

新興古典經濟學的實證研究

楊小凱 · 莊蕙華 · 林建甫*

本文以 Yang and Borland (1991) 的研究為出發點，在其發展出的新興古典動態一般均衡模型中，得到經濟成長的動力是來自專業化分工效益而不是規模經濟。而經濟成長有三種模式，分別為分工水準很低時的減速成長，分工演進時的加速成長與分工潛力耗盡時的減速成長；於是在兩國的交易效率有所差別時，進入各個成長階段的時間因此有了先後，兩國之間的人均實質所得就會發生先擴大再縮小的現象；若是以經濟先發展國家的人均實質所得減去後發展國家的人均實質所得，則人均實質所得之差異會呈現倒 U 曲線。實證上本文延續 Jones (1995a,b) 的實證研究，討論他所拒絕的 AK 及 R&D 基礎的實證成長模型的經濟成長實證表現。我們使用 1870–2000 年 15 個 OECD 國家人均實質 GDP 的時間序列資料，驗證倒 U 曲線是否成立。本文得到的結論是我們大致上可接受經濟先發展國家的人均實質與後發展國家的人均實質所得之差距有先擴大再縮小的現象。

一、緒論

古典經濟學的成長理論，最早是由 Smith (1776) 所提出，Smith 強調勞動對生產的重要性：假使沒有勞動的配合，只有資本和土地並不能有任何產出，而勞動生產力的增進來自於分工。他認為國富的增加取決於分工的演進和勞動人數的增加。現代經濟成長理論肇始於 Ramsey (1928)，之後由 Harrod (1939) 和 Domer (1946) 建立一概略的模型解釋經濟成長。Harrod 與 Domer 將 Keynes 短期經濟模型中的加速與乘數原理，引入長期成長理論模型。然而 Harrod-Domer 經濟體系的長期均衡不符合動態的安定性，因為決定均衡的參數皆為外生，只要外生改變任一參數值，一旦經濟體系離開原均衡後就很難再達到新的均衡，因此有時被批評為剃刀邊緣 (knife-edge)。在 1980 年代後期內生

*作者分別為澳洲 Monash 大學經濟學教授、國立台灣大學經研所畢業生與國立台灣大學經濟系教授。

經濟成長模型興起之前, Solow 與 Swan (1956) 的新古典成長模型, 一直是成長理論與實證上的基礎。

Solow–Swan 模型 (1956) 常被簡稱作 Solow 模型。此模型針對 Harrod–Domer 模型的缺點, 捨棄 Leontief 式的生產函數, 改採生產要素間具有替代性的新古典生產函數。根據 Solow 模型在生產函數的設定, 生產要素的邊際報酬為正但遞減、規模報酬固定 (constant return to scale)、Inada 條件成立; 另外假設外生固定的儲蓄率與人口成長率。以上的設定, 使得經濟體系的均衡符合動態安定性; 但是當經濟體的成長到達恆定狀態 (steady state) 時, 每人擁有資本的成長率與每人所得之成長率皆為 0。該模型主要強調實質資本的累積對經濟成長的重要性: 經濟成長的長期均衡決定於外生固定的儲蓄率和人口成長率, 雖然儲蓄率的上升會導致每單位勞動投入的資本存量隨之增加, 但是在達到新的恆定狀態後, 只能提高恆定狀態時的每人產出水準, 卻無法改變在恆定狀態時, 每人的所得成長率為 0 的結果。Cass (1965) 和 Koopmans (1965) 將 Ramsey 最適消費與儲蓄的概念引入成長模型, 使得經濟體系在達到恆定狀態之前, 每期的儲蓄率、消費與每人產出成長率都會改變, 為內生的最適化選擇結果。然而在長期均衡上, 並沒有改變長期平均每人產出成長率為 0 的結果。

Solow 模型及 Ramsey 模型中平均國民所得長期成長率為 0, 無法為各國人均實質所得成長率為正的事實提出令人滿意的解釋, 這是因為忽略了人力資本對產出的貢獻力。雖然在 Solow 在改良的模型中加入人力資本的設定, 但經濟體的長期成長率仍然只決定於外生假定的人力資本成長率, 因此政府的政策無法內生地影響經濟成長率。為了不依賴給定的外生技術進步來解釋經濟成長, Romer (1986) 改變了新古典模型中規模報酬遞減和無外部性的假設, 於是內生成長模型在 1980 年代末期興起。

內生成長理論認為成長的動力來自經濟體內部機制的運作, 人力資本和研究發展 (R&D) 都被認為是經濟成長不可或缺的因素。在 Romer (1986) 的文章裡, 針對新古典生產函數做了些許修正, 考慮其他廠商平均資本規模的外溢效果 (spill-over effect) 會產生外部經濟 (external economy of scale); 在此設定之下, 使得個別廠商的生產函數為固定規模報酬, 而經濟成長的動力來自整個社會的生產函數規模報酬遞增, 因此在長期下能夠維持經濟成長。時間偏好率較低、跨期替代彈性較高的經濟體, 其儲蓄率較高, 長期經濟成長率也較高; 生產係數愈高、人口規模較大也會使得經濟成長率較高。然而對於此規模效果, 許多人抱著質疑的態度; 一方面, 二次世界大戰後的香港和美國, 人口的高速成長都

