響國際景氣波動的相關性。

因此，本文嘗試建構一個 3 國(2 國為已開發國家，1 國為開發中國家)2 部門開放貿易模型，檢視全球產業垂直分工對國際景氣循環的影響，藉以解釋近 20 年來，已開發國家產出相關性的變化。我們認為景氣波動同步化是否增強或減弱，與各國在全球產品生產鏈中所處的位置有關。對同位於生產鏈上游的已開發國家而言，由於垂直分工，景氣波動的同步化現象將相對減弱；但對分別位於生產鏈上、下游的已開發國家和開發中國家而言，將因彼此的生產依賴性而增強景氣波動的同步化。

本文其餘章節安排如下：第 2 節，二國開放貿易基本模型，在不考慮國際垂直分工的前題下，分析二已開發國家開放貿易，市場為 cournot 數量競爭時，技術進步所導致之景氣波動同步化；第 3 節，三國開放貿易模型，係於第 2 節模型中，增添 1 開發中國家，以考慮國際垂直分工對景氣相關性的影響；第 4 節，結論。

2. 二國開放貿易基本模型 (North-North Model)

考慮 2 已開發國家開放貿易。國內各有 2 部門：非貿易部門和貿易部門。非貿易部門係由農業和服務業所共同組成；貿易部門則專指工業。下文分析，將以變數上標 A 代表非貿易部門變數，M 代表貿易部門或工業部門變數；變數下標 i 或 j 為國家別變數， $i, j=1, 2$ 。設定二國工業產品同質，廠商在國際工業產品市場上

¹ 由於區域經濟整合方式的差異，部分已開發國家之間的產出相關性趨勢仍略有不同。根據 Rose and Engel (2002)的實證研究，90 年代中期以後，歐盟成立，歐盟會員國之間產出相關性較非會員國為高。

² Heathcote and Perri (2003)所稱之“the rest of the industrialized world”，係指除美國以外的歐盟 15 國和日本。

行 cournot 數量競爭. 國際工業產品市場之反需求曲線為

$$P_t^M = B_0 - BX_t^M, \quad B_0 > 0, \quad B > 0. \quad (1)$$

其中, $X_t^M = \sum_{i=1}^2 x_{it}^M$ 為第 t 期國際工業產品市場的需求量, x_{it}^M 為第 t 期第 i 國之工業產量, P_t^M 為第 t 期國際工業產品價格, B_0 和 B 皆為外生固定常數.

2.1 工業生產

工業生產包含中間財和最終財裝配二階段. 廠商先雇用技術勞動力從事中間財的研發生產, 再雇用技術勞動力(skilled labor)和非技術勞動力(unskilled labor)從事最終產品的裝配.

2.1.1 中間財階段

設定中間財內蘊(embodied in)生產技術, 第 t 期第 i 國單位中間財內蘊的產技術為 M_{it} . 設定廠商各期固定投入 F_{it} 單位資金, 從事中間財內蘊產技術的研發, 並雇用技術勞動力生產中間財. 依循 Botdo and Helbling (2003)將景氣循環衝擊區分成全球共通性衝擊(global common shock)和國家別衝擊(country-specific shock)的設定³, 假設中間財生產技術積方程式為

$$M_{it} = M_{t,0} + \mu_0 + \mu_{it}, \quad \mu_0 \sim N(\bar{\mu}, \sigma_{\mu_0}^2), \quad \mu_{it} \sim N(0, \sigma_{\mu}^2). \quad (2)$$

式中, $M_{t,0}$ 為 t 期期初之技術水準, μ_0 為二國共同技術進步項; μ_{it} 為國家別隨機變數, μ_0 和 μ_{it} 皆服從常態分配, 為相互獨立的隨機變數.

為簡化分析, 考慮在中間財技術研發過程中, 技術在一期後完全外溢. 換言之, 雖然廠商各期的技術研發成果或有不同, 但在下一期期初, 二國廠商從事新技術研發時, 是立基於相同的技術基礎, 亦即 $M_{t,0} = \max\{M_{1,t-1}, M_{2,t-1}\}$. 因此,

二國生產技術將因共同衝擊項的存在而產生相關. 由於 $\text{cov}(M_{1t}, M_{2t}) = \sigma_{\mu_0}^2$,

$\text{var}(M_{1t}) = \text{var}(M_{2t}) = \sigma_{\mu_0}^2 + \sigma_{\mu}^2$, 第 t 期第 1 國和第 2 國之工業生產技術相關係數

ρ_t^M 即為

³ Botdo and Helbling (2003)研究過去 125 年, 4 種不同匯率制度下之 16 國之景氣波動狀況時指出, 百年來, 全球共通性衝擊是影響國際景氣循環的主要關鍵, 地區別或國家別衝擊之重要性則相對甚微.

$$\rho_t^M = \frac{\text{cov}(M_{1t}, M_{2t})}{\sqrt{\text{var}(M_{1t})}\sqrt{\text{var}(M_{2t})}} = \frac{\sigma_{\mu_0}^2}{\sigma_{\mu_0}^2 + \sigma_{\mu}^2}. \quad (3)$$

