



從產業關聯表看我國在全球價值鏈的定位

本文測度各國於全球價值鏈定位，發現我國整體產業的向前及向後關聯生產鏈平均長度隨全球價值鏈風行日趨增長，居全球價值鏈較上游，且持續往更上游方向發展。在電腦、電子與光學製品方面，我國的向前關聯生產鏈長度遞增態勢尤為明顯，遠優於其他主要經濟體。

劉瑞文（交通部統計處處長）

壹、前言

價值鏈指產品從初始狀態到最終用途的所有活動。隨全球化風潮，加上資訊科技躍進，運輸與通訊成本大幅下降，愈來愈多廠商受比較利益驅使，將原在一個定點的價值鏈切割成數個部分（如設計、生產、組裝、行銷等）後分散或外包（outsourcing）至不同國度或廠商，文獻稱此為全球價值鏈（Global Value Chains，簡稱GVCs）。

全球價值鏈既由多國及產業接力而成，其長度（即生產階段數）如何衡量，以及各國及產業在價值鏈中究處於靠近消費端的下游、或離消費端較遠的上游，即為重要議題（Antras et al. 2012, 2013; Fally, 2012; Dietzenbacher et al. 2005; Dietzenbacher and Romero, 2007; Miller and Temurshoev, 2015; Escaith and Inomata, 2016, etc.）。以iPhone為例，絕大部分附加價值由位於上游廠商獲取，如

美國進行產品研發，日、韓生產關鍵零組件等，而在下游負責組裝的中國則僅獲得微薄利益。若能往價值鏈上游移動，愈有利於附加價值創造。有鑑於此，確知一國家及產業在價值鏈中的排序極為重要。

本文採 Wang et al. (2017a, b) 所提方法，以原始投入傳遞至最終需要的平均階段數定義我國生產鏈長度及在全球價值鏈的定位，以避免其他價值鏈指標，如上游度（upstreamness）與下游度（downstreamness）

在排序國家及產業時可能不一致，或是因產業分類改變而影響全球價值鏈定位判定等問題。

貳、跨國投入產出表架構

投入產出表又稱產業關聯表（基本架構詳見表 1），由左上區塊之中間需要（或中間交易）、左下區塊之原始投入（或附加價值），以及右上區塊之最終需要與國內生產總額組成。該表中每個數據均代表一項交易，例如 c_1 為家計單位購買第 1 種產品的金額或第 1 個產業對家計單位銷售產品的金額， z_{12} 為第 2 個產業向第 1 個產業購買產品的支出或第 1 個產業向第 2 個產業銷售產品的收入。依此類推，各產業生產過程中，多會使用其他產業生產的產品當作投入，因而形成綿密相互依存關係。該表中每一產業的總投入等於該產業的生產總額，各產業生產之原始投入（即附加價值或生產毛額）總計等於最終需要總計（即 $y=f$ ）。

跨國投入產出表（inter-country input-output table，簡稱 ICIO）整併各國投入產出表，並細分進口品之來源國，如表 2 中，任一國產業的中間投入及最終需要除了使用本國產業生產的產品（即中間交易區塊中對角線元素 Z^{ss} 、 Z^{rr} 與

Z^{tt} ，以及最終需要區塊中的對角線元素 Y^{ss} 、 Y^{rr} 與 Y^{tt} ）外，另外也使用來自不同國家生產的產品（即其他非對角線元素），以 s 國為例，其中間投入進口品的來源分別為 r 國的 Z^{rs} 與 t 國的 Z^{ts} 。

此外，從表 2 橫列觀察可

表 1 單國投入產出表

	中間需要部門 (產業)						最終需要部門					國內生產總額		
	1	...	j	...	n	合計	家計消費	政府消費	資本形成	出口	進口		合計	
銷售部門 (產業)	1	z_{11}	...	z_{1j}	...	z_{1n}	w_1	c_1	g_1	i_1	e_1	$-m_1$	f_1	x_1

	i	z_{i1}	...	z_{ij}	...	z_{in}	w_i	c_i	g_i	i_i	e_i	$-m_i$	f_i	x_i

	n	z_{n1}	...	z_{nj}	...	z_{nn}	w_n	c_n	g_n	i_n	e_n	$-m_n$	f_n	x_n
合計	z_1	...	z_j	...	z_n	w	c	g	i	e	$-m$	f	x	
原始投入部門	1	γ_{11}	...	γ_{1j}	...	γ_{1n}	y_1							
							
	k	γ_{k1}	...	γ_{kj}	...	γ_{kn}	y_k							
							
	m	γ_{m1}	...	γ_{mj}	...	γ_{mn}	y_m							
合計	γ_1	...	γ_j	...	γ_n	y								
總投入	x_1	...	x_j	...	x_n	x								