是其經濟起飛的條件之一，且近幾年經濟成長快速的台灣和韓國，也都是人口密度很高的地區；另一方面，人口眾多的國家，例如印度和許多非洲國家，人口成長率高對其經濟成長卻沒有積極的作用。Romer 的模型不但可以預見經濟成長率的上升，並且各國在上述參數值有所不同下，會有人均所得差距加大的情形發生。

Lucas (1988) 明白區別實質資本和人力資本，其模型考慮的是人力資本的內生技術進步；人力資本有一部分用於進修、訓練以進一步累積，另一部分則用於生產，由單部門的內生成長模型擴充為二部門模型（人力訓練部門與生產部門）。重要的結論是由於其所設定的廣義資本具有規模報酬非遞減的特性，因此只要實質資本和人力資本持續累積，即使到達了恆定狀態，經濟仍能持續成長。另外，此模型有複均衡路徑 (multiple equilibrium path) 的可能性，意即有多個穩定均衡路徑可以帶領經濟體趨向長期恆定狀態，此可用來解釋兩個起始情況相似的經濟社會，後來的經濟發展卻有差異的情況；因兩國選擇不同的發展路徑，若其中一個國家的人力資本累積與消費比例增加得較快，所以人力資本累積得較快，經濟成長亦較快。

以研究發展為技術進步來源的內生成長模型，其技術進步的形式主要有兩種形式；其一在於中間產品種類的增加，另一類則是對既有產品品質的提升。¹ 要使研發單位有進行研發工作的誘因，必須放棄古典成長理論中完全競爭的假設，而要給予從事研發廠商適度的壟斷力使其保有研發的動力。Romer (1987) 生產函數設定最終財貨的生產需要不完全替代的中間財與勞動投入，並加入一個研發部門以開發中間財；此模型中除了時間偏好率、跨期替代彈性和生產係數會影響經濟成長率外，研發成本也會對經濟成長率產生影響，此模型亦有規模效果存在。Romer (1990) 認為技術進步是經濟成長的動力，然而技術的進步需要由研發工作來發展，而 R&D 必須有人力資本的投入；且隨著中間財種類的增加與使用，將可降低研發生產成本，因而帶動經濟成長。Grossman and Helpman (1991) 將技術進步設定在產品品質的提升上，產品的改良如同爬梯子 (ladder) 般，對同一產品改良一次，品質也就提高一次；即使消費者所消費的最終財貨數量沒有增加，效用也會因為產品品質的提升而提高。Aghion and Howitt (1992) 固定中間財種類，認為技術進步表現在中間財品質的改善，新產品的研發會對舊型產品產生負的外部性，從而取代舊產品在市場上的地位，此

¹中間財的種類愈多，表示生產所提供的技術愈多，一般學者稱之為水平式 (horizontal) 的研發創新；而技術進步使得中間財邊際生產力提高，學者稱之為垂直式 (vertical) 研發。

即 Schumpeter 所提出的創造性毀滅；由於新產品研發產生的時點具有不確定性，為此模型也加入了機率的考量。

內生成長理論雖突破技術外生的限制，但是對目前經濟成長的實際現象卻無法提供令人滿意的解釋。舉例來說，以上所述 Romer 與 Aghion and Howitt 的理論認為：R&D 的投入水準或是研發人員數目的增加與經濟成長率之間有正向的關係。然而卻與現實世界中部分已開發國家的經驗不符，即使增加 R&D 的投入，經濟成長卻出現遲緩的現象。

Jones (1991a) 利用 1950–1988 年 OECD² 國家的時間序列資料，檢定 AK model 所表明的投資率恆久性增加會使得經濟長期成長，實證結果無法支持 AK 模型的觀點。Jones (1995b) 亦利用 OECD 各國 R&D 的歷史資料檢定以研發為技術進步來源的成長模型，他發現：雖然 OECD 各國的研發支出和技術勞動力人數明顯增加，但是經濟成長卻反而出現停滯甚至衰退的現象，實證結果拒絕了 Romer、Grossman & Helpman 與 Aghion & Howitt 模型中 R&D 部份具有「規模效果」的看法。

在過去經濟成長理論的文獻中，對於各國經濟發展為趨同 (convergence) 或是趨異 (divergence) 的討論多有著墨。收斂有多種不同的定義，如絕對收斂說 (β - convergence) 的意義是在經濟發展的過程中，窮國的平均成長率較富國高；假設兩國的經濟結構完全相同，則根據 Solow 模型得到兩國有相同的恆定狀態，因此起始資本量較低的窮國資本累積會較富國快，經濟成長率也較高，因此若以經濟結構相似的國家做實證研究，結果可能會支持絕對收斂說。倘若各國的結構參數有所差異，則各經濟體有自己的恆定狀態 (各國的長期平均資本存量不同)，當一國距離其本身的恆定狀態愈遠，收斂速度就愈快、經濟成長率愈高，此即為條件收斂說 (conditional β - convergence)。而 Galor (1996) 提出俱樂部收斂 (club convergence) 的概念，在有多個長期均衡的經濟體系下，經濟結構與起始條件類似的國家，會趨向同一個恆定狀態而收斂，因而形成窮國愈窮、富國愈富的現象。

Baumol (1986) 以 Maddison (1982) 1870–1979 年 16 個 OECD 國家的資料進行研究，探討各國的經濟成長是否存在收斂現象；結果指出：較窮國如日本、義大利與富國如美國、加拿大人均實質所得的差異隨時間而縮小，支持絕對收斂存在。Abramovitz (1986) 對同一筆資料重新進行分析後指出：人