設定廠商僅雇用技術勞動力生產中間財， $X_{it}^{M0} = (L_{it}^{HS})/\zeta$ ， $\zeta > 0$ ， ζ 為外生固定常數， X_{it}^{M0} 為工業中間財數量， L_{it}^{HS} 為生產中間財所雇用的技術勞動力。立即可得中間財技術勞動力需求為，

$$L_{it}^{HS} = \zeta X_{it}^{M0}. \quad (4)$$

2.1.2 最終財裝配階段

設定最終財裝配階段的生產函數為 Leontief 型態，廠商以 1 單位的中間財，搭配 λ 單位的技術勞動力和 1 單位的非技術勞動力，生產 M_{it} 個最終產出，即

$$X_{it}^M = M_{it} \times \min\left\{\frac{1}{\lambda}L_{it}^{KS}, L_{it}^{MU}, X_{it}^{M0}\right\}, \quad (5)$$

式中， X_{it}^M 為 t 期第 i 國的工業產品產量， L_{it}^{KS} 為工業最終財裝配階段技術勞動力的雇用量， L_{it}^{MU} 為工業裝配階段非技術勞動力的雇用量， $\lambda > 0$ ，為外生固定常數。根據(5)，可得裝配階段技術勞動力，非技術勞動力和中間財等要素需求量分別為

$$L_{it}^{KS} = \frac{\lambda X_{it}^M}{M_{it}}, \quad L_{it}^{MU} = \frac{X_{it}^M}{M_{it}}, \quad X_{it}^{M0} = \frac{X_{it}^M}{M_{it}}. \quad (6)$$

將之代入(4)，並可得中間財技術勞動力需求，

$$L_{it}^{HS} = \zeta X_{it}^{M0} = \zeta (X_{it}^M / M_{it}). \quad (7)$$

2.1.3 工業廠商的最適決策

第 t 期第 i 國工業部門廠商利潤函數可寫為

$$\pi_{it}^M = [A - B(X_{1t}^M + X_{2t}^M)]X_{it}^M - w_{it}^S(L_{it}^{HS} + L_{it}^{KS}) - w_{it}^U L_{it}^{MU} - F_{it}. \quad (8)$$

將(6)(7)式代入，(8)可重新整理成

$$\pi_{it}^M = [A - B(X_{1t}^M + X_{2t}^M)]X_{it}^M - c_{it}^M X_{it}^M - F_{it}. \quad (8a)$$

其中， $c_{it}^M = [(\lambda + \zeta)w_{it}^S + w_{it}^U]/M_{it}$ 可視為是工業產品的邊際生產成本，中間財的

研發投入 F_{it} ，即類似固定成本。此時，工業廠商的最適決策即如一般所常見的雙占 cournot 數量競爭模型。一階條件如下：

$$\frac{\partial \pi_{1t}^M}{\partial X_{1t}^M} = [(B_0 - c_{1t}^M) - 2BX_{1t}^M - BX_{2t}^M] = 0, \quad (9a)$$

$$\frac{\partial \pi_{2t}^M}{\partial X_{2t}^M} = [(B_0 - c_{2t}^M) - BX_{1t}^M - 2BX_{2t}^M] = 0. \quad (9b)$$

聯立求解可得第 1 和第 2 個已開發國家工業廠商的產量分別為

$$X_{1t}^M = \frac{B_0 - 2c_{1t}^M + c_{2t}^M}{3B}, \quad X_{2t}^M = \frac{B_0 + c_{1t}^M - 2c_{2t}^M}{3B}. \quad (10)$$

國際市場上，工業總合需求和工業物價為，

$$X_t^M = X_{1t}^M + X_{2t}^M = \frac{2B_0 - c_{1t}^M - c_{2t}^M}{3B}, \quad P_t^M = \frac{B_0 + c_{1t}^M + c_{2t}^M}{3}. \quad (11)$$

個別國家之工業產值與廠商利潤分別為

$$P_t^M X_{it}^M = \frac{(B_0 - 2c_{it}^M + c_{jt}^M)(B_0 + c_{it}^M + c_{jt}^M)}{9B}, \quad \pi_{it}^M = \frac{(B_0 - 2c_{it}^M + c_{jt}^M)^2}{9B} - F_{it}, \quad (12)$$

工業部門之技術勞動力和非技術勞動力需求分別為

$$L_{it}^{KS} = \frac{\lambda X_{it}^M}{M_{it}} = \frac{\lambda(B_0 - 2c_{it}^M + c_{jt}^M)}{3BM_{it}}, \quad L_{it}^{HS} = \frac{\zeta X_{it}^M}{M_{it}} = \frac{\zeta(B_0 - 2c_{it}^M + c_{jt}^M)}{3BM_{it}}, \quad (13)$$

$$L_{it}^{MU} = \frac{X_{it}^M}{M_{it}^M} = \frac{B_0 - 2c_{it}^M + c_{jt}^M}{3BM_{it}^M}, \quad (14)$$

中間財部門和最終財技術勞動力的加總即為工業部門技術勞動力總就業量 L_{it}^{MS} ，

$$L_{it}^{MS} = L_{it}^{HS} + L_{it}^{KS} = \frac{(\lambda + \zeta)X_{it}^M}{M_{it}}. \quad (15)$$