資料來源：作者自行整理。

表 2 跨國投入產出表（以 3 國為例）

	s 國	r 國	t 國	s 國	r 國	t 國	總計
	產品別	產品別	產品別	最終需要	最終需要	最終需要	
s 國	中間投入國產品矩陣 Z^{ss}	中間投入進口品矩陣 Z^{sr}	中間投入進口品矩陣 Z^{st}	使用國產品 Y^{ss}	使用進口品 Y^{sr}	使用進口品 Y^{st}	s 國總產出 X^s
r 國	中間投入進口品矩陣 Z^{rs}	中間投入國產品矩陣 Z^{rr}	中間投入進口品矩陣 Z^{rt}	使用進口品 Y^{rs}	使用國產品 Y^{rr}	使用進口品 Y^{rt}	r 國總產出 X^r
t 國	中間投入進口品矩陣 Z^{ts}	中間投入進口品矩陣 Z^{tr}	中間投入國產品矩陣 Z^{tt}	使用進口品 Y^{ts}	使用進口品 Y^{tr}	使用國產品 Y^{tt}	t 國總產出 X^t
原始投入	s 國附加價值	r 國附加價值	t 國附加價值				
總計	s 國總投入	r 國總投入	t 國總投入				

資料來源：作者自行整理。

論述》統計 · 調查

得知各國產出在銷售時，除了提供本國產業作為中間投入與最終需要使用外，在出口時亦同時顯示財貨流向目的國及產業，以 s 國為例，其產出 X^s 出口 r 國時， Z^{sr} 為中間財， Y^{sr} 為最終財，另出口 t 國時， Z^{st} 為中間財， Y^{st} 為最終財。

跨國投入產出表仍保有投入產出表的基本平衡關係，即各國每一產業總投入等於該產業生產總額；所有國家原始投入總計等於所有國家最終需要總計。

參、測度生產鏈長度的方法與涵義

一、向前關聯生產鏈長度

以表 3(a) 為例，縱行顯示 i 產業於生產時原始投入 10 單位，未使用其他產業產品，總投入 10 單位。橫列顯示 i 產業總產出 10 單位，全部供最終需要使用，未銷售給其他產業作中間投入之用。此例 i 產業原始投入 10 單位傳遞至最終需要路徑為直接傳遞，生產鏈平均長度為 1 步。

另表 3(b) 縱行 i 產業投入情況與表 3(a) 同，但橫列總產出 10 單位分配最終需要 6 單位，另 4 單位銷售給 j 產業。對 j 產業而言，除使用 4 單位中間投入外，沒有任何原始投入，故 j 產業總投入 4 單位，總產出 4 單位全部供最終需要使用。此例 i 產業原始投入 10 單位中，6 單位直接傳遞至最終需要，步長 1 步，另 4 單位透過 j 產業傳遞至最終需要，步長 2 步，最後 i 產業生產鏈平均長度以各階段傳遞至最終需要的價值為權數計算，為 1.4 步。

表 3(c)，j 產業將總產出 4 單位中的 3 單位銷售給 k 產業當中間投入使用，剩餘 1 單位供作最終需要。對 k 產業而言，

除了 3 單位中間投入外，無任何原始投入，故 k 產業總投入 3 單位，總產出亦為 3 單位，全部供最終需要使用。此例 i 產業原始投入 10 單位中，6 單位直接傳遞至最終需要，步長 1 步，1 單位透過 j 產業傳遞至最終需要，步長 2 步，另 3 單位透過 k 產業傳遞至最終需要，步長 3 步，經各階段加權計算得 i 產業生產鏈平均長度為 1.7 步。

二、向後關聯生產鏈長度

以下頁表 4(a) 為例，最終需要縱行僅 i 產品 10 單位，係由 i 產業使用 10 單位原始投入提供。此例 10 單位最終需要直接誘發 i 產業 10 單位附加價值，因此，i 產品的向後關聯生