²包括澳洲、奧地利、比利時、加拿大、丹麥、法國、德國、義大利、日本、荷蘭、挪威、芬蘭、瑞典、瑞士、美國和英國。

均實質所得收斂只在二次大戰後出現，在 1870–1950 年則呈現趨異的情形。而 De long (1988) 認為 Baumol 的研究有樣本選擇偏誤的問題，因其選取的樣本只包含了工業化國家，且對起始年的人均實質所得的估計上亦有估計上的誤差；因此在重新整理樣本資料後，實證結果不支持收斂假說。Barro and Sala-i-Martin (1991) 觀察一國之內各區域的成長是否存在收斂性；研究 1880–1988 年美國 48 州長期經濟成長率的解釋因素，一國之內各州的經濟結果參數較為相近，發現各州間存在成長的收斂 (β - convergence)，每年平均收斂速度約 2%；且研究 1950–1985 年西歐 73 個地區的經濟成長現象，實證結果類似美國的研究。Barro (1991) 以世界 98 個國家 1960–1985 年橫斷面資料來探討新古典成長理論的收斂假說，並以 1960 年入學率作為人力資本代理變數，檢視人力資本對經濟成長的影響程度。結果指出以人均實質所得成長率與初始年人均實質所得的相關係數為 0.09，似乎違反收斂假說；然而若將人力資本變數加入考慮後，初始年人均實質所得的迴歸係數變為負且顯著，此結果則支持收斂假說。Mankiw, Romer and Weil (1992) 利用 98 個國家進行研究，發現儲蓄率 (以平均投資率作代理變數) 愈高、人口成長率愈低的國家，人均實質所得愈高，符合 Solow 模型的理論預測，且此二變數能夠單獨解釋 50% 以上跨國間人均實質所得的差異；但是實際資料所估出此二變數對人均實質所得的影響，遠高於模型所預測。於是 Mankiw, Romer and Weil 將人力資本導入 Solow 模型，發現此擴充後 Solow 模型 (the Augmented Solow Model) 可以解釋 80% 各國所得水準的差異，意即儲蓄率、人口成長率與教育水準是造成各國所得水準差異的主因。因各國的儲蓄率、人口成長率及會其影響恆定狀態的變數不同，各國理應不會收斂至同一均衡，於是在控制了會影響恆定狀態的變數後，實證結果認為各國經濟成長會有收斂的現象。對於以上經濟成長模型中的「規模效果」與「趨同」或是「趨異」的看法，經濟學家們一直沒有一致的解決看法。

反觀，Marshall 在 19 世紀末試圖用數學框架將古典經濟學思想形式化，他的教科書 (1890) 其中一部分是沒有數學模型對專業化與分工的討論；之所以不能用數學模型來研究分工的問題，是因為分工問題涉及角解，而一直到 1950 年代，數學家才發現處理角解的方法。當時 Marshall 為了避開角解，作了一個十分不符合現實的假設：消費者和生產者絕對分離。在新古典 (neo classical) 分析消費者與生產者於事前二分的基礎下，無法內生專業化與分工水準，也就不適合用於探討專業化與分工的經濟意涵。Marshall 分析架構的核心是資源配置的問題，關心的是相對供給與需求如何被相對偏好、相對生產力所決定，供需、市場大小都與專業化和分工水準無關。

突破 Marshall 的經濟學研究方法不同是 Young (1928)。Young 批評規模經濟是一個誤導的概念，大規模生產的概念忽視了專業化與分工改進生產力的效果，因此他強調的是專業化、分工和生產迂迴的程度等觀念；並認為每個人的專業化水準決策不只決定自己的生產，也決定了其他人產品的市場容量，從而約束了其他人專業化水準和生產的決策。他提出了三個猜想：「報酬遞增依賴勞動分工的不斷演進」、「不僅分工水準依賴於市場大小、市場大小也依賴於分工水準」、「供給和需求是分工的兩面」。市場的大小不只是由人口規模決定，且由購買力所決定，決定購買力的是生產力，而生產力又依賴於分工水準；所以分工的網路效應使得市場大小與分工水準相互依賴，並且動態機制會產生良性循環使得分工水準和市場容量不斷地增加。

Yang (1984) 將 Young 的思想予以數學化了，他首先用非線性規劃（超邊際分析）修正了傳統分析架構忽略了專業化與分工問題的缺失，放棄 Marshall 純消費者與純生產者二分的假定，在新興古典框架下，個人既是消費者也是生產者，而其決策問題就是選擇專業化的方向與專業化水準，這是決定經濟組織的問題；其次才是決定各種產品的相對數量，這是在給定經濟組織結構下資源分配的問題。假設有 m 種產品，而個人對每種產品有三個決策變量：自給自足量、購買量與銷售量，於是共有 $3m$ 個變量可以取「0」或是「正值」，所以共有 $2^{3m} - 1$ 個角解。存在的角解數目很多，但 Yang 以 Kuhn-Tucker 定理證明：若存在專業化效益和交易成本，每人不會同時購買和生產同一種產品，即使可能生產多種產品，卻不賣超過一種的產品。Wen (1997) 將此命題推廣到一般準凹效用函數上，指出內解絕不可能是最優解，而最優角解的集合遠小於包含所有角解的全集。雖然他縮小了可能最優角解的範圍，但還要從其中找出最優解；所有角解的組合產生了眾多市場結構，然而只有效益最高的市場結構才會是一般均衡，因此對所有角解進行成本 — 效益分析，以確定最優角解。此最優解即一般均衡最優解，它解決了經濟組織結構的問題，而當交易效率和生產函數參數趨近某臨界值時，一般均衡會在市場結構中不連續地跳動，產生經濟組織結構的變化；於是供給、需求和間接效用函數也會隨之發生不連續跳動，隨著參數在臨界值區間內連續地改變，均衡相對價格、產品數量和銷售不同產品的人數將連續地改變，這也就是在給定專業方向和水準時，如何決定資源配置。