2.2 非貿易部門

設定非貿易財為單位財(numeraire)，價格等於 1，市場完全競爭，生產函數為

$$X_{it}^A = AL_{it}^{AU}, \quad (16)$$

式中， X_{it}^A 為非貿易財產量， L_{it}^{AU} 為非貿易財之非技術勞動力雇用量， A 代表非貿易部門之生產技術，為外生固定常數。非貿易部門廠商利潤函數即可寫為

$$\pi_{it}^A = X_{it}^A - w_{it}^U L_{it}^{AU}$$

由廠商最適一階條件，可得非技術勞動力工資等於 A 。

$$w_{it}^U = A. \quad (17)$$

2.3 勞動供給決策

設定第 t 期第 i 國之總勞動人口為 L_{it} 。為簡化分析，設定二國人口數相同，均等於 1。勞動力異質，因其接受訓練成為技術勞動力所需花費之教育時間 e 不同而異， $e \in [0,1]$ ，設其機率分配函數為均等分配， $f(e) = 1$ 。設定 w_{it}^S 和 w_{it}^U 分別為第 t 期第 i 國勞動市場上，技術勞動力和非技術勞動力的工資。技術勞動力和非技術勞動力之形成是由勞動者依自身屬性和市場工資內生決定。對教育時間為 e 的勞動者而言，若想要成為技術勞動力，即需花費 e 時間接受教育，扣除教育時間 e 後，淨工資所得為 $w_{it}^S(1 - e)$ ；若未接受教育，即為非技術勞動力，工資等於 w_{it}^U 。因此，存在一個關鍵值 e_{it}^c ，當勞動者的教育時間小於 e_{it}^c 時，將選擇接受教育，成為技術勞動力；教育時間大於 e_{it}^c 的勞動者將放棄受教育，成為非技術勞動力；技術教育時間等於 e_{it}^c 的勞動力對於是否接受教育，並無差異。 e_{it}^c 是使下一等式成立之值。

$$w_{it}^S(1 - e_{it}^c) = w_{it}^U,$$

由此可得， $e_{it}^c = 1 - w_{it}^U / w_{it}^S$ ，在人口數設定等於 1 的前題下， e_{it}^c 同時代表技術勞動力占總勞動力的比例和人數。第 t 期第 i 國技術勞動力 L_{it}^S 和非技術勞動力供給 L_{it}^U 分別為，

$$L_{it}^S = e_{it}^c L_{it} = (1 - w_{it}^U / w_{it}^S), \quad (18)$$

$$L_{it}^U = (1 - e_{it}^c) L_{it} = (w_{it}^U / w_{it}^S). \quad (19)$$

由於 $\partial e_{it}^c / \partial (w_{it}^S / w_{it}^U) > 0$ ，代表隨相對工資 (w_{it}^S / w_{it}^U) 的提高，⁴ 技術勞動力比例及人數即相對愈高。

2.4 勞動市場

⁴ 本文所指之相對工資，專指技術勞動力工資相對非技術勞動力工資的比例，即 (w_{it}^S / w_{it}^U) 。

設定勞動力無法在國際間自由移動，因此，藉由國內勞動市場供需均衡等式，

$$L_{it}^S = L_{it}^{MS} = L_{it}^{HS} + L_{it}^{KS}, \quad (20)$$

即可計算技術勞動力工資。將(15)(18)代入(20)，可得

$$\left(1 - \frac{w_{it}^U}{w_{it}^S}\right)L_{it} = (\zeta + \lambda) \frac{X_{it}^M}{M_{it}} = (\zeta + \lambda) \frac{[B_0 - 2c_{it}^M + c_{jt}^M]}{3BM_{it}}. \quad (21)$$

由於國外生產技術 M_{jt} 明顯透過 c_{jt}^M (M_{jt}) 影響本國相對工資；本國生產技術亦透

過 c_{it}^M (M_{it}) 交互影響國外相對工資。(21)移項整理後可得

$$\frac{(\zeta + \lambda)w_{it}^S + w_{it}^U}{M_{it}} = c_{it}^M = B_0 - \frac{2BM_{it}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{it}^U}{w_{it}^S}\right)L_{it} - \frac{BM_{jt}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{jt}^U}{w_{jt}^S}\right)L_{jt},$$

即

$$\frac{(\zeta + \lambda)w_{it}^S + w_{it}^U}{M_{it}} + \frac{2BM_{it}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{it}^U}{w_{it}^S}\right)L_{it} + \frac{BM_{jt}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{jt}^U}{w_{jt}^S}\right)L_{jt} = B_0, \quad i=1,2. \quad (21a)$$

將二個已開發國家之(21a)式聯立求解，可得相對工資的均衡解值，

$$w_{it}^S = w(M_{it}, M_{jt}), \quad i,j=1,2, \quad j \neq i. \quad (22)$$

針對(21a), $i=1,2$ ，進行全微分，可求得 (M_{it}, M_{jt}) 對 w_{it}^S 的比較靜態。

$$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} \frac{(\zeta + \lambda)}{M_{1t}} + \frac{2BM_{1t}}{(\zeta + \lambda)} \frac{w_{1t}^U L_{1t}}{(w_{1t}^S)^2} & \frac{BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)} \frac{w_{2t}^U L_{2t}}{(w_{2t}^S)^2} \\ \frac{BM_{1t}}{(\zeta + \lambda)} \frac{w_{1t}^U L_{1t}}{(w_{1t}^S)^2} & \frac{(\zeta + \lambda)}{M_{2t}} + \frac{2BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)} \frac{w_{2t}^U L_{2t}}{(w_{2t}^S)^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dw_{1t}^S \\ dw_{2t}^S \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} \frac{(\zeta + \lambda)w_{1t}^S + w_{1t}^U}{(M_{1t})^2} - \frac{2BL_{1t}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{1t}^U}{w_{1t}^S}\right) & \\ -\frac{BL_{1t}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{1t}^U}{w_{1t}^S}\right) & \end{bmatrix} dM_{1t} + \begin{bmatrix} -\frac{BL_{2t}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{2t}^U}{w_{2t}^S}\right) & \\ \frac{(\zeta + \lambda)w_{2t}^S + w_{2t}^U}{(M_{2t})^2} - \frac{2BL_{2t}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{2t}^U}{w_{2t}^S}\right) & \end{bmatrix} dM_{2t} \end{aligned}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} (\zeta + \lambda) + \frac{2BM_{1t}}{(\zeta + \lambda)(w_{1t}^S)^2} & \frac{BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)(w_{2t}^S)^2} \\ \frac{BM_{1t}}{(\zeta + \lambda)(w_{1t}^S)^2} & (\zeta + \lambda) + \frac{2BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)(w_{2t}^S)^2} \end{vmatrix}$$