表 3 向前關聯生產鏈長度

	(a)				最終需要	總產出		(b)				最終需要	總產出		(c)				最終需要	總產出	
	i	j	k	...				i	j	k	...				i	j	k	...			
產業 i	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	6	10	0	0	0	0	6	10	
產業 j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	6	10	0	0	0	0	0	1	4
產業 k	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	3	3
原始投入	10	0	0	0	0	10	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	0	0
總投入	10	0	0	0	0	10	4	10	4	0	0	0	10	4	3	0	0	0	10	4	3
說明:	10 (1 步) → 10				10 { (1 步) → 6 (2 步) → 4				10 { (1 步) → 6 (2 步) → 1 (3 步) → 3												
i 產業向前關聯生產鏈平均長度	$= 1 \cdot \frac{10}{10} = 1$				$= 1 \cdot \frac{6}{10} + 2 \cdot \frac{4}{10} = 1.4$				$= 1 \cdot \frac{6}{10} + 2 \cdot \frac{1}{10} + 3 \cdot \frac{3}{10} = 1.7$												

資料來源：作者自行整理。

產鏈長度為 1 步。

表 4(b) 是 i 產業為生產 10 單位產品，而使用 6 單位 j 產品當作中間投入（餘 4 單位為原始投入）。j 產業為提供 6 單位產品給 i 產業使用，總共使用 6 單位原始投入，無任何中間投入。此例最初 10 單位最終需要誘發 i 產業創造 4 單位附加價值，步長 1 步，另間接誘發 j 產業創造 6 單位附加價值，步長 2 步，總計 i 產品向後關聯生產鏈平均長度以各階段誘發的附加價值為權數計算結果為 1.6 步。

表 4(c) 沿續表 4(b)，j 產業為提供 6 單位產品給 i 產業使用，使用 2 單位來自 k 產業的產品當中間投入（餘 4 單位為原始投入），而 k 產業為提

供 2 單位產品給 j 產業，原始投入 2 單位。此例最初 10 單位最終需要誘發 i 產業創造 4 單位附加價值，步長 1 步，另間接誘發 j 產業創造 4 單位附加價值，步長 2 步，再誘發 k 產業創造 2 單位附加價值，步長 3 步，以各階段誘發附加價值為權數計算 i 產品的向後關聯生產鏈平均長度為 1.8 步。

三、向前與向後關聯生產鏈長度的義涵

以上頁表 3(c) 為例，計算式第一項 1×6 中，「1」代表 1 步，「6」代表 6 單位附加價值隱身在 i 產業銷售給最終需要中，故 6 單位生產總值（也是銷售值）× 附加價值率 1 = 6 單位附加價值；其次，第二

項 2×1 中，「2」代表 2 步，「1」代表 1 單位附加價值先隱身在 i 產業銷售給 j 產業的產值中，再隱身在 j 產業銷售給最終需要的產值中，換言之，本項 1 單位附加價值在後續兩個產值中各出現了一次。同理，第三項 3×3 代表 3 單位附加價值在後續三個產值中各出現了一次。最後，分子三項加總代表附加價值的足跡（footprint）總計。將附加價值足跡總計除以附加價值，可解釋為附加價值平均翻轉次數，此為生產鏈平均長度的通俗涵義，至於冠名「向前關聯」，主因各產業生產係源於原始投入（為原動力）所致。向前關聯生產鏈平均長度愈大，代表生產過程愈迂迴，離最終需要端愈遠，故屬上游產業；反之，為下游產業。

前述說明亦可用於解釋向後關聯生產鏈長度。以表 4(c) 計算式為例，其分子仍是附加價值的足跡總計，且肇因於最終需要帶動各產業生產，相關產業附加價值隱身在各階段產銷值中。將附加價值足跡總計

表 4 向後關聯生產鏈長度

	(a)			(b)			(c)		
	產業	最終需要	總產出	產業	最終需要	總產出	產業	最終需要	總產出
產業 i	0	0	10	0	0	10	0	0	10
產業 j	0	0	0	0	0	0	0	0	0
產業 k	0	0	0	0	0	0	0	0	0
原始投入	10	0	0	4	6	0	4	4	2
總投入	10	0	0	10	6	0	10	6	2
說明:	10 (1 步) → 10			4 (1 步) → } 6 (2 步) → } 10			4 (1 步) → } 4 (2 步) → } 10 2 (3 步) → }		
i 產業向後關聯生產鏈平均長度	$= 1 \cdot \frac{10}{10} = 1$			$= 1 \cdot \frac{4}{10} + 2 \cdot \frac{6}{10} = 1.6$			$= 1 \cdot \frac{4}{10} + 2 \cdot \frac{4}{10} + 3 \cdot \frac{2}{10} = 1.8$		