在 Yang 的模型中，每個人是消費者也是生產者，且偏好多樣性消費，專業化可以提高生產力，但卻會增加交易成本，因此形成了專業化經濟與交易成本之間的兩難衝突。當分工的邊際效益等於邊際交易成本時，達到最優分工水準。即

使人口規模固定，當交易效率提升時，最適的分工水準就會演進，市場規模也會因分工水準的演進而增大；而供給和需求是分工的兩面。Yang (1984) 極其後的文章開創了新興古典 (new classical) 學派以超邊際分析法用專業化與分工的框架討論經濟成長。

新興古典分析框架與新古典分析框架最大的不同在於：新興古典分析以專業化效益，而新古典分析以規模效果的概念表示生產條件；且前者假設個人為消費者——生產者的假設較後者消費者、生產者二分的假設合理；再者，交易成本在新興古典框架中對經濟組織的演進扮演重要的角色，而此性質並不存在於新古典框架中。

新興古典分析開始能以動態一般均衡方式全面分析經濟體系的動態演進為 Yang and Borland (1991)。在此模型 (為了行文方便，以下簡稱 YB 模型) 中，經濟成長的動力來自勞動分工帶來的經濟效益而非規模經濟，它並且可以同時解釋各國經濟成長趨異和趨同的現象。YB 模型設定熟能生巧 (learning by doing)，意即在生產過程中累積生產知識，進而提升生產力，以熟能生巧和專業化分工來解釋分工的自發演進，用分工的發演進來解釋經濟成長與經濟組織的變化。此熟能生巧帶來的專業化效益是個人獨有的，而其他模型中的邊做邊學產生的規模效果和分工演進無關。勞動分工的經濟效益和規模經濟不同，如同 Young (1928) 所言：規模經濟是一個誤導的概念。

YB 模型中有專業化效益和交易費用之間的兩難衝突，每個人既為消費者又是生產者，消費者偏好多樣性消費，而生產者喜歡專業化生產。因此當交易效率很低的時候，分工的好處小於交易費用，於是個人會選擇較低的分工水準；隨著交易效率的改進，分工的好處超過交易費用，分工就會自發演進，市場的均衡分工水準上升，市場容量跟著擴大、生產力上升、貿易商品的種類上升，分離的區域性市場會逐漸整合成一個統一市場。即使人口規模和 R&D 投入都沒有增加，勞動分工自發演進的機制也會產生內生成長。

YB 模型不僅指出分工水準與市場大小有關，並且能夠解釋各個國家之間經濟成長趨異和趨同的現象。它表明經濟成長有三種模式：分工不發達時的減速成長，分工演進時 (起飛階段) 的加速成長與分工潛力耗盡時的減速成長。當 A 國的交易費用較低 (交易效率較高) 時，它會先開始分工演進，因此較早進入起飛階段，而 B 國仍停留在無分工 (自給自足的 autarky) 階段，此時兩國間的人均實質所得差距就會擴大；直到 A 國的分工潛力耗盡進入成長成熟期 (高分工水平但減速成長)，且 B 國經濟開始起飛時，兩國間的人均實質所得差距又會

縮小。這樣的理論預測表現在實際資料上，即隨著時間推移，兩國的人均實質所得差異會先擴大再縮小，若是以先發展國家的人均實質所得減去後發展國家的人均實質所得會呈現倒 U 形狀的曲線，本篇論文目的即是以 15 個 OECD 國家的人均實質 GDP 時間序列資料，驗證此倒 U 曲線的預測是否成立。

本篇論文共有五節。除本節外，第二節為 YB 模型；第三節為假設檢定；第四節為實證分析，包括資料來源與處理與實證結果；第五節則為結論。

二、YB 模型與其實證意涵

YB 模型放棄消費者和生產者二分的假定，而假設每個人既是消費者也是生產者；自行生產中銷售給他人的比例與消費財中購自他人的比例上升可用來闡釋分工水準的成長；每人的效用函數設定型式顯示個人作為消費者偏好多樣性消費，正的時間偏好率使他偏好當期消費；消費財可自行生產或是購自他人，但向他人購買會發生交易成本；生產函數的設定隱含了熟能生巧與熟能生巧專業化的報酬遞增；另外每個消費者 — 生產者事前相同 (*ex ante identical*)，生產函數、效用函數參數相同，每種商品的交易成本也相等。