$$= \left[\frac{(\zeta + \lambda)}{M_{1t}} + \frac{2BM_{1t}}{(\zeta + \lambda)(w_{1t}^S)^2} \right] \frac{(\zeta + \lambda)}{M_{2t}} + \frac{(\zeta + \lambda)}{M_{1t}} \frac{2BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)(w_{2t}^S)^2}$$

$$+ \frac{3BM_{1t}}{(\zeta + \lambda)(w_{1t}^S)^2} \frac{BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)(w_{2t}^S)^2} > 0 \quad (23)$$

利用 cramer rule 可求得,

$$\frac{dw_{1t}^S}{dM_{1t}} = \frac{dw_{2t}^S}{dM_{2t}} = \frac{1}{\Delta} \begin{vmatrix} (\zeta + \lambda)w_{1t}^S + w_{1t}^U - \frac{2BL_{1t}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{1t}^U}{w_{1t}^S}\right) & \frac{BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)(w_{2t}^S)^2} \\ -\frac{BL_{1t}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{1t}^U}{w_{1t}^S}\right) & (\zeta + \lambda) + \frac{2BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)(w_{2t}^S)^2} \end{vmatrix}$$

$$= \frac{1}{\Delta} \left\{ \frac{(\zeta + \lambda)w_{1t}^S + w_{1t}^U}{(M_{1t})^2} \left[\frac{(\zeta + \lambda)}{M_{2t}} + \frac{2BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)(w_{2t}^S)^2} \right] - \frac{2BL_{1t}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{1t}^U}{w_{1t}^S}\right) \frac{(\zeta + \lambda)}{M_{2t}} \right.$$

$$\left. - \frac{3BL_{1t}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{1t}^U}{w_{1t}^S}\right) \frac{BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)(w_{2t}^S)^2} \right\} > 0 \quad (24)$$

$$\frac{dw_{1t}^S}{dM_{2t}} = \frac{dw_{2t}^S}{dM_{1t}} = \frac{1}{\Delta} \begin{vmatrix} -\frac{BL_{2t}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{2t}^U}{w_{2t}^S}\right) & \frac{BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)(w_{2t}^S)^2} \\ (\zeta + \lambda)w_{2t}^S + w_{2t}^U - \frac{2BL_{2t}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{2t}^U}{w_{2t}^S}\right) & (\zeta + \lambda) + \frac{2BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)(w_{2t}^S)^2} \end{vmatrix}$$

$$= \frac{-1}{\Delta} \left\{ \frac{BL_{2t}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{2t}^U}{w_{2t}^S}\right) \frac{(\zeta + \lambda)}{M_{2t}} + \frac{BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)(w_{2t}^S)^2} \frac{(\zeta + \lambda)w_{2t}^S + w_{2t}^U}{(M_{2t})^2} \right\} < 0 \quad (25)$$

(24)說明, 本國量產技術的提升對本國技術勞動力相對工資的影響, 正負不定。

由於本文設定生產技術的進步, 為量產能力的提升. 因此, 技術進步對技術勞動力的需求具有一增一減的效果, 一方面將藉降低單位產出中勞動力的需求, 發揮節省勞動力的效果; 另一方面則藉單位生產成本降低, 刺激工業產品需求, 激勵勞動力需求增加. 因此, 工業部門技術進步是否會帶動技術勞動力工資上升, 並不一定, 需視技術進步的產出激勵效果和勞動節省效果之大小而定. 然而, 由(25)可得, 當外國生產技術提升時, 本國技術勞動力相對工資肯定下跌。

此外, 本國生產技術進步對工業邊際生產成本的影響為

$$\frac{dc_{1t}^M}{dM_{1t}} = -\frac{(\lambda + \zeta)w_{1t}^S + w_{1t}^U}{M_{1t}^2} + \frac{(\lambda + \zeta)}{M_{1t}} \frac{dw_{1t}^S}{dM_{1t}} \quad (26)$$

(26)等號右方第一項為技術進步引發單位產出中勞動需求減少的勞動成本節省項, 第二項為技術進步透過生產成本下降, 產品需求增加, 導致技術勞動力需求

上升的勞動成本增加項。將(24)代入(26)，可得本國量產技術的提升，將造成本國單位產出成本的下降。

$$\begin{aligned} \frac{dc_{1t}^M}{dM_{1t}} = & -\frac{1}{\Delta} \frac{(\lambda + \zeta)w_{1t}^S + w_{1t}^U}{M_{1t}^2} \left[\frac{2BM_{1t}}{(\zeta + \lambda)(w_{1t}^S)^2} \frac{w_{1t}^U L_{1t}}{M_{2t}} (\zeta + \lambda) + \frac{3BM_{1t}}{(\zeta + \lambda)(w_{1t}^S)^2} \frac{w_{1t}^U L_{1t}}{(\zeta + \lambda)} \frac{BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)(w_{2t}^S)^2} \frac{w_{2t}^U L_{2t}}{(\zeta + \lambda)(w_{2t}^S)^2} \right] \\ & - \frac{1}{\Delta} \frac{(\lambda + \zeta)}{M_{1t}} \left[\frac{2BL_{1t}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{1t}^U}{w_{1t}^S}\right) \frac{(\zeta + \lambda)}{M_{2t}} + \frac{3BL_{1t}}{(\zeta + \lambda)} \left(1 - \frac{w_{1t}^U}{w_{1t}^S}\right) \frac{BM_{2t}}{(\zeta + \lambda)} \frac{w_{2t}^U L_{2t}}{(w_{2t}^S)^2} \right] \\ & < 0 \end{aligned} \quad (27)$$