資料來源：作者自行整理。

論述》統計·調查

除以該最終需要值，其涵義為最終需要平均翻轉次數。由於原動力是最終需要，故稱為向後關聯。該生產鏈平均長度愈大，代表為生產該最終產品，需要溯源較多階段的生產線配

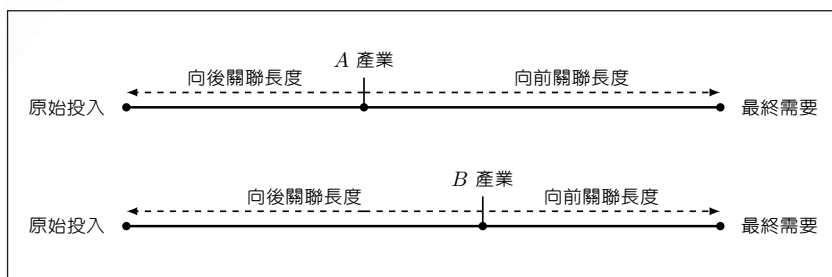
合，屬下游產品；反之，為上游產品。

以圖 1 說明，A 產業的向前關聯生產鏈平均長度（向後關聯生產鏈平均長度）較 B 產業為長（短），A 屬相對

上游產業，B 為相對下游產業。

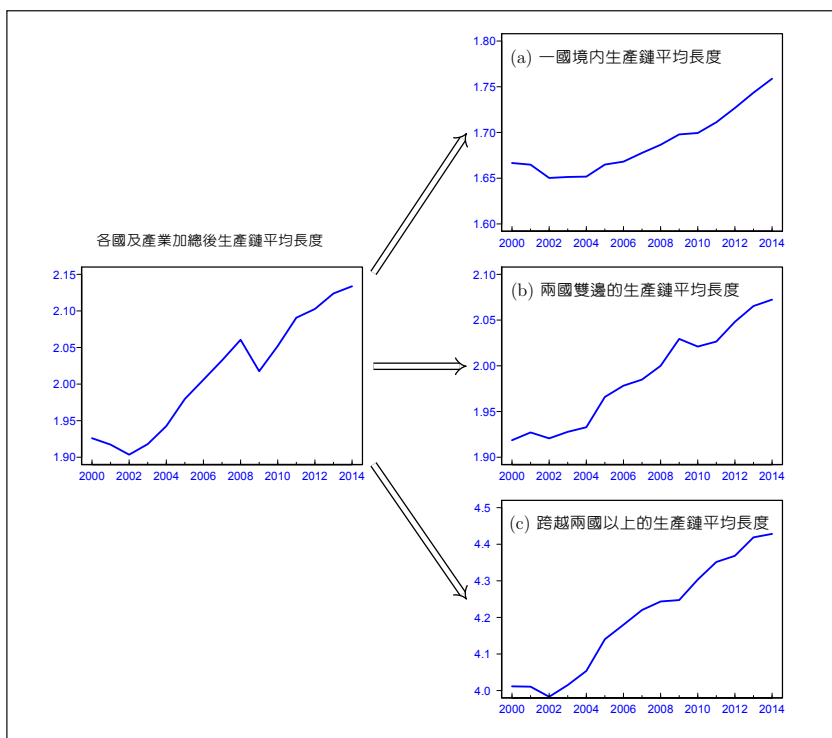
一般情況下，各國產業的向前生產鏈平均長度不等於向後關聯生產鏈平均長度，但加總各國及產業，二者即趨一致，其值為全球生產總值與全球 GDP 相除，亦即全球附加價值率的倒數。

圖 1 向前及向後關聯生產鏈平均長度義涵



資料來源：作者自行繪製。

圖 2 全球生產鏈平均長度



資料來源：作者自行繪製。

肆、資料來源

本文引用歐盟執委會資助設立的世界投入產出資料庫（World Input-Output Database，簡稱 WIOD），資料時間為 2000～2014 年，涵蓋 44 國家及其他地區（其中 27 個為歐盟會員國，另包括美國、加拿大、巴西、墨西哥、中國、印度、日本、韓國、澳洲、臺灣、土耳其、印尼、俄羅斯等），產業分為 56 部門。