每個人對每一種商品都有三個變量需要決定，即自給自足量、購買量及銷售量。若有 m 種產品，則有 2^{3m} 個 0 與非 0 的組合，其中有 $2^{3m} - 1$ 個組合為角解，Yang 以 Kuhn-Tucker 定理排除許多可能的角解，並證明出個人消費、生產與交易的最適模式：一個人不會同時購買、生產同一種產品，且不會賣超過一種的產品；假設在 m 種產品中個人賣產品 i 且在第 t 期貿易 n_t 種產品 ($n_t < m$)，

$$\begin{aligned} x_{it}, x_{it}^s, l_{it} &> 0, & x_{it}^d &= 0, \\ x_{rt} = x_{rt}^s = l_{rt} &= 0, & x_{rt}^d &> 0, & (\text{除產品 } i \text{ 外 } n_t - 1 \text{ 種貿易財}), \\ x_{jt}, l_{jt} &> 0, & x_{jt}^s = x_{jt}^d &= 0, & (m - n_t \text{ 種非貿易財}), \end{aligned}$$

其中 x_{it}, x_{it}^s 和 x_{it}^d 表示在第 t 期所生產自給、銷售和購買產品 i 的數量； x_{rt}, x_{rt}^s 和 x_{rt}^d 表示在第 t 期所生產自給、銷售和購買產品 r 的數量， $r \in R$ ， R 為購買產品的集合，包含 $n_t - 1$ 個元素； x_{jt}, x_{jt}^s 和 x_{jt}^d 表示在第 t 期所生產自給、銷售和購買產品 j 的數量， $j \in J$ ， J 為非貿易財的集合，包含 $m - n_t$ 個元素。 l_{it}, l_{rt} 和 l_{jt} 則分別代表生產產品 i, r 和 j 的勞動投入。而當 $n_t = 1$ 時，表示在市場上貿易的產品種類為 0，此時整個經濟體為自給自足社會 (*autarky*)。

此最適模式的經濟直覺其實很簡單：當 $x_{it}^s > 0$ 表示 $x_{it} > 0$ 且 $x_{it}^d = 0$ ，因個人自行生產了產品 i ，他就不會同時購買產品 i ，因為購買會引發交易成本；而 $x_{rt}^d > 0$ 則 $x_{rt} = x_{rt}^s = 0$ ，因為個人會專注於生產產品 i ，並從生產的過程中提高其生產力以交換產品 r 。

考慮有 M 個消費者 — 生產者、 m 種消費財，且 $M > m$ ，個人在市場上賣產品 i 並買 $n_t - 1$ 種產品，則他的決策問題如下：

$$\text{Max: } U_i = \int_0^{\infty} u_{it} e^{-\rho t} dt, \quad (2.1)$$

subject to

$$u_{it} = x_{it} [\Pi_{r \in R_t} (K_t x_{rt}^d)] (\Pi_{j \in J_t} x_{jt}), \quad (\text{第 } t \text{ 期效用函數})$$

$$x_{it} + x_{it}^s = L_{it} a, x_{jt} = L_{jt}^a, j \in J_t, a \geq 1, \quad (\text{生產函數})$$

$$L_{st} = \int_0^t l_{s\tau} d\tau \text{ and } l_{st} = dL_{st}/dt \text{ if } l_{st} > 0,$$

$$L_{st} = 0 \text{ if } l_{st} = 0, \quad (\text{當期勞動投入之必要性})$$

$$l_{it} + \sum_{j \in J_t} l_{jt} = 1, \quad (\text{當期勞動稟賦限制條件})$$

$$K_t = k/n_t, \quad k \in (0, 1), \quad (\text{交易效率})$$

$$p_{it} x_{it}^s = \sum_{r \in R_t} p_{rt} x_{rt}^d, \quad (\text{預算限制})$$

$$n_t |_{t=0} = 1, \quad L_{st} |_{t=0} = 0, \quad s = i, j, \quad j \in J_t. \quad (\text{起始條件})$$

u_{it} 與 U_{it} 分別為賣產品 i 的個人的效用函數與其目標函數， ρ 為時間偏好率。假設購買的商品有 $1 - K_t$ 的部分因為運輸而損失，因此所購買貿易財數量 x_{rt}^d 真正可用來消費而獲得效用的部分只剩下 $K_t x_{rt}^d$ ；而 k 為交易效率參數，它與國家制度和地理等條件有關；設定係數 K_t 和貿易夥伴的數目 $n_t - 1$ 有關，由於 n_t 上升，與人貿易的平均距離上升，交易成本 $1 - K_t$ 即隨之上升，因此 K_t 是 n_t 的遞減函數。 $x_{it} + x_{it}^s$ 為個人在第 t 期所生產產品 i 的數量；假設每人在每期都有一單位的勞動稟賦， l_{st} 是在第 t 期生產商品 s 所投入的勞動時間， l_{st} 愈高則代表此人在生產產品 s 的專業化水準愈高，而 L_{st} 是直到第 t 期所累積生產產品 s 投入的勞動時間，代表的是直到第 t 期為止生產產品 s 累積的經驗、知識與人力資本。而 $L_{st} = 0$ if $l_{st} = 0$ 表示若個人在第 t 期停止生產產品 s ，則其累積的經驗將化為烏有。³ p_{st} 為在 t 期產品 s 的價格，個人沒有借

³更為一般的生產函數應為 $x_{it} + x_{it}^s = (L_{it})^b (l_{it})^a$ ，在 t 期若生產產品 i 的投入為 0，則商品 i 的產出為 0；然而這樣的設定使得描述分工演進的差分方程變得難以處理。