至於對手國量產技術進步對本國生產成本的影響，

$$\frac{dc_{1t}^M}{dM_{2t}} = \frac{(\lambda + \zeta)}{M_{1t}} \frac{dw_{1t}^S}{dM_{2t}} < 0 \quad (28)$$

由此可知，對手國量產技術的提升，同樣造成本國單位產出成本的下降。

最後，我們將檢視生產技術變動對勞動雇用量的影響。由於技術勞動力和非技術勞動力的需求量皆為 (X_{it}^M / M_{it}) 的函數，因此，將先求算 $d(X_{it}^M / M_{it}) / dM_{it}$ 。

$$\frac{d}{dM_{1t}} \left(\frac{X_{1t}^M}{M_{1t}} \right) = \frac{1}{M_{1t}} \left(\frac{\partial X_{1t}^M}{\partial c_{1t}^M} \frac{\partial c_{1t}^M}{\partial w_{1t}} \frac{\partial w_{1t}}{\partial M_{1t}} - \frac{X_{1t}^M}{M_{1t}} \right) = \frac{1}{M_{1t}} \left(\frac{-2}{3B} \frac{\partial c_{1t}^M}{\partial M_{1t}} - \frac{X_{1t}^M}{M_{1t}} \right) > 0 \quad (29)$$

由於 $(\partial c_{1t}^M / \partial M_{1t}) < 0$ ，因此 $d(X_{it}^M / M_{it}) / dM_{it}$ 與 dw_{it}^S / dM_{it} 類似，均符號正負未定。

觀察(21)式，二邊同時對 M_{it} 作全微分，可得

$$\frac{w_{it}^U L_{it}}{(w_{it}^S)^2} \frac{dw_{it}^S}{dM_{it}} = (\zeta + \lambda) \frac{d}{dM_{it}} \left(\frac{X_{it}^M}{M_{it}} \right) \quad (30)$$

代表在量產技術進步過程中， $d(X_{it}^M / M_{it}) / dM_{it}$ 與 dw_{it}^S / dM_{it} 的符號變化將是一

致的，當 $dw_{it}^S / dM_{it} > 0$ 時， $d(X_{it}^M / M_{it}) / dM_{it} > 0$ ；當 $dw_{it}^S / dM_{it} < 0$ 時，也同時隱喻

著 $d(X_{it}^M / M_{it}) / dM_{it} < 0$ 。

最後，將均衡解值 w_{it}^S 代入非技術勞動力供需均衡式， $L_{it}^U = L_{it}^{MU} + L_{it}^{AU}$ ，即可

解得非貿易部門之非技術勞動雇用量和產出分別為，

$$L_{it}^{AU} = \frac{w_{it}^U}{w_{it}^S} L_{it} - \frac{X_{it}^M}{M_{it}} = L_{it} - (\zeta + \lambda + 1) \frac{X_{it}^M}{M_{it}}, \quad (31)$$

$$X_{it}^U = AL_{it}^U = AL_{it} - A(\zeta + \lambda + 1) \frac{X_{it}^M}{M_{it}}. \quad (32)$$

2.5 產出相關性

第 t 期第 i 國總產出即等於貿易部門和非貿易部門產出值的加總,

$$Y_{it} = P_t^M X_{it}^M + AL_{it} - A(\zeta + \lambda + 1) \frac{X_{it}^M}{M_{it}}. \quad (33)$$

將(22)代入, 可得各國產出為二國技術水準的函數.

$$Y_{it} = Y_{it}(M_{1t}, M_{2t}), i=1,2. \quad (34)$$

針對上式取泰勒一階展式,

$$\begin{aligned} Y_{it} &= Y_{it}(M_{t,0}) + \frac{\partial Y_{it}}{\partial M_{1t}} \Big|_{M_{1t}=M_{2t}=M_{t,0}} (M_{1t} - M_{t,0}) + \frac{\partial Y_{it}}{\partial M_{2t}} \Big|_{M_{1t}=M_{2t}=M_{t,0}} (M_{2t} - M_{t,0}) \\ &= Y_{it}(M_{t,0}) + \Phi_{i1}(M_{1t} - M_{t,0}) + \Phi_{i2}(M_{2t} - M_{t,0}) \end{aligned} \quad (35)$$

$$\text{式中, } \Phi_{i1} = \frac{\partial Y_{it}}{\partial M_{1t}} \Big|_{M_{1t}=M_{2t}=M_{t,0}}, \quad \Phi_{i2} = \frac{\partial Y_{it}}{\partial M_{2t}} \Big|_{M_{1t}=M_{2t}=M_{t,0}}.$$

當 $M_{1t} = M_{2t} = M_{t,0}$ 時, $w_{1t}^S = w_{2t}^S = w_t^S$, $c_{1t}^M = c_{2t}^M = c_t^M$, $X_{1t}^M = X_{2t}^M = X_t^M / 2$.