伍、生產鏈長度與價值鏈定位分析

將各國與產業合併後可觀察全球生產鏈（圖 2）呈上升趨勢（除 2008～2009 年金融風暴期間短暫下滑），驗證隨全球價值鏈興起，外包或分散

生產蔚為風潮下，全球生產鏈平均長度隨之拉長。

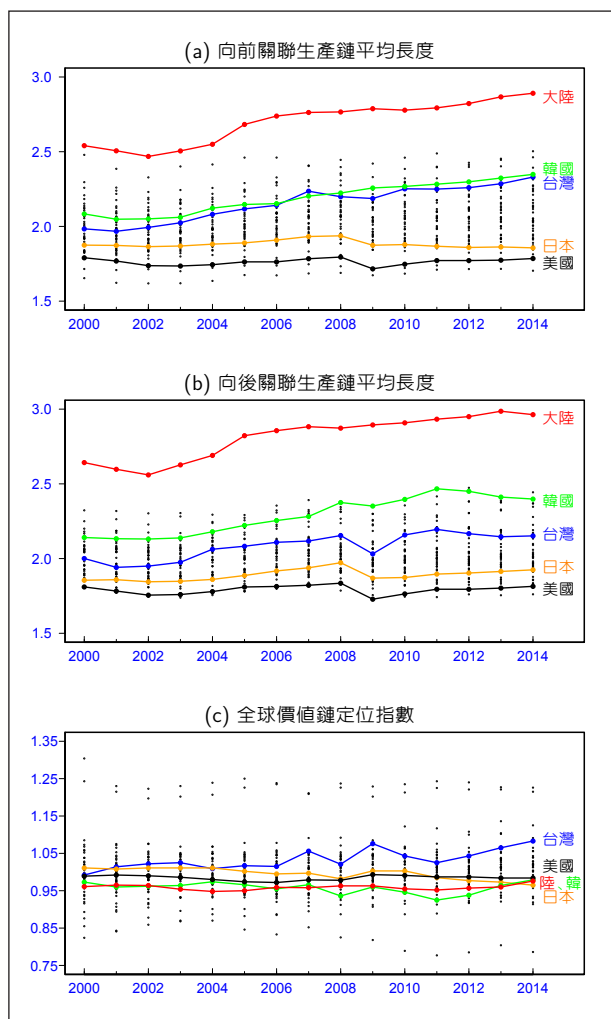
將該生產鏈長度拆成 (a) 屬於一國境內生產鏈平均長度、(b) 侷限兩國雙邊的生產業鏈平均長度、(c) 跨越兩國以上的生產鏈平均長度三部分後發

現：三者均呈增加趨勢，但從絕對數及變動率觀察得知跨越兩國以上的生產鏈長度貢獻最大，此應證全球價值鏈下，參與國際分工的國家及產業數量變多，致生產的階段數增多。

其次比較各國生產鏈長

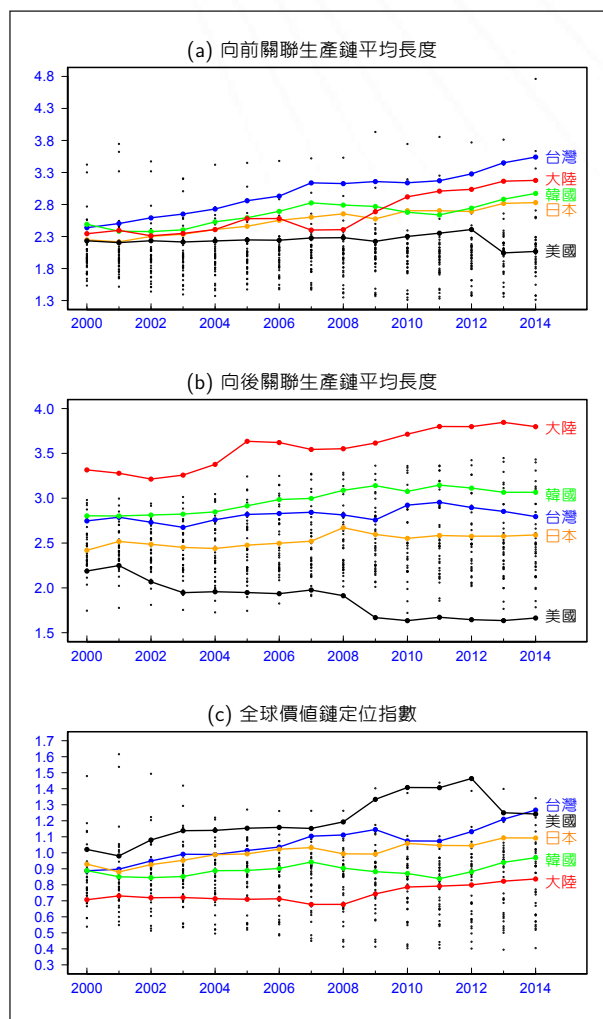
度，就全體產品而言，圖 3(a)、3(b) 顯示中國大陸的向前及向後關聯生產鏈平均長度呈擴增趨勢，二者 2014 年實際步長接近 3 步，且為主要經濟體中長度最長的國家，前者代表中國大陸的生產離最終需要端相對