貸行爲, 因此預算限制式爲當期限制。YB 模型中尚有一點很重要的設定, 即生產函數的設定隱含了熟能生巧與熟能生巧專業化的報酬遞增, 而熟能生巧的專業化效益與規模報酬是兩個截然不同的概念; 專業化效益與專業化學習形成的專業知識加速累積有關, 它使得每種專業產品的買賣雙方的生產知識差別擴大, 也就是所謂的內生比較利益; 所以即使模型設定所有人事前相同, 但因為選擇了不同的專業方向, 他們之間對不同生產活動的生產力會隨分工演進而產生分別。

當 k 和 a 的值不太大也不太小的時候 ($n_t \in (1, m)$), 一般動態均衡爲:

$$\rho_n \equiv \frac{\dot{n}_t}{n_t} = \frac{a\rho_i}{2 + \frac{1}{n_t}} = \frac{an_t^{2(1-\frac{1}{a})} k^{\frac{1}{a}} e^{\frac{1-2n_t}{an_t}}}{(2n_t + 1)m - an_t(m - n_t)}, \quad (2.2)$$

$$\begin{aligned} \rho_u &\equiv \frac{\dot{u}_t}{u_t} = a [n_t\rho_i + (m + n_t)\rho_j] \\ &= [(2n_t + 1)m - an_t(m - n_t)] \frac{\rho_n}{n_t} = an_t^{1-\frac{2}{a}} k^{\frac{1}{a}} e^{\frac{1-2n_t}{an_t}} \end{aligned} \quad (2.3)$$

$$l_{it} = \frac{n_t(2n_t + 1)}{m(2n_t + 1) - an_t(m - n_t)}, \quad L_{it} = \left[n_t e^{2 - (\frac{1}{n_t})} / k \right]^{1/a}, \quad (2.4)$$

$$\frac{\dot{\rho}_u}{\rho_u} = \frac{[(a - 2)n_t - 1]\rho_n}{an_t}. \quad (2.5)$$

其中 ρ_n 爲貿易商品種類成長率; $\rho_i \equiv (l_{it}/L_{it})$ 爲個人生產產品 i 的人力資本成長率; $\rho_j \equiv (l_{jt}/L_{jt})$ 爲個人生產非貿易商品的人力資本成長率; ρ_u 爲人均實質所得 (效用) 的成長率, 而 $(\dot{\rho}_u/\rho_u)$ 是人均實質所得成長率的成長率。

若 $\rho_n > 0$ (貿易財種類成長率爲正), 貿易商品種類會從第 0 期 $n_0 = 1$ 演進到第 T 期 $n_T = m$, 貿易商品種類的增加代表分工水準的提升, 而在第 T 期時分工進一步演進的潛力耗盡。若 m 夠大, 意即分工有演進的空間, 則在 n_t 趨近於 m 的過程中, 非貿易商品種類會由第 0 期的 $m - 1$ 逐漸下降至第 T 期時的 0, 這代表個人在生產非貿易消費品的專業化程度 (l_{jt}) 從某一正值 (內解) 非連續跳動到 0 (角解); 相對地, 其生產產品 i 的專業化程度 (l_{it}) 則由某一正值 (內解) 非連續跳動到 1 (角解)。且從 (2.2) 式可以看出, 當交易效率參數 k 值愈大的時候, n_t 的增加也愈快。YB 模型內生化了個人貿易商品種類 n_t 與其貿易夥伴人數 $n_t - 1$, 而社會上每個人選擇其 n_t 的總合結果決定了分工網路的大小。它並決定了一般動態均衡, 因爲供給、需求和其他內生變數都是由分工水準 n_t 所決定; 而由 (2.3) 式可以看出, 若 m 夠大且 n_t 從 1 向 m 靠近, 則人均實質所得成長率隨著變動。

經由分析 (2.2) – (2.5) 式可以看出許多不同的成長模式; 貿易商品種類成長率 (分工水準成長率) ρ_n , 人均所得成長率 ρ_u 與每人專業化水準 l_{it} 皆為正 iff

$$f(n_t) = (2n_t + 1)m - an_t(m - n_t) > 0 \quad (2.6)$$

在 $n_t \in (1, m)$ 時, $f(n_t)$ 必為正; 由勞動稟賦條件 l_{it} 最大值是 1, 而因勞動時間為非負所以 l_{it} 最小值為 0。從 (2.4) 式可以看出, 當 $f(n_t) = 0$ 時 l_{it} 有最大值 1, 當 $f(n_t) < 0$ 時 l_{it} 有最小值 0。 $f(n_t)$ 可用來解釋 n_t 變動的三種路徑, 將 (2.6) 式對 n 微分一次並令其為 0, 可以得到當 $n \equiv ((a - 2)m/2a)$ 時 $f(n_t)$ 有最小值。當 $a \leq 2$ 時 $f(n_t)$ 的最小值為正, 因此整個 $f(n_t)$ 都在橫軸上方, 永遠為正; 當 $a > 2$ 時, $f(n_t)$ 交橫軸於兩點 (在 $m = [2/(a - 2)]^2 a$ 時交於一點), 由 $f(n_t) = 0$ 解出此兩點分別為:

$$n' = \frac{(a - 2)m - \sqrt{(a - 2)^2 m^2 - 4am}}{2a}, \quad (2.7a)$$

$$n'' = \frac{(a - 2)m + \sqrt{(a - 2)^2 m^2 - 4am}}{2a}. \quad (2.7b)$$

其中 $n'' \geq n'$ 。若 $a \in (2, 3)$ 則 $n' \geq 1$; 若 $a > 3$ 則 $n' < 1$, 然而 $n_t = 1$ 是 n 的最小值, 所以在 $a > 3$ 時 $n' < 1$ 是不合理的一個解。而 a 的三個區間 ($a < 2$, $a \in (2, 3)$ 與 $a > 3$) 和三種成長模式有關。