二國產出相關係數,

$$\rho_t^Y = \frac{\text{cov}(Y_{1t}, Y_{2t})}{\sqrt{\text{var}(Y_{1t})} \sqrt{\text{var}(Y_{2t})}}. \quad (36)$$

$$\text{cov}(Y_{1t}, Y_{2t}) = \Phi_{11} \Phi_{21} \text{var}(M_{1t}) + (\Phi_{11} \Phi_{22} + \Phi_{12} \Phi_{21}) \text{cov}(M_{1t}, M_{2t}) + \Phi_{12} \Phi_{22} \text{var}(M_{2t})$$

$$\sqrt{\text{var}(Y_{1t})} = \sqrt{\Phi_{11}^2 \text{var}(M_{1t}) + 2\Phi_{11} \Phi_{12} \text{cov}(M_{1t}, M_{2t}) + \Phi_{12}^2 \text{var}(M_{2t})}$$

$$\sqrt{\text{var}(Y_{2t})} = \sqrt{\Phi_{21}^2 \text{var}(M_{1t}) + 2\Phi_{21} \Phi_{22} \text{cov}(M_{1t}, M_{2t}) + \Phi_{22}^2 \text{var}(M_{2t})}$$

考慮二國對稱, 則 $\Phi_{11} = \Phi_{22}$, $\Phi_{12} = \Phi_{21}$, 且 $\text{cov}(M_{1t}, M_{2t}) = \sigma_{\mu_0}^2$,

$\text{var}(M_{1t}) = \text{var}(M_{2t}) = \sigma_{\mu}^2 + \sigma_{\mu_0}^2$, ()式可改寫成

$$\begin{aligned} \rho_t^Y &= \frac{2\Phi_{11} \Phi_{21} \text{var}(M_{1t}) + (\Phi_{11}^2 + \Phi_{12}^2) \text{cov}(M_{1t}, M_{2t})}{\Phi_{11}^2 \text{var}(M_{1t}) + 2\Phi_{11} \Phi_{12} \text{cov}(M_{1t}, M_{2t}) + \Phi_{12}^2 \text{var}(M_{2t})} \\ &= \frac{(\Phi_{11} + \Phi_{12})^2 \sigma_{\mu_0}^2 + 2\Phi_{11} \Phi_{21} \sigma_{\mu}^2}{(\Phi_{11} + \Phi_{12})^2 \sigma_{\mu_0}^2 + (\Phi_{11}^2 + \Phi_{12}^2) \sigma_{\mu}^2} \\ &= 1 - \frac{(\Phi_{11} - \Phi_{12})^2 \sigma_{\mu}^2}{(\Phi_{11} + \Phi_{12})^2 \sigma_{\mu_0}^2 + (\Phi_{11}^2 + \Phi_{12}^2) \sigma_{\mu}^2} \end{aligned} \quad (36a)$$

$$\text{倘若 } \sigma_{\mu_0}^2 = \sigma_{\mu}^2 = \sigma^2, \rho_t^y = \frac{1}{2} + \frac{3\Phi_{11}\Phi_{12}}{\Phi_{11}^2 + \Phi_{12}\Phi_{11} + \Phi_{12}^2}. \quad (36b)$$

3. 全球產業垂直分工模型 (north-north-south model)⁵

本小節將分析 2 已開發國家工業廠商皆將最終財裝配廠外移至開發中國家時,⁶ 全球產業垂直分工對已開發國家景氣循環的影響。作法係於上一節 2 個已開發國家開放貿易之基本架構中, 增添 1 個工資相對低廉的開發中國家 S. 設此開發中國家之技術勞動力與非技術勞動力工資分別為 w_{st}^S 和 w_{st}^U , 令 $w_{1t}^S > w_{1t}^U$,

$w_{2t}^S > w_{2t}^U$, $w_{1t}^U > w_{St}^U$, $w_{2t}^U > w_{St}^U$, 且 $w_{it}^S / w_{it}^U > w_{st}^S / w_{st}^U$, 以凸顯開發中國家在勞動成本上, 具有絕對優勢和相對優勢。

為簡化分析, 我們設定中間財的生產只限在已開發國家, 開發中國家僅從事最終財的裝配生產。考慮 2 個已開發國家皆將工業裝配廠外移至相同的開發中國家生產。此時, 工業邊際生產成本將因最終財裝配廠外移勞動成本下降而修改為 $c_{it}^o = [\zeta w_{it}^S + (\lambda w_{st}^S + w_{St}^U)] / M_{it}$ 。此外, 國際垂直分工雖可使已開發國家到開發中國家設廠生產, 節省勞動成本, 但對工業廠商而言, 下游裝配廠外移常額外產生股權經營成本 C_t^f 。⁷ 因此, 第 t 期第 i 國工業廠商的利潤函數仍類似(8a)式, 可寫為

$$\pi_{it}^o = [A - B(X_{1t}^o + X_{2t}^o)]X_{it}^M - c_{it}^o X_{it}^M - c_t^f - F_{it}. \quad (8b)$$

式中, 變數上標為 O 表在垂直分工下之變數。根據廠商最適一階條件, 二已開發國家工業廠商的產量分別為 $X_{1t}^o = \frac{A - 2c_{1t}^o + c_{2t}^o}{3B}$ 和 $X_{2t}^o = \frac{A + c_{1t}^o - 2c_{2t}^o}{3B}$ 。其餘廠商決策變數之求解與上一節類似, 主要差異處在於邊際生產成本的不同。

此時, 二已開發國家之非貿易部門生產函數設定仍如上一節, 僅雇用非技術勞動力, 工資等於 A, 非技術勞動力需求方程式 $L_{it}^U = L_{it} - L_{it}^S = L_{it} - \zeta X_{it}^o / M_{it}$ 。