圖 3 全體產品



說明：1. 各圖中任一黑點均代表一個國家。
2. 價值鏈定位指數為各國向前關聯長度與其向後關聯長度相除，數值愈大(小)代表該國生產相對定位愈上(下)游。
資料來源：作者自行繪製。

圖 4 電腦、電子與光學製品



說明：1. 各圖中任一黑點均代表一個國家。
2. 價值鏈定位指數為各國向前關聯長度與其向後關聯長度相除，數值愈大(小)代表該國生產相對定位愈上(下)游。
資料來源：作者自行繪製。

論述》統計 · 調查



較遠，後者是其生產的最終產品，需要溯源較多國家配合。我國及韓國的向前及向後關聯生產鏈平均長度亦呈上升趨勢，美國及日本則相對平穩。

觀察上頁圖 3(c) 各國全球價值鏈定位指數（向前與向後關聯長度相除）可知，我國位居價值鏈較上游，且持續往更上游發展。美國、大陸、韓國及日本則變化不大且指數小於 1，處相對下游。

在臺灣主力出口品電腦、電子與光學製品部分，上頁圖 4(a) 顯示我國向前關聯生產鏈長度遞增態勢明顯，且大於其他主要經濟體，代表臺灣居於此產業鏈的上游。在向後關聯生產鏈長度方面，中國大陸明顯較其他國家為長（上頁圖 4(b)），顯示中國大陸為此類產品下游國家。

綜合向前及向後關聯長度，從價值鏈定位指數觀察（上頁圖 4(c)），可知我國居此類製品全球價值鏈較上游，而中國大陸位居較下游，美國、日本及韓國則處在我國與大陸中間。

陸、結語

本文採用 Wang et al. (2017a,

b) 所提的方法測度各國在全球價值鏈的定位，發現我國整體產業的向前及向後關聯生產鏈平均長度隨全球價值鏈風行日趨增長，在全球價值鏈的定位居較上游的國家，而且近年持續往更上游方向發展。在電腦、電子與光學製品上，臺灣的向前關聯生產鏈長度遞增態勢明顯，且大於其他主要經濟體，全球價值鏈定位處於較上游，而中國大陸則位居較下游。

參考文獻

1. 徐世勳、劉瑞文（2020），投入產出分析概論，臺灣產業關聯學會。
2. Antras, P., D. Chor, T. Fally and R. Hillberry (2012). Measuring the upstreamness of production and trade flows. *American Economic Review*, 102 (31), p.412-416.
3. Antras, P. and D. Chor (2013). Organizing the global value chain. *Econometrica*, 81 (6), p.2127-2204.
4. Dietzenbacher, E., I. Romero Luna and N. S. Bosma (2005). Using average propagation lengths to identify production chains in the Andalusian economy. *Estudios de Economia Aplicada*, 23, p.405-422.
5. Dietzenbacher, E. and I. Romero (2007). Production chains in an interregional framework: identification by means of average propagation lengths. *International Regional Science Review*, 30, p.362-383.
6. Fally, T. (2012). Production staging: measurement and facts. Mimeo.
7. Fally, T. (2012). On the fragmentation of production in the US. University of Colorado, Mimeo.
8. Escaith, H. and S. Inomata (2016). The evolution of industrial networks in East Asia: stylized facts and role of trade facilitation policies, chapter in *Production Networks and Enterprises in East Asia*, part of the series ADB Institute Series on Development Economics, p.113-138.
9. Miller, R. E. and U. Temurshoev (2015). Output upstreamness and input downstreamness of industries/countries in world production. *International Regional Science Review*, published online before print.
10. Wang Z., S. J. Wei, J. X. Yu and K. Zhu (2017a). Measures of participation in global value chain and global business cycles. NBER Working Paper, 23222.
11. Wang Z., S. J. Wei, X. Yu and K. Zhu (2017b). Characterizing global value chains: production length and upstreamness. NBER Working Paper, 23261. ❖