首先考慮圖 2-1(c) 中 $a > 3$, k 值接近 1 的情況, 分工從第 0 期 ($n_t = 1$) 開始演進, 然而 n' 在 1 的左邊且 $f(n') = 0$, 由 (2.4) 式可以知道此時 l_{it} 會一下子達到最大值 1, 表示在分工演進的起點第 0 期, 個人一下子由從給自給自足 ($n_t = 1$) 跳到完全專業化 ($l_{it} = 1$ and $n_t = m$), 接下來分工水準就一直停留在 $n_t = m$, 而人均實質所得成長率為正但遞減; 這類型的分工水準和人均實質所得成長率的路徑如圖 2-2(a) 所表示, 經濟成長模式是大力推動的工業化 (big push industrialization), 而非平緩的經濟起飛與平緩的分工演進。然而在現實世界中缺乏這種經濟社會迅速地由自給自足演進到完全分工的例子, 可能的原因在於熟能生巧的專業化效益沒有那麼大, 也就是說現實世界中 a 的值不超過 3。

接著看圖 2-1(b) 中 $a \in (2, 3)$ 且 k 值夠大的情況, 由 (2.7) 式可得到 $1 < n' < n'' < m$; 當 $n_t < n'$ 時 $f(n_t) > 0$, 根據 (2.2) 式 $f(n_t) > 0$ 則 $\rho_n > 0$, 因此在 $n_t = n'$ 之前 n_t 會隨著時間經過而增加, 直到 $t = t_2$ 時 n_t 增加至 n' , 這時候 $f(n_t) = 0$, 由 (2.4) 式知 l_{it} 會一下子跳動到 1, 而分工水

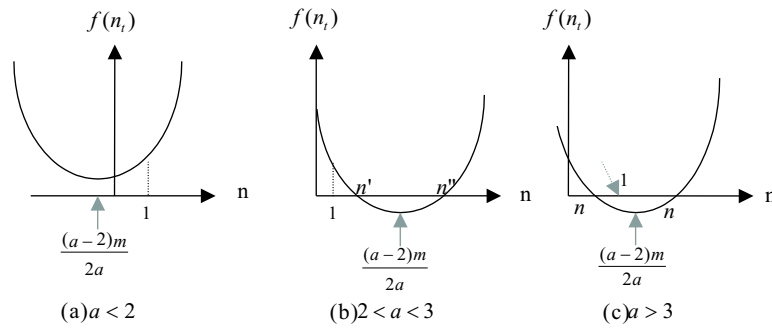


圖 2-1: 不同的 a 的區間產生不同的成長模式

準會從 $n_t = n'$ 跳動到 $n_t = m$ 。從 (2.5) 式可看出在 t_2 之前有一點 t_1 ，人均實質所得成長率在 t_1 之前為正但遞減，而在 t_1 和 t_2 之間為遞增。這類型的成長模式如圖 2-2(b) 所示，在 t_1 之前分工水準較低，並以遞減的速度成長； t_1 和 t_2 之間的成長模式為平穩的起飛，人均實質所得成長率為遞增，分工水準持續地演進；而到達 t_2 的時候， n_t 跳到 m ，經濟社會到達完全分工的狀態，而人均實質所得在 t_2 迅速地成長；之後則因為分工演進的潛力已經耗盡，人均實質所得的成長率單獨由生產產品 i 的人力資本成長率 (ρ_i) 所決定，當 $l_{it} = 1$ 時， $\rho_i = (1/L_{it})$ 隨著人力資本的累積而下降，因此這個成長的動力只可能產生減速的經濟成長，這時經濟體開始進成長的成熟期，分工不再演進且人均實質所得成長率遞減。

當 $a < 2$ 且 $n_t \in (1, m)$ ，由 (2.3) (2.5) 式看出，人均實質所得成長率為正但遞減；另外由 (2.2) (2.7) 式可知分工水準成長率永遠為正。此種類型的成長模式如圖 2-2(c) 所表示，特徵是遞減的分工水準成長率及人均實質所得成長率。

考慮最後一種情況，若 k 和 a 值都很小 (a 值接近 1、 k 值接近 0)，直覺上來看，此時專業化效益很小且在運輸商品的過程中會損失極大部分的商品，交易成本超過專業化分工的好處，因此均衡永遠都會是自給自足社會，每人都自行生產 m 種消費財，對任一商品的購買數量皆為 0，此時沒有市場存在。若是從 (2.2) 式來分析，可以得到相同的推論，從 (2.2) 式可以看出分工水準的成長率將為 0， n_t 的最適解將一直停留在 $n_t = 1$ ，分工始終沒有演進；如果每一期 n_t 都等於 1 的話，均衡永遠都是自給自足社會，這個情況下一般均衡可以 (2.8) 式表示：

$$\rho_n = 0,$$

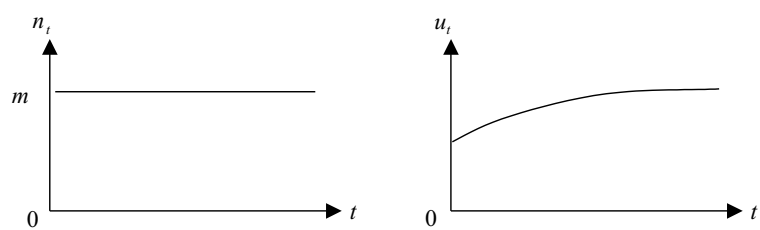
$$\rho_u = am\rho_j = \frac{aml_j}{L_j} = \frac{am}{t}。 \quad (2.8)$$