3.1 相對工資

由於下游裝配廠外移, 已開發國家之工業部門只剩中間財部門, 勞動力需求只限於技術勞動力, 所有非技術勞動力全部在非貿易部門中就業。第 t 期第 i 國技術勞動力的供需均衡等式,

⁵ 全球產業垂直分工的方式, 除外人直接投資(FDI)外, 亦可採行專利權移轉的方式。本文僅討論外人直接投資的垂直分工形式對國際景氣循環的影響。

⁶ 由於產業外移決策並非本文重點, 因此, 本節分析係於直接設定 2 已開發國家將產業外移至開發中國家對國際景氣循環的影響, 並不討論產業是否外移的廠商決策。

⁷ 此股權經營成本包括對開發中國家法制風俗人文等制度性因素的資訊不完全。

$$\left(1 - \frac{w_{it}^U}{w_{it}^S}\right)L_{it} = \zeta \frac{X_{it}^O}{M_{it}} = \zeta \frac{A - 2c_{it}^O + c_{jt}^O}{3BM_{it}}, \quad (21b)$$

將 2 已開發國家之(21b)式聯立求解，同樣可得

$$w_{it}^S = w^O(M_{it}, M_{jt}), \quad i=1,2, \quad j \neq i. \quad (22a)$$

比較(21)(21b)式，可看出，二式等號左方項相同，因此，國際垂直分工後，已開發國家技術勞動力相對工資是否上升或下降，端視 $\zeta \frac{X_{it}^O}{M_{it}}$ 和 $(\zeta + \lambda) \frac{X_{it}^M}{M_{it}}$ 相對大小而定。倘若 $\zeta \frac{X_{it}^O}{M_{it}} \geq (\zeta + \lambda) \frac{X_{it}^M}{M_{it}}$ ，則由於垂直分工後，工業產品成本的下降將使已開發國家技術勞動力的需求更殷，促使技術勞動工資上漲，工資不均度惡化。但若， $\zeta \frac{X_{it}^O}{M_{it}} < (\zeta + \lambda) \frac{X_{it}^M}{M_{it}}$ ，則代表國際垂直分工後，中間財部門對技術勞動力需求擴張不足以彌補裝配廠外移技術勞動力的減少，技術勞動力的總合需求下降，相對工資即下跌，工資不均度反而會稍加緩和。因此，在本文模型設定下，國際垂直分工並不一定會使工資不均度持續惡化。

3.2 產出相關係數

設定國際垂直分工下，已開發國家之工業部門產值等於工業產品市場收益減去裝配廠在開發中國家的勞動雇用成本及海外股權經營成本⁸，即

$P_t^O X_{it}^O - w_{st}^S L_{St}^{KS} - w_{st}^U L_{St}^{MU} - c_t^f$ 。第 t 期第 i 國已開發國家之總產出 Y_{it}^O 為工業部門產值加上非貿易財產值，

$$\begin{aligned} Y_{it}^O &= P_t^O X_{it}^O - w_{st}^S L_{St}^{KS} - w_{st}^U L_{St}^{MU} - c_t^f + AL_{it}^U \\ &= P_t^O X_{it}^O - (\lambda w_{st}^S + w_{st}^U + A\zeta) \frac{X_{it}^O}{M_{it}} - c_t^f + AL_{it}^U \end{aligned} \quad (33a)$$

同樣可得二國產出為彼此技術水準的函數，

$$Y_{it}^O = Y_{it}^O(M_{1t}, M_{2t}). \quad (34a)$$

針對上式取泰勒一階展式

⁸ 此一設定方式即隱含著已開發國家工業廠商是採國內接單，海外子公司出口，並將所有利潤皆匯回國內母公司的策略。

$$\begin{aligned}
Y_{it}^O &= Y_{it}^O(M_{t,0}) + \left. \frac{\partial Y_{it}^O}{\partial M_{1t}} \right|_{M_{1t}=M_{2t}=M_{t,0}} (M_{1t} - M_{t,0}) + \left. \frac{\partial Y_{it}^O}{\partial M_{2t}} \right|_{M_{1t}=M_{2t}=M_{t,0}} (M_{2t} - M_{t,0}) \\
&= Y_{it}^O(M_{t,0}) + \Phi_{i1}^O(M_{1t} - M_{t,0}) + \Phi_{i2}^O(M_{2t} - M_{t,0})
\end{aligned} \tag{35a}$$

式中, $\Phi_{i1}^O = \left. \frac{\partial Y_{it}^O}{\partial M_{1t}} \right|_{M_{1t}=M_{2t}=M_{t,0}}$, $\Phi_{i2}^O = \left. \frac{\partial Y_{it}^O}{\partial M_{2t}} \right|_{M_{1t}=M_{2t}=M_{t,0}}$, $i=1,2$.