這類型的成長模式由圖 2-2(d) 所表示，分工水準一直停留在 $n_t = 1$ ，且人均實質所得成長率隨著時間逐漸下降。

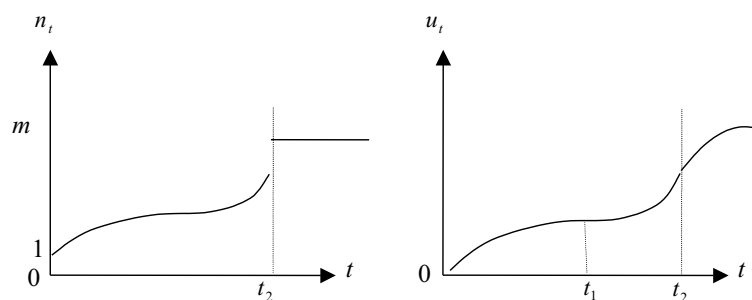
因 YB 模型假設每個人既是消費者也是生產者，作為消費者，他們喜歡多樣化消費；作為生產者，因為專業化生產可以加速知識和人力資本的累積，所以他們喜歡專業化生產。交易費用（貿易商品而引起）和專業化生產（提高生產力）之間的兩難衝突於是成為整個故事的出發點，而此衝突可能產生勞動分工的逐步演進。在經濟剛初發展的階段，人們因為不具有生產經驗，所以生產力很低，以致無法負擔分工專業化所引發的交易成本，因此每個人都自行生產所有的必需品，在此情形下，經濟體是一個自給自足的社會。隨著時間經過，由於每個人在自給自足的生產中慢慢累積了每種生產的知識，這種從做中學獲得的知識（熟能生巧）使得生產力得以提升，也讓每個人可以負擔較高的交易費用，所以人們會選擇高一點的分工水準，而較高的分工水準也會反過來加速生產經驗和人力資本的累積，於是又進一步提高生產力足以負擔更高的交易費用；於是這種良性循環造就了經濟起飛。然而專業化的發展不可能是無限制的，雖然人口規模 M 和動態均衡無關，但是它其實是分工演進的限制條件，簡單地說，專業種類數不可能超過人口規模。當分工演進的潛力耗盡後，經濟成長就不可能再來自分工演進，而只來自於經驗的累積，此時經濟體是以減速成長。

YB 模型中有三種成長的模式，相較於其他成長模型，它可用來解釋各國之間經濟成長趨異和趨同兩種現象。一種是沒有分工的自給自足社會，成長完全來自於生產經驗的累積，人均實質所得成長率遞減；第二種是基於分工演進的成長，因在生產過程中不斷學習而累積專業化而加速分工演進，此時成長率為遞增（進入起飛階段）；第三種則是當分工的潛力耗盡後，成長是由高分工水準下累積的人力資本所推動，此時的成長率為遞減（成熟期）。因此若 A 國從第一階段進入起飛階段的時間較早，而 B 國仍停留在第一階段，則兩國的所得的差距會逐漸擴大；而當 A 國進入成熟期，而 B 國進入起飛階段時，則兩國的所得的差距又會跟著縮小。

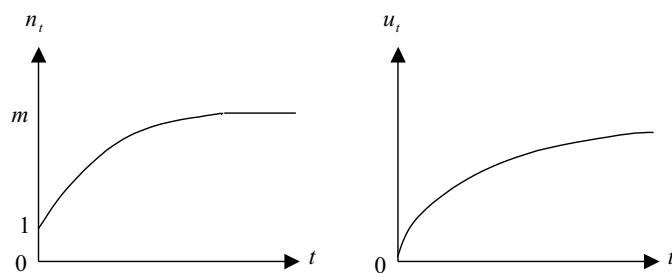
另一方面，YB 模型可以解釋很多經濟現象；此模型中決定人均所得的是交易效率及勞動分工的演進，當交易效率還很低落或是分工才剛開始演進時，人們選擇自給自足的社會，這時候市場由許多規模很小且獨立地方性經濟所組成；隨著交易效率的改善、分工演進到較高的水準，地方性的小市場就會逐漸整合成一



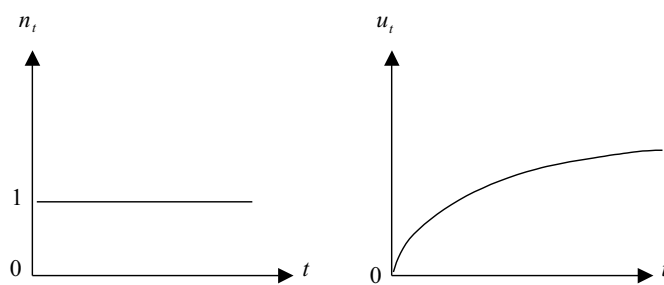
(a) $a > 3$, k is close to 1



(b) $a \in (2,3)$, k is sufficiently large



(c) $a \in (1,2)$, k is not small



(d) $a = 1$, $k = 0$

圖 2-2: 不同模式的分工演進與經濟成長