在對稱情況下, 二已開發國家之產出相關性, 可寫為

$$\rho_t^O = 1 - \frac{(\Phi_{11}^O - \Phi_{12}^O)^2 \sigma_\mu^2}{(\Phi_{11}^O + \Phi_{12}^O)^2 \sigma_\mu^2 + [(\Phi_{11}^O)^2 + (\Phi_{12}^O)^2] \sigma_\mu^2} \tag{36c}$$

比較(36a)(36c)式, 倘若 $\Phi_{11} \geq \Phi_{11}^O \geq 0$, $0 \geq \Phi_{12} \geq \Phi_{12}^O$, 則 $\rho_t^Y \geq \rho_t^O$, 代表當國際垂直分工形成時, 由於勞動成本下降, 將使生產技術對國內產出的偏微分項相對較小, 影響力即降低, 因此, 引入國際垂直分工後, 二國產出的相關性即下降。

4. 結論

本文分析國際垂直分工對國際景氣波動同步化的影響. 與目前文獻的最大差異處在於本文嘗試從理論模型中, 分析垂直分工如何經由產業結構變動, 影響國際景氣循環的同步性, 而非設立基本模型後, 由數值分析法, 模擬垂直分工前後之產出相關性的變化. 主要結論如下

在未考慮國際垂直分工前, 量產技術的提升, 將使廠商在貿易開放的過程中, 因生產成本的下降而享有工業產出擴張的貿易利得. 並因 2 國技術競賽過程中, 面臨類似的研發困境與挑戰, 與世界其它國家的景氣波動即呈現相關. 然而國際垂直分工將改變已開發國家之產業結構. 產業外移, 促使工業部門技術進步對產出波動的影響性即降低.

雖然 Kose M. A. and K. Yi (2001)曾針對國際產業分工對國際景氣循環, 提出國際垂直分工對國際景氣循環並無實質影響的實證研究. 但因該研究僅於二國生產決策中加入運輸成本的考量, 明顯忽略國際垂直分工對產業結構變遷的重要. 倘若加入垂直分工對產業結構變遷的考慮, 其結論恐怕未必如此.

此外, 我們的結論雖與 Krugman (1993)的預測類似, 皆認為專業化生產將降低部分國家景氣波動的相關性. 但不同的是, 我們考慮的是上下游垂直分工的專業化生產, 而非因素秉賦差異所形成的專業化生產.

最後, 由於為得出可資比較的理論結論, 本文在模型設定上, 作了相當幅度的簡化, 因此, 在未來的研究上, 可嘗試放寬部份設定. 例如: 工業部門技術不完全外溢; 非貿易部門非線性生產函數. 藉以分析不同設定下, 深入探討國際產業垂直分工對國際景氣循環的影響.

References

1. Ambler S., Cardia E. and C. Zimmermann (2004), "International Business Cycles: What Are the Facts? ", *Journal of Monetary Economics*, Vol.51, pp.257-276.
2. Ambler S., Cardia E. and C. Zimmermann (2002), "International Transmission of the Business Cycle in a Multi-sector Model", *European Economic Review*, Vol.46, pp.273-300.
3. Antràs Pol (2003), "Global Sourcing", NBER Working Paper No. 10082.
4. Backus D. K. and P. J. Kehoe (1992), "International Evidence on the Historical Properties of Business Cycles", *American Economic Review*, Vol.82, No.4, pp.864-888.
5. Backus D. K., Kehoe P. J. and F. E. Kydland (1992), "International Real Business Cycles", *Journal of Political Economy*, Vol.100, No.4, pp.745-775.
6. Baxter M. and M. A. Kouparitsas (2003), "Trade Structure, Industrial Structure, and International Business Cycles", *American Economic Review*, Vol.93, No. 2, pp.51-62.
7. Boileau Martin (1996), "Growth and the International Transmission of Business Cycles", *International Economic Review*, Vol.37, No.4, pp.737-756.
8. Bordo M. D. and T. Helbling (2003), "Have National Business Cycles Become More Synchronized? ", NBER Working Paper No.10130.
9. Canova F. and G. Denicoló (2003), "On the Sources of Business Cycles in the G-7", *Journal of International Economics*, Vol.59, pp.77-100.
10. Canova F. and A. Ubide (1998), "Household Production and International Business Cycles", *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol.22, pp.545-572.
11. Clark T. E. and Eric van Wincoop (2001), "Borders and Business Cycles", *Journal of International Economics*, Vol.55, pp.59-85.
12. Cook David (2002), "Market Entry and International Propagation of Business Cycles", *Journal of International Economics*, Vol.56, No.1, pp.155-175.
13. Guo J. and F. Sturzenegger (1998), "Crazy Explanations of International Business Cycles", *International Economic Review*, Vol.39, No.1, pp.111-133.
14. Hallett A. H. and L. Piscitelli (2002), "Does Trade Integration Cause Convergence? ", *Economics Letters*, Vol.75, pp.165-170.
15. Heathcote J. and F. Perri (2003), "Why Has the U.S. Economy Become Less Correlated with the Rest of the World", *American Economic Review*, Vol.93, No.2, pp.63-69.
16. Hummels D., Ishii J. and K. Yi (2001), "The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade", *Journal of International Economics*, Vol.54, pp.75-96.

17. Kehoe P. J. and F. Perri (2002), “International Business Cycles with Endogenous Incomplete Markets”, *Econometrica*, Vol.70, No.3, pp.907-928.
18. Kose M. A., Christopher Otrok, and C. H. Whiteman (2003), “International Business Cycles: World, Region, and Country-Specific Factors”, *American Economic Review*, Vol.93, No.4, pp.1216-1239.
19. Kose M. A. and K. Yi (2001), “International Trade and Business Cycles: Is Vertical Specialization the Missing Link”, Vol.91, No.2, pp.371-375.
20. Krugman P. (1991), *Geography and Trade*, MIT Press.
21. Rose A. K. and C. Engel (2002), “Currency Unions and International Integration”, *Journal of Money, Credit, and Banking*, Vol.34, No. 4, pp.1067-1089.
22. Thoenig M. and T. Verdier (2003), “A Theory of Defensive Skill-Biased Innovation and Globalization”, *American Economic Review*, Vol.93, No.3, pp.709-